

Risicoverhogende factoren voor verkeersonveiligheid

Dr. J. Mesken (red.)

R-2012-12

Risicoverhogende factoren voor verkeersonveiligheid

Inventarisatie en selectie voor onderzoek

Documentbeschrijving

| | |
|---------------------|--|
| Rapportnummer: | R-2012-12 |
| Titel: | Risicoverhogende factoren voor verkeersonveiligheid |
| Ondertitel: | Inventarisatie en selectie voor onderzoek |
| Auteur(s): | Dr. J. Mesken (red.) |
| Projectleider: | Dr. J. Mesken |
| Projectnummer SWOV: | C03.04 |
| Trefwoord(en): | Traffic; safety; risk; risk assessment; accident; accident prevention; Netherlands; SWOV. |
| Projectinhoud: | In dit rapport inventariseren we factoren die het risico verhogen om bij een verkeersongeval ernstig of dodelijk gewond te raken. Deze 'risicofactoren' kunnen invloed hebben op de kans om betrokken te raken bij een ongeval of op de kans om daarbij letsel op te lopen. Van alle mogelijke risicofactoren zijn die factoren geselecteerd en besproken die relevant zijn voor het beleid, waarover nog onvoldoende kennis bestaat, en die te onderzoeken zijn in Nederland. |
| Aantal pagina's: | 72 + 19 |
| Prijs: | € 15,- |
| Uitgave: | SWOV, Leidschendam, 2012 |

De informatie in deze publicatie is openbaar.
Overname is echter alleen toegestaan met bronvermelding.

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV
Postbus 1090
2260 BB Leidschendam
Telefoon 070 317 33 33
Telefax 070 320 12 61
E-mail info@swov.nl
Internet www.swov.nl

Samenvatting

In dit rapport inventariseren we factoren die het risico verhogen om bij een verkeersongeval ernstig of dodelijk gewond te raken. Vanwege de leesbaarheid hebben we het hier over 'risicofactoren'; daarmee bedoelen we telkens risicoverhogende factoren.

Risicofactoren kunnen invloed hebben op de kans om betrokken te raken bij een ongeval. Een voorbeeld van zo'n risicofactor is rijden onder invloed. Daarnaast kunnen risicofactoren ook invloed hebben op de kans om letsel op te lopen bij een ongeval, bijvoorbeeld door geen autogordel te dragen.

Een centrale aanname in dit rapport is dat er altijd een referentiesituatie moet zijn: we kunnen alleen kwantitatieve uitspraken doen als we een vergelijking maken tussen het ongevalsrisico in een situatie waarin de risicofactor aanwezig is, en het risico in een situatie zonder die factor. Deze benadering is ontleend aan de epidemiologie. Daarin wordt bijvoorbeeld een vergelijking gemaakt tussen de kans op een ernstige ziekte als een bepaalde risicofactor aanwezig is, en de kans op dezelfde ziekte als die factor niet aanwezig is.

Risicofactoren zijn iets anders dan maatregelen; ze liggen wel in elkaars verlengde. In dit rapport beschouwen we een risicofactor als de onderliggende oorzaak van een risicoverhoging in een bepaalde situatie. Maatregelen kunnen helpen om de gevolgen van de risicofactor te reduceren. Soms zijn de twee elkaars spiegelbeeld. Zo spreken we in dit rapport van een risicofactor als automobilisten geen winterbanden gebruiken. Tegelijkertijd kan het gebruik van winterbanden ook als maatregel worden opgevat.

Vier thema's

In dit rapport hanteren we een stapsgewijze aanpak om een beperkte groep risicofactoren te beschrijven. Vervolgens maken we daaruit een selectie voor verder onderzoek. Ten eerste hebben we vier verschillende thema's benoemd: mens, voertuig, weg en omstandigheden. Daarna is in verschillende expertsessies gebrainstormd over alle mogelijke risicofactoren die gelden voor het betreffende thema. Dat leverde voor elk van de thema's een lange lijst risicofactoren op. Voor het thema mens gaat het dan bijvoorbeeld om leeftijd, geslacht, het gebruik van bepaalde typen vervoerwijzen en persoonlijkheidskenmerken zoals ADHD. Mogelijke risicofactoren voor het thema voertuig zijn bijvoorbeeld onopvallendheid van het voertuig, afwezigheid van een gordel, hoge massa en overbelading. Voor het thema weg bestond de lijst uit alle mogelijke wegkenmerken, zoals het ontbreken van belijning, bochten en glad wegdek. Voor het thema omstandigheden was de lijst beperkt: die bestond alleen uit tijd- en weersomstandigheden en verkeersdrukten.

Na een inventarisatie van alle mogelijke risicofactoren zijn de lijsten ingeperkt door elke risicofactor te beoordelen op vier criteria:

1. Is de factor risicoverhogend?
2. Is er nog onvoldoende kennis?

3. Is de factor relevant voor beleid?
4. Is de factor onderzoekbaar in Nederland?

Bij een negatief antwoord op een van deze vragen viel de betreffende factor af (ook al is het negatieve antwoord een interessante conclusie op zich). Vervolgens bleef een selectie over van factoren waarvan we de mate van risicoverhoging kunnen vaststellen als die factor aanwezig is. Een bruikbare selectie bleek uiteindelijk alleen mogelijk voor de thema's mens en voertuig.

De geselecteerde risicofactoren zijn beschreven aan de hand van de volgende vragen:

- Welke achtergrond heeft de risicofactor?
- Hoe vaak komt de factor voor in het verkeer (prevalentie, en ook expositie)?
- Is er een indicatie voor het verkeersveiligheidseffect?.
- Wat is de relevantie voor het beleid?
- Is de factor onderzoekbaar?

Het thema mens

Voor het thema mens gaat het om zes risicofactoren. Twee daarvan zijn overtredingen: herhaaldelijke of zware snelheidsovertredingen en roodlicht-negatie. Er zijn aanwijzingen dat beide overtredingen gevaarlijk zijn en beide zijn dan ook relevant voor het beleid. Een kwantitatieve relatie is echter nog niet bekend. Het is wel van belang om deze relatie aan te tonen, onder andere om keuzes te kunnen maken met betrekking tot controles en sancties.

Daarnaast zijn er twee factoren die te maken hebben met persoonlijke verschillen: sociaal-culturele achtergrond en ADHD. De eerste factor kan politiek gevoelig liggen, maar omdat er indicaties zijn van een verkeersveiligheidsprobleem, is het toch van belang om een kwantitatieve relatie aan te tonen. Daarbij kan het wel lastig zijn om relevante data te verkrijgen. ADHD is vooral van belang als het gaat om adolescenten; voor volwassen automobilisten is het risicoverhogende effect van ADHD al aangetoond.

Twee andere risicofactoren gaan over de tijdelijke staat van de bestuurder: afleiding en vermoeidheid. Beide hebben invloed op de taakuitvoering en er zijn ook aanwijzingen voor het risicoverhogende effect. Dat effect is echter moeilijk kwantitatief in kaart te brengen.

Het thema voertuig

Bij het thema voertuig gaat het om acht risicofactoren. Twee daarvan hebben te maken met de motorfiets. De eerste factor is de onopvallendheid van de motor en de bestuurder. Er is een indicatie dat dit een van de oorzaken is dat automobilisten op kruispunten geen voorrang aan motoren verlenen; empirisch bewijs daarvoor is echter nog niet beschikbaar.

Een tweede risicofactor voor de motor is het zogenoemde koud-opstaprisico: het risico om na de winter voor het eerst weer te gaan motorrijden en betrokken te raken bij een ongeval. Uit een eerste analyse van ongevalgegevens blijkt echter dat van koud-opstaprisico geen sprake is.

Een derde voertuigfactor betreft het opvoeren van brom- en snorfietsen. Over het risico daarvan is weinig bekend omdat bij ongevallen gewoonlijk

niet wordt geregistreerd of de brom- of snorfiets was opgevoerd. Ook de dode hoek is een risicofactor bij voertuigen. Daarbij is er wel voldoende bewijs voor risicoverhoging. Deze factor lijkt samen te hangen met de hoge taakbelasting van vrachtautochauffeurs.

Een andere risicofactor betreft het gebruik van winterbanden. Automobilisten die onder winterse omstandigheden geen winterbanden gebruiken, lopen meer risico dan automobilisten die dat wel doen. Om een goede inschatting te kunnen maken van de mate van risicoverhoging in Nederland, is nieuw onderzoek nodig. Een andere mogelijkheid is om buitenlandse studies te vertalen naar de Nederlandse situatie.

De laatste voertuigfactor betreft elektrische voertuigen. Bij zowel de elektrische fiets als de elektrische auto zijn er indicaties voor een risicoverhoging. Kwantitatieve gegevens zijn echter nog niet beschikbaar.

Snelheidsovertredingen

Van één van de genoemde factoren is tot slot de risicoverhoging vastgesteld: het risico van grotere snelheidsovertredingen. Met behulp van een eerder gebruikte methode (Goldenbeld et al., 2011b) hebben we gekeken naar voertuigen met meerdere zware snelheidsovertredingen, waarvan er minstens één groter was dan 10 km/uur. Uit die analyse bleek dat deze inderdaad vaker betrokken zijn bij ongevallen dan voertuigen met eenzelfde aantal kleinere snelheidsovertredingen.

Met dezelfde methode wilden we ook de risicoverhoging van roodlichtnegatie vaststellen. Hiervoor bleken de gegevens echter niet geschikt. Er zijn wel andere methoden om het risico van deze factor te bepalen: observaties en vragenlijsten, modellering en dieptestudies.

Summary

Risk factors for road safety; Inventory and selection for research purposes

This report contains an inventory of factors increasing the risk of sustaining serious or fatal injury in a traffic crash. For readability the term 'risk factors' is used; this should always be read as risk increasing factors.

Risk factors can influence the risk of being involved in a traffic crash. An example of such a risk factor is driving under the influence of drugs or alcohol. Furthermore, risk factors can also influence the risk of sustaining injury in a crash, for example not wearing a seatbelt.

A central assumption in this report is that there must always be a situation that can be used as a reference: quantitative assessments can only be made if a comparison can be made between the risk of a crash in a situation in which that specific risk factor is present, and the risk of a crash in a situation without that factor. This approach has been taken from epidemiology, where, for example, a comparison is made between the risk of a serious illness if a certain risk factor is present, and the risk of the same illness if that factor is not present.

Although they are related, risk factors are not the same as measures. This report considers a risk factor to be the underlying cause of a risk increase in a certain situation. Measures can help to limit the consequences of a risk factor. Sometimes the two are each other's mirror image. For example: in this report a driver not using snow tyres is considered a risk factor. At the same time, however, the use of snow tyres can also be indicated as a measure.

Four themes

In this report a stepwise approach is used to describe a small group of risk factors. Next a sample will be chosen for further research. First four themes were identified: man, vehicle, road, and circumstances. Then several expert sessions were held to brainstorm on all possible risk factors that apply to one specific theme. This resulted in a long list of risk factors for each one of the themes. For the theme 'man' these are, for instance, age, gender, the use of different modes of transport, and personality characteristics like ADHD. Possible risk factors for the theme 'vehicle' are, for example, the vehicle being inconspicuous, seatbelt not being present, great mass, and the vehicle being overloaded. For the theme 'road' the list was formed by all possible road characteristics, e.g. road markings that are lacking, curves, and slippery road surface. For the theme 'circumstances' the list was short: it contained only time and weather conditions, and traffic volume.

After an inventory of all possible risk factors, the lists were shortened by assessing each risk factor on four criteria:

1. Is the factor risk increasing?
2. Is knowledge about the factor insufficient?
3. Is the factor relevant for policy?
4. Can the factor be studied in the Netherlands?

A negative answer to one of these questions was reason to eliminate that particular factor (even though the negative answer is an interesting conclusion in itself). This left a selection of factors of which the extent of risk increase can be determined if that factor is present. A usable selection was only found possible for the themes 'man' and 'vehicle'.

The selected risk factors have been described by posing the following questions:

- What is the background of the risk factor?
- How often does the factor occur in traffic (prevalence, and also exposure)?
- Is there an indication for the road safety effect?.
- What is the relevance for policy?
- Can the factor be studied?

The theme 'human factors'

Six risk factors are involved in the theme 'man'. Two of these factors are offences: repeated or serious speeding offences and red light running. There are indications that both of these offences are dangerous, and therefore both are relevant for policy. A quantitative relation has not yet been found. However, it is important to establish this relation, among others to allow making choices about traffic checks and sanctions.

Furthermore, there are two factors that involve personal differences: socio-cultural background and ADHD. The first factor can be politically sensitive, but as there are indications of a road safety problem, it is still important to establish a quantitative relation. It can however be difficult to obtain relevant data. ADHD is especially important where adolescents are concerned; the risk increasing effect of ADHD has already been established for adult drivers.

Two other risk factors involve a temporary condition of the driver: distraction and fatigue. Both have an effect on driving performance and there are also indications of a risk increasing effect. However, it is difficult to establish this effect quantitatively.

The theme 'vehicle'

Eight risk factors are involved in the theme 'vehicle'. Two of these are concerned with the motorcycle. The first factor is the inconspicuousness of the motorcycle and its rider. There is an indication that this is one of the causes for drivers failing to give right of way to motorcycles at intersections; empirical evidence, however, is not yet available.

A second risk factor for the motorcycle is the so-called spring peak: the risk of getting involved in a crash on the first motorcycle ride after the winter. A first analysis of crash data, however, indicates that this is not the case.

A third vehicle factor concerns the tuning up of (light) mopeds. Little is known about its risk, because it is rarely registered whether or not a (light) moped was tuned up when a crash occurs. Another risk factor for vehicles is the blind spot for which there is sufficient evidence of increased risk. This factor seems to coincide with the high work pressure of truck drivers.

Another risk factor involves the use of snow tyres. Drivers who do not use snow tyres in wintry conditions, have a higher risk than drivers who do. Further research is required to be able to make an accurate assessment of the degree of risk increase in the Netherlands. A different possibility is to translate foreign studies to the situation in the Netherlands.

The final vehicle factor concerns electric vehicles. Both the electric bicycle and the electric car are associated with a risk increase. However, quantitative data is not yet available.

Speeding offences

Finally, the risk increase has been established of one of the factors that were mentioned: the risk of serious speeding offences. With a previously used method (Goldenbeld et al., 2011b) vehicles were investigated with which multiple serious speeding offences had been committed, at least one of which exceeding 10 km/h. This analysis indicated that these vehicles are indeed involved in crashes more frequently than vehicles with the same number of smaller offences.

The intention was to use this method to also establish the risk increase of red light running. However, the data proved to be not suitable. There are other methods that can be used to determine the risk for this factor: observations and questionnaires, modelling and in-depth studies.

Inhoud

| | |
|--|-----------|
| Voorwoord | 12 |
| 1. Inleiding | 13 |
| 1.1. Achtergrond | 13 |
| 1.2. Risico en risicofactoren | 13 |
| 1.2.1. Risico | 13 |
| 1.2.2. Risicofactoren | 14 |
| 1.3. Dit rapport | 15 |
| 2. Methode | 17 |
| 2.1. Opstellen longlist | 17 |
| 2.2. Beoordeling longlist | 17 |
| 2.3. Opstellen shortlist | 18 |
| 2.4. Selectie van twee onderwerpen voor onderzoek 2011 | 19 |
| 3. Risicofactoren mens | 21 |
| 3.1. Herhaaldelijke/zware snelheidsovertredingen | 21 |
| 3.1.1. Achtergrond van de risicofactor | 21 |
| 3.1.2. Prevalentie: hoe vaak komt het voor? | 21 |
| 3.1.3. Indicatie voor verkeersveiligheidseffect | 22 |
| 3.1.4. Beleidsrelevantie | 22 |
| 3.1.5. Onderzoekbaarheid | 22 |
| 3.2. Roodlichtnegatie | 23 |
| 3.2.1. Achtergrond van de risicofactor | 23 |
| 3.2.2. Prevalentie: hoe vaak komt het voor? | 23 |
| 3.2.3. Indicatie voor verkeersveiligheidseffect | 23 |
| 3.2.4. Beleidsrelevantie | 24 |
| 3.2.5. Onderzoekbaarheid | 24 |
| 3.3. Sociaal-culturele achtergrond | 25 |
| 3.3.1. Achtergrond van de risicofactor | 25 |
| 3.3.2. Prevalentie: hoe vaak komt het voor? | 25 |
| 3.3.3. Indicatie voor verkeersveiligheidseffect | 25 |
| 3.3.4. Beleidsrelevantie | 26 |
| 3.3.5. Onderzoekbaarheid | 26 |
| 3.4. ADHD | 27 |
| 3.4.1. Achtergrond van de risicofactor | 27 |
| 3.4.2. Prevalentie: hoe vaak komt het voor? | 27 |
| 3.4.3. Indicatie voor verkeersveiligheidseffect: | 27 |
| 3.4.4. Onderzoekbaarheid | 28 |
| 3.5. Afleiding | 28 |
| 3.5.1. Achtergrond van de risicofactor | 28 |
| 3.5.2. Prevalentie: hoe vaak komt het voor? | 29 |
| 3.5.3. Indicatie voor verkeersveiligheidseffect | 29 |
| 3.5.4. Beleidsrelevantie | 30 |
| 3.5.5. Onderzoekbaarheid | 31 |
| 3.6. Vermoeidheid | 31 |
| 3.6.1. Achtergrond van de risicofactor | 31 |
| 3.6.2. Prevalentie: hoe vaak komt het voor? | 31 |
| 3.6.3. Indicatie voor verkeersveiligheidseffect | 32 |
| 3.6.4. Beleidsrelevantie | 32 |
| 3.6.5. Onderzoekbaarheid | 32 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 4. | Risicofactoren voertuig | 33 |
| 4.1. | Onopvallendheid motor en bestuurder | 33 |
| 4.1.1. | Achtergrond van de risicofactor | 33 |
| 4.1.2. | Prevalentie: hoe vaak komt het voor? | 33 |
| 4.1.3. | Indicatie verkeersveiligheidseffect | 34 |
| 4.1.4. | Beleidsrelevantie | 34 |
| 4.1.5. | Onderzoekbaarheid | 34 |
| 4.2. | Koud-opstaprisico motoren | 34 |
| 4.2.1. | Achtergrond van de risicofactor | 34 |
| 4.2.2. | Prevalentie: hoe vaak komt het voor? | 35 |
| 4.2.3. | Indicatie verkeersveiligheidseffect | 35 |
| 4.2.4. | Beleidsrelevantie | 36 |
| 4.2.5. | Onderzoekbaarheid | 36 |
| 4.3. | Opvoeren van brom en snorfietsen | 36 |
| 4.3.1. | Achtergrond van de risicofactor | 36 |
| 4.3.2. | Prevalentie: hoe vaak komt het voor? | 36 |
| 4.3.3. | Indicatie voor verkeersveiligheidseffect | 37 |
| 4.3.4. | Beleidsrelevantie | 38 |
| 4.3.5. | Onderzoekbaarheid | 38 |
| 4.4. | Dodehoekproblematiek | 38 |
| 4.4.1. | Achtergrond van de risicofactor | 38 |
| 4.4.2. | Prevalentie: hoe vaak komt het voor? | 39 |
| 4.4.3. | Indicatie verkeersveiligheidseffect | 39 |
| 4.4.4. | Beleidsrelevantie | 40 |
| 4.4.5. | Onderzoekbaarheid | 40 |
| 4.5. | Taakbelasting, vermoeidheid en afleiding bij vrachtverkeer | 40 |
| 4.5.1. | Achtergrond van de risicofactor | 40 |
| 4.5.2. | Prevalentie: hoe vaak komt het voor? | 40 |
| 4.5.3. | Indicatie verkeersveiligheidseffect | 40 |
| 4.5.4. | Beleidsrelevantie | 40 |
| 4.5.5. | Onderzoekbaarheid | 41 |
| 4.6. | Zomerbanden in de winter | 41 |
| 4.6.1. | Achtergrond van de risicofactor | 41 |
| 4.6.2. | Prevalentie: hoe vaak komt het voor? | 41 |
| 4.6.3. | Indicatie voor verkeersveiligheidseffect | 41 |
| 4.6.4. | Beleidsrelevantie | 42 |
| 4.6.5. | Onderzoekbaarheid | 42 |
| 4.7. | Elektrische fiets | 43 |
| 4.7.1. | Achtergrond van de risicofactor | 43 |
| 4.7.2. | Prevalentie: hoe vaak komt het voor? | 43 |
| 4.7.3. | Indicatie voor verkeersveiligheidseffect: | 44 |
| 4.7.4. | Beleidsrelevantie | 45 |
| 4.7.5. | Onderzoekbaarheid | 45 |
| 4.8. | Elektrische voertuigen (auto's) | 46 |
| 4.8.1. | Achtergrond van de risicofactor | 46 |
| 4.8.2. | Prevalentie: hoe vaak komt het voor? | 47 |
| 4.8.3. | Indicatie voor verkeersveiligheidseffect | 47 |
| 4.8.4. | Beleidsrelevantie | 48 |
| 4.8.5. | Onderzoekbaarheid | 48 |
| 5. | Het risico van zware snelheidsovertredingen | 50 |
| 5.1. | Inleiding | 50 |
| 5.2. | Methode | 51 |
| 5.3. | Resultaten | 52 |
| 5.4. | Discussie en conclusie | 54 |

| | | |
|------------------|---|-----------|
| 6. | Het risico van roodlichtnegatie | 56 |
| 6.1. | Inleiding | 56 |
| 6.2. | Observaties en vragenlijsten | 56 |
| 6.3. | Een microsimulatiemodel | 57 |
| 6.4. | Roodlichtnegatie door fietsers: logboek- of diepteonderzoek | 58 |
| 6.4.1. | Prevalentie | 58 |
| 6.4.2. | Logboekonderzoek | 58 |
| 6.4.3. | Diepteonderzoek | 59 |
| 7. | Conclusies | 60 |
| 7.1. | Is een epidemiologische benadering werkbaar? | 60 |
| 7.2. | Risicofactoren ten aanzien van gedrag | 60 |
| 7.3. | Risicofactoren ten aanzien van voertuigen | 61 |
| 7.4. | Risicofactoren ten aanzien van weg en omgeving | 62 |
| 7.5. | Het risico van zware snelheidsovertredingen | 63 |
| 7.6. | De onderzoekbaarheid van roodlichtnegatie | 63 |
| 7.7. | Aanbevelingen | 64 |
| 7.7.1. | Vervolgonderzoek | 64 |
| 7.7.2. | Risico- en maatregelsheets | 64 |
| | Literatuur | 65 |
| Bijlage 1 | Longlist en shortlist risicofactoren | 73 |
| Bijlage 2 | Risicofactoren weg | 84 |
| Bijlage 3 | Risicofactoren omstandigheden | 88 |

Voorwoord

Dit rapport is geschreven door verschillende onderzoekers van de SWOV.

De volgende auteurs hebben een bijdrage geleverd:

- Charles Goldenbeld (herhaaldelijke/zware snelheidsovertredingen);
- Divera Twisk (sociaal-culturele achtergrond, elektrische fiets);
- Agnieszka Stelling (afleiding);
- Ingrid van Schagen (vermoeidheid);
- Letty Aarts (risicofactoren weg);
- Nicole van Nes (elektrische voertuigen);
- Saskia de Craen (koud-opstaprisico, opvoeren snor- en bromfietsen);
- Michelle Doumen (onopvallendheid motor en bestuurder);
- Chris Schoon (winterbanden);
- Martine Reurings (het risico van zware snelheidsovertredingen);
- Jolieke Mesken (roodlichtnegatie, ADHD, risicofactoren en omstandigheden).

1. Inleiding

1.1. Achtergrond

De kans om bij een verkeersongeval ernstig of dodelijk gewond te raken, is niet voor iedereen even hoog. Sommige mensen hebben een hogere kans dan anderen, bijvoorbeeld vanwege hun leeftijd, hun gedrag, hun keuze voor vervoerwijze of wegen of door de omstandigheden waarin ze deelnemen aan het verkeer. De factoren of omstandigheden die de kans verhogen om bij een verkeersongeval ernstig of dodelijk gewond te raken, noemen we risicoverhogende factoren. Vanwege de leesbaarheid hebben we het in dit rapport over 'risicofactoren'; daarmee bedoelen we telkens risicoverhogende factoren.

Sommige factoren, zoals de invloed van een te hoog bloedalcoholgehalte (BAG) van autobestuurders op het risico, zijn al frequent onderzocht. Andere relaties zijn nog onvoldoende bekend, hetzij omdat daar wereldwijd nog weinig onderzoek naar is gedaan, hetzij omdat de onderzoeksresultaten in het buitenland niet kunnen worden toegepast op de Nederlandse situatie. Ook hebben we op basis van ouder onderzoek vaak een redelijk beeld van een risicofactor, maar weten we nog onvoldoende hoe deze zich ontwikkelt over de tijd heen.

Het doel van dit project is antwoord te geven op de volgende vragen:

1. Welke factoren of combinaties van factoren leveren risico op voor de verkeersveiligheid? In hoeverre zijn deze te onderscheiden naar de grootte van het risico en de onderzoekbaarheid ervan?
2. Welke (combinaties van) risicofactoren komen in aanmerking voor een nadere bepaling van de grootte van het risico?
3. Van welke van de risicofactoren van punt 2 kan de grootte van het risico in 2011 bepaald worden?

Om deze vragen te beantwoorden, geven we eerst een overzicht van risicofactoren die relevant zijn voor de verkeersveiligheid, waarover nog onvoldoende bekend is en die onderzoekbaar zijn. Vervolgens maken we een selectie van de meest relevante risicofactoren. Tot slot maken we een definitieve keuze voor twee risicofactoren waarvan de hoogte wordt vastgesteld. Van deze twee risicofactoren is er uiteindelijk één onderzocht.

1.2. Risico en risicofactoren

1.2.1. *Risico*

Van Dale definieert het begrip risico als 'gevaar voor schade of verlies, de gevaarlijke of kwade kans of kansen die zich bij iets voordoen'. Op het gebied van de verkeersveiligheid kunnen we dit vertalen als 'gevaar voor schade of verlies als gevolg van een verkeersongeval'. Hieraan zitten twee componenten: ten eerste het gevaar om betrokken te raken bij een verkeersongeval, ten tweede het gevaar om schade of verlies te lijden als gevolg van dit ongeval. Dit onderscheid wordt ook gemaakt door de Wereldgezondheidsorganisatie WHO (zie volgende subparagraaf). Beide

componenten komen samen in de SWOV-definitie van risico in het verkeer: het risico is het aantal slachtoffers (doden of ernstig verkeersgewonden) per afgelegde afstand (SWOV, 2012c). Er zijn grote verschillen in risico voor verschillende subgroepen in het verkeer, bijvoorbeeld leeftijdsgroepen, gebruikers van bepaalde typen vervoerwijzen of groepen mensen met bepaalde eigenschappen. Ook zijn er verschillen in risico tussen mensen die bepaalde gedragingen meer of minder vaak vertonen. In de volgende subparagraaf gaan we in op factoren die het risico verhogen om gewond te raken bij een verkeersongeval.

Bij verkeersonveiligheid maken we onderscheid tussen basisrisicofactoren en risicoverhogende factoren en omstandigheden. Basisrisicofactoren betreffen de kwetsbaarheid van het menselijk lichaam en de fysieke bescherming – of het gebrek daaraan – door bijvoorbeeld snelheid en massa. Daarbij gaat het bijvoorbeeld om de hoogte van het risico op een bepaald wegtype of van een bepaalde vervoerwijze. Bij risicoverhogende omstandigheden gaat het om de vraag hoeveel hoger het risico wordt bij een bepaald gedrag of een bepaalde omstandigheid. Het kan daarbij bijvoorbeeld gaan om overtredingsgedrag, weersomstandigheden of de tijdelijke staat van de bestuurder. De relatie tussen een bepaalde factor die het risico verhoogt en het aantal slachtoffers, kan voor elke factor afzonderlijk, of in relatie tot elkaar, worden bepaald.

Als we kijken naar oorzaken van verkeersonveiligheid, moeten we volgens de Duurzaam Veilig-visie in de eerste plaats kijken naar de basisrisicofactoren (Wegman & Aarts, 2005). Door deze als eerste aan te pakken en bijvoorbeeld te zorgen voor een scheiding van zwaar en langzaam verkeer, kunnen we een verkeerssysteem benaderen dat in de basis veilig is ('safe system approach'). Daarnaast kan het risico verder worden verhoogd door factoren die samenhangen met persoonskenmerken van de weggebruiker en met het gebruik van het voertuig. In dit rapport gaan we vooral in op deze risicoverhogende factoren.

1.2.2. Risicofactoren

Wat is een risicofactor? In de epidemiologie wordt een risicofactor gezien als een factor die de kans groter maakt dat iemand een bepaalde ziekte zal krijgen; of dat – bij iemand die al een ziekte heeft – die ziekte verergert (UMC Utrecht, 2011). Eigenlijk moeten we dus spreken over risicoverhogende factoren. De WHO betreft deze definitie niet alleen op ziekte maar ook op verwondingen: 'A risk factor is any attribute, characteristic or exposure of an individual that increases the likelihood of developing a disease or injury' (WHO, 2011). In het *World Report on Traffic Injury Prevention* (Peden et al., 2004) worden risicofactoren in vier groepen verdeeld:

- factoren die invloed hebben op de blootstelling aan risico (expositie);
- factoren die invloed hebben op ongevalsbetrokkenheid;
- factoren die invloed hebben op ongevalsernst;
- factoren die invloed hebben op letselernst na het ongeval.

Onder factoren die invloed hebben op ongevalsernst, noemt de WHO bijvoorbeeld excessieve snelheid of het niet dragen van autogordels. Onder letselernst worden factoren verstaan die de ernst van verwondingen na het ongeval beïnvloeden, zoals problemen bij het bevrijden van personen uit

voertuigen of inadequate medische zorg. Bij de laatste factor gaat het er dus om of met adequate acties ná het ongeval erger kan worden voorkomen. Voor ons onderzoek zijn vooral de eerste drie typen factoren van belang: expositie, ongevalskans en ernst van de afloop. Vanuit deze factoren kunnen we het aantal slachtoffers beschrijven als (1) de maat voor expositie vermenigvuldigd met de ongevalskans (ongevallen per expositie-eenheid) vermenigvuldigd met de ernst van de afloop (slachtoffers per ongeval).

$$S = E * \frac{O}{E} * \frac{S}{O} \quad (1)$$

Epidemiologie

Een epidemiologisch onderzoek richt zich doorgaans op twee groepen: een groep die wel is blootgesteld aan de risicofactor en een groep voor wie dat niet het geval is (NVVC, 2011). Sommige risicofactoren, zoals gezond gedrag, zijn zelf te beïnvloeden. Andere, zoals leeftijd en geslacht, zijn dat niet. Toch betekent dit niet dat het dan niet zinvol is om deze factoren te onderzoeken. Soms versterken risicofactoren elkaar. Zo heeft een oudere persoon die rookt een grotere kans op hartziekten dan een jongere roker.

Elvik et al. (2009) passen de benadering vanuit de epidemiologie toe op verkeersveiligheid en om zo een lijst van risicofactoren op te stellen die bijdragen aan het optreden van verkeersongevallen. Zij gebruiken hier de notie van 'attributable risk': het aandeel van ongevallen of slachtoffers dat is toe te schrijven aan een risicofactor, of de omvang van de reductie in verkeersongevallen dat bereikt kan worden als de risicofactor wordt geëlimineerd. Hierbij wordt de risicofactor altijd tegen een referentiefactor afgezet: obstakels langs de weg versus obstakelvrije ruimte, rijden onder invloed versus sober rijden, zware voertuigen versus lichte voertuigen.

Soms is een risicofactor moeilijk los te zien van een maatregel. Het niet dragen van een fietshelm bijvoorbeeld, kan worden gezien als een risicofactor. De fietshelm kan echter ook een maatregel zijn, bijvoorbeeld als de fietshelm verplicht wordt gesteld of als het gebruik wordt gestimuleerd. Een mogelijk onderscheid kan worden afgedwongen door de vraag te stellen op welk verkeersveiligheidsprobleem een maatregel zich richt. In het geval van fietshelmen is het onderliggende verkeersveiligheidsprobleem: de kwetsbaarheid van fietsers. Dát, en niet het niet-dragen van de fietshelm, is dan de risicofactor. Op dezelfde manier kan gekeken worden naar zijafscherming van vrachtauto's. Dit is een maatregel die ingrijpt op de risicofactor 'menging van verkeer met grote verschillen in massa'. Om een risicofactor te elimineren, zijn meestal meerdere maatregelen denkbaar.

1.3. Dit rapport

Analoog aan de drie onderzoeksvragen uit *Paragraaf 1.1.*, beschrijven we in dit rapport drie fasen van het project: de *inventarisatie* van risicofactoren, de *selectie* van relevante risicofactoren en het *onderzoek* naar de risico-verhoging als gevolg van twee van deze factoren. In *Hoofdstuk 2* beschrijven we hoe de inventarisatie en de selectie tot stand zijn gekomen. Van een oorspronkelijke lijst van meer dan 50 risicofactoren (zie *Bijlage 1*) is een shortlist gemaakt. De risicofactoren op deze shortlist die betrekking hebben op gedrag en voertuig, worden besproken in de *Hoofdstukken 3 en 4*. Omdat de risicofactoren die te maken hebben met de weg en de

omstandigheden van andere aard zijn en niet op hetzelfde detailniveau konden worden besproken, zijn deze opgenomen in *Bijlagen 2 en 3*. *Hoofdstuk 5* beschrijft het onderzoek naar de risicoverhoging als gevolg van de eerste factor (zware snelheidsovertredingen), *Hoofdstuk 6* beschrijft het onderzoek naar de risicoverhoging als gevolg van de tweede factor (roodlichtnegatie); dit betreft een methodebeschrijving, omdat bleek dat we deze factor niet op basis van de beoogde methode konden onderzoeken. In *Hoofdstuk 7* worden tot slot conclusies geformuleerd, zowel ten aanzien van vervolgstudies naar andere risicofactoren als ten aanzien van de twee onderzochte factoren.

2. Methode

Dit project bestaat uit verschillende fasen en stappen, die we in dit hoofdstuk bespreken. We gaan achtereenvolgens in op het opstellen van een longlist, de beoordeling van de longlist, het opstellen van een shortlist en de selectie van twee onderwerpen voor onderzoek.

2.1. Opstellen longlist

Als eerste stap is een zogenaamde *longlist* van risicofactoren opgesteld. Dit betreft een zo uitgebreid mogelijke lijst van alle mogelijke factoren die de kans op een ongeval of de kans op het optreden van letsel kunnen vergroten. Daarbij hebben we telkens gekeken of er een referentiesituatie is om de risicofactor tegen af te kunnen zetten. De risicofactoren zijn opgesteld in verschillende groepen van experts op het gebied van gedrag, voertuigen en infrastructuur. Ook zijn er enkele risicofactoren opgenomen rondom omstandigheden (zoals het weer). De experts hebben de risicofactoren beoordeeld op grond van wat hun bekend was uit de meest recente literatuur. De afweging was persoonlijk, maar wel gebaseerd op wetenschappelijke kennis. Het was niet de bedoeling om op basis van deskundige inschattingen definitieve oordelen te formuleren over de risicoverhogende werking van diverse factoren; deze procedure was bedoeld om te bepalen welke risicofactoren het waard zijn om gedetailleerder te onderzoeken. Om de hoogte van risicofactoren vast te stellen, moet uiteraard de gebruikelijke onderzoeksmethodologie worden toegepast. De *longlist* met risicofactoren is opgenomen in *Bijlage 1*.

2.2. Beoordeling longlist

De expertgroepen hebben elk van de factoren op de *longlist* bediscussieerd aan de hand van de volgende criteria.

- De risicofactor is een kenmerk, eigenschap of omstandigheid van een persoon die de kans op een verkeersongeval voor die persoon verhoogt of het letsel verergert.
- Het is mogelijk om de kans te berekenen op een verkeersongeval voor personen die aan de risicofactor zijn blootgesteld, vergeleken met de kans op een verkeersongeval voor personen die niet aan de factor zijn blootgesteld.
- Het is mogelijk om de risicoverhoging als gevolg van de risicofactor te bepalen voor de Nederlandse situatie.
- De risicoverhoging als gevolg van de risicofactor wordt niet al in ander SWOV-onderzoek bepaald.
- Er is nog onvoldoende bekend over de risicoverhoging als gevolg van de risicofactor of over bepaalde aspecten van de risicofactor.
- Het is mogelijk om met onderzoek de risicoverhoging als gevolg van de risicofactor vast te stellen.
- De risicofactor is niet een-op-een gerelateerd aan een maatregel. Er zijn meerdere maatregelen denkbaar om de risicoverhoging als gevolg van risicofactor te reduceren.
- De risicofactor is relevant voor het beleid; als de risicoverhoging als gevolg van de factor bekend is, kan hierop beleid worden ontwikkeld.

- De risicofactor is naar verwachting interessant voor het Directoraat-Generaal Bereikbaarheid (DGB) van het ministerie van Infrastructuur en Milieu.

Uiteindelijk is elke risicofactor formeel beoordeeld aan de hand van vier van deze criteria:

- risicoverhogend;
- nog onvoldoende kennis;
- relevant voor beleid;
- onderzoekbaar in Nederland.

De verschillende expertgroepen hebben dus vanuit hun kennis van het onderwerp en de literatuur beoordeeld of een factor risicoverhogend is, of er onvoldoende kennis is, of de factor relevant is voor het beleid en of de factor onderzoekbaar is in Nederland. Wanneer de uitkomst van deze beoordeling positief was, werd de factor opgenomen in het rapport voor een uitgebreidere beschrijving (zie *Paragraaf 2.3*).

De uitkomsten van deze beoordeling zijn ook weergegeven in *Bijlage 1*. Soms is de beoordeling overigens arbitrair. Zo weten we bijvoorbeeld dat leeftijd een risicofactor is: jonge automobilisten zijn relatief vaker bij ongevallen betrokken. Maar hier zitten wel aspecten aan waar we juist nog weinig van weten, bijvoorbeeld hoe dit precies komt, welke vaardigheden of ontwikkeling ze nog missen en hoe het leerproces versneld kan worden. Het feit dat een risicofactor op basis van één of meerdere criteria afvalt, wil dus *niet* zeggen dat het onderwerp niet geschikt is voor onderzoek of dat we alles al weten. Het primaire doel van deze exercitie is om op een onderbouwde manier enkele risicofactoren te formuleren die in dit project het meest relevant zijn om te onderzoeken.

2.3. Opstellen shortlist

Op basis van de criteria is dus een kortere lijst met risicofactoren samengesteld om gedetailleerder uit te werken in het rapport. Daarvoor hebben we vier clusters aangemaakt: mens, voertuig, weg en omgeving. De clusters mens en voertuig komen terug in de *Hoofdstukken 3 en 4*. De clusters weg en omstandigheden bleken niet op dezelfde wijze beschreven te kunnen worden. Daarom zijn ze opgenomen in *Bijlagen 2 en 3*.

In dit rapport hebben verschillende auteurs de uitwerking van de onderwerpen voor hun rekening genomen (zie het Voorwoord). Op basis van literatuur en ongevalgegevens bekeken zij het betreffende onderwerp telkens vanuit de volgende onderwerpen.

Achtergrond van de risicofactor

Dit betreft een korte introductie en basisinformatie over de risicofactor om de rest van de beschrijving te begrijpen.

Prevalentie: hoe vaak komt het voor?

Hierbij geeft de auteur aan hoe groot het probleem is: hoeveel personen er bijvoorbeeld jaarlijks het betreffende gedrag vertonen, of hoeveel voertuigen met bepaalde kenmerken er rondrijden. Ook expositie valt onder dit onderwerp.

Indicatie voor verkeersveiligheidseffect

Hierbij gaat het om de vraag of er al onderzoek is gedaan naar de omvang van het verkeersveiligheidseffect. Hoe sterk is het verband? Wat is de kracht van de bewijsvoering? Is dit gebaseerd op zelfrapportage, simulatorstudies, gedrag op de weg, ongevallen?

Beleidsrelevantie

Beleidsrelevantie houdt in dat het beleid ook daadwerkelijk in staat is om maatregelen te nemen om de risicofactor te beïnvloeden. Die relevantie is bijvoorbeeld groter bij risicofactoren die te maken hebben met gedragskeuzen dan bij risicofactoren die aangeboren kenmerken zijn.

Onderzoekbaarheid

Ten slotte worden de mogelijkheden beschreven om de mate van risico-verhoging kwantitatief vast te stellen. Dat kan op verschillende manieren, bijvoorbeeld door vragenlijstonderzoek, zogenoemde *Naturalistic Driving-studies* (ND-studies) of door de ongevalsbetrokkenheid van verschillende groepen weggebruikers te vergelijken met verschillende kenmerken.

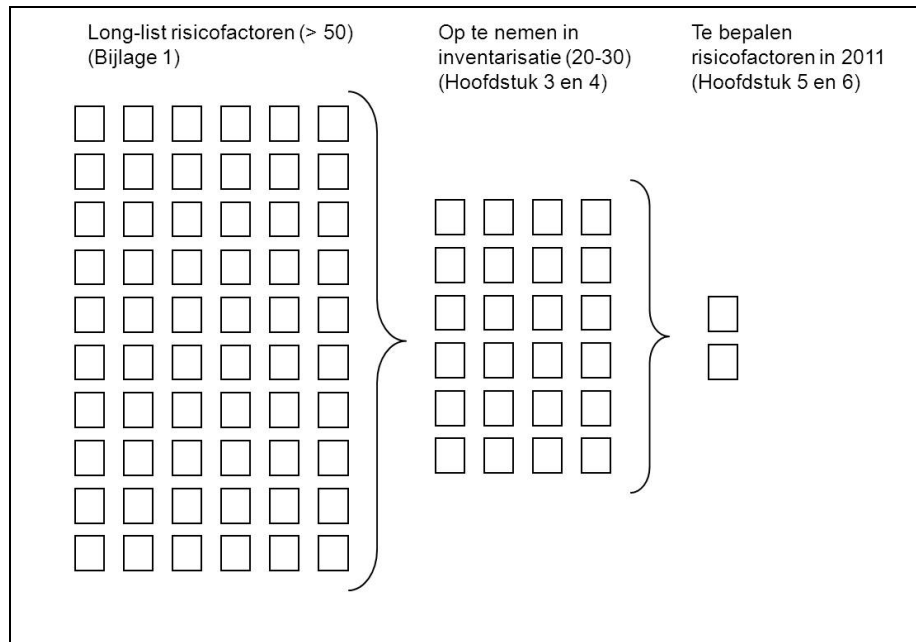
De onderwerpen in de *Hoofdstukken 3 en 4* zijn nogal divers van aard. Sommige zijn algemeen en betreffen bijvoorbeeld de keuze van de vervoerwijze. Andere onderwerpen liggen op een meer gedetailleerd niveau, zoals het risico van de onopvallendheid van de motor en de bestuurder. De variatie in onderwerpen is het gevolg van de werkwijze van de brainstorm met de experts, waarin zo breed mogelijk is gekeken naar het mogelijke onderscheid van risicofactoren per thema (mens, voertuig, weg). Sommige risicofactoren passen bij meerdere thema's. Zo zijn winterbanden een voertuigkenmerk, maar of iemand ze wel of niet gebruikt, is een menselijke factor.

Er zijn risicofactoren die (deels) met elkaar samenhangen. Zo is het ongevalsrisico voor mensen met ADHD hoger dan dat voor mensen zonder ADHD. Maar waardoor komt dat? Waarschijnlijk vertonen mensen met ADHD een bepaalde rijstijl, bijvoorbeeld herhaaldelijk te hard rijden, waardoor ze vaker bij ongevallen betrokken zijn. Het herhaaldelijk begaan van snelheidsovertredingen is dan een tussenliggende variabele. In dit rapport hebben we ervoor gekozen om dergelijke samenhangende factoren apart te bespreken. Mocht een factor als ADHD in een later stadium worden geselecteerd om hiervan het risico te bepalen, dan zullen dergelijke onderliggende factoren moeten worden meegenomen.

2.4. Selectie van twee onderwerpen voor onderzoek 2011

Uit de shortlist is een selectie gemaakt van twee risicofactoren die geschikt zijn om te onderzoeken in het SWOV-onderzoeksprogramma 2011: zware snelheidsovertredingen en roodlichtnegatie. De keuze voor deze twee factoren is tamelijk pragmatisch tot stand gekomen: we hebben vooral gekeken naar beleidsrelevantie en de beschikbaarheid van (bestaande of te verzamelen data) om de risicofactor te bepalen. We bespreken deze twee factoren in *Hoofdstuk 5* en *Hoofdstuk 6*.

In *Afbeelding 2.1* wordt weergegeven hoe de selectie tot stand is gekomen en in welke hoofdstukken de betreffende onderdelen terugkomen.



Afbeelding 2.1. Schematische weergave van de selectie van risicofactoren en de bijbehorende hoofdstukken.

3. Risicofactoren mens

In dit hoofdstuk bespreken we menselijk gedrag of menselijke eigenschappen die het risico verhogen om ernstig of dodelijk gewond te raken bij een verkeersongeval. We onderscheiden overtredingen (herhaaldelijke/zware snelheidsovertredingen en roodlichtnegatie), stabiele eigenschappen of omstandigheden (sociaal-culturele achtergrond en ADHD) en de tijdelijke staat van de bestuurder (afleiding en vermoeidheid).

3.1. Herhaaldelijke/zware snelheidsovertredingen

3.1.1. *Achtergrond van de risicofactor*

Beleidsmakers hebben veel aandacht voor de aanpak van notoire verkeersovertreders, de zogenoemde verkeershuffers. De SWOV gebruikt hiervoor de term 'veelplegers in het verkeer' (Goldenbeld & Twisk, 2009). Deze term maakt duidelijk dat het een groep weggebruikers betreft die regelmatig – vrijwel dagelijks – de verkeersregels overtreedt. Veel overtredingen hangen samen met snelheid en daarop wordt in Nederland ook het meest gecontroleerd. De groep veelplegers onderscheidt zich dan ook met name door veelvuldige snelheidsovertredingen. De vraag is met welk verhoogd risico het plegen van veel snelheidsovertredingen gepaard gaat.

Er is wel het nodige bekend over de algemene relatie tussen snelheid en ongevalskans. De SWOV-factsheet *De relatie tussen snelheid en ongevallen* (SWOV, 2012b) vat deze kennis samen. Op grond van deze kennis kunnen we echter geen goede schatting maken van het verschil in verkeersrisico tussen verschillende groepen veelplegers van snelheidsovertredingen. Een dergelijke schatting is wel van belang voor een betere onderbouwing of betere keuze van mogelijke sanctiemaatregelen: als we weten hoeveel groter de kans op een ongeval wordt met het herhaaldelijk begaan van snelheidsovertredingen, kan beter een passende straf gekozen worden.

3.1.2. *Prevalentie: hoe vaak komt het voor?*

In de criminologie staat het begrip 'veelpleger' voor een groep delinquenten die een groot deel van de criminaliteit voor zijn rekening neemt. In dat vakgebied is er ook een operationele definitie van het begrip veelpleger: een veelpleger is iemand waartegen meer dan tien keer proces-verbaal is opgemaakt in zijn hele criminele carrière, waarvan één keer in het afgelopen jaar wegens een mogelijk strafrechtelijk vergrijp. Op het terrein van de verkeersveiligheid is het begrip veelpleger nog niet expliciet gedefinieerd. Het is dan ook de vraag hoe we hier de grens tussen veelplegers en niet-veelplegers moeten trekken.

Op basis van Canadees onderzoek kunnen we inschatten dat de groep veelplegers bestaat uit circa 2% (minimaal 6 overtredingen in 3 jaar) en 9% (minimaal 3 overtredingen in 3 jaar) van alle bestuurders (Goldenbeld & Twisk, 2009). Vragenlijstonderzoek levert schattingen op van ongeveer 3% in Nederland tot ongeveer 14% in Engeland (Biervliet et al., 2010). Op basis van CJIB-gegevens kunnen we een schatting maken van minimaal 2,6%

(minimaal 6 bekeuringen in een jaar). Dit percentage gaat met enkele punten omhoog wanneer de grens nog ruimer getrokken wordt (bijvoorbeeld 4 of 3 bekeuringen in een jaar) (Goldenbeld & Twisk, 2009).

Deze verschillen illustreren dat verschillende definities en methoden kunnen leiden tot sterk uiteenlopende schattingen van de omvang van de groep veelplegers. Daarom is het nodig om een geaccepteerde definitie van veelpleger in het verkeer te formuleren. Onderzoek kan daarbij meer inzicht geven in de samenhang tussen de hoeveelheid verkeersovertredingen, met name snelheidsovertredingen, en ongevalsbetrokkenheid.

3.1.3. *Indicatie voor verkeersveiligheidseffect*

In 2011 heeft de SWOV een voorlopige analyse gemaakt van de samenhang tussen overtredingen in het algemeen en ongevalsbetrokkenheid (Goldenbeld et al., 2011b). In deze analyse was er geen speciale uitsplitsing naar snelheid of naar ernst van de ongevallen, maar dat is in een vervolganalyse wel mogelijk. De analyse wees uit dat voertuigen met een geschiedenis van meer dan één overtreding per jaar, vaker bij ongevallen zijn betrokken dan voertuigen met één overtreding per jaar. Een groep voertuigen met acht overtredingen per jaar, bleek bijvoorbeeld méér dan een andere groep voertuigen tien keer vaker bij ongevallen betrokken.

3.1.4. *Beleidsrelevantie*

Het ministerie van Infrastructuur en Milieu onderzoekt verschillende maatregelen tegen veelplegers in het verkeer. Voorbeelden zijn een verbetering van de afstemming tussen bestuurders en het strafrechtelijke traject (het 'Rijbewijshuis'), invoering van een snelheidsslot en invoering van een puntensysteem voor het rijbewijs. Een aantoonbaar verband tussen de hoeveelheid snelheidsovertredingen en ongevalsbetrokkenheid, maakt het daarbij makkelijker om een passende straf te kiezen en deze beter te beargumenteren.

3.1.5. *Onderzoekbaarheid*

De SWOV-analyse van Goldenbeld et al. uit 2011 (zie *Paragraaf 3.1.3*) kan worden uitgebreid door te kijken naar verschillende categorieën (zoals snelheid, gordel, parkeren, rood licht), naar verschillende niveaus van overtredingen (zoals het aantal km/uur overschrijding, binnen en buiten de bebouwde kom) en naar de relatie tussen die niveaus en de ernst van ongevallen. Een voorwaarde daarbij is dat we voldoende en betrouwbare data kunnen verzamelen en aan elkaar kunnen koppelen.

Uit dezelfde SWOV-analyse blijkt dat de verschillende gegevensbronnen – bekeuringen en ongevallen – goed gekoppeld kunnen worden, maar er blijven twijfels over de bruikbaarheid van het resultaat. Het bleek bijvoorbeeld niet eenvoudig om te kijken naar persoons- of voertuigkenmerken. Het is lastig om een koppeling op persoonsniveau te maken: de persoonsgegevens zijn namelijk niet altijd consistent beschikbaar. Zo bevat het ongevallenbestand alleen gegevens over de betreffende bestuurder, terwijl het overtredingenbestand vaak de gegevens van de eigenaar bevat, die niet noodzakelijk de bestuurder was op het moment van overtreding. Ook geslacht en leeftijd van de eigenaar zijn in het overtredingenbestand niet altijd ingevuld.

3.2. Roodlichtnegatie

3.2.1. *Achtergrond van de risicofactor*

Roodlichtnegatie is een groot probleem voor de verkeersveiligheid. Over de risico's voor automobilisten die door rood rijden, is het een en ander bekend. Fietsers en bromfietzers rijden vaker door rood dan automobilisten, maar we weten nog maar weinig over het risicoverhogende effect hiervan.

3.2.2. *Prevalentie: hoe vaak komt het voor?*

Elk jaar doet het Landelijk Parket Team Verkeer een zogeheten perceptie-onderzoek naar het zelfgerapporteerde gedrag van roodlichtnegatie, de waargenomen pakkans en het belang van controles. Uit de meest recente rapportage (Intomart GfK, 2010) blijkt dat 92% van de respondenten (automobilisten) zelden of nooit door rood rijdt. Dat betekent dat 8% van de respondenten dat wel af en toe of vaker doet. Bij motorrijders is dit 6% en bij bromfietzers 20%. Een Amerikaanse observatiestudie (Porter & England, 2000) toonde aan dat bij 32,5% van alle geobserveerde fasen in de verkeerslichtcyclus, er minimaal één automobilist door rood reed. Een studie naar zelfgerapporteerd gedrag, ook uitgevoerd in de Verenigde Staten (Porter & Berry, 2001), toonde aan dat 1 op de 5 respondenten aangaf één of meer keer door rood te zijn gereden op de laatste tien kruispunten met verkeerslichten. Overigens zijn er verkeersregelinstallaties (VRI's) die bijhouden hoe vaak er door rood wordt gereden. Als het gaat om ongevallencijfers, zouden deze gegevens gebruikt kunnen worden om kruispunten met veel roodlichtnegaties te vergelijken met kruispunten met weinig roodlichtnegaties.

Het aantal roodlichtnegaties is ook afhankelijk van het aantal kruispunten met verkeerslichten. De laatste jaren zijn veel van die kruispunten omgebouwd tot rotondes. Maar omdat er ook nieuwe kruispunten met verkeerslichten zijn bijgekomen, is het niet duidelijk of het totale aantal in de afgelopen jaren is af- of toegenomen.

Overigens is het niet bekend hoe vaak in Nederland fietsers of voetgangers het rode licht negeren.

3.2.3. *Indicatie voor verkeersveiligheidseffect*

In 2007 was 'door rood licht rijden' de hoofdtoedracht van 25 van de 669 dodelijke ongevallen (3,7%) en van 219 van de 4.964 ernstig verkeersgewonden (4,4%). In 2008 liep het aandeel roodlichtnegaties in het totale aantal ongevallen iets terug. Maar het percentage verkeersdoden steeg weer in 2009: het aandeel dodelijke ongevallen met roodlichtnegatie als hoofdtoedracht, was in 2009 4,8%.

Voor de jaren 2007-2009 is het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden door roodlichtnegatie als in *Tabel 3.1*.

| | N 2007 | % 2007 | N 2008 | % 2008 | N 2009 | % 2009 |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Verkeersdoden | 25 | 3,7 | 24 | 3,6 | 32 | 4,8 |
| Ernstig verkeersgewonden | 219 | 4,4 | 199 | 4,0 | 155 | 3,1 |

Tabel 3.1. *Het aantal dodelijke en ernstige ongevallen in de jaren 2007-2009 als gevolg van roodlichtnegatie.*

In de ongevallenregistratie staat ook een tweede en een derde toedracht vermeld. In 2007 is er nog één ongeval geregistreerd met ernstig verkeersgewonden waarbij roodlichtnegatie de tweede toedracht was. Bij de derde toedracht komt roodlichtnegatie niet voor.

Bij de hier genoemde ongevallen is het duidelijk dat één van de bestuurders door rood licht was gereden. Dit zal echter niet altijd duidelijk zijn. Zeker in de gevallen waar de bestuurder zich niet bewust is geweest dat hij door rood reed, of dit niet wil toegeven, zal het voor de politie moeilijk zijn om dit te registreren. De getallen in *Tabel 3.1* lijken tamelijk laag, maar zijn dus waarschijnlijk een onderschatting.

Over de risico's van door rood licht rijden door fietsers en bromfietzers is nog minder bekend. Een Vlaams onderzoek (Van Hout, 2007) toonde aan dat in 3,1% van de ongevallen waarbij een fietser betrokken was, de fietser door rood was gereden. Ook dit is waarschijnlijk een onderschatting. Hoe groot het verkeersveiligheidsprobleem van fietsen door rood licht in Nederland is, is niet bekend.

3.2.4. *Beleidsrelevantie*

De relevantie voor het beleid is tweeledig. Ten eerste is het voor het nationale verkeersveiligheidsbeleid van belang om te weten welk type overtredingen leiden tot de meeste onveiligheid in termen van ongevallen. Hoewel roodlichtnegatie slechts in een kleine 4% van de gevallen als eerste ongevalsoorzaak wordt genoteerd, is het vermoedelijk in werkelijkheid een groter probleem voor de verkeersveiligheid.

Ten tweede is roodlichtnegatie belangrijk voor de handhavingspraktijk. Met name in tijden van teruglopende budgetten is het belangrijk om handhaving, in dit geval voornamelijk roodlichtcamera's, zo efficiënt en effectief mogelijk in te zetten. Daarbij is het van belang om te weten waar en onder welke omstandigheden de meeste roodlichtovertredingen plaatsvinden en waar ze de meeste onveiligheid met zich meebrengen.

3.2.5. *Onderzoekbaarheid*

Er zijn verschillende manieren om de omvang van de risicofactor roodlichtnegatie vast te stellen. Dat kan bijvoorbeeld door het aantal ongevallen te vergelijken op kruispunten met veel roodlichtovertredingen en op (vergelijkbare) kruispunten met weinig roodlichtovertredingen. Ook kunnen kruispunten worden geobserveerd (door mensen of met camera's) om een beeld te krijgen van het aantal roodlichtnegaties ten opzichte van het totale aantal passages. Vervolgens kan – op basis van het kenteken – een vragenlijst worden gestuurd naar bestuurders die al dan niet door rood rijden. Een

andere mogelijkheid is om een tekstkar te plaatsen met een link naar een online vragenlijst. Die kan bijvoorbeeld vragen bevatten over de betrokkenheid bij ongevallen als gevolg van roodlichtnegatie. Deze gegevens kunnen dan worden gekoppeld aan de objectieve observatiegegevens.

Verder is het mogelijk om gegevens over roodlichtovertredingen te koppelen aan ongevallenbestanden. Dit levert weliswaar geen een-op-eenrelatie op, maar het zegt wel iets over de kans om betrokken te raken bij een ongeval als gevolg van roodlichtnegatie.

3.3. Sociaal-culturele achtergrond

3.3.1. *Achtergrond van de risicofactor*

In de jaren zeventig presenteerde Nederland zich nog als een egalitaire samenleving met gelijke kansen voor iedereen. In de daarop volgende decennia werd echter steeds duidelijker dat verschillen in sociaal-economische status (SES) en culturele achtergronden belangrijke voorspellers zijn voor blootstelling aan uiteenlopende risico's. Zo kennen overgewicht, alcohol- en tabaksgebruik een grotere prevalentie in de lagere sociaaleconomische milieus. De vraag is of dit ook geldt voor blootstelling aan gevaren in het verkeer. Daarbij vormen migranten een bijzondere subgroep: zij wonen vaak in oudere wijken, met een sterk verouderde verkeersinfrastructuur en weinig veilige speelplekken. Bovendien hebben zij nog relatief weinig ervaring met het Nederlandse verkeerssysteem en is er mogelijk een verschil in expositie. De vraag is of SES of een allochtone herkomst, gezamenlijk sociaal-culturele achtergrond genoemd, van invloed is op de blootstelling aan verkeersrisico's, en ook of dat geldt voor de prevalentie van riskant verkeersgedrag in deze groep.

Tot op heden bestaat alleen *op basis van indrukken* het beeld dat bijvoorbeeld kinderen uit allochtone milieus inderdaad blootstaan aan grotere risico's, en dat de rijstijl van allochtone (beginnende) bestuurders ongunstig afwijkt. Empirisch onderzoek hiernaar is zeer zeldzaam. Alleen Junger & Steehouwer hebben in het laatste decennium van de vorige eeuw onderzoek gedaan naar de verkeersrisico's van kinderen uit etnische minderheden (Junger & Steehouwer, 1991).

3.3.2. *Prevalentie: hoe vaak komt het voor?*

Het is onbekend of personen van allochtone herkomst of uit lagere sociaal-economische milieus vaker worden blootgesteld aan verkeersrisico's. Maar wat we wel weten, is dat de omvang van de bevolkingsgroep in de afgelopen jaren sterk is toegenomen en mogelijk nog steeds toeneemt. Het gaat dus over een relatief grote groep van de Nederlandse bevolking.

3.3.3. *Indicatie voor verkeersveiligheidseffect*

Er is in Nederland vrijwel geen onderzoek gedaan naar de vraag of allochtonen of mensen uit lagere sociaaleconomische milieus vaker bij ongevallen zijn betrokken. Gegeven de hogere prevalentie van riskant (gezondheids)gedrag en ongezonde leefomstandigheden (Schrijvers & Storm, 2009), is het aannemelijk dat dit ook in het verkeer het geval is. Dit beeld wordt nog versterkt door verschillende internationale studies. Zo lijkt

het erop dat in Californië ongevalsbetrokkenheid toeneemt met toenemende armoede, en ook dat armoede van invloed is op mobiliteitspatronen (Christie et al., 2011; Males, 2009). Uit een andere, iets oudere studie bleek dat de sterfte onder Turkse en Marokkaanse kinderen van 0-15 jaar in de periode 1979-1993, twee keer zo groot is als de sterfte onder kinderen van Nederlandse herkomst (Steenbergen et al., 1999). In dezelfde periode bleek dat de kindersterfte steeds minder vaak werd veroorzaakt door ziekten; voor ongevallen – en vooral verkeersongevallen – als oorzaak bleek dat echter niet zo te zijn.

Waarschijnlijk is er sprake van een combinatie van problemen en oorzaken die verder gaan dan alleen de verkeersveiligheid. Deze constatering was ook voor het RIVM aanleiding om te pleiten voor een integrale aanpak van de SES-gerelateerde gezondheidsachterstanden. Binnen die integrale aanpak geldt verkeersveiligheid ook als een belangrijke oorzaak van de gezondheidsverschillen. Daarbij gaat het niet alleen om gezondheidsproblemen door verkeersongevallen, maar bijvoorbeeld ook door het gebrek aan veilige plekken om te bewegen en te spelen.

3.3.4. *Beleidsrelevantie*

Verkeersonveiligheid is een van de factoren die bijdragen aan de SES-gerelateerde 'gezondheidsachterstand'. Deze achterstand is een belangrijk beleidsthema, waarbij de overheid streeft naar een integrale aanpak. Daarom is het belangrijk om te weten hoe het komt dat groepen met een bepaalde sociaal-culturele achtergrond vaker bij ongevallen zijn betrokken dan andere groepen. Als daarover meer duidelijkheid is, kunnen de preventiestrategieën daarop worden aangepast.

3.3.5. *Onderzoekbaarheid*

Onderzoek naar de relatie tussen sociaal-culturele achtergrond en verkeersonveiligheid is in theorie niet moeilijk: het is eigenlijk vergelijkbaar met onderzoek waarin we onderscheid maken naar bijvoorbeeld leeftijd en geslacht. Het betreft hier echter een politiek en maatschappelijk gevoelig thema, waardoor het niet eenvoudig zal zijn om de juiste gegevens boven water te krijgen. Om te weten of een dergelijk onderzoek haalbaar is, kunnen we eerst kijken naar vergelijkbare studies op andere gebieden zoals gezondheid, criminaliteit en schoolprestaties. Een logische eerste stap zou zijn om de genoemde studie van Steenbergen et al. (1999) te herhalen voor de periode 2000-2011. Daarbij zou het dan moeten gaan om alle leeftijdsgroepen en een beperking tot de categorie niet-natuurlijke dood.

Het is nog lastiger om riskant verkeersgedrag van mensen uit lagere sociaaleconomische milieus in kaart te brengen. Een recente vragenlijststudie naar deviant gedrag, bedoeld om onderscheid te maken naar bevolkingsgroepen, slaagde er niet in om voldoende niet-westerse Nederlanders bij het onderzoek te betrekken. Hierdoor was het niet mogelijk om de data uit te splitsen naar bevolkingsgroep (Nieuwenhuijzen et al., 2009).

3.4. ADHD

3.4.1. *Achtergrond van de risicofactor*

ADHD (Attention Deficit Hyperactivity Disorder) is een cognitieve functiestoornis die zich vaak in de kindertijd openbaart. Kinderen bij wie de diagnose ADHD is gesteld, hebben moeite om de aandacht te houden bij datgene waar ze mee bezig zijn, hebben moeite met impulscontrole en zijn vaak hyperactief en onrustig (Fischer et al., 2007). Een deel van deze kinderen houdt ook als ze volwassen zijn problemen met aandacht en hyperactiviteit (Biederman et al., 2007). De problemen die gepaard gaan met ADHD kunnen (ook) problemen opleveren voor de verkeersdeelname: op jonge leeftijd als fietser en op oudere leeftijd als bromfietser of automobilist. In de volgende paragrafen wordt dit nader toegelicht.

3.4.2. *Prevalentie: hoe vaak komt het voor?*

ADHD komt voor bij ongeveer 3% van de kinderen (Buitelaar & Kooij, 2000) en bij 1 à 2 % van de volwassenen (Weiss, Hechtman & Milroy, 1985; Buitelaar, 2002). In 2006 kwam ADHD voor bij 3.600 geslaagden voor het rijbewijs B. In 2007 waren er ongeveer 10 miljoen rijbewijsbezitters in Nederland (CBS Statline). Dat zou dus betekenen dat 100.000 tot 200.000 van de rijbewijsbezitters in Nederland problemen heeft met aandacht of hyperactiviteit.

We kunnen ook kijken naar ADHD bij adolescente fietsers. In november 2011 had Nederland ruim 2 miljoen inwoners in de leeftijd 10 tot 20 jaar. Wanneer 3% van hen ADHD heeft, en als we aannemen dat zij allemaal wel eens op de fiets zitten, dan zijn er circa 60.000 adolescente fietsers met ADHD.

3.4.3. *Indicatie voor verkeersveiligheidseffect:*

Er zijn verschillende studies uitgevoerd naar het rijgedrag van volwassenen met ADHD. Fischer et al. (2007) volgden kinderen met ADHD tot in de volwassen leeftijd en vergeleken hun rijgedrag met dat van een controlegroep. Het onderzoek toonde aan dat de ADHD-groep vaker dan de controlegroep boetes kreeg voor roekeloos rijgedrag en rijden zonder rijbewijs. Ook reden zij na een ongeval vaker door en werd het rijbewijs vaker ingevorderd of geschorst. Barkley & Cox (2007) voerden een *review* uit van studies naar de relatie tussen ADHD en verkeersveiligheid. Daarbij betrokken zij zowel longitudinale studies als vergelijkingen tussen klinische en niet-klinische steekproeven. De resultaten tonen aan dat personen met ADHD op een reeks factoren die samenhangen met verkeersveiligheid, slechter scoren dan personen zonder ADHD. Daarbij gaat het om rijden zonder rijbewijs, invordering of schorsing van het rijbewijs, verkeersboetes en ongevallen. Ook rijden automobilisten met ADHD slordiger in een rijnsimulator, rapporteren ze meer fouten en overtredingen en zijn er aanwijzingen dat ze zich vaker boos of agressief gedragen in het verkeer. Deze onderzoeken tonen aan dat niet ADHD op zichzelf een hoger risico oplevert voor de verkeersveiligheid, maar het patroon van gedragingen dat ermee samenhangt.

Vaa, Elvebakk & Fjellestad (2008) voerden een meta-analyse uit van dertien studies en concludeerden dat ADHD gepaard gaat met een relatief risico van 1,24 (waarbij gecorrigeerd is voor kilometrage en voor publicatiebias). Zij concluderen dat dit lager is dan wat andere studies laten zien. De omvang van de risicoverhoging voor verkeersongevallen is te vergelijken met dat van hartziekten of diabetes. Verder stellen de onderzoekers vast dat ADHD zelden als een opzichzelfstaande stoornis voorkomt. Vaak zijn er gelijktijdig andere cognitieve- of gedragsproblemen aanwezig (zie ook CBR, 2003) die op zichzelf al risicoverhogend kunnen zijn (denk bijvoorbeeld aan middelengebruik). Overigens gaf een eerdere studie van Vaa (2003) een relatief risico aan van 1,54.

Voor de Nederlandse situatie zijn er geen concrete gegevens bekend: de relatie tussen ADHD en verkeersdeelname is niet specifiek voor de Nederlandse situatie onderzocht. Dit zou wel relevant zijn voor andere vervoerwijzen dan de auto (zie ook *Paragraaf 3.4.5*), met name omdat Nederland veel adolescenten fietsers heeft en omdat ADHD vooral onder kinderen voorkomt.

3.4.4. *Onderzoekbaarheid*

Het verband tussen ADHD en verkeersdeelname in Nederland is in principe onderzoekbaar met zelfrapportage. Daarvoor is het nodig om verschillende groepen te vergelijken, bijvoorbeeld een groep ongevalsbetrokkenen, een groep veelplegers en een controlegroep. Met vragenlijsten kan worden vastgesteld of de groepen verschillen in cognitieve, neuropsychologische en persoonlijkheidsaspecten, waarvan ADHD één aspect kan zijn.

3.5. **Afleiding**

3.5.1. *Achtergrond van de risicofactor*

Afleiding in het verkeer speelt een prominente rol binnen het verkeersveiligheidsbeleid. Deze belangstelling is voornamelijk veroorzaakt door het stijgende gebruik van elektronische apparatuur tijdens het rijden, met name de mobiele telefoon. Hoewel telefoongebruik in het verkeer vaak wordt gezien als de belangrijkste vorm van afleiding, laat onderzoek zien dat het slechts een deel van het probleem vormt. Verkeersdeelnemers kunnen bijvoorbeeld worden afgeleid door activiteiten die onderdeel zijn geworden van ons verkeersgedrag, zoals eten, drinken, roken, praten met een passagier en een radiozender zoeken. Afleiding kan ook worden veroorzaakt door een interactie met systemen die bedoeld zijn om de bestuurder te helpen, de zogenoemde Advanced Driver Assistance Systems (ADAS), zoals een navigatiesysteem. Verder kunnen objecten, personen en gebeurtenissen buiten de auto, zoals reclameborden langs de weg of de zwaailichten van een politieauto, verkeersdeelnemers afleiden.

Er bestaan verschillende typen van afleiding tijdens het rijden (Ranney et al., 2000):

- visuele afleiding, zoals het kijken naar een beeldscherm in plaats van naar de weg;
- auditieve afleiding, zoals het richten van aandacht op geluiden of auditieve informatie;
- fysieke afleiding, zoals het handmatig bedienen van een telefoon;

- cognitieve afleiding, zoals met de gedachten bij een gesprek zijn en dus niet bij de verkeerstaak.

Verschillende typen van afleiding kunnen tegelijkertijd optreden. Zo wordt iemand tijdens het sms'en zowel visueel als cognitief en fysiek afgeleid. Cognitieve afleiding gaat vaak samen met andere typen van afleiding.

3.5.2. *Prevalentie: hoe vaak komt het voor?*

De meeste studies naar prevalentie zijn gericht op mobiel bellen tijdens het rijden. In 2010 deed de Rijksvoorlichtingsdienst een onderzoek onder 405 bestuurders die in de auto een mobiele telefoon of andere elektronische apparatuur hebben (Rijksvoorlichtingsdienst, 2010). Van deze bestuurders rapporteerde 22% minimaal één keer per week handheld te bellen, 40% gaf aan tijdens het rijden handsfree te bellen. Cijfers uit 2009, verkregen in grootschalige schriftelijke enquête (PROV) onder ruim 10.000 respondenten, geven vergelijkbare resultaten (Biervliet et al., 2010).

Deze cijfers zijn gebaseerd op zelfrapportages. Er zijn geen Nederlandse cijfers bekend van andere potentieel afleidende activiteiten. Buitenlandse studies, zowel zelfrapportages als *Naturalistic Driving-onderzoek*¹, laten zien dat automobilisten tijdens het rijden vooral naar muziek luisteren, gesprekken voeren met een passagier en eten en drinken. Naturalistic Driving-studies (ND-studies) demonstreren dat automobilisten 23 tot 31% van de totale rijtijd aan potentieel afleidende activiteiten besteden (Klauer et al., 2006; Stutts et al., 2005). In ongeveer 15% van de totale rijtijd wordt er gepraat met een passagier en ongeveer evenveel tijd aan andere potentieel afleidende activiteiten zoals eten en drinken (4,6%), mobiele telefoongebruik (1,3%) en roken (1,6%) (Stutts et al., 2005).

Er is veel minder bekend over de prevalentie van afleidende activiteiten onder andere verkeersdeelnemers. Een Nederlandse observatiestudie onder fietsers (De Waard et al., 2010) schat dat 5% van de fietsers naar een audiospeler luistert; 5% met een medefietsers praat, iets meer dan 1% met een mobiele telefoon belt en ongeveer 0,3% het menu van de mobiele telefoon bedient voor sms'en, invoeren van een telefoonnummer of iets anders. Uit een internetenquête onder Nederlandse fietsers (Goldenbeld, Houtenbos & Ehlers, 2010) blijkt dat 17% van de fietsers tijdens (bijna) elke rit media-apparatuur gebruikt: 15% van de fietsers luistert naar muziek, 3% belt of wordt gebeld, 3% sms't en bijna 2% zoekt informatie op.

3.5.3. *Indicatie voor verkeersveiligheidseffect*

Van alle auto-ongevallen wordt 5-25 % toegeschreven aan afleiding, afhankelijk van de gebruikte definitie en methode (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2010). Ongevallenstudies suggereren dat in minstens 10-12% van de ongevallen afleiding een rol speelt (Gordon, 2008). Dit percentage is echter waarschijnlijk een onderschatting, onder andere omdat niet alle ongevallen worden geregistreerd door de politie. Uit ND-studies komen hogere schattingen: in een zogenoemde 100-Car-studie bleek afleiding een

¹ Naturalistic Driving-onderzoek betreft een speciaal type observatiemethode waarin het gedrag van de bestuurder die zijn 'dagelijkse ritten' rijdt (en dus geen voorgeschreven routes), voor een langere periode wordt vastgelegd met behulp van onopvallende sensoren, die ook voertuigbewegingen registreren, inclusief de externe omstandigheden.

rol te spelen in 23% van de ongevallen en bijna-ongevallen (Klauer et al., 2006). Een ND-studie waarin commerciële vrachtwagens en bussen werden gevolgd, geeft een nog hogere schatting: afleiding bleek een rol te spelen in 71% van ongevallen en in 46% van bijna-ongevallen (Olson et al., 2009). Een voordeel van ND-studies is dat de informatie over de gedragingen en factoren die leiden tot een incident of een ongeval, direct wordt waargenomen. Bij ongevallenstudies is die informatie uitsluitend afkomstig van indirecte bronnen (zoals sporenonderzoek of getuigenverklaringen), wat niet altijd een betrouwbaar bewijs levert. Anderzijds is de ND-methode nog betrekkelijk nieuw en staat deze nog ter discussie.

Schattingen van de ongevalsrisico's van uiteenlopende afleidende activiteiten, verschillen vaak per studie, zelfs als ze dezelfde onderzoeksmethode hebben gebruikt. Soms zijn er verschillen in de mate van een verandering in het ongevalsrisico. Uit ND-studies blijkt bijvoorbeeld dat het intoetsen van een nummer in een mobiele telefoon het risico verhoogt met een factor 2,8 tot 5,9 (Klauer et al., 2006; Olson et al., 2009). Sms'en blijkt de meest gevaarlijke activiteit te zijn: sms'ende automobilisten hebben 23,2 (Olson et al., 2009) of zelfs 163,6 meer kans op een (bijna)ongeval (Hickman, Hanowski & Bocanegra, 2010). De hoge schatting van de laatste studie wordt mogelijk verklaard doordat deze het ongevalsrisico heeft berekend van sms'en, e-mailen en internetten samen. Ook andere activiteiten die voor grote visuele afleiding zorgen, verhogen de kans op een ongeval, bijvoorbeeld het reiken naar objecten (met een factor 3,4 tot 6,7) of zich opmaken (met een factor 3,1) (Klauer et al., 2006; Olson et al., 2009).

Over het risicoverhogende effect van sommige afleidingsbronnen zijn niet alle onderzoeken het met elkaar eens. Zo tonen ongevallenstudies aan dat mobiel bellen het risico op een ongeval verhoogt met een factor 1,1 (Porter & England, 2000), een factor 4 (Porter & Berry, 2001; Redelmeier & Tibshirani, 1997) en zelfs een factor 5,6 (Violanti & Marshall, 1996). ND-studies laten daarentegen geen risicoverhogend effect zien van het voeren van een telefoongesprek. Deze verschillen hebben mogelijk te maken met methodologische verschillen tussen ongevallenstudies en ND-studies. Het is aannemelijk dat de subtaken die veel visuele aandacht eisen (bijvoorbeeld sms'en), gevaarlijker zijn dan het voeren van een gesprek, waardoor het totale risico hoger uitkomt (Stelling & Hagenzieker, 2012).

Er is weinig bekend over het ongevalsrisico van potentieel afleidende activiteiten voor andere verkeersdeelnemers dan automobilisten. Uit de eerder genoemde internetenquête van Goldenbeld et al. (2010) bleek apparatuurgebruik onder fietsers te leiden tot een verhoogd risico op een ongeval, maar alleen onder jongere fietsers (12-34 jaar). In een studie van De Waard et al. (2010) had mobiel bellen alleen echter geen effect op ongevalsrisico onder fietsers. Als het gaat om overstekende voetgangers, bleken mobiel bellen en muziek luisteren geen effect te hebben op het ongevalsrisico (Neider et al., 2010). Deze laatste studie betrof een virtuele omgeving, dus het is niet duidelijk of deze uitkomst ook geldt voor reële verkeerssituaties.

3.5.4. *Beleidsrelevantie*

Inzicht in risicoverhoging van verschillende afleidende activiteiten, is van belang om maatregelen te ontwikkelen tegen afleiding in het verkeer. Meer

onderzoek zal duidelijk moeten maken welke soorten afleiding daarbij prioriteit moeten krijgen: welke activiteiten, groepen en omstandigheden brengen het de meeste risico met zich mee?

3.5.5. *Onderzoekbaarheid*

Ondanks het grote aantal onderzoeksprojecten op het gebied van afleiding, is er nog weinig bekend over bijvoorbeeld de onderliggende mechanismen van afleiding, de risico's van specifieke activiteiten en over maatregelen om de effecten van afleiding tegen te gaan. Uit experimentele studies (meestal in een rijnsimulator) blijkt wel dat afleiding een negatieve invloed kan hebben op essentiële aspecten van de rijvaardigheid, zowel bij automobilisten als bij fietsers en voetgangers. Het is echter lastig om te bepalen in hoeverre deze gedragseffecten zich vertalen naar ongevalsrisico. De methode van Naturalistic Driving (ND) biedt hiervoor de beste mogelijkheden. Een voordeel van ND-studies is dat de betreffende informatie direct wordt waargenomen. Een nadeel is dat het vaak lastig is om oorzakelijke verbanden aan te tonen. Ook zijn ND-studies relatief duur en tijdrovend en maken ze gebruik van een betrekkelijk nieuwe methode.

3.6. **Vermoeidheid**

3.6.1. *Achtergrond van de risicofactor*

Er bestaan grofweg drie verschillende betekenissen van vermoeidheid. De eerste is de fysieke vermoeidheid, bijvoorbeeld na langdurig sporten of zware arbeid. De tweede betekenis verwijst naar het biologische proces van waken en slapen en kan ook 'slaperigheid' worden genoemd. De derde betekenis is mentaal-psychologisch en verwijst naar een subjectief ervaren tegenzin om door te gaan met een taak, of naar een gebrek aan energie om nog iets te doen. Overigens kunnen verschillende vormen van vermoeidheid tegelijkertijd aanwezig zijn.

Er zijn verschillende oorzaken van vermoeidheid:

- lange tijd bezig zijn met een bepaalde taak (time-on-task);
- chronisch of acuut slaapttekort;
- gerelateerd aan biologische klok/bioritme

Leeftijd, lichamelijke conditie, het gebruik van alcohol, drugs en/of medicijnen, en externe factoren zoals temperatuur, lawaai, vibraties en verveling zijn factoren die indirect van invloed zijn: ze veroorzaken op zichzelf geen vermoeidheid of slaperigheid, maar kunnen er wel voor zorgen dat de gevolgen ervan zich eerder manifesteren. Het is vrijwel onmogelijk om vermoeidheid in het verkeer via gerichte controles aan te pakken. Wel kan de politie tijdens controles of surveillances vaststellen of iemand zeer vermoeid is. Ook de Inspectie Leefomgeving en Transport houdt toezicht op de naleving van wetten en regels, bijvoorbeeld voor rij- en rusttijden. Bij de preventie van vermoeidheid bij commerciële en beroepschauffeurs, ligt de verantwoordelijkheid vooral bij transportbedrijven.

3.6.2. *Prevalentie: hoe vaak komt het voor?*

Van de Nederlandse automobilisten is 55% wel eens licht vermoeid tijdens het rijden. Een kwart is zelfs wel eens zo vermoeid geweest dat ze moeite

hadden om de ogen open te houden, zo blijkt uit vragenlijstonderzoek (Goldenbeld et al., 2011a). Ongeveer 4% van de automobilisten is wel eens daadwerkelijk achter het stuur in slaap gevallen. Als ook de personen mee worden geteld die *bijna* in slaap vielen, dan hebben we het zelfs over 10%.

Uit buitenlands onderzoek blijkt dat 25% van zowel beroeps- als particuliere bestuurders zegt ooit wel eens achter het stuur in slaap gevallen te zijn; ongeveer de helft geeft aan wel eens zeer vermoeid achter het stuur te hebben gezeten of bijna in slaap te zijn gevallen.

3.6.3. *Indicatie voor verkeersveiligheidseffect*

In het genoemde vragenlijstonderzoek van Goldenbeld et al. (2011a) gaf 0,5% van de Nederlandse automobilisten aan wel eens een ongeval te hebben gehad doordat ze in slaap waren gevallen achter het stuur; 2% van de respondenten kon een ongeval nog maar net voorkomen door te remmen of uit te wijken. Deze resultaten zijn in overeenstemming met Canadees onderzoek, waaruit bleek dat 0,6% van de automobilisten naar eigen zeggen een ongeval meemaakte als gevolg van vermoeid rijden (Vanlaar et al., 2008).

Goldenbeld et al. doen geen uitspraken over het totale aantal ongevallen dat in Nederland het gevolg is van vermoeid rijden. Buitenlandse gegevens leiden echter tot de voorzichtige schatting dat in 10 tot 15% van de ernstige verkeersongevallen sprake is van vermoeidheid bij de bestuurder. Bij dodelijke ongevallen en bij vrachtwagenchauffeurs is het percentage iets hoger. Deze schatting is gebaseerd op zelfrapportages en zogenoemde in depth-ongevallenanalyses; het eerste type studies komt tot iets lagere schattingen dan het tweede.

3.6.4. *Beleidsrelevantie*

Vermoeidheid lijkt een serieuze risicofactor voor de verkeersveiligheid en dus relevant voor het beleid. Op dit moment is het echter moeilijk om – naast voorlichting – concrete maatregelen te treffen, met name voor de gewone automobilist. Voor het beroepsvervoer is er iets meer mogelijk, namelijk in de sfeer van toezicht op de rij- en rusttijden en *safety culture*-achtige benaderingen. Daarnaast zijn er voor het beroepsvervoer *in-vehicle* waarschuwingssystemen zoals Lane Departure Warning Assistance (LDWA) (zie bijvoorbeeld Eenink, 2009). Er is echter nog niet veel bekend over de concrete effecten van dergelijke systemen: de huidige kennis berust voornamelijk op simulatorstudies en kleinschalige pilotstudies op de weg.

3.6.5. *Onderzoekbaarheid*

Om het risico van vermoeidheid goed te kunnen inschatten, is een vergelijking nodig van ongevalsbetrokkenheid van vermoeide personen met niet-vermoeide personen. Naturalistic Driving (ND) biedt hiervoor mogelijkheden. Met ND-studies kan iets gezegd worden over de prevalentie van vermoeid rijden en over het aantal incidenten of (bijna-)ongevallen. Er zijn echter twee complicaties:

- Wat is de beste observeerbare maat voor vermoeidheid en hoe betrouwbaar is deze?
- In hoeverre zijn incidenten of bijna-ongevallen goede voorspellers van echte ongevallen?

4. Risicofactoren voertuig

In dit hoofdstuk bespreken we risicofactoren die te maken hebben met het voertuig. Twee hiervan hebben betrekking op de motorfiets: de onopvallendheid van de motor en de bestuurder en het zogenoemde koud-opstaprisico. Eén risicofactor betreft specifiek het opvoeren van brom- en snorfietsen. Twee andere risicofactoren gelden voor vrachtverkeer: de dodehoekproblematiek en de hoge taakbelasting van vrachtwagenchauffeurs. Ten slotte zijn er nog drie risicofactoren die niet aan één voertuigtype te koppelen zijn: het niet-gebruiken van winterbanden, het gebruik van de elektrische fiets en het gebruik van andere elektrische voertuigen.

4.1. Onopvallendheid motor en bestuurder

4.1.1. *Achtergrond van de risicofactor*

Motorrijden is een risicovolle manier van verkeersdeelname. Dit heeft vooral te maken met de combinatie van een hoge snelheid en een hoge kwetsbaarheid van de bestuurder. Uit literatuur blijkt dat er in verhouding veel ongevallen gebeuren waarbij automobilisten motorrijders geen voorrang geven op kruispunten. Dit kan te maken hebben met een minder grote opvallendheid van de motor en de motorrijder ten opzichte van de auto. Het kan ook komen doordat de automobilist geen motorrijder verwacht op de weg en daardoor dus minder alert is op motorrijders. Nog een andere mogelijkheid is dat de motorrijder vaak sneller is dan de automobilist verwacht, waardoor deze een verkeerde inschatting maakt van de situatie.

Er is vrij veel literatuur beschikbaar over de zichtbaarheid van motorrijders (zie De Craen et al. (2011) voor een overzicht). Dit gaat vaak over het gebruik van zogenoemde dagrijverlichting of *daytime running lights* (DRL), het dragen van lichtgekleurde, fluorescerende of reflecterende kleding en helm en een motorfiets in een opvallende kleur. In de literatuur geldt DRL overwegend als een effectief middel om de opvallendheid van de motorfiets te verhogen. Omdat steeds meer auto's ook DRL gebruiken, staat de opvallendheid voor motoren echter wel ter discussie.

Het dragen van opvallende kleding is een lastiger onderwerp. Het lijkt erop dat met name van belang is hoe de kleding contrasteert met de omgeving.

4.1.2. *Prevalentie: hoe vaak komt het voor?*

Hoe vaak komt het voor dat de motor en zijn bestuurder onvoldoende opvallen in het verkeer? Dit is een lastige vraag, omdat het moeilijk is om vast te stellen wat voldoende of onvoldoende opvallend is. Daarom kijken we in deze paragraaf vooral naar het voeren van DRL door motorrijders en het dragen van opvallende kleding.

De meeste motorrijders voeren al verlichting overdag. Een Nieuw-Zeelandse studie toonde aan dat 75% van de motorrijders overdag verlichting voerde en 88% bij schemer. Bijna 20% droeg reflecterende of fluorescerende kleding (Wells et al., 2004). Recente cijfers uit Nederland zijn niet bekend.

4.1.3. *Indicatie verkeersveiligheidseffect*

Het risico – dat wil zeggen: het aantal doden of gewonden per afgelegde afstand – is relatief hoog voor motorrijders (bron: DVS-BRON; CBS-MON). Het aantal doden per afgelegde afstand was in de periode 2004-2008 voor motorrijders circa twintig keer zo hoog als voor auto-inzittenden. Het relatieve risico om ernstig gewond te raken, was zelfs nog hoger. In vergelijking met de situatie eind jaren negentig is het risico voor motorrijders iets gedaald, maar aanzienlijk minder dan het risico voor auto-inzittenden (SWOV, 2010). Het belangrijkste conflicttype waarbij een motorrijder het slachtoffer is, is de botsing tussen de motorfiets en een personen- of bestelauto (circa 50% van de ongevallen). Deze cijfers zijn gebaseerd op gemiddelden in de periode 2000-2007 (bron: Ministerie van Infrastructuur en Milieu, BRON-bestand).

Zijn deze ongevallen het gevolg van het feit dat de motor en zijn bestuurder onopvallend zijn? De Craen et al. (2011) concluderen dat dit weliswaar zeker een factor is bij het ontstaan van ongevallen, maar dat het moeilijk is om de omvang van het probleem in Nederland te kwantificeren. Op basis van buitenlandse cijfers is meer te zeggen: zo bleek uit de Nieuw-Zeelandse studie van Wells et al. (2004) dat reflecterende of fluorescerende kleding het risico om gewond te raken bij een ongeval met 37% reduceerde. Het dragen van een witte helm reduceerde het risico met 24% vergeleken met het dragen van een zwarte helm, en het voeren van verlichting overdag reduceerde het risico met 27%. De auteurs merken op dat motorrijders die veiligheidsmaatregelen nemen, waarschijnlijk ook een veiligere rijstijl hebben; daardoor is op basis van deze gegevens geen oorzakelijk verband te leggen.

4.1.4. *Beleidsrelevantie*

Omdat eerst de verkeersveiligheidseffecten nog moeten worden bepaald, is de beleidsrelevantie van de (on)zichtbaarheid van motorrijders moeilijk aan te geven. Kennis over het gebruik van bepaalde kleuren in de kleding zou onderdeel kunnen zijn van de opleiding van motorrijders of een informatie-campagne. Ook kunnen fabrikanten van motorkleding en -helmen gestimuleerd worden om de verkeersveiligheid mee te nemen in het ontwerp.

4.1.5. *Onderzoekbaarheid*

Er is al vrij veel onderzoek gedaan naar de zichtbaarheid van motorrijders op de weg. Verder onderzoek kan daar een aanvulling op zijn. Daarnaast is het nog niet duidelijk of buitenlands onderzoek eenvoudig kan worden vertaald naar de Nederlandse situatie.

4.2. **Koud-opstaprisico motoren**

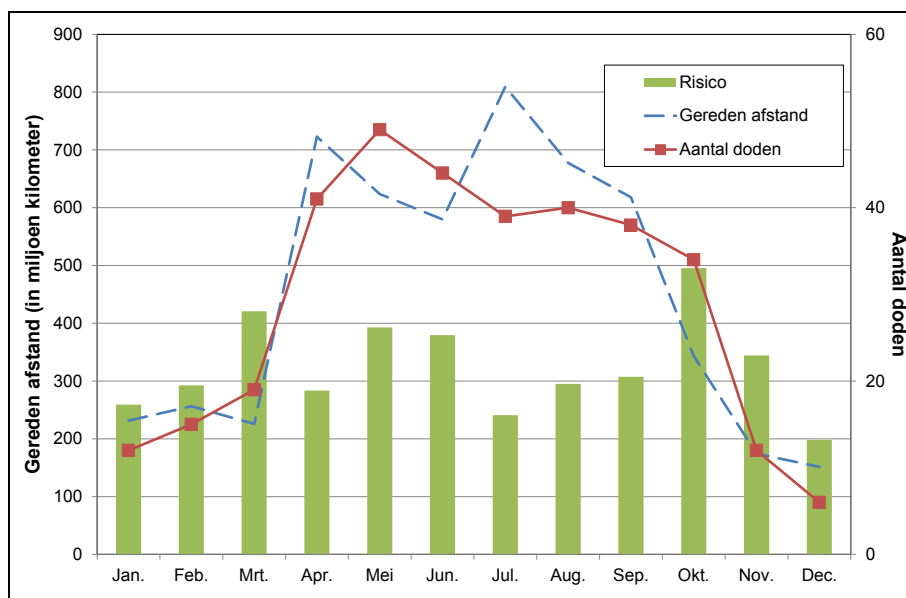
4.2.1. *Achtergrond van de risicofactor*

Elk jaar zien we in april een verdubbeling van het aantal (dodelijke) slachtoffers bij motorongevallen. Deze trend zien we ook in andere landen waar motorrijden vooral seizoensgebonden is. Een deel van deze toename wordt toegeschreven aan de toename van het aantal gereden kilometers

(hoe meer kilometers, hoe meer slachtoffers). Daarnaast wordt het zogenoemde koud-opstaprisico genoemd als oorzaak van een verhoogd risico (per gereden motorkilometer). Enerzijds heeft een motorrijder die al een paar maanden niet meer op zijn motor heeft gezeten, minder voertuigcontrole. Anderzijds zijn automobilisten al een tijdlang niet meer gewend aan motorrijders in het straatbeeld.

Afbeelding 4.1 laat zien dat het grote aantal slachtoffers in april eerder te wijten is aan een toegenomen aantal kilometers (verhoogde expositie), dan dat er een hoger risico is voor de individuele motorrijder. Deze conclusie is echter zeer afhankelijk van de informatie over het totale aantal motorkilometers per maand, en juist daarover bestaat veel onzekerheid.

Voor deze analyse is gebruikgemaakt van informatie uit het Mobiliteitsonderzoek Nederland (MON). Om onderzoek te doen naar verplaatsingsgedrag, selecteert het MON deelnemers aan de hand van huishoudens. Omdat er in Nederland relatief weinig motorrijders zijn, zijn deze in het MON ook maar beperkt vertegenwoordigd. Wanneer we ook nog eens uitsplitsen per maand, neemt de onzekerheid alleen nog maar toe.



Afbeelding 4.1. Aantal doden en gereden kilometers in de jaren 2004 t/m 2008 (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2010).

4.2.2. Prevalentie: hoe vaak komt het voor?

In Nederland zijn relatief veel seizoensrijders: motorrijders die alleen in de lente- en zomerdagen rijden. Het aantal seizoensrijders is niet helemaal duidelijk, onder meer vanwege de grote onzekerheid van de gegevens over verplaatsingsgedrag.

4.2.3. Indicatie verkeersveiligheidseffect

Jaarlijks zijn gemiddeld 80 doden onder motorrijders te betreuren (SWOV, 2010). Dit is een aandeel van ongeveer 10% ten opzichte van het totale aantal verkeersdoden, wat zeer hoog is gezien de geringe vervoersprestatie

van motorrijders (1% van het totaal aantal reizigerskilometers). Jaarlijks zijn er onder motorrijders ook ruim 1.100 ernstig verkeersgewonden. In *Afbeelding 4.1* is te zien dat de meeste slachtoffers in het voorjaar vallen. Als er sprake is van een verhoogd risico in het voorjaar (en niet alleen een verhoogde expositie), dan kunnen maatregelen op dit gebied effectief de verkeersveiligheid verbeteren.

4.2.4. *Beleidsrelevantie*

De kwetsbaarheid van motorrijders speelt een aanzienlijk rol in het verkeersveiligheidsbeleid. Dat belang komt onder meer terug in het *Actieplan verbetering veiligheid motorrijders* (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2010). Daarin geldt de verhoogde expositie als de voornaamste risicofactor; het is echter maar de vraag of dat terecht is.

Op het gebied van preventie wordt er al vrij veel gedaan, onder meer met voorlichtingscampagnes en via andere media, ook als het gaat om het koud-opstaprisico. Zo wordt motorrijders in het voorjaar geadviseerd om eerst goed te oefenen voordat ze de weg weer opgaan. Ook worden automobilisten erop geattendeerd dat er weer (meer) motorrijders op de weg zijn.

4.2.5. *Onderzoekbaarheid*

Het koud-opstaprisico is goed te onderzoeken met betere informatie over het verplaatsingsgedrag van motorrijders. De nieuwe manier om deelnemers te werven voor het verplaatsingsgedragsonderzoek (OVIN) biedt hiervoor goede mogelijkheden: doordat er niet meer op huishouden maar op persoon wordt geselecteerd, kan beter worden onderzocht hoeveel motorrijders er zijn en vooral in welke tijd van het jaar zij de weg op gaan.

4.3. **Opvoeren van brom en snorfietsen**

4.3.1. *Achtergrond van de risicofactor*

Brom- en snorfietsers lopen een relatief groot risico om slachtoffer te worden van een ongeval. Dit komt met name door de hoge rijsnelheid in verhouding tot de kwetsbaarheid van de bestuurders. Bromfietsers zijn verplicht een helm te dragen en rijden op de weg met een maximum snelheid van 45 km/uur. Als de bromfiets op het fietspad moet rijden, geldt een snelheidslimiet van 30 km/uur op fietspaden binnen de bebouwde kom en 40 km/uur buiten de bebouwde kom. De snorfietser heeft geen helmplicht en hoort zowel binnen als buiten de bebouwde kom op het fietspad te rijden, met een maximumsnelheid van 25 km/uur.

Er zijn sterke aanwijzingen dat vooral snorfietsen massaal worden opgevoerd en sneller rijden dan 25 km/uur. Dit is een grote risicofactor omdat snorfietsers met deze snelheid zonder helm rijden. Door de grote snelheidsverschillen vormen zij daarnaast een potentieel gevaar en overlast voor fietsers op de fietspaden.

4.3.2. *Prevalentie: hoe vaak komt het voor?*

In de SWOV-factsheet *Brom- en snorfietsers* (2009a) staat dat ongeveer een kwart van alle brom- en snorfietsen is opgevoerd. In 2007 reed 22% van

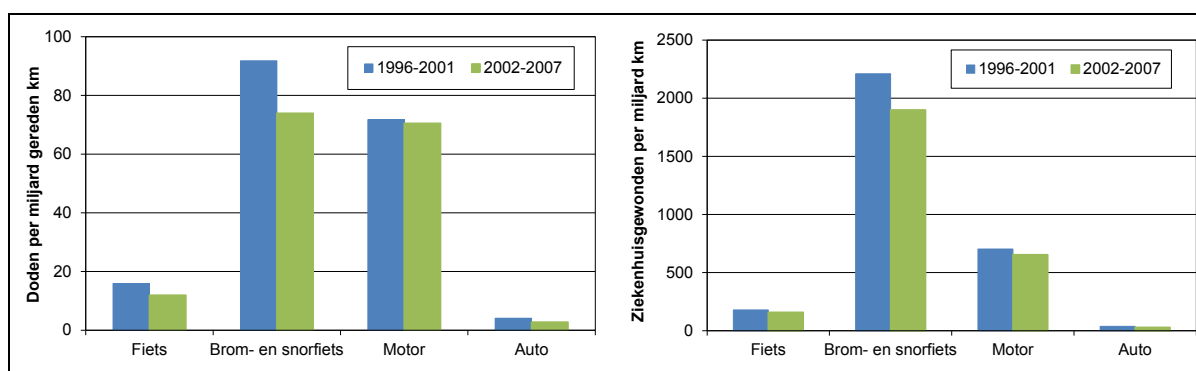
de staande gehouden brom- en snorfietsers op een opgevoerd voertuig. Dit percentage was even hoog als in 2006, maar wel lager dan in 2005 (28%) en in 2004 (31%).

Uit een meer recent onderzoek van de opleiding Autotechniek van de Hogeschool Rotterdam blijkt dat het heel makkelijk is om een opgevoerde snorfiets te kopen (De Vries, 2011). In dit onderzoek zijn twintig brom- en snorfietsdealers anoniem benaderd met de vraag of zij een snorfiets wilden verkopen die sneller kon rijden dan de constructiesnelheid van 25 km/uur. Alle dealers bleken bereid om de snorfiets 'ruim af te stellen', dat wil zeggen tot een maximum van 35-40 km/uur (een constructiesnelheid hierboven wordt beboet bij een controle). Dertien dealers waren bereid de snorfiets boven deze wettelijke marge af te stellen, negen daarvan waren zelfs bereid om tot een snelheid van 60-80 km/uur te gaan.

Naast het overtreden van maximale constructiesnelheden is er ook informatie over de werkelijk gereden snelheden van snorfietsen op het fietspad (Methorst, Schepers & Vermeulen, 2011). De Dienst Verkeer en Scheepvaart (DVS) van Rijkswaterstaat heeft op verschillende locaties de snelheden van onder andere snorfietsen gemeten. Slechts 3 van de 100 snorfietsers die niet 'gehinderd' werden door ander verkeer op het fietspad, reden langzamer dan 25 km/uur. Bijna 40% van de snorfietsers reed sneller dan 35 km/uur en 20% reed zelfs sneller dan 40 km/uur.

4.3.3. *Indicatie voor verkeersveiligheidseffect*

Brom- en snorfietsers hebben een relatief groot risico om slachtoffer te worden van een ongeval. Van het totale aantal ziekenhuisgewonden en verkeersdoden in de jaren 2005-2007 was 17% een brom- of snorfietsers, terwijl de brom- en snorfietsers in Nederland maar 0,5% van de kilometers aflegt ten opzichte van het totale aantal kilometers (SWOV, 2009a). De hoge rijnsnelheid in combinatie met de kwetsbaarheid van de berijder draagt bij aan het hoge risico van brom- en snorfietsers. Met de huidige ongevalregistratie is het echter niet mogelijk om aan te geven in welke mate de hoge rijnsnelheid of het opvoeren invloed heeft op de verkeersonveiligheid.



Afbeelding 4.2. *Het risico van fietsers, brom- en snorfietsers, motorrijders en automobilisten in de periodes 1996-2001 en 2002-2007 (aantal geregistreerde doden en ziekenhuisopnames per miljard reizigerskilometer afgelegd met het betreffende vervoermiddel). Bron: SWOV-factsheet Brom- en snorfietsers (2009a).*

4.3.4. *Beleidsrelevantie*

Zowel in de media als in de politiek is er aandacht voor de problematiek van opgevoerde brom- en snorfietsen. Hierbij wordt het onderwerp vooral besproken als het 'scooterprobleem'. Omdat het scootermodel kan worden uitgevoerd als bromfiets en als snorfiets, is het niet altijd duidelijk om welk van de twee voertuigen het gaat. De opvoerproblematiek wordt echter vooral in verband gebracht met de snorfiets (of -scooter). Deze is namelijk eenvoudig om te werken naar een bromfiets (of -scooter) en de politie hanteert grote marges bij het controleren van de constructiesnelheid (pas bij een snelheid van 39 km/uur krijgt de bestuurder een boete).

Daarnaast is er vanuit de fietsersbond veel aandacht voor de toename van het aantal (al dan niet opgevoerde) scooters. De toename van het aantal scooters op het fietspad, die ook nog eens te hard rijden, geldt als een grote bron van overlast en onveiligheid voor fietsers.

4.3.5. *Onderzoekbaarheid*

Er is al vrij veel onderzoek gedaan naar de snelheid van en het aandeel opgevoerde brom- en snorfietsen in Nederland. De laatste cijfers dateren echter uit 2007, terwijl de populariteit van de (opgevoerde) snorfiets daarna is toegenomen. Met informatie van de politie is het redelijk eenvoudig om te onderzoeken of het aantal opgevoerde brom- en snorfietsen inderdaad is toegenomen.

Een andere optie is om de metingen van DVS op meerdere locaties te herhalen, zodat betere schattingen mogelijk zijn van het aantal brom- en snorfietsers dat te snel (op het fietspad) rijdt.

Tot slot is er geen onderzoek bekend naar de relatie tussen een opgevoerde brom- of snorfiets en de kans (of ernst) van een ongeval. Dit is waarschijnlijk lastiger te onderzoeken, omdat deze informatie nergens standaard wordt geregistreerd.

4.4. **Dodehoekproblematiek**

4.4.1. *Achtergrond van de risicofactor*

Door de omvang van een vrachtauto heeft de chauffeur slecht zicht om het voertuig heen en is het lastig om te manoeuvreren in de stad. Die omvang zorgt er bovendien voor dat bij een eventueel ongeval de tegenpartij over het algemeen ernstig letsel ondervindt. Veel ongevallen met vrachtauto's gebeuren op de momenten dat een vrachtauto binnen de bebouwde kom rechts af wil slaan en er zich rechts van of vóór de vrachtauto fietsers bevinden. Deze fietsers, die wettelijk gezien voorrang hebben, worden door de chauffeur over het hoofd gezien: ze bevinden zich in zijn 'dode hoek'.

De formele definitie van de dode hoek is 'het gebied rond de vrachtauto waar de chauffeur geen direct of indirect zicht op heeft' (SWOV, 2009b). Het probleem van de dode hoek is enigszins verbeterd door de invoering van de dodehoekspiegel in 2003. Ook de vooruitkijkspiegel, een bollere trottoirspiegel en een bollere breedtespiegel op nieuwe Europese vrachtauto's hebben het zicht voor vrachtwagenchauffeurs verbeterd. De dodehoek-

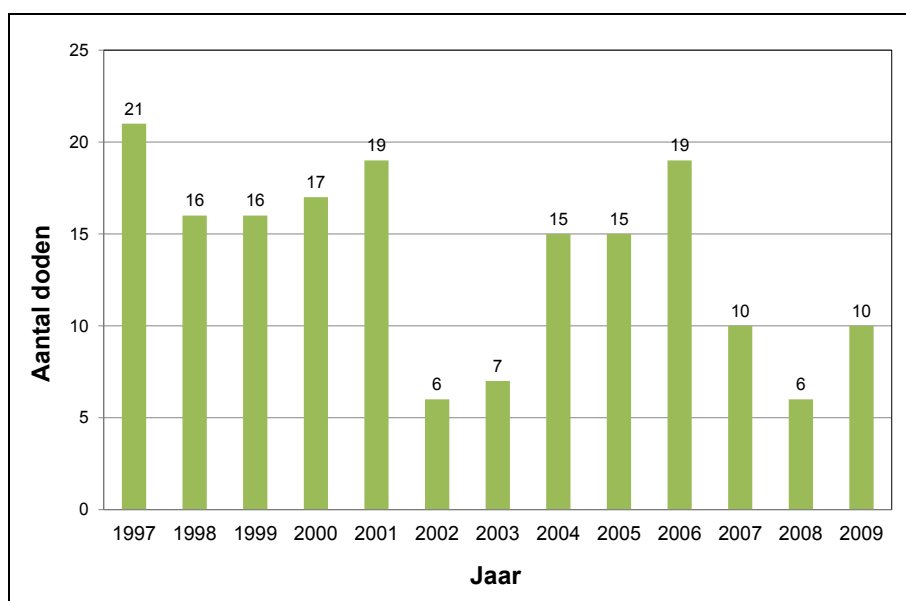
problematiek is hierdoor aan het verschuiven van het gebrekkige zicht naar de hoge taakbelasting van de vrachtautochauffeur tijdens het rechts afslaan. *Paragraaf 4.5* gaat daar verder op in.

4.4.2. Prevalentie: hoe vaak komt het voor?

Prevalentie is hier eigenlijk niet van toepassing: alle vrachtauto's hebben een dode hoek.

4.4.3. Indicatie verkeersveiligheidseffect

Afbeelding 4.3 laat het aantal dodelijke fietsslachtoffers zien als gevolg van een dodehoekongeval met een vrachtauto.



Afbeelding 4.3. Het aantal doden onder fietsers als gevolg van een dodehoekongeval (Hoedemaeker et al., 2010).

Schoon, Doumen & De Bruin (2008) laten zien dat het aantal doden in 2002 en 2003 na de invoering van de dodehoekspiegel tijdelijk lager was. Deze tijdelijke daling is volgens hen het gevolg van een landelijke campagne om de dodehoekproblematiek onder de aandacht te brengen bij fietsers. Hoedemaeker et al. (2010) breidden deze reeks uit tot 2009 (zie *Afbeelding 4.3*). Over het algemeen zijn de aantallen doden echter vrij gering, waardoor ze ook aan toeval onderhevig zijn. Maar juist doordat dodehoekongevallen te vermijden lijken en omdat de gevolgen voor de slachtoffers zeer ernstig zijn, hebben zowel de media als de politiek er relatief veel aandacht voor.

Uit interviews met vrachtautochauffeurs blijkt dat een dodehoekongeval een grote impact heeft op de betrokken chauffeur. Verder is er onder meer onderzoek gedaan naar de effecten van dodehoekspiegels, naar de opleiding van vrachtautochauffeurs en de kennis van fietsers over de dode hoek. Een ander onderzoek betreft de mogelijke ondersteuning van de vrachtautochauffeur met dodehoekdetectie- en signaleringssystemen (DDSS).

4.4.4. *Beleidsrelevantie*

Juist doordat het mogelijk lijkt om het dodehoekprobleem op te lossen, krijgt het relatief veel aandacht van beleidsmakers. In 2008 hebben Schoon, Doumen & De Bruin aanbevelingen gedaan voor mogelijke maatregelen op korte en lange termijn. Een aantal van deze kortetermijnmaatregelen is inmiddels uitgevoerd: een landelijke campagne voor fietsers, onderzoek naar de rol van de dode hoek in de opleiding van vrachtautochauffeurs en onderzoek naar mogelijkheden voor DDSS.

4.4.5. *Onderzoekbaarheid*

De dodehoekproblematiek kan vanuit verschillende kanten worden bestudeerd. Zo zal de SWOV dit jaar een onderzoek opzetten naar de maatregelen die in de afgelopen jaren zijn genomen en naar de effecten ervan. Verder is Connekt bezig met een praktijkproef naar verschillende DDSS-systemen (Connekt, 2010).

4.5. **Taakbelasting, vermoeidheid en afleiding bij vrachtverkeer**

4.5.1. *Achtergrond van de risicofactor*

De dodehoekproblematiek bij vrachtauto's heeft niet alleen te maken met het zichtveld, maar ook met de taakbelasting van de chauffeur (Hoedemaeker et al., 2010; Wilschut et al., 2010). Dankzij spiegels en camera's rondom het voertuig kan hij weliswaar meer zien, maar hij kan al die verschillende informatie lang niet altijd gelijktijdig en op tijd verwerken.

4.5.2. *Prevalentie: hoe vaak komt het voor?*

Hoedemaeker et al. (2010) onderzochten alle dodehoekongevallen in Nederland in 2006 en 2007. Daarbij werd bij 10 van de 37 ongevallen de taakbelasting als voornaamste factor genoemd (na 'zichtproblemen', die 13 keer werden genoemd).

4.5.3. *Indicatie verkeersveiligheidseffect*

Naast de theoretische studie van Wilschut et al. (2010) is er weinig onderzoek gedaan naar de taakbelasting van de vrachtautochauffeur. Zoals de vorige paragraaf al beschreef, doet Connekt wel onderzoek naar de rol van DDSS. Een praktijkstudie naar de taakbelasting van de vrachtautochauffeur zou hierbij een welkome aanvulling zijn.

4.5.4. *Beleidsrelevantie*

Maatregelen op het terrein van taakbelasting van vrachtautochauffeurs zijn van belang voor zowel het gewone verkeer als voor de gehele transportsector. Ongevallen met vrachtauto's zijn vaak ernstig en hebben ook voor de werkgever veel negatieve gevolgen. Daarom is dit een onderwerp met maatschappelijke relevantie en relevantie voor de transportbedrijven in het bijzonder.

4.5.5. *Onderzoekbaarheid*

Onderzoek naar de taakbelasting van vrachtautochauffeurs is mogelijk in praktijkproeven, bijvoorbeeld met rijsimulatoren of in de eerder genoemde ND-studies.

4.6. **Zomerbanden in de winter**

4.6.1. *Achtergrond van de risicofactor*

Winterbanden geven auto's meer grip op de weg. Bij een temperatuur onder de 7 °C presteren winterbanden al beter dan zomerbanden. Dit komt door de aanwezigheid van lamellen in het loopvlak en door de rubbersamenstelling die de band ook bij lage temperaturen soepel houdt. De betere grip uit zich met name in sneeuw, waar vooral brede zomerbanden slecht presteren. Bij hogere temperaturen slijten winterbanden sneller en hebben ze een langere remweg in vergelijking met zomerbanden. Dit levert extra risico op als een automobilist in het voorjaar te lang op winterbanden blijft doorrijden.

Uit cijfers van onder andere een leasemaatschappij blijkt dat winterbanden leiden tot minder aanrijdingen dan auto's met zomerbanden. Bij deze cijfers moet wel bedacht worden dat een leaserijder geen 'gemiddelde' automobilist is. Soms wordt ook aan het nut van winterbanden getwijfeld: ze zouden automobilisten een vals gevoel van veiligheid geven waardoor ze meer risico nemen (risicocompensatie). Verder zijn de gerapporteerde effecten niet gebaseerd op wetenschappelijke studies.

Winterbanden zijn al in veel Europese landen verplicht. Aan de SWOV wordt regelmatig gevraagd of ook Nederland tot een verplichting moet overgaan. Om daar een antwoord op te kunnen geven, is er gericht onderzoek nodig.

4.6.2. *Prevalentie: hoe vaak komt het voor?*

In de winter van 2010 reed 30% van de Nederlandse automobilisten op winterbanden (Massen & De Jongh, 2010). In Duitsland is op 1 december 2010 de verplichting ingegaan om met winterbanden te rijden bij sneeuw of ijzel. Van de 40 Europese landen hebben er nu 15 een verplichting ingesteld. In nog eens 4 landen is het gebruik van winterbanden alleen verplicht als dit met borden wordt aangegeven (Vaco, 2010).

4.6.3. *Indicatie voor verkeersveiligheidseffect*

Het verkeersveiligheidseffect kan op twee manieren worden vastgesteld: door metingen aan banden en door schades van verzekeringsmaatschappijen te analyseren.

De Consumentenbond geeft op zijn website (Consumentenbond, 2011) aan wat het effect van winterbanden is: *'Op een droge weg is de remweg voor een gemiddelde auto zo'n 12 meter; op een natte weg 14 tot 15 meter. Op een besneeuwde weg is de remweg voor een auto met winterbanden 30 meter; dezelfde auto op zomerbanden heeft 60 (!) meter nodig.'*

Schades verzekeringsmaatschappijen

Als het gaat om schadecijfers, zijn er resultaten bekend van twee wagenparken: ING Car Lease en verzekeraar Centraal Beheer Achmea.

– ING Car Lease

In 50% van de leasecontracten die ING Car Lease heeft afgesloten, zijn winterbanden opgenomen. Bij de veelrijders (> 40.000 km/jaar) ligt dit percentage zelfs ruim boven de 60%. Over een geheel kalenderjaar werd vastgesteld dat gebruikers met winterbanden 2% minder schade hadden en dat het gemiddelde schadebedrag circa 10% lager lag. Ook werd vastgesteld dat slippen of van de weg raken met winterbanden circa 40% minder vaak voorkomt dan met zomerbanden. Kop-staartaanrijdingen bij auto's met winterbanden nam met 20% af. Opmerkelijk is dat ongeveer een derde van de auto's met winterbanden glasschade had (sterretje in de voorruit). Mogelijk komt dat doordat de automobilist vanwege de betere remweg minder afstand houdt tot de voorligger. Een andere mogelijkheid is dat automobilisten met winterbanden minder snel geneigd zijn om de auto in winterse omstandigheden te laten staan.

– Centraal Beheer Achmea

Uit onderzoek van 25.000 schadegevallen van verzekeraar Centraal Beheer Achmea, blijkt dat auto's in de winter een hogere schadefrequentie hebben dan in de zomer. Dit geldt voor zowel auto's op zomerbanden als voor auto's op winterbanden. De kans op een schade in de wintermaanden stijgt voor auto's op zomerbanden met 32% en op winterbanden met 12%. De banden bewijzen hun nut met name bij sneeuwval en gladheid. Bij het onderzoek zijn alleen aanrijdingen betrokken die de bestuurder zelf heeft veroorzaakt; de verhaalbare schades zijn er dus uitgehaald. De resultaten van dit onderzoek waren voor Centraal Beheer geen aanleiding om winterbanden verplicht te stellen (Vaco, 2010).

Bij beide onderzoeken moet worden bedacht dat leaseautorijders niet tot de gemiddelde automobilisten kunnen worden gerekend. Ze rijden veel en rijden vaak onder alle weersomstandigheden. Een 'gemiddelde' automobilist zal zijn auto eerder laten staan als het heftig sneeuwt.

4.6.4. *Beleidsrelevantie*

De vraag is welk effect een verplichting van winterbanden zal hebben in Nederland, waar de gemiddelde winter minder streng is dan bijvoorbeeld in Scandinavische landen. Dit effect moet worden afgezet tegen het effect van stimuleringsmaatregelen voor het gebruik van winterbanden. Die maatregelen zullen juist veel van de veelrijders in winterse omstandigheden bereiken om op vrijwillige basis winterbanden aan te schaffen.

De rijksoverheid heeft de keuze om het gebruik van winterbanden op vrijwillige basis te promoten of ze te verplichten. Voor een gefundeerd besluit zijn betrouwbare onderzoeksresultaten nodig.

4.6.5. *Onderzoekbaarheid*

Om nut en noodzaak van winterbanden te onderzoeken, kunnen we ten eerste kijken naar het effect van een verplichtstelling in andere Europese landen. Vervolgens moeten de resultaten vertaald worden naar de

Nederlandse situatie. Dat kan door een vergelijking van meteorologische gegevens van de betreffende landen met Nederlandse meteorologische gegevens, waaronder het aantal sneeuwdagen en dagen met temperaturen onder de 7°C.

4.7. Elektrische fiets

4.7.1. *Achtergrond van de risicofactor*

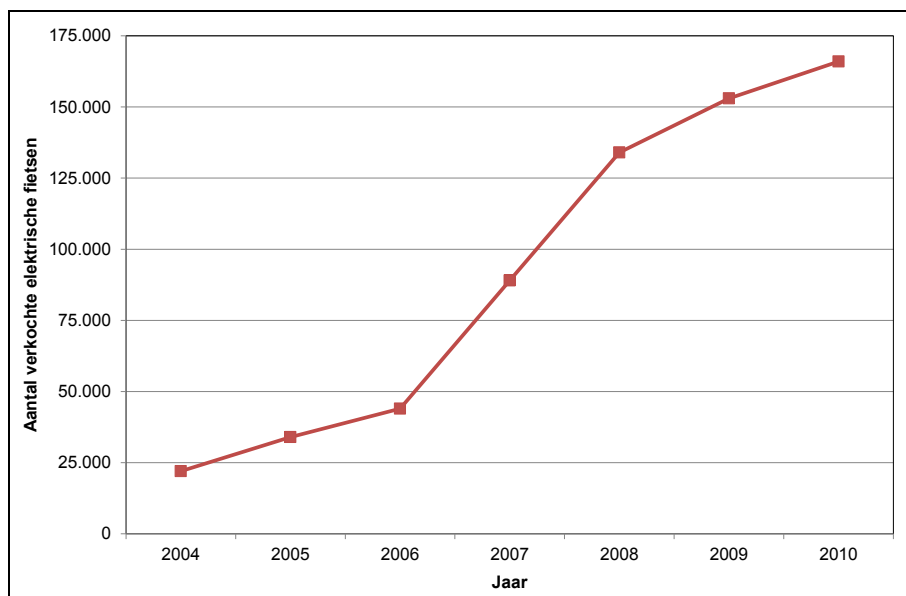
Er zijn twee typen elektrische fietsen: 'pedelecs' en 'e-bikes'. Het verschil betreft de manier van trapondersteuning: bij e-bikes is het niet nodig om zelf te fietsen, bij pedelecs wel (voor een gedetailleerde beschrijving: Loijen, 2011). In Nederland worden voornamelijk pedelecs verkocht en bijna geen e-bikes. Voor de leesbaarheid gebruiken we in deze paragraaf verder de gangbare algemene term 'elektrische fietsen'.

De nieuwste typen elektrische fietsen verschillen nog amper van de standaard hybride fietsen, behalve dat ze iets zwaarder zijn. Wettelijk is de maximumsnelheid van elektrische fietsen begrensd op 25 km/uur (fietsstypen met een hogere maximumsnelheid vallen wettelijk in de categorie snorfietsen). Een belangrijke beperking is de geringe actieradius, die varieert tussen 40 tot 80 kilometer.

De elektrische fiets maakt het mogelijk om iets langere autoritten te vervangen door fietskilometers. Dat is ook aantrekkelijk voor het woon-werkverkeer: in plaats van aan te schuiven in een file om een afstand van 15 kilometer af te leggen, kan de forens deze afstand in vrijwel dezelfde tijd afleggen met een elektrische fiets. Uit twee verkennende studies blijkt bovendien dat elektrisch fietsen waarschijnlijk voldoende intensief is om conditie- en gezondheidseffecten te kunnen opleveren (Hendriksen et al., 2008; Hendriksen & Van Gijlswijk, 2010). Dat kan een extra motief zijn om te kiezen voor de elektrische fiets.

4.7.2. *Prevalentie: hoe vaak komt het voor?*

In de laatste vijf jaar zijn de Nederlands verkoopcijfers van elektrische fietsen sterk gestegen (*Afbeelding 4.4*). In 2009 zijn ruim 150.000 nieuwe elektrische fietsen verkocht (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2010).



Abbeelding 4.4. *Jaarlijkse verkoopcijfers van elektrische fietsen in Nederland. (BOVAG-RAI, 2011).*

Omdat het MON geen onderscheid maakt naar fietstypen, is het niet bekend hoeveel kilometers er feitelijk met deze fietsen wordt gereden. In principe is het goed mogelijk om deze gegevens te verkrijgen, omdat een elektrische fiets zelf het aantal verreden kilometers bijhoudt. Omdat deze fietsen ook regelmatig moeten worden onderhouden, is het ook mogelijk om informatie te verzamelen via gespecialiseerde fietsmakers.

Een 'elektrische fietser' kan zelf bepalen hoeveel trapondersteuning de fiets geeft. Een vragenlijststudie van Hendriksen et al. (2008) laat zien dat bijna 40% van de elektrische fietsers gewoonlijk geen of de minimale trapondersteuning gebruikt, tegenover een kwart die gewoonlijk de maximale trapondersteuning gebruikt.

Het ligt voor de hand dat we in Nederland dankzij de elektrische fiets sneller, vaker en langere afstanden gaan fietsen. Vooral de gewone fiets en de auto worden nu minder vaak gebruikt (Loijen, 2011).

Gebruikers van de elektrische fiets

Volgens Loijen (2011) zijn er drie groepen gebruikers van de elektrische fiets:

- ouderen (60-plus) die de fiets gebruiken voor recreatie;
- forenzen die de fiets gebruiken voor woon-werkverkeer;
- mensen met een fysieke beperking

Uit onderzoek van Hendriksen et al. (2008) blijkt dat 3% van de Nederlandse bevolking een elektrische fiets bezit en dat ruim 40% erin is geïnteresseerd. De elektrische fiets is vooral populair onder 65-plussers.

4.7.3. *Indicatie voor verkeersveiligheidseffect:*

Fietsers behoren tot de meest kwetsbare verkeersdeelnemers. Een kwart van het jaarlijks aantal verkeersdoden en 30% van de ernstig gewonden

vallen in deze groep. Dat komt niet alleen doordat er in Nederland veel gefietst wordt, maar ook doordat één kilometer op de fiets ongeveer vier keer gevaarlijker is dan met de auto (Violanti & Marshall, 1996). De vraag is of dit risico voor de elektrische fiets nog hoger is, en in welke situaties het gebruik van de elektrische fiets meer risicovol is.

Met de informatie die nu beschikbaar is, is het niet mogelijk om die vragen te beantwoorden. De ongevalgegevens van de politie over de toedracht van fietsongevallen, zijn zeer onbetrouwbaar. Dit geldt vooral voor fietsongevallen met letsel waarbij geen ander gemotoriseerd voertuig bij betrokken is: slechts 4% daarvan komt in de politieregistratie terecht (Reurings & Bos, 2009). Dat betekent dat de registratie weinig aanknopingspunten biedt over de achtergronden van het ongeval.

Toch is het zeer waarschijnlijk dat het gebruik van de elektrische fiets leidt tot een toename van het aantal slachtoffers, en wel om de volgende redenen.

- Doordat ouderen meer kilometers gaan fietsen, en vaker onder ongunstiger omstandigheden, zal de ongevalskans toenemen. Bovendien zijn zij kwetsbaarder dan jongere fietsers.
- Meer autokilometers zullen worden vervangen door relatief onveiligere fietskilometers.
- Door de hogere snelheid moet de fietser alerter zijn, sneller reageren en beter anticiperen.
- Door de hogere snelheid zal de fietser sneller de controle verliezen bij heftig remmen, in bochten en op glad wegdek.
- Door de hogere snelheid is de botsnelheid hoger en het letsel ernstiger.
- Doordat andere verkeersdeelnemers de hogere snelheden niet verwachten, zal er vaker sprake zijn van ernstige conflicten.

Elektrisch fietsen wordt steeds populairder en heeft veel maatschappelijke voordelen (Hendriksen & Van Gijlswijk, 2010). Daarom is het niet de vraag of elektrisch fietsen zou moeten worden ontraden, maar hoe de veiligheid ervan kan worden verbeterd. Om die vraag te beantwoorden, is er meer inzicht nodig in de taakverrichting van elektrische fietsers (zoals remgedrag, stabiliteit en de interactie met de overige verkeersdeelnemers) en in de omstandigheden waarin het voor 'elektrische fietsers' extra gevaarlijk wordt.

4.7.4. *Beleidsrelevantie*

Vanwege de vele maatschappelijke voordelen stimuleert de overheid het fietsen op uiteenlopende manieren. Elektrisch fietsen draagt bij aan de gezondheidsdoelstelling, de vergroening van de samenleving en de bereikbaarheid van Nederland. Als het gaat om de verkeersveiligheid, is er meer onderzoek nodig om gerichte beleidsmaatregelen te kunnen ontwikkelen.

4.7.5. *Onderzoekbaarheid*

De veiligheid van elektrisch fietsen is goed te onderzoeken in het kader van onderzoek naar 'oudere fietsers', de voornaamste groep gebruikers van de elektrische fiets. Ambulance- en eerstehulpdiensten kunnen bijvoorbeeld informatie geven over ongevalsbetrokkenheid. Daarnaast kunnen ook

fietsmakers informatie verstrekken over het gebruik van de elektrische fiets.

VeiligheidNL (voorheen Consument en Veiligheid) doet op dit moment onderzoek naar SEH (spoedeisende eerste hulp)-gewonde fietsers. Ook dat onderzoek kan inzicht geven in ongevalsbetrokkenheid en -omstandigheden van 'elektrische fietsers'.

Deze informatie kan geen antwoord geven op de vraag of elektrisch fietsen een groter risico heeft dan 'gewoon' fietsen. Praktijkonderzoek zal daar meer duidelijkheid over moeten geven. Daarvoor is het nodig om een case-controlle studie uit te voeren waarbij het aandeel ongevalsbetrokken elektrische fietsers vergeleken met het aandeel niet ongevalsbetrokken elektrische fietsers) in het verkeer en vervolgens te kijken hoe die verhouding is voor 'traditionele fietsers'.

Een alternatief is om te kijken naar het fietsgedrag en daarbij te kijken of fietsers op elektrisch fietsers zich gevaarlijker gedragen dan diezelfde fietsers op traditionele fietsen.

4.8. Elektrische voertuigen (auto's)

4.8.1. *Achtergrond van de risicofactor*

Bij lage snelheden – tot circa 20 km/uur – maken elektrische voertuigen vrijwel geen (motor)geluid. Boven deze snelheid overheerst vooral het geluid van de banden, hoewel dit erg afhangt van het type wegdek en het omgevingsgeluid. Dat elektrische voertuigen zo stil zijn, kan gevaarlijke situaties opleveren voor andere verkeersdeelnemers, en dan met name voor fietsers en voetgangers.

Uit Amerikaans onderzoek (Hanna, 2009) blijkt dat elektrische auto's op wegen met een lage snelheidslimiet vaker bij ongevallen met voetgangers zijn betrokken dan 'gewone' auto's. Deze cijfers zijn echter niet gecorrigeerd voor hun expositie. Dit is wel noodzakelijk: als elektrische auto's twee keer zoveel kilometers maken in stedelijke gebieden, is een hoger risico statistisch gezien al verklaarbaar. Voor de Nederlandse situatie is het aantal ongevallen met elektrische auto's te klein om tot een uitspraak te komen.

In een SWOV-enquête onder gebruikers van elektrische auto's en scooters, worden 'schrikreacties' van medeweggebruikers gemeld (Schoon & Huijskens, 2011). Ruim de helft van de gebruikers van elektrische voertuigen past daarom zijn rijgedrag aan. Verder blijkt uit dit rapport dat slechtziende en blinde voetgangers zich zorgen maken over de opkomst van stille auto's.

Een mogelijke oplossing voor het probleem is om elektrische auto's te voorzien van geluidsignalen. Dit kan een continu geluid zijn (tot circa 20 km/uur), of een specifiek geluid bij het weggrijden en als er voetgangers of fietsers oversteken. Deze geluiden kunnen automatisch of door de bestuurder worden geactiveerd (bijvoorbeeld via de claxon). Er is nog geen onderzoek gedaan naar het effect van de verschillende geluiden.

Elektrische voertuigen hebben ook andere verkeersveiligheidsaspecten. We noemen er drie.

1. Elektrische auto's zijn vaak zwaarder dan conventionele auto's, waardoor de remmen, banden, besturing en vering extra worden belast en het rijgedrag kan veranderen.
2. De boordspanning van elektrische auto's (300-600V) is veel hoger dan die van een conventionele auto (12V). Bij calamiteiten kan kortsluiting ontstaan of kan het voertuig onder spanning komen te staan.
3. Volledig elektrische auto's zijn geheel afhankelijk van voldoende boordspanning. Raakt de accu leeg tot ongeveer 30%, dan wordt de snelheid begrensd op 50 km/uur. Op wegen met een hogere snelheidslimiet kan dat tot gevaarlijke situaties leiden. Als de accu helemaal leeg is, dan komt de auto zelfs tot stilstand.

Elektrische scooters

Ook elektrische (snor- en brom)scooters maken vrijwel geen geluid, wat vooral op een fietspad gevaarlijk kan zijn: fietsers horen de elektrische scooter niet aankomen als deze hen inhaalt (net als bij racefietsers).

Het snelheidsverschil tussen elektrische scooters en fietsers is ook een punt van zorg. Een enquête onder leveranciers wees uit dat deze de scooters afleveren met een marge van hooguit 5 km/uur boven de wettelijk toegestane snelheid (Schoon & Huijskens, 2011). Sommige leveranciers lieten weten dat het eenvoudig is om de elektromotor op een hogere snelheid af te stellen.

4.8.2. *Prevalentie: hoe vaak komt het voor?*

De elektrische voertuigen die in Nederland het meest voorkomen, zijn hybride personenauto's. De volledig elektrische personenauto moet zijn opmars nog beginnen. Verder zijn er enkele elektrisch aangedreven bussen, vrachtwagens, bestelauto's en motorfietsen. De verwachting is wel dat milieuvriendelijke bestelauto's, waaronder elektrische, de plaats van conventionele bestelauto's zullen innemen, met name voor de stedelijke distributie. Inmiddels zijn de volledig elektrische scooters al wel flink in opmars.

4.8.3. *Indicatie voor verkeersveiligheidseffect*

Uit het Amerikaanse ongevallenonderzoek van Hanna (2009) blijkt dat hybride personenauto's anderhalf keer zo vaak een botsing hebben met voetgangers en fietsers als normale auto's. Het betreft hier ongevallen op wegen met een lage snelheidslimiet. Ook hierbij is niet gecorrigeerd voor de expositie: het is immers waarschijnlijk dat hybride auto's juist in stedelijke gebieden relatief meer kilometers maken. Om het verschil in ongevallenfrequentie vast te stellen, is het beter om uit te gaan van het risico: het aantal ongevallen met fietsers en voetgangers gerelateerd aan het aantal gereden autokilometers.

Uit Nederlandse cijfers blijkt dat de aantallen ongevallen met elektrische auto's te klein zijn om tot uitspraken te komen. Verder ontbreken cijfers van het aantal afgelegde autokilometers van elektrische auto's in stedelijke gebieden.

Uit de eerder genoemde SWOV-enquête onder gebruikers van elektrische auto's en scooters, blijkt dat ruim de helft zich ervan bewust is met een 'stil'

voertuig te rijden en daarom het rijgedrag te hebben aangepast. Soms zien de bestuurders wel 'schrikreacties' bij medeweggebruikers omdat die het elektrische voertuig niet hoorden of zagen aankomen (Schoon & Huijskens, 2011).

Organisaties van visueel gehandicapten stellen dat gevaarlijke verkeerssituaties zich vooral voordoen tijdens het oversteken en het lopen op een parkeerterrein. Slechtziende en blinde voetgangers maken zich zorgen over de opkomst van stille auto's.

4.8.4. *Beleidsrelevantie*

De Nederlandse overheid stimuleert het rijden met elektrische auto's, onder met subsidies en belastingvoordelen en ook door er zelf mee te rijden. Verder zijn gemeenten actief om voldoende oplaadplaatsen te realiseren. Sommige gemeenten subsidiëren de aanschaf van elektrische scooters om het aantal bromfietsen met een vervuilende tweetaktmotor te reduceren.

Het is zaak om mogelijke negatieve gevolgen voor de verkeersveiligheid van elektrisch rijden te onderzoeken en om aanbevelingen te doen voor mogelijke interventies om eventuele negatieve gevolgen te verminderen. Daarbij moeten we met name kijken naar de afwezigheid van geluid bij elektrische auto's en scooters, en de gevolgen daarvan voor fietsers en voetgangers.

Voor bestuurders van zowel elektrische auto's als elektrische scooters lijkt een gedragscode gewenst.

4.8.5. *Onderzoekbaarheid*

Er zijn drie soorten onderzoek om de veiligheid van elektrisch rijden te verhogen:

1. monitoring van het aantal ongevallen in stedelijke gebieden en bepalen van het risico;
2. onderzoeken van het de interactie tussen de geluidsarme elektrische auto en kwetsbare verkeersdeelnemers (fietsers en voetgangers);
3. onderzoek naar elektrische snorscooters op fietspaden.

Monitoring van ongevallen en bepalen van het risico

We kunnen het risico van elektrische voertuigen onder meer bepalen op basis van ongevalgegevens. Daarvoor moeten we de ongevallen waarbij elektrische voertuigen zijn betrokken monitoren en onderzoek doen naar het verplaatsingsgedrag van elektrische voertuigen. Gezien het beperkte aantal elektrische voertuigen is het de vraag of we betrouwbare uitspraken kunnen doen over typen ongevallen of letsel die daarbij relatief vaak voorkomen.

Elektrische voertuigen en kwetsbare verkeersdeelnemers

Elektrische voertuigen maken bijna geen geluid. De vraag is in hoeverre dat leidt tot meer conflicten of ander gedrag bij andere, kwetsbare weggebruikers. We kunnen die vraag onderzoeken door te observeren hoe fietsers en voetgangers in het dagelijkse stedelijke verkeer reageren op elektrische voertuigen. Daarvoor kunnen we kleinschalige Naturalistic Driving-studies (ND-studies, zie *Paragraaf 3.5.1.*) uitvoeren voor verschillende type voertuigen:

- een ‘gewoon’ voertuig als referentie;
- een elektrisch voertuig;
- een elektrisch voertuig met kunstmatig toegevoegde geluiden.

Elektrische snorscooters op fietspaden.

Enquêtes en interviews met verkeersdeelnemers kunnen meer inzicht geven in de risico's van elektrische snorscooters op fietspaden. Daarnaast kan de politie informatie geven over de problemen met opgevoerde elektrische scooters. Ook anoniem onderzoek onder dealers kan daarover informatie opleveren.

5. Het risico van zware snelheidsovertredingen

In de vorige hoofdstukken hebben we een overzicht gegeven van mogelijke risicofactoren voor verkeersonveiligheid. In dit hoofdstuk nemen we één van deze factoren nader onder de loep: het risico van zware snelheidsovertredingen. Daarbij bepalen we het risicoverhogende effect van zware snelheidsovertredingen in vergelijking met lichte snelheidsovertredingen.

5.1. Inleiding

Verschillende studies wijzen erop dat een te hoge snelheid niet alleen leidt tot een grotere kans op een ongeval, maar ook de ernst van een ongeval verergert als dat eenmaal heeft plaatsgevonden (zie voor een overzicht van studies SWOV, 2012b en Aarts & Van Schagen, 2006). De vraag is daarbij: wat is een te hoge snelheid? 'Te hoog' betekent namelijk niet altijd alleen maar hoger dan de toegestane limiet. Een veilige snelheid is afhankelijk van meerdere factoren, zoals het wegtype, de verkeersomstandigheden, de weersomstandigheden, het voertuig en de bestuurder.

Als we er wel van uitgaan dat het risicovol is om harder te rijden dan de limiet, dan zou het aantal snelheidsboetes van een bestuurder een benadering kunnen zijn van dit risicovolle gedrag. Inderdaad toonde bijvoorbeeld Zaidel (2001) aan dat bestuurders die vaak bekeuringen ontvangen, vaker betrokken zijn bij ongevallen. Ook studies die gebaseerd zijn op zelfrapportage suggereren dat personen die veel overtredingen (zoals snelheidsovertredingen) begaan, vaker boetes krijgen en vaker betrokken zijn bij ongevallen (Mesken, Lajunen & Summala, 2002).

De SWOV (Goldenbeld et al., 2011b) deed onderzoek naar de relatie tussen overtredingen en ongevallen door twee bestanden te analyseren (zie ook *Paragraaf 5.2*):

1. een bestand met overtredingen van voertuigen die in 2009 bij een ongeval betrokken zijn geweest;
2. een bestand met een willekeurige selectie van voertuigen met ten minste één overtreding in 2009.

Hieruit bleek dat kentekens waarop meerdere snelheidsovertredingen waren geregistreerd, bij veel meer ongevallen betrokken waren dan kentekens met slechts een enkele snelheidsovertreding.

Herhaaldelijke snelheidsovertredingen lijken dus samen te hangen met ongevallen. De vraag daarbij is of het verschil maakt of iemand meerdere keren is bekeurd voor kleine overtredingen, of voor één of meer zware snelheidsovertredingen. Buitenlands onderzoek (Cooper, 1997) geeft hier inderdaad aanwijzingen voor. Een antwoord op de vraag is ook van belang voor het Nederlandse handhavingsbeleid: als er meer bekend is over zowel herhaaldelijke overtredingen als over de ernst van de overtredingen, dan kan het boetesysteem daarop worden aangepast. Daarnaast kan ook de handhavingscommunicatie hierop worden afgestemd, omdat er in het publieke debat steeds meer weerstand is tegen snelheidsboetes voor 'slechts' 5 km/uur te hard rijden. Dit komt de geloofwaardigheid van verkeershandhaving op snelheid ten goede.

5.2. Methode

De SWOV deed dus al eerder onderzoek naar de relatie tussen verkeers-overtredingen en kans om betrokken te raken bij een verkeersongeval (Goldenbeld et al., 2011b). Het onderzoek bestond uit een analyse van twee bestanden die werden aangeleverd door Centraal Justitieel Incassobureau (CJIB). Het eerste is een koppeling van twee bestanden. Het ene is van de Dienst Verkeer en Scheepvaart (DVS) van Rijkswaterstaat en bevat alle voertuigen die in 2009 betrokken waren bij een ongeval. Het andere is een CJIB-bestand met overtredingen in de periode 2005-2009. Deze gegevens samen vormen één bestand met alle overtredingen in 2005-2009 van voertuigen die in 2009 betrokken waren bij een ongeval.

Dit bestand is vervolgens vergeleken met een tweede bestand. Dat bevat een willekeurige selectie van voertuigen met ten minste één overtreding in 2009. Voor de uiteindelijke analyse zijn de voertuigen buiten beschouwing gelaten waarop in de twaalf maanden voor het ongeval geen overtreding is geconstateerd. Daardoor kunnen we het gekoppelde bestand met ongevallen en overtredingen beter vergelijken met het tweede analyse-bestand. Dit tweede bestand bevat namelijk alle overtredingen in 2005-2009 van een random selectie van voertuigen waarop in het jaar 2009 ten minste één overtreding is geconstateerd.

In beide bestanden gaat het om voertuigen en niet om personen. Daardoor is het lastig om een koppeling op persoonsniveau te maken. De reden is dat het CJIB de overtredingen registreert op het voertuig (het kenteken). Vervolgens gaat de boete naar de eigenaar van dat voertuig, die niet noodzakelijk de bestuurder was op het moment van de overtreding of het ongeval. Het is wel mogelijk om in beide bestanden het aantal overtredingen per jaar per voertuig te bepalen. Dat aantal overtredingen is in het onderzoek steeds naar boven afgerond.

Behalve het aantal snelheidsovertredingen is in beide bestanden voor ieder voertuig ook de maximale overschrijding van de snelheidslimiet bepaald. Op basis hiervan zijn de voertuigen in twee groepen verdeeld:

- voertuigen met meerdere snelheidsovertredingen waarvan er minstens één groter was dan 10 km/uur;
- voertuigen met meerdere snelheidsovertredingen die allemaal kleiner waren dan 10 km/uur.

Als eerste kijken we naar de groep voertuigen met alleen kleine snelheids-overtredingen. Op deze groep voeren we de volgende analyse uit. Stel dat $p(n)$ de kans is dat een voertuig met 'overtredingsfrequentie' n (dit betekent n overtredingen per jaar) in 2009 ten minste één keer betrokken raakt bij een ongeval. Met $q(n)$ noteren we het deel van de Nederlandse kentekens (waarvan er in totaal N zijn) met een overtredingsfrequentie gelijk aan n . Het aantal kentekens met n overtredingen, genoteerd als $A(n)$, is dan gelijk aan

$$A(n) = N \cdot q(n).$$

Hieruit kunnen we afleiden dat $B(n)$, gedefinieerd als het aantal kentekens met overtredingsfrequentie n en betrokken bij ten minste één ongeval in 2009, kan worden bepaald met

$$B(n) = A(n) \cdot p(n) = N \cdot q(n) \cdot p(n).$$

Hieruit volgt dat $p(n)$ kan worden geschat uit $A(n)$ en $B(n)$ volgens

$$p(n) = B(n) / A(n).$$

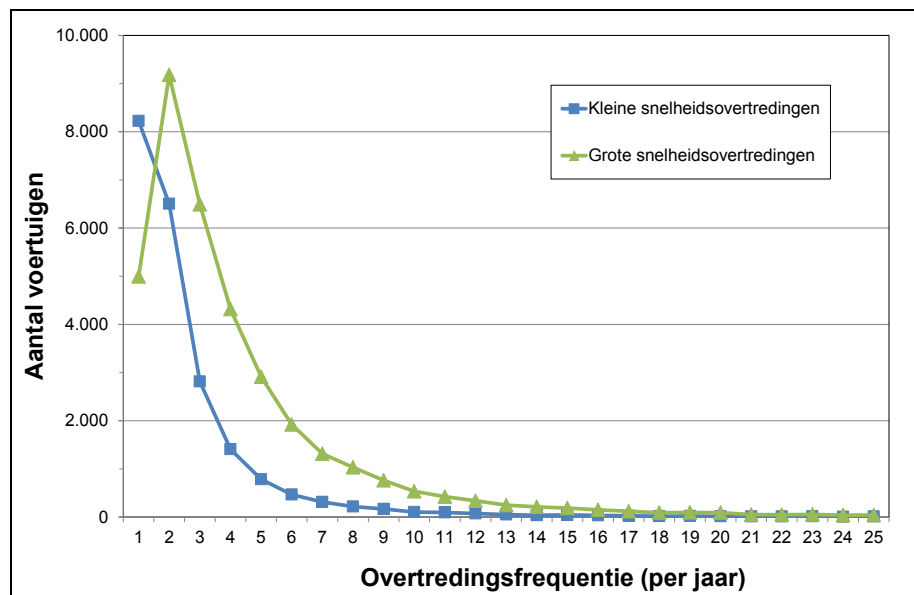
Door $p(n)$ te normeren op $n = 1$ (een overtreding per jaar), verkrijgen we een 'verhogingsfactor', genoteerd als $f(n)$, van de kans op een ongeval van kentekens gerelateerd aan n overtredingen, ten opzichte van de kans op een ongeval van kentekens met precies een overtreding per jaar:

$$f(n) = p(n) / p(1).$$

We voeren dezelfde analyse ook uit voor de groep voertuigen met minimaal één zware snelheidsovertreding. Door de resultaten met elkaar te vergelijken, kunnen we voor beide groepen het verschil vaststellen in de relatie tussen overtredingen en ongevalsbetrokkenheid. De resultaten daarvan staan in de volgende paragraaf.

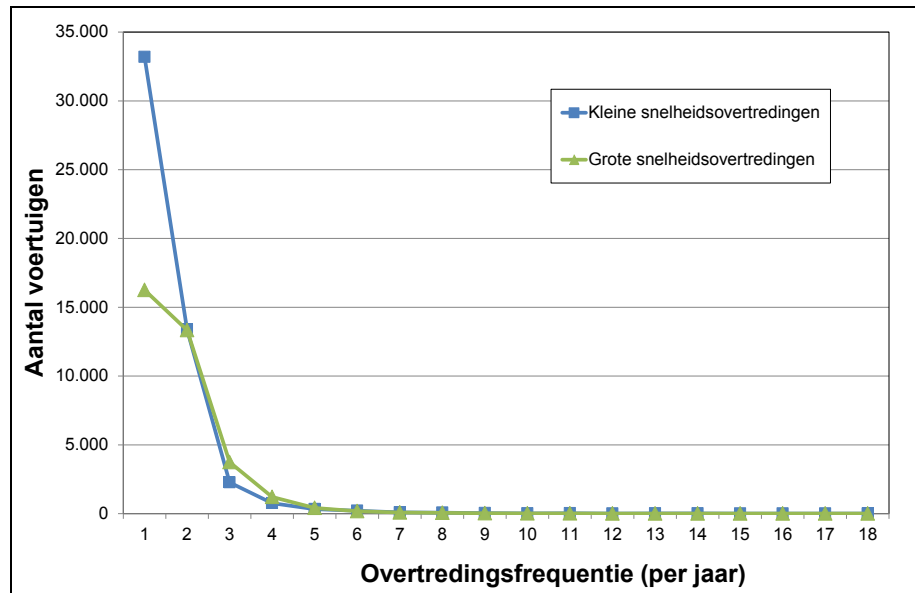
5.3. Resultaten

Afbeelding 5.1 toont voor beide groepen voertuigen in het gekoppelde bestand (dit zijn dus de voertuigen die in 2009 betrokken waren bij een ongeval), het aantal voertuigen per gegeven overtredingsfrequentie. Deze afbeelding moet als volgt worden gelezen. Er zijn bijvoorbeeld 100 voertuigen met gemiddeld 10 snelheidsovertredingen per jaar, die in 2009 zijn betrokken bij een ongeval waarbij alleen kleine snelheidsovertredingen zijn vastgesteld. Het aantal voertuigen per gegeven overtredingsfrequentie, neemt voor de groep voertuigen met alleen kleine snelheidsovertredingen iets sneller af dan voor de groep voertuigen met ten minste één zware snelheidsovertreding.



Afbeelding 5.1. Het aantal voertuigen met een gegeven overtredingsfrequentie in het gekoppelde bestand met ongevallen en overtredingen, voor voertuigen met alleen kleine snelheidsovertredingen en voor voertuigen met minimaal één zware snelheidsovertreding.

Afbeelding 5.2 laat hetzelfde zien als *Afbeelding 5.1*, maar dan voor de voertuigen in het tweede, random overtredingenbestand. Het aantal voertuigen voor beide groepen (met alleen kleine of met minimaal één zware snelheidsovertreding) neemt ongeveer even snel af bij een oplopende overtredingsfrequentie. Dat houdt in dat voertuigen die ten minste één zware snelheidsovertreding per jaar maken, niet vaker overtredingen begaan dan voertuigen die alleen maar kleine snelheidsovertredingen begaan.



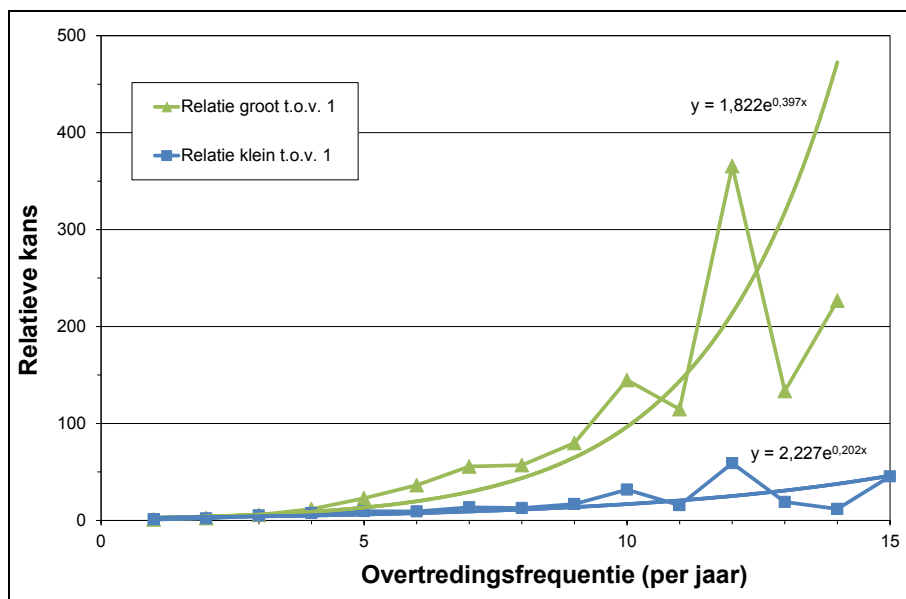
Afbeelding 5.2. Het aantal kentekens met een gegeven overtredingsfrequentie (aantal overtredingen per jaar) in het random bestand met overtredingen, voor voertuigen met alleen kleine snelheidsovertredingen en voor voertuigen met minimaal één zware snelheidsovertreding.

In *Paragraaf 5.2* hebben we gezien dat de kans $p(n)$ dat een voertuig met overtredingsfrequentie n betrokken raakt bij een ongeval, kan worden benaderd met

$$p(n) = B(n) / A(n),$$

Daarbij staat $B(n)$ voor het aantal bij ongevallen betrokken voertuigen met een overtredingsfrequentie gelijk aan n . $A(n)$ staat voor het aantal voertuigen met n overtredingen per jaar in het random bestand. Voor beide groepen voertuigen is $B(n)$ weergegeven in *Afbeelding 5.1* en $A(n)$ in *Afbeelding 5.2*. Uiteraard is $A(n)$ slechts een deel van het totale aantal voertuigen in Nederland met n overtredingen per jaar. Maar omdat we $p(n)$ normeren op $n = 1$, levert dit geen problemen op.

In *Afbeelding 5.3* is $f(n)$ – de kans op een ongeval ten opzichte van voertuigen die precies een overtreding per jaar maken – weergegeven voor zowel voertuigen met alleen kleine snelheidsovertredingen als voertuigen met minimaal één zware snelheidsovertreding. Ook de exponentiële trendlijnen zijn weergegeven; dit zijn de gestippelde lijnen. Het is duidelijk dat de kans om betrokken te raken bij een ongeval, groter is voor voertuigen die ten minste één zware snelheidsovertreding hebben begaan. Deze kans neemt ook sneller toe met een toenemende overtredingsfrequentie.



Abbeelding 5.3. De benadering van de kans dat een voertuig met een gegeven overtredingsfrequentie betrokken raakt bij een ongeval, ten opzichte van deze kans voor voertuigen met één overtreding per jaar, zowel op basis van de gegevens als een gefitte lijn, voor voertuigen met alleen kleine snelheidsovertredingen als voertuigen met minimaal één zware snelheidsovertreding.

5.4. Discussie en conclusie

Voertuigen die ten minste één zware snelheidsovertreding hebben begaan, hebben dus een grotere kans om betrokken te raken bij een ongeval dan voertuigen waarvan alleen kleine snelheidsovertredingen zijn geconstateerd. De kans neemt ook sneller toe met een toenemende overtredingsfrequentie. Bij een overtredingsfrequentie van 5 overtredingen per jaar is de relatieve kans van voertuigen met minstens één zware snelheidsovertreding bijna 2,5 keer zo hoog als die van de andere groep voertuigen; bij 14 overtredingen is dit opgelopen tot bijna 20 keer zo hoog. De studie die tot deze resultaten heeft geleid, kent echter wel een aantal beperkingen. Deze lichten we hieronder kort toe.

Ten eerste is de relatie tussen overtredingen en ongevallen onderzocht op voertuigniveau en niet op persoonsniveau. De reden hiervoor is dat een groot aantal (snelheids)overtredingen wordt vastgesteld met camera's. Daardoor is het niet bekend wie het voertuig bestuurde op het moment van de overtreding. Analyses naar leeftijd en geslacht zijn dan dus niet mogelijk. Ten tweede bevatte de gegevens die het CJIB leverde, geen zware overtredingen zoals *excessive speeding*, rijden onder de invloed en ander gevaarlijk gedrag.

Ook kon er in de studie geen rekening worden gehouden met de jaarlijkse afgelegde afstand van de verschillende groepen voertuigen. Deze zou de resultaten kunnen hebben beïnvloed: hoe meer afstand iemand aflegt, des te meer kans hij heeft op overtredingen en ongevallen. Het is echter moeilijk voor te stellen dat de gevonden resultaten slechts het resultaat zijn van

verschillen in afgelegde afstand: in dat geval zou de relatie tussen ongevallen en overtredingen lineair moeten zijn.

Ten slotte vermelden we nog dat het aantal voertuigen met meer dan vijftien overtredingen per jaar, in het gekoppelde ongevallenbestand veel hoger was dan in het random overtredingenbestand. In dit laatste bestand was het aantal voertuigen met meer dan vijftien overtredingen per jaar dusdanig klein dat ze niet konden worden meegenomen in de analyse.

6. Het risico van roodlichtnegatie

6.1. Inleiding

In *Paragraaf 3.2* bespraken we roodlichtnegatie als risicofactor voor de verkeersveiligheid. Aanvankelijk wilden we dit risico met dezelfde methode bepalen als beschreven in *Hoofdstuk 7*. Bij nader inzien ligt dat echter niet voor de hand: deze methode leidt namelijk niet tot een antwoord op de vraag hoe gevaarlijk het is om door rood te rijden, maar op de vraag hoeveel vaker bestuurders die wel eens door rood rijden en daarvoor bekeurd worden, bij een ongeval betrokken zijn. Het lijkt dus meer te gaan om een relatie tussen asociaal verkeersgedrag en verkeersongevallen, dan om het risico van roodlichtnegatie.

Dit bezwaar geldt overigens ook voor het risico van zware snelheids-overtredingen (*Hoofdstuk 7*): de methode bepaalt niet de relatie tussen te hard rijden en ongevallen als gevolg daarvan, maar de relatie tussen het krijgen van snelheidsboetes en de betrokkenheid bij ongevallen die niet noodzakelijkerwijs te maken hebben met te hard rijden. Toch is deze analyse wel van belang, omdat we daarmee de relatie kunnen vaststellen tussen het regelmatig overtreden van de verkeersregels en ongevals-betrokkenheid.

In het CJIB-bestand met overtredingen komt roodlichtnegatie nauwelijks voor. Circa 95% van de overtredingen zijn snelheidsovertredingen, slechts 2,5% betreft roodlichtnegaties. Kentekens met bekeuringen voor roodlichtnegatie kunnen daarom niet los worden gezien van kentekens met bekeuringen voor te hard rijden.

Onderzoek naar het risico van roodlichtnegatie moet gaan over het negeren van rood licht en het ontstaan van een ongeval als gevolg daarvan. De methode in *Hoofdstuk 7* is hier dus niet geschikt voor. In dit hoofdstuk werken we daarom enkele andere methoden uit om het risico van roodlicht-negatie te bepalen: observaties en vragenlijsten, een microsimulatiemodel en een logboek- of diepteonderzoek.

6.2. Observaties en vragenlijsten

Met observaties kunnen we een vergelijking maken tussen kruispunten met veel en met weinig roodlichtovertredingen. Op die manier kunnen we kijken naar het verschil in ongevallencijfers. Een vergelijkbaar onderzoek is uitgevoerd door VIA in Amersfoort (*Via Verkeersadvies*, 2005). Daarbij werd een groot aantal kruispunten met en zonder roodlichtcamera's met elkaar vergeleken met betrekking tot ongevallencijfers. Hieruit bleek dat het aantal letselongevallen op kruispunten met camera's ongeveer 20% lager lag dan dat op kruispunten zonder camera's. Hoewel het niet uit te sluiten is dat kruispunten met roodlichtcamera's ook op andere aspecten verschillen, geeft dit wel een indicatie van het risico van roodlichtnegatie.

Wanneer kruispunten worden geobserveerd (door mensen of met camera's), is het ook mogelijk om de kentekens te noteren van automobilisten die al dan niet door rood rijden en ze een vragenlijst toe te sturen. Een andere

mogelijkheid is om een tekstkar te plaatsen met een link naar een online vragenlijst. Die kan bijvoorbeeld vragen bevatten over de betrokkenheid bij ongevallen als gevolg van roodlichtnegatie. Deze gegevens kunnen dan worden gekoppeld aan de objectieve observatiegegevens.

6.3. Een microsimulatiemodel

Een microsimulatiemodel maakt een digitale simulatie van wegen in een netwerk en de kenmerken van voertuigen die op die wegen rijden. Zowel de wegen als de voertuigen krijgen in het model eigenschappen mee: bij wegen gaat het bijvoorbeeld om aantallen rijstroken en type kruispunten, bij voertuigen om gedragskenmerken van autobestuurders, zoals de volgafstand, de snelheid en de manier van inhalen.

Microsimulatiemodellen zijn oorspronkelijk ontwikkeld om de effecten te bepalen van infrastructurele en netwerkmaatregelen. Inmiddels worden de modellen ook toegepast om conflicten te berekenen. Zo vond Dijkstra (2011) een kwantitatieve relatie tussen enerzijds het aantal passerende voertuigen en het aantal (met het simulatiemodel) berekende (geschatte) conflicten, en anderzijds het aantal waargenomen ongevallen op kruispunten zonder verkeerslichten. Als we deze relatie toepassen op kruispunten met verkeerslichten, dan zien we dat het model slechts een derde van het aantal waargenomen ongevallen voorspelde. Ongetwijfeld had dit te maken met het ontbreken van conflicten die ontstaan door roodlichtnegatie: het model is namelijk zo ingesteld dat alle voertuigen bij verkeerslichten stoppen bij rood licht. Daardoor ontbreekt de meest kritieke manoeuvre, namelijk roodlichtnegatie². Om hiervoor te kunnen corrigeren, zou de kwantitatieve relatie moeten worden aangepast. Dat kan met gegevens over de frequentie van de roodlichtnegatie en van het aantal passerende voertuigen. Daarbij is het ook wenselijk om observaties mee te nemen van de conflicten die ontstaan door roodlichtnegatie.

Werkwijze

Om het risico van roodlichtnegatie met een microsimulatiemodel te bepalen, moeten we eerst beschikken over de volgende data:

- aantallen passerende voertuigen op kruispunten (deze zijn al beschikbaar);
- frequentie van roodlichtnegatie (via observaties, die onder meer al zijn uitgevoerd in de gemeente Amersfoort);
- observaties van conflicten als gevolg van roodlichtnegatie (deze moeten nog worden uitgevoerd, bij voorkeur op kruispunten in het gebied dat in het simulatiemodel is opgenomen).

Met deze gegevens kan de kwantitatieve relatie in het model worden aangepast. Zo kunnen we berekenen of het model waarin de voertuigen één keer in de zoveel tijd door rood rijden, een realistischer aantal conflicten berekent dan het huidige model. In dat geval kan gevarieerd worden met het percentage auto's dat door rood licht rijdt. Zo kunnen we het risico-verhogende effect bepalen van door rood rijden: het aantal conflicten waarbij

² Idealiter zou het simulatiemodel moeten worden aangepast, maar dat kan alleen de ontwikkelaar (het Schotse SIAS) doen. Bij een eerdere aanpassing op ons verzoek (ISA-module), bleek dat tamelijk lang te duren. Daarom is het efficiënter om de kwantitatieve relatie aan te passen.

niemand door rood rijdt, is de referentiesituatie; daar tegenover kunnen situaties worden gezet waarbij incidenteel of regelmatig door rood wordt gereden.

6.4. Roodlichtnegatie door fietsers: logboek- of diepteonderzoek

6.4.1. Prevalentie

Roodlichtnegatie door fietsers krijgt in het algemeen minder aandacht dan roodlichtnegatie door automobilisten. De meeste studies hebben betrekking op de prevalentie, oftewel hoe vaak het voorkomt. Uit een Australisch onderzoek op basis van geobserveerde kruispunten, blijkt dat 7% van de fietsers rood licht negeerden (Johnson et al., 2011). Het is echter de vraag of we dit onderzoek kunnen generaliseren naar de Nederlandse situatie. In ons land is de fiets immers een belangrijk vervoermiddel dat niet alleen recreatief wordt gebruikt.

Uit gegevens die zijn gebruikt voor het project Effecten van Verkeers-educatie Onderzoek (EVEO) (Twisk, Vlakveld & Commandeur, 2007), blijkt dat de Nederlandse situatie inderdaad anders is: 60 tot 70% van de (11- tot 13-jarige) deelnemers uit Utrecht zegt wel eens door rood te fietsen. Observatieonderzoek in Amsterdam (De Rooij & Van Dam, 2010) toont aan dat 29 tot 42% van de fietsers die op een kruispunt geconfronteerd worden met rood licht (gemeten op twee verschillende takken van hetzelfde kruispunt), dit rode licht negeren. In deze studie werden verschillende interventies onderzocht die tot doel hadden om het percentage roodlichtrijders terug te dringen; die conclusie kon niet worden hardgemaakt. De hier gepresenteerde cijfers hebben betrekking op de voormeting, dat wil zeggen de situatie zonder interventies.

Risico's

Een Vlaams rapport (Van Hout, 2007) dat zich baseert op Duits onderzoek, toonde aan dat in 3,1% van de ongevallen waarbij een fietser betrokken was, de fietser door rood was gereden. In 1,7% van de ongevallen was dit de tegenpartij. Hetzelfde rapport beschrijft een diepteonderzoek naar fietsongevallen (Populer, Dupriez & Vertriest, 2006), waarbij in 6 van de 107 ongevallen sprake was van roodlichtnegatie door fietsers. Verder zijn er maar weinig studies bekend die iets zeggen over het risico van fietsers die door rood rijden; toch lijkt het minstens evenveel risico in te houden als roodlichtnegatie door automobilisten. Daarnaast is het iets wat vooral veel voorkomt in de Nederlandse fiets georiënteerde maatschappij. Het is daarom opmerkelijk dat er nog nooit systematisch onderzoek is gedaan naar de risico's van dit gedrag.

6.4.2. Logboekonderzoek

Een mogelijkheid om het risico van roodlichtnegatie door fietsers te bepalen, is met een logboekonderzoek. Dit lijkt op een vragenlijstonderzoek: deelnemers wordt gevraagd om vragen te beantwoorden. Het verschil is dat de vragen meerdere malen gesteld worden en steeds zo kort mogelijk na verkeersdeelname; daardoor is de kans groter dat de deelnemer zich de situatie goed herinnert.

De deelnemers aan een logboekonderzoek krijgen een e-mail met een link naar een online logboek. Daarin registreren zij gedurende één werkweek van elke rit naar het werk of naar school welke kruispunten met verkeerslichten zij tegenkwamen, of het verkeerslicht op groen of op rood stond, of zij stopten of doorreden en of zich een gevaarlijke situatie voordeed. Zo worden per deelnemer minimaal tien logs verzameld waarin steeds de laatst afgelegde rit is gerapporteerd. Daarna krijgen de deelnemers nog een lijst met algemene vragen toegestuurd.

Dit onderzoek kan worden aangevuld met kruispuntobservaties, waarbij bekeken wordt hoe vaak het voorkomt dat een fietser door rood licht rijdt en hoe vaak dit gepaard gaat met een conflict. Deze observaties hebben alleen nut als aanvulling op het logboekonderzoek, omdat conflicten naar verwachting weinig voorkomen. Op dit moment voert de SWOV een onderzoek uit met gebruik van dit soort kruispuntobservaties.

Overigens is de logboekmethode vermoedelijk minder relevant voor roodlichtnegatie door automobilisten, omdat dit waarschijnlijk veel minder frequent voorkomt. Ook zullen automobilisten minder snel geneigd zijn om zelf te rapporteren dat ze door rood zijn gereden.

6.4.3. *Diepteonderzoek*

Diepteonderzoek is een andere methode om het risico van roodlichtnegatie door fietsers te bepalen. Dit jaar voert de SWOV een diepteonderzoek uit naar fietsongevallen. Daarbij wordt van een selectie van specifieke typen ongevallen zo veel mogelijk informatie verzameld over mens, voertuig en weg. Deze informatie wordt vervolgens geanalyseerd en gecategoriseerd om ongevals patronen te identificeren en beleidsaanbevelingen te doen. De SWOV verzamelt deze informatie aan de hand van interviews met betrokkenen en inspecties van voertuig en weg. Daarnaast wordt aanvullende informatie gevraagd bij politie en hulpverlenende instanties.

Roodlichtnegatie door fietsers speelt mogelijk een rol bij één of meerdere van de geselecteerde ongevallen in het SWOV-onderzoek. Daarbij is op dit moment nog niet duidelijk om welk specifiek type fietsongevallen het gaat. In het eerder genoemde Vlaamse diepteonderzoek (Van Hout, 2007) bleek dat door rood rijden weliswaar geen apart ongevalsprofiel vormde, maar wel een veel voorkomende fout of overtreding van fietsers was.

7. Conclusies

7.1. Is een epidemiologische benadering werkbaar?

Dit rapport is langs twee lijnen tot stand gekomen. Als eerste hebben we een selectie gemaakt binnen de grote hoeveelheid risicofactoren. Vervolgens hebben we geprobeerd om de risicoverhogende werking van één van deze factoren in kaart te brengen: zware snelheidsovertredingen. Daarbij hebben we gebruikgemaakt van een epidemiologische onderzoeksmethode. Die richt zich doorgaans op twee groepen: een groep die wel is blootgesteld aan de risicofactor en een groep die dat niet is.

Bij de selectiemethode hebben we gebruikgemaakt van expertmeningen, brainstormsessies en wetenschappelijke literatuur. Op die manier is snel in kaart te brengen aan welke kennis over welke risicofactoren de grootste behoefte bestaat. Om de hoogte van risicofactoren daadwerkelijk vast te stellen, moeten we uiteraard de gebruikelijke wetenschappelijke onderzoeksmethoden toepassen. In dit rapport hebben we dat gedaan door databestanden te analyseren.

De selectiemethode blijkt werkbaar voor in elk geval drie van de vier deelgebieden: gedragsfactoren, voertuigfactoren en omgevingsfactoren. Voor deze factoren kunnen we met de huidige kennis goed antwoord geven op de centrale vragen achter deze studie:

- Is de factor risicoverhogend?
- Is er nog onvoldoende kennis?
- Is de factor relevant voor beleid?
- Is de factor onderzoekbaar in Nederland?

Voor de infrastructuur is deze methode minder goed werkbaar, omdat die een enorme hoeveelheid kenmerken heeft waarbij het effect van maatregelen meestal niet kan worden vastgesteld. Overigens doen Elvik et al. (2009) dit wel voor een aantal infrastructurele kenmerken. Zo vergelijken zij wegen met obstakels langs de weg met wegen met obstakelvrije zones. Ze stellen vast dat het elimineren van deze risicofactor het aantal verkeersdoden met 7% kan reduceren. Ook Wijnen, Mesken en Vis (2010) geven effectschattingen; zoals al bleek in *Hoofdstuk 5*, gaat het hier echter om effecten van maatregelen en is het niet bekend hoeveel risico de afwezigheid van een bepaald kenmerk oplevert. Vooralsnog is deze selectiemethode voor infrastructurele kenmerken dus minder interessant.

Tot slot dwingt de epidemiologische benadering om na te denken over verkeersveiligheid vanuit een volksgezondheidsperspectief. Met deze methodiek kan het relatieve belang van verschillende risicofactoren op een meer formele manier worden vastgesteld.

7.2. Risicofactoren ten aanzien van gedrag

De selectiemethode heeft zes risicofactoren ten aanzien van gedrag opgeleverd die voldoen aan de vier vragen uit de vorige paragraaf:

- herhaaldelijke/zware snelheidsovertredingen;

- roodlichtnegatie;
- sociaal-culturele verschillen;
- ADHD;
- afleiding;
- vermoeidheid.

Wij concluderen dat het belang groot is om een kwantitatieve relatie aan te tonen tussen herhaaldelijke of zware snelheidsovertredingen en verkeersveiligheid. Daarmee zijn de redenen en omvang van sanctiemaatregelen beter te onderbouwen. De betreffende data zijn beschikbaar, al zijn ze nog niet optimaal.

Het is ook van belang om de hoogte te bepalen van het risico van roodlichtnegatie. Dat draagt onder meer bij aan gefundeerde keuzes over de inzet van roodlichtcamera's.

Twee andere risicofactoren hebben betrekking op persoonskenmerken: sociaal-culturele verschillen en ADHD. Daarbij concluderen wij dat het gewenst is om de verkeersrisico's naar sociaal-culturele verschillen in kaart te brengen. Door de politieke gevoeligheid van het onderwerp kan het echter lastig zijn om voldoende relevante data te verkrijgen.

De relatie tussen ADHD en verkeersrisico is wel aangetoond, maar nog niet in Nederland. In ons land is dit onderwerp vooral interessant omdat hier veel adolescente fietsers zijn, die wellicht door ADHD een hoger risico lopen om betrokken te zijn bij een verkeersongeval.

Tot slot hebben we twee risicofactoren besproken die te maken hebben met de tijdelijke staat van de bestuurder: afleiding en vermoeidheid. Er is in kaart gebracht hoe deze factoren de rijtaak kunnen beïnvloeden, maar het is nog niet goed duidelijk in hoeverre de aanpak ervan leidt tot minder ongevallen. Om dat te kunnen aantonen, is Naturalistic Driving-onderzoek of diepte-onderzoek nodig. Bij Naturalistic Driving is het nog wel de vraag welke indicatoren er voor risicoverhoging worden gebruikt: zijn incidenten of bijna-ongevallen goed genoeg als benadering van ongevallen (die maar weinig voorkomen)?

7.3. Risicofactoren ten aanzien van voertuigen

In dit rapport hebben we acht risicofactoren geselecteerd die te maken hebben met het voertuig. Deze zijn vervolgens onderverdeeld in voertuigtypen. Twee hiervan hebben betrekking op de motorfiets: de onopvallendheid van de motor en de bestuurder en het zogenoemde koud-opstaprisico. De onopvallendheid lijkt een rol te spelen bij het feit dat automobilisten op kruispunten vaak geen voorrang verlenen aan motoren. Daarvoor is echter nog weinig wetenschappelijk bewijs.

Een tweede risicofactor voor de motor is het zogenoemde koud-opstaprisico: het risico om na de winter voor het eerst weer te gaan motorrijden en betrokken te raken bij een ongeval. Uit een eerste analyse van ongevallengegevens blijkt echter dat van koud-opstaprisico geen sprake is.

Brom- en snorfietsen

Een andere risicofactor betreft specifiek het opvoeren van brom- en snorfietsen. Het blijkt lastig om het risico daarvan te onderzoeken. Het is wel mogelijk om te onderzoeken hoe vaak bromfietsen zijn opgevoerd. Om vast te stellen hoeveel risico dit met zich meebrengt, zou bij ongevallen met snor- en bromfietsen bekend moeten zijn of het betreffende voertuig was opgevoerd. Dit is echter niet het geval.

Vrachtverkeer

Twee andere risicofactoren gelden voor het vrachtverkeer: de dodehoekproblematiek en de hoge taakbelasting van vrachtwagenchauffeurs. Er is genoeg informatie over het risico van de dode hoek, maar er is minder bekend over de effecten van maatregelen tegen dodehoekongevallen.

Het dodehoekrisico hangt samen met de hoge taakbelasting van vrachtautochauffeurs. Diverse maatregelen en systemen kunnen de zichtbaarheid op ander verkeer verbeteren, maar de bestuurder blijft degene die de aandacht moet richten en veel informatie moet selecteren. Als de rijtaak veel van de bestuurder eist, dan kan dit een probleem zijn. De invloed van een hoge taakbelasting op het rijgedrag kan worden onderzocht in een rij simulator of met Naturalistic Driving. Het is moeilijk om vast te stellen hoeveel ongevallen bespaard kunnen worden als deze risicofactor niet aanwezig is, omdat het lastig is om te bepalen wat een hoge taakbelasting is. Bovendien verschilt dit van chauffeur tot chauffeur.

Winterbanden

Automobilisten die onder winterse omstandigheden geen winterbanden gebruiken, lopen meer risico dan automobilisten die dat wel doen. Om een goede inschatting te kunnen maken van de mate van risicoverhoging in Nederland, is nieuw onderzoek nodig. Een andere mogelijkheid is om buitenlandse studies te vertalen naar de Nederlandse situatie.

Elektrische fiets en andere elektrische voertuigen

De laatste voertuigfactor betreft elektrische voertuigen. Bij zowel de elektrische fiets als de elektrische auto zijn er indicaties voor een risicoverhoging. Kwantitatieve gegevens zijn echter nog niet beschikbaar. De vraag is met welke referentiegroep we de voertuigen moeten vergelijken. Als dat duidelijk is, kan onderzocht worden of de ene groep inderdaad vaker bij ongevallen betrokken is dan de andere.

7.4. Risicofactoren ten aanzien van weg en omgeving

Door de enorme hoeveelheid weg- en omgevingskenmerken is het meestal niet bekend tot hoeveel meer risico de eliminatie van een specifiek kenmerk leidt. Soms is er wel onderzoek naar een kenmerk gedaan in de maatregelensfeer; daarbij wordt dan een inschatting wordt gemaakt van het effect van de betreffende maatregel.

Voorbeelden van omgevingsrisicofactoren zijn rijden in het donker, rijden in slechte weersomstandigheden en verkeersdrukke (zie ook *Bijlage 3*). Van deze factoren is de risicoverhoging grotendeels bekend. Om maatregelen te kunnen ontwikkelen, zou de relatie tussen deze factoren en het risico nauwkeuriger moeten worden berekend. Zo lijkt met toenemende verkeersdrukke het aantal ongevallen toe te nemen, maar het aantal

ongevallen per afgelegde kilometer lijkt juist te dalen. Ook lijkt de kans op bepaalde typen ongevallen toe te nemen. Dat kan komen door indirecte effecten, bijvoorbeeld doordat bij grote drukte de snelheidsverschillen groter zijn.

7.5. **Het risico van zware snelheidsovertredingen**

In dit rapport is het risico bepaald van zware snelheidsovertredingen. We hebben gekeken of voertuigen die alleen kleine overtredingen hebben begaan, minder vaak bij ongevallen betrokken zijn dan voertuigen met evenveel overtredingen waarvan er minimaal één groter is dan 10 km/uur. Het onderzoek toont aan dat dit inderdaad het geval is. Vergeleken met voertuigen met slechts één overtreding, neemt de kans om bij een ongeval betrokken te raken toe bij meerdere overtredingen. Deze kans neemt zelfs veel sterker toe als minimaal één van deze overtredingen een zware overtreding betreft.

Idealiter zouden we als referentiegroep ongevalgegevens willen hebben van voertuigen met geen enkele snelheidsovertreding. Gegeven de gebruikte CJIB-bestanden was dit echter niet mogelijk. Toekomstig onderzoek zou zich kunnen richten op deze relatie, met een referentiebestand van ongevalsbetrokken voertuigen die niet in de CJIB-database voorkomen. Daarbij is het ook wenselijk om de relatie te leggen op persoonsniveau in plaats van op voertuigniveau. Op die manier kunnen kenmerken als geslacht, leeftijd en kilometrage in het onderzoek worden meegenomen.

7.6. **De onderzoekbaarheid van roodlichtnegatie**

Met dezelfde methode wilden we ook de risicoverhoging van roodlichtnegatie vaststellen. Hiervoor bleken de gegevens echter niet geschikt. Daarom hebben we in dit rapport gekeken naar andere methoden om het risico van deze factor te bepalen: observaties en vragenlijsten, modellering en dieptestudies of logboeken.

Met observaties zouden kruispunten met respectievelijk veel en weinig roodlichtnegaties kunnen worden vergeleken op ongevallencijfers. Daarbij is het ook mogelijk om bestuurders – op basis van het kenteken – een vragenlijst toe te sturen. Die kan bijvoorbeeld vragen bevatten over de (zelfgerapporteerde) betrokkenheid bij ongevallen als gevolg van roodlichtnegatie.

Een andere mogelijkheid is het gebruik van een microsimulatiemodel. Daarmee kunnen we op basis van (gesimuleerde) weg- en voertuigenkenmerken het aantal conflicten berekenen (schatten) op kruispunten met en zonder verkeerslichten. Voor die schatting hebben we wel informatie nodig over de frequentie van roodlichtnegatie. Die hebben we nu niet: in de huidige modellen stoppen alle voertuigen namelijk voor rood licht.

Tot slot kunnen we roodlichtnegatie onderzoeken met diepteonderzoek of met logboeken. Daarmee verzamelen we een grote hoeveelheid informatie over een beperkte groep ongevallen of proefpersonen. Met diepteonderzoek kunnen we van een aantal ongevallen met specifieke kenmerken vaststellen of roodlichtnegatie een rol speelde. Met een logboekmethode kan aan

verkeersdeelnemers (fietsers of automobilisten) worden gevraagd om in een bepaalde periode bij te houden wat hun gedrag is bij verkeerslichten en of er sprake is van gevaarlijke situaties.

7.7. Aanbevelingen

Dit rapport heeft enkele suggesties voor vervolgactiviteiten opgeleverd. Daarbij kan het enerzijds gaan om vervolgonderzoek en anderzijds om een andere vormgeving van de bestaande kennis: risico- en maatregelsheets.

7.7.1. Vervolgonderzoek

In dit rapport stonden risicofactoren centraal waarover nog onvoldoende bekend is. Over andere risicofactoren, zoals jonge bestuurders of alcohol en drugs, is al wel het een en ander bekend. Deze kennis is echter verspreid over verschillende factsheets, rapporten en overzichtsartikelen. Daarom is het aan te bevelen om van die risicofactoren eenzelfde gestructureerde beschrijving te maken.

Daarnaast is het wenselijk om aanvullend onderzoek te doen naar de hoogte van risicofactoren waarover nog onvoldoende bekend is. Roodlichtnegatie ligt daarbij het meest voor de hand.

7.7.2. Risico- en maatregelsheets

De factoren uit dit rapport kunnen worden samengevoegd met de beschrijvingen van risicofactoren waarvan de hoogte al bekend is. Dit levert een verzameling van factoren op die in de vorm van factsheets of op webpagina's kunnen worden ontsloten.

Soms is het lastig om onderscheid te maken tussen een risicofactor en een maatregel. Ze liggen wel in elkaars verlengde: we beschouwen een risicofactor als een onderliggend probleem waarvoor verschillende maatregelen denkbaar zijn. Zo is het verliezen van grip op glad wegdek een risicofactor voor het ontstaan van ongevallen; het gebruik van winterbanden of het strooien van zout zijn dan maatregelen, waarvan ook weer de effecten kunnen worden berekend.

In een vervolgproject ligt het voor de hand om deze zaken aan elkaar te koppelen. De genoemde factsheets of webpagina's kunnen dan worden gecentreerd rondom risicofactoren. Onder die risicofactoren kunnen dan verschillende maatregelsheets vallen, waarin ook de effecten van die maatregelen zijn opgenomen. In het SWOV-project 'Effecten van maatregelen' is hiermee al een begin gemaakt. Met die informatie kunnen beleidsmakers stap voor stap de volgende vragen nagaan:

- Is deze factor een verkeersveiligheidsprobleem?
- Zijn de risico's bekend en zo ja, hoeveel groter wordt het risico wanneer deze factor aanwezig is?
- Welke maatregelen zijn er beschikbaar om het risico te verlagen?
- Wat is er bekend over de effecten van maatregelen?

Literatuur

Aarts, L.T. & Schagen, I. van (2006). *Driving speed and the risk of road crashes: A review*. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 38, nr. 2, p. 215-224.

Aarts, L.T. & Nes, C.N. van (2007). *Een helpende hand bij snelhedenbeleid gericht op veiligheid en geloofwaardigheid; Eerste aanzet voor een beslissingsondersteunend instrument voor veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten*. D-2007-2. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Barkley, R.A. & Cox, D. (2007). *A review of driving risks and impairments associated with attention-deficit/hyperactivity disorder and the effects of stimulant medication on driving performance*. In: Journal of Safety Research, vol. 38, p. 113-128.

Biederman, J., Fried, R., Monuteaux, M.C., Reimer, B. et al. (2007). *A laboratory driving simulation for assessment of driving behavior in adults with ADHD: a controlled study*. In: Annals of General Psychiatry, vol. 6, nr. 4. doi:10.1186/1744-859X-6-4

Biervliet, N., Zandvliet, R., Schalkwijk, M. & Gier, M. de (2010). *PROV 2009: Periodiek Regionaal Onderzoek Verkeersveiligheid*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart DVS, Delft.

Bijleveld, F.D. & Churchill, T. (2009). *The influence of weather conditions on road safety: an assessment of the effect of precipitation and temperature*. R-2009-9. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.

Bos, J.M.J. (2001). *Door weer en wind: gevolgen van perioden met extreem weer voor de verkeersveiligheid*. R-2001-23. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

BOVAG-RAI (2011). *Mobiliteit in cijfers; Tweewielers 2011/2012*. Stichting BOVAG-RAI Mobiliteit, Amsterdam.

Brookhuis, K.A., Driel, C.J.G. van, Hof, T., Arem, B. van et al. (2009). *Driving with a congestion assistant; mental workload and acceptance*. In: Applied Ergonomics, vol. 40, nr. 6, p. 1019-1025.

Buitelaar, J.K. (2002). *Epidemiology: what have we learned over the last decade?* In: Sandberg, S. (red.), Hyperactivity and Attention-Deficit Disorders. 2nd ed. Cambridge University, Cambridge, p. 30-63.

Buitelaar, J.K. & Kooij, J.J.S. (2000). *Aandachtstekort/hyperactiviteitsstoornis - ADHD. Achtergronden, diagnostiek en behandeling*. In: Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde, vol. 144, p. 1716-1723.

CBR (2003). *Rijgeschiktheid van mensen met ADHD*. CBR-brochure. Centraal Bureau Rijvaardigheidsbewijzen CBR, Rijswijk.

Christie, N., Kimberlee, R., Towner, E., Rodgers, S. et al. (2011). *Children aged 9-14 living in disadvantaged areas in England: Opportunities and barriers for cycling*. In: Journal of Transport Geography, vol. 19, nr. 4, p. 943-949.

Connekt (2010). *Dodehoek Detectie en Signalerings Systemen (DDSS): Onderzoek naar de werking en de mogelijkheden*. Connekt, Delft.

Consumentenbond (2011). *Waarom winterbanden?* Geraadpleegd 24 november 2011 op www.consumentenbond.nl.

Cooper, P.J. (1997). *The relationship between speeding behaviour (as measured by violation convictions) and crash involvement*. In: Journal of Safety Research, vol. 28, nr. 2, p. 83-95.

Craen, S. de, Doumen, M.J.A., Bos, N.M. & Norden, Y. van (2011). *The roles of motorcyclists and car drivers in conspicuity-related motorcycle crashes*. R-2011-25. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Dijkstra, A. (2011). *En route to safer roads: how road structure and road classification can affect road safety*. Proefschrift Universiteit Twente. SWOV-Dissertatiereeks, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Duivendoorn, C.W.A.E. (2010). *The relationship between traffic volume and road safety on the secondary road network: a literature review*. D-2010-2. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.

Eenink, R.G. (2009). *Verkeersveiligheidseffecten van Anti-Ongevalsysteem*. R-2009-11. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Elvik, R., Høy, A., Vaa, T. & Sørensen, M. (2009). *The handbook of road safety measures*. 2nd ed. Emerald Group Publishing Limited, Bingley, UK.

Fischer, M., Barkley, R.A., Smallish, L. & Fletcher, K. (2007). *Hyperactive children as young adults: Driving abilities, safe driving behavior, and adverse driving outcomes*. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 39, nr. 1, p. 94-105.

Goldenbeld, C., Davidse, R.J., Mesken, J. & Hoekstra, A.T.G. (2011a). *Vermoeidheid in het verkeer: Prevalentie en statusonderkenning bij automobilisten en vrachtautochauffeurs. Een vragenlijststudie onder Nederlandse rijbewijsbezitters*. R-2011-4. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Goldenbeld, C., Houtenbos, M. & Ehlers, E. (2010). *Gebruik van draagbare media-apparatuur en mobiele telefoons tijdens het fietsen; Resultaten van een grootschalige internetenquête*. R-2010-5. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Goldenbeld, C., Reurings, M.C.B., Norden, Y. van & Stipdonk, H.L. (2011b). *Relatie tussen verkeersovertredingen en verkeersongevallen; Verkennend onderzoek op basis van CJB-gegevens*. R-2011-19. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Goldenbeld, C. & Twisk, D.A.M. (2009). *Verkeersovertredingen, veelplegers en verkeersonveiligheid: kennis uit bestaand onderzoek*. R-2009-7. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Gordon, C. (2008). *Crash studies of driver distraction*. In: Regan, M.A., Lee, J.D. & Young, K.L. (red.), *Driver distraction: Theory, effects and mitigation*. CRC Press, Boca Raton, FL.

Hanna, R. (2009). *Incidence of pedestrian and bicyclist crashes by hybrid electric passenger vehicles; Technical Report*. DOT 811 204. U.S. Department of Transportation (DOT), National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), Washington, D.C.

Hendriksen, I., Engbers, L., Schrijver, J., Gijlswijk, R. van et al. (2008). *Elektrisch Fietsen: Marktonderzoek en verkenning toekomstmogelijkheden*. TNO Kwaliteit van leven, Leiden.

Hendriksen, I. & Gijlswijk, R. van (2010). *Fietsen is groen, gezond en voordelig: Onderbouwing van 10 argumenten om te fietsen*. TNO Kwaliteit van leven, Leiden.

Hickman, J.S., Hanowski, R.J. & Bocanegra, J. (2010). *Distraction in commercial trucks and buses: assessing prevalence and risk in conjunction with crashes and near-crashes*. Federal Motor Carrier Safety Administration, Washington D.C.

Hoedemaeker, D.M., Doumen, M.J.A., Goede, M. de, Hogema, J.H. et al. (2010). *Modelopzet voor Dodehoek Detectie en Signalerings Systemen (DDSS)*. TNO Defensie en Veiligheid, Soesterberg.

Hout, K. van (2007). *De risico's van fietsen: Feiten, cijfers en vaststellingen*. Steunpunt Verkeersveiligheid, Diepenbeek.

Intomart GfK (2010). *Effectmeting Regioplannen 2010: Landelijke rapportage*. Intomart GfK, Hilversum.

Johnson, M., Newstead, S., Charlton, J. & Oxley, J. (2011). *Riding through red lights: The rate, characteristics and risk factors of non-compliant urban commuter cyclists*. In: *Accident Analysis & Prevention*, vol. 43, nr. 1, p. 323-328.

Junger, M. & Steehouwer, L.C. (1991). *Verkeersongevallen bij kinderen uit etnische minderheden*. In: *Migrantenstudie*, vol. 7, nr. 2, p. 15-27.

Klauer, S.G., Dingus, T.A., Neale, V.L., Sudweeks, J. et al. (2006). *The impact of driver inattention on near-crash/crash risk: An analysis using the 100-Car Naturalistic Driving Study data*. Virginia Tech Transportation Institute, Blacksburg, Virginia.

Loijen, J. (2011). *Elektrische fietsen in de stroomversnelling: Een onderzoek naar de effecten van bezit en gebruik van fietsen met elektrische trapondersteuning*. Stagerapport Master Transport & Planning, Faculteit Civiele Techniek TU Delft, Delft.

Males, M. (2009). *Skeptical appraisal: Does the adolescent brain make risk taking inevitable?* In: Journal of Adolescent Research, vol. 24, nr. 3, p. 3-20.

Marchesini, P. & Weijermars, W.A.M. (2010). *The relationship between road safety and congestion on motorways: a literature review of potential effects*. R-2010-12. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.

Massen, K. & Jongh, J. de (2010). *Winterproof de weg op: Onderzoek naar hoe Nederlanders zich (verzekeringstechnisch) voorbereiden op de winter*. Ruigrok Netpanel, Amsterdam.

Mesken, J., Lajunen, T. & Summala, H. (2002). *Interpersonal violations, speeding violations and their relation to accident involvement in Finland*. In: Ergonomics, vol. 45, nr. 7, p. 469 - 483.

Methorst, R., Schepers, J.P. & Vermeulen, W. (2011). *Snorfiets op het fietspad*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart DVS, Delft.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2010). *Actieplan verbetering verkeersveiligheid motorrijders; Plan van aanpak*. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2008). *Maatregelen verkeersveiligheid*. Brief van de Minister van Verkeer en Waterstaat aan de Tweede Kamer, 29398, nr. 120, vergaderjaar 2007-2008. Sdu Uitgevers, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2010). *Algemeen overleg verkeersveiligheid 12 mei 2010*. Brief van de Minister van Verkeer en Waterstaat aan de Tweede Kamer VENW/DGMO-2010/4482 6-5-2010. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Mobiliteit, Den Haag.

Neider, M.B., McCarley, J.S., Crowell, J.A., Kaczmarek, H. et al. (2010). *Pedestrians, vehicles, and cell phones*. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 42, nr. 2, p. 589-594.

Nieuwenhuijzen, M., Junger, M., Klein Velderman, M., Wiefferink, K. et al. (2009). *Clustering of health-compromising behavior and delinquency in adolescents and adults in the Dutch population*. In: Preventive Medicine, vol. 48, p. 572-578.

NVVC (2011). *Hartwijzer: Risicofactoren*. Geraadpleegd 17 november 2011 op www.hartwijzer.nl/Risicofactoren.php Nederlandse Vereniging voor Cardiologie.

- Olson, R.L., Hanowski, R.J., Hickman, J.S. & Bocanegra, J. (2009). *Driver distraction in commercial vehicle operations*. US Department of Transportation, Washington D.C.
- Peden, M., Scurfield, R., Sleet, D., Mohan, D. et al. (2004). *World report on road traffic injury prevention*. World Health Organization, Geneva.
- Populer, M., Dupriez, B. & Vertriest, M. (2006). *Fietsongevallen in stedelijke omgeving : drie jaar (1998-2000) letselongevallen met fietsers op de gewestwegen van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest*. Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid BIVV, Brussel.
- Porter, B.E. & Berry, T.D. (2001). *A nationwide survey of self-reported redlightrunning: measuring prevalence, predictors, and perceived consequences*. In: *Accident Analysis & Prevention*, vol. 33, nr. 6, p. 735-741.
- Porter, B.E. & England, K.J. (2000). *Predicting red-light running behavior: A traffic safety study in three urban settings*. In: *Journal of Safety Research*, vol. 31, nr. 1, p. 1-8.
- Ranney, T.A., Mazzae, E., Garrott, R. & Goodman, M.J. (2000). *NHTSA driver distraction research: past, present, and future*. National Highway Traffic Safety Administration NHTSA, Washington D.C.
- Redelmeier, D.A. & Tibshirani, R.J. (1997). *Association between cellular-telephone calls and motor vehicle collisions*. In: *The New England Journal of Medicine*, vol. 336, nr. 7, p. 453-458.
- Reurings, M.C.B. & Bos, N.M. (2009). *Ernstig gewonde verkeersslachtoffers in Nederland in 1993-2008; Het werkelijke aantal in ziekenhuizen opgenomen verkeersslachtoffers met een MAIS van ten minste 2*. R-2009-12. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- Rijksvoorlichtingsdienst (2010). *Campagne 'Afleiding in het Verkeer & Rij Voorbereid (L41). Eindrapportage campagne-effectonderzoek*. Ministerie van Algemene Zaken, Den Haag.
- Rooij, N. de & Dam, B. van (2010). *Een kijk op roodlichtrijders: De ontwikkeling van een communicatieve interventie voor de vermindering van roodlichtnegatie door fietsers in Amsterdam*. Scriptie Radboud Universiteit Nijmegen. Radboud Universiteit Nijmegen, Nijmegen.
- Schoon, C.C., Doumen, M.J.A. & Bruin, D. de (2008). *De toedracht van dodehoekongevallen en maatregelen voor de korte en lange termijn*. R-2008-11A. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- Schoon, C.C. & Huijskens, C.G. (2011). *Verkeersveiligheidsconsequenties elektrisch aangedreven voertuigen: een eerste verkenning*. R-2011-11. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Schrijvers, C.T.M. & Storm, I. (2009). *Naar een integrale aanpak van gezondheidsachterstanden: Een beschrijving van beleidsmaatregelen binnen en buiten de volksgezondheidssector*. RIVM-rapport 270171001/2009. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven.

Steenbergen, J.E.V., Schulpen, T.W.J., Hoogenboezem, J.A.N., Driel, H.F.V. et al. (1999). *Ethnicity and childhood mortality in The Netherlands*. In: *The European Journal of Public Health*, vol. 9, nr. 3, p. 205-210.

Stelling, A. & Hagenzieker, M.P. (2012). *Afleiding in het verkeer; Een overzicht van de literatuur*. R-2012-4. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Stutts, J., Feaganes, J., Reinfurt, D., Rodgman, E. et al. (2005). *Driver's exposure to distractions in their natural driving environment*. In: *Accident Analysis & Prevention*, vol. 37, nr. 6, p. 1093-1101.

SWOV (2009a). *Brom- en snorfietsers*. SWOV-Factsheet, maart 2009. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2009b). *Dodehoekongevallen*. SWOV-Factsheet, mei 2009. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2010). *Motorrijders*. SWOV-Factsheet, december 2010. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2012a). *De invloed van het weer op de verkeersveiligheid*. SWOV-Factsheet, februari 2012. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2012b). *De relatie tussen snelheid en ongevallen*. SWOV-Factsheet, april 2012. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2012c). *Risico in het verkeer*. SWOV-Factsheet, juli 2012. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Tingvall, C. & Haworth, N. (1999). *Vision Zero: an ethical approach to safety and mobility*. In: 6th ITE International Conference Road Safety & Traffic Enforcement: Beyond 2000, 6-7, september 1999, Melbourne.

Twisk, D.A.M., Vlakveld, W.P. & Commandeur, J.J.F. (2007). *Wanneer is educatie effectief? Systematische evaluatie van educatieprojecten*. R-2006-28. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, Leidschendam.

UMC Utrecht (2011). *Risicofactoren*. Geraadpleegd 17 november 2011 op www.umcutrecht.nl/subsite/Vasculair-Preventie-Programma/Patienten/Risicofactoren.

Vaa, T. (2003). *Impairments, diseases, age and their relative risks of accident involvement: Results from a meta analysis*. Deliverable R1.1. in EU-project IMMORTAL. TØI report 690/2003. Institute of Transport Economics TØI, Oslo.

Vaa, T., Elvebakk, B. & Fjellestad, K. (2008). *ADHD and road accident risk*. TØI report 987/2008. Institute of Transport Economics TØI, Oslo.

Vaco (2010). *Winterbanden leiden tot minder schades*. In: Vaco Nieuws, vol. december 2010, p. 12-13.

Vanlaar, W., Simpson, H., Mayhew, D. & Roberston, R. (2008). *Fatigued and drowsy driving: a survey of attitudes, opinions and behaviors*. In: Journal of Safety Research, vol. 39, nr. 3, p. 303-309.

Via Verkeersadvies (2005). *Verkeersveiligheidsanalyses Gemeente Amersfoort*. Via Verkeersadvies, Vught.

Violanti, J.M. & Marshall, J.R. (1996). *Cellular phones and traffic accidents: an epidemiological approach*. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 28, p. 265-270.

Vries, K. de (2011). *Onderzoek opvoeren brom- en snorfietsen. Maatregelen voor het tegengaan van opvoeren*. Hogeschool Rotterdam, Rotterdam.

Waard, D. de, Schepers, P., Ormel, W. & Brookhuis, K. (2010). *Mobile phone use while cycling: Incidence and effects on behaviour and safety*. In: Ergonomics, vol. 53, nr. 1, p. 30-42.

Wegman, F.C.M. & Aarts, L.T. (red.) (2005). *Door met Duurzaam Veilig : nationale verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 2005-2020*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Weiss, G., Hechtman, L. & Milroy, T. (1985). *Psychiatric status of hyperactives as adults: a controlled prospective 15-year follow-up of 63 hyperactive children*. In: Journal of the American Academy of Child Psychiatry, vol. 24, nr. 2, p. 211-220.

Wells, S., Mullin, B., Norton, R., Langley, J. et al. (2004). *Motorcycle rider conspicuity and crash related injury : case-control study*. In: British Medical Journal, 2004;328:857. doi:10.1136/bmj.37984.574757.EE

WHO (2011). *Risk factors*. Geraadpleegd 17 november 2011 op www.who.int/topics/risk_factors/en.

Wijnen, W., Mesken, J. & Vis, M.A. (2010). *Effectiviteit en kosten van verkeersveiligheidsmaatregelen*. R-2010-9. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Wilschut, E.S., Meijering, V., Merkus, B., IJsselsteijn, W. et al. (2010). *Dode hoek Detectie en Signalerings systemen (DDSS): concepten van signalering*. TNO Defensie en Veiligheid, Soesterberg.

Zaidel, D. (2001). *Non-compliance and accidents*. Working paper 3. Work package 2 of the ESCAPE project, Contract N: RO-98-R. Technical Research Centre of Finland VTT, Espoo, Finland.

Bijlage 1

Longlist en shortlist risicofactoren

Longlist risicofactoren gedrag

| | Risicoverhogend | Nog onvoldoende kennis | Relevant voor beleid | Onderzoekbaar in Nederland |
|-----------------------------------|-----------------|------------------------|----------------------|----------------------------|
| <i>Vervoerswijzekeuze</i> | | | | |
| Elektrische voertuigen | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Brommobiel | ✗ | ✓ | ✗ | ✓ |
| Fietsers en voetgangers | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Motorrijders | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Brommers en scooters | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Fun-voertuigen ³ | ? | ✓ | ✓ | ✓ |
| <i>Stabiele persoonskenmerken</i> | | | | |
| Leeftijd | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Geslacht | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Onervarenheid | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Sociaal-culturele achtergrond | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Trait Anger ⁴ | ✓ | ✗ | ? | ✓ |
| Sensation Seeking ⁵ | ✓ | ✗ | ? | ✓ |
| Narcisme | ? | ✗ | ? | ✓ |
| ADHD | ✓ | ✓ | ? | ✓ |
| Type A | ✓ | ✗ | ? | ✓ |
| Extraversie | ? | ✗ | ? | ✓ |
| Gevaarherkenning | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |

³ Met fun-voertuigen worden lichte gemotoriseerde voertuigen bedoeld die voornamelijk voor recreatieve doeleinden worden gebruikt. Voorbeelden zijn de Segway en de Trikke.

⁴ De neiging om boos te worden in het dagelijks leven.

⁵ De behoefte om op zoek te gaan naar spanning, nieuwe ervaringen en sensaties

| | Risicoverhogend | Nog onvoldoende kennis | Relevant voor beleid | Onderzoekbaar in Nederland |
|---|-----------------|------------------------|----------------------|----------------------------|
| Cognitieve stijl | ✓ | ✗ | ? | ✓ |
| <i>Chronische ziekten / beperkingen</i> | | | | |
| Diabetes | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Parkinson | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Slaapziekten | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Visuele beperkingen | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Dementie | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Epilepsie | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Autisme | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| <i>Tijdelijke staat</i> | | | | |
| Afleiding | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Vermoeidheid | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Gebruik medicijnen | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Alcohol en drugs | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Agressie | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Emoties en stress | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| <i>Gevaarlijk gedrag</i> | | | | |
| Bellen tijdens het rijden | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Snelheid | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Herhaaldelijke overtredingen | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Bumperkleven | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Roodlichtnegatie | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| <i>Gebruik beschermende kleding, voorwerpen of techniek</i> | | | | |
| Gordels | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |

| | Risicoverhogend | Nog onvoldoende kennis | Relevant voor beleid | Onderzoekbaar in Nederland |
|--------------------------------------|-----------------|------------------------|----------------------|----------------------------|
| Beschermende / reflecterende kleding | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Winterbanden | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Kinderzitjes | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Helmen | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Licht overdag | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |

Shortlist risicofactoren gedrag

| | | | | |
|-------------------------------|---|---|---|---|
| Herhaaldelijke overtredingen | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Roodlichtnegatie | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Sociaal-culturele achtergrond | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| ADHD | ✓ | ✓ | ? | ✓ |
| Afleiding | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Vermoeidheid | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Elektrische voertuigen | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

Longlist risicofactoren voertuig

| | Risicoverhogend | Nog onvoldoende kennis | Relevant voor beleid | Onderzoekbaar in Nederland |
|--|-----------------|------------------------|----------------------|----------------------------|
| <i>Gemotoriseerde tweewielers (GTW)</i> | | | | |
| Onopvallendheid van de motor en de bestuurder | ✓ | ? | ✓ | ✓ |
| Day time running lights | ✓ | ✗ | ✗ | ? |
| Onveilige berm/geleiderail | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Koud-opstaprisico (zowel motorrijder als omgeving) | ? | ✓ | ✓ | ? |
| Evenwichtsvoertuig (instabiliteit) | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ |
| Afwezigheid ABS | ✓ | ✗ | ✓ | ? |
| Afwezigheid traction control voor GTW met een hoge massa of vermogen | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ |
| Weinig bescherming bij hoge snelheid | ✓ | ✗ | ? | ? |
| Afwezigheid tank airbag | ? | ✓ | ✗ | ✓ |
| Gebruik beschermende kleding/airbaghesje | ✓ | ✗ | ? | ? |
| Afwezigheid gordel | ? | ✓ | ✗ | ? |
| Opvoeren van brom- en snorfietsen, mede in relatie tot plaats op de weg voor snorfietsen | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Afwezigheid helm bij snorfietsen en fiets met hulpmotor | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| <i>Vracht- en bestelverkeer</i> | | | | |
| Aanwezigheid van een dode hoek | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ontbreken zijafscherming vrachtwagens | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Hoge massa | ✓ | ✗ | ✓ | ✗ |
| Overbelading van het voertuig | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Hoge taakbelasting | ✓ | ✓ | ? | ✓ |

| | Risicoverhogend | Nog onvoldoende kennis | Relevant voor beleid | Onderzoekbaar in Nederland |
|--|-----------------|------------------------|----------------------|----------------------------|
| <i>Personenauto's</i> | | | | |
| Aanwezigheid dikkere raamstijl bij grotere ruiten | ? | ? | ✗ | ? |
| Niet gebruiken van winterbanden | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Afwezigheid ABS/ ESC | ✓ | ✗ | ✗ | ✗ |
| Niet gebruiken van kindersitjes | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Niet aanwezig zijn voetgangervriendelijke fronten | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Leeftijd van het voertuig(park) | ✓ | ? | ✗ | ✗ |
| Elektrische ramen bij voertuig te water | ? | ? | ✗ | ✓ |
| SUV's | ✓ | ✗ | ✗ | ? |
| <i>Het niet gebruiken van in-carsystemen</i> | | | | |
| Afleiding door systemen (bedienen, gebruiken, luisteren, combinatie van systemen) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Navigatiesysteem | ? | ✗ | ✗ | ✓ |
| Forward collision warning | ? | ✗ | ✗ | ? |
| Speed limitation devices Speed Alert/ISA | ? | ✗ | ✗ | ? |
| Lane departure warning system | ? | ✗ | ✗ | ? |
| Intelligent seatbelt reminders | ? | ✗ | ✗ | ? |
| Dodehoekdetectiesystemen | ? | ✗ | ✗ | ? |
| Drowsiness-monitoring | ? | ✗ | ✗ | ? |
| <i>Lichte gemotoriseerde voertuigen</i> | | | | |
| Brommobielen – door wie worden ze gebruikt (jongeren, ouderen) en is het gevaarlijk? Plek op de weg? | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ |
| <i>Elektrische voertuigen</i> | | | | |
| Elektrische fiets | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

| | Risicoverhogend | Nog onvoldoende kennis | Relevant voor beleid | Onderzoekbaar in Nederland |
|-------------------------------|-----------------|------------------------|----------------------|----------------------------|
| Elektrische voertuigen (auto) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

Shortlist risicofactoren voertuig

| | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Onopvallendheid van de motor en de bestuurder | ✓ | ? | ✓ | ✓ |
| Koud-opstaprisico (zowel motorrijder als omgeving) | ? | ✓ | ✓ | ? |
| Opvoeren van brom- en snorfietsen, mede in relatie tot plaats op de weg voor snorfietsen | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Dodehoekproblematiek | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Hoge taakbelasting | ✓ | ✓ | ? | ✓ |
| Niet gebruiken van winterbanden | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Afleiding door systemen (bedienen, gebruiken, luisteren, combinatie van systemen). | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Elektrische fiets | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Elektrische voertuigen (afwezigheid van geluid) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

Risicofactoren weg

| | Risicoverhogend | Nog onvoldoende kennis | Relevant voor beleid | Onderzoekbaar in Nederland |
|--|-----------------|------------------------|----------------------|----------------------------|
| <i>Stroomweg (100-120 km/uur)</i> | | | | |
| Meer dan twee rijstroken per rijrichting | ✗ | ✓ | ✓ | ? |
| Te smalle rijstroken (wat is 'te smal'?) | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Plusstroken | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Bufferstroken | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Ontbreken van vluchtstrook (permanent versus tijdelijk; spitsstrook, tunnels, kunstwerken) | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Pechhaven i.p.v. vluchtstrook | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Aanwezigheid van weefvakken i.p.v. aparte toe- en afritten | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Locaties met toe- en afritten (of toe- en afrittendichtheid) | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Niet-fysieke rijrichtingscheiding | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Te lage stroefheid van wegdek | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Aanwezigheid gelijkvloerse kruisingen | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Ontbreken obstakelvrije zone (min. 13 m) of botsvriendelijke afscherming van obstakels | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Slecht ontworpen bochten (o.a. te krappe bochten) | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Ontbreken routeaanduiding | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Signalering afwezig of defect | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Te lage herkenbaarheid (diverse elementen: continuïteit en consistentie in wegontwerp) | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Ontbreken hectometeraanduiding | ✗ | ✓ | ✓ | ? |
| Ontbreken verlichting (bij nacht) | ✓ | ✓ | ✓ | ? |

| | Risicoverhogend | Nog onvoldoende kennis | Relevant voor beleid | Onderzoekbaar in Nederland |
|--|-----------------|------------------------|----------------------|----------------------------|
| Aanwezigheid van file (I/C verhouding > 0,8) | ? | ✓ | ✓ | ? |
| <i>Gebiedsontsluitingsweg bubeko</i> | | | | |
| Te smalle rijstroken | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Aanwezigheid van tunnel | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Te brede rijstroken en weg | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Te lange rechtstanden | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Open wegbeeld | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Ontbreken niet-fysieke rijrichtingscheiding | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Inhalen toegestaan | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Te lage stroefheid van wegdek | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Zachte/ onverharde bermen | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Ontbreken van of onvoldoende obstakelvrije zone of afscherming obstakels, steile taluds, of wallen | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Slecht ontworpen bochten (o.a. te krappe bochten) | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Aanwezigheid/hoge dichtheid van erfaansluitingen | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Grote zijwegendichtheid | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Ontbreken van voldoende snelheidsremming op kruisingen | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Kruispunt met VRI (zonder plateau) | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Kruispunt met geregelde voorrang (zonder VRI) | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Te lage herkenbaarheid (diverse elementen: continuïteit en consistentie in wegontwerp) | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Fietsers op de rijbaan | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Fietsers op suggestiestrook | ✓ | ✓ | ✓ | ? |

| | Risicoverhogend | Nog onvoldoende kennis | Relevant voor beleid | Onderzoekbaar in Nederland |
|--|-----------------|------------------------|----------------------|----------------------------|
| Fietsers op enkel vrij liggend fietspad (fietspad met twee rijrichtingen) | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Fietsers op parallelweg (ETW) met landbouwverkeer | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Overstekende fietsers en voetgangers (traverse) | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Aanwezigheid openbaar vervoerhaltes op rijbaan | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Parkeren op de rijbaan toegestaan | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Landbouwverkeer op de rijbaan (langzaam gemengd verkeer) | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| <i>Gebiedsontsluitingsweg bibeko (50 km/uur)</i> | | | | |
| Ontbreken van voldoende snelheidsremming op kruisingen | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Kruising met GOW geregeld met VRI (met of zonder plateau) | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Kruising met GOW met geregelde voorrang (zonder VRI of rotonde) | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Kruising met ETW zonder geregelde voorrang | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Aanwezigheid van erfaansluitingen | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Overstekende voetgangers of fietsers zonder voorzieningen | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Aanwezigheid ov-voorzieningen | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Te brede rijstroken en weg | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Te smalle rijstroken | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Te lange rechtstanden | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Geen of weinig bebouwing zichtbaar (open wegomgeving, niet-bebouwde uitstraling) | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Bromfiets op het fietspad | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Fietsers op de rijbaan | ✓ | ✓ | ✓ | ? |

| | Risicoverhogend | Nog onvoldoende kennis | Relevant voor beleid | Onderzoekbaar in Nederland |
|--|-----------------|------------------------|----------------------|----------------------------|
| Fietsers op suggestiestrook | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Parkeren op de rijbaan toegestaan | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Ov-haltes op rijbaan | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Te kleine obstakelafstand | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Rotonde waarbij fietsers geen voorrang hebben op de rotonde | ✓ | ✗ | ✓ | ? |
| <i>Erftoegangsweg bubeko (60 km/uur)</i> | | | | |
| Ontbreken of onvoldoende obstakelvrije zone of afscherming obstakels | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Te brede weg | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Effen wegdek | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Te lange rechtstanden | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Ontbreken van voldoende snelheidsremmers op wegvakken en kruisingen | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Aanwezigheid van twee gemarkeerde rijstroken | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Ontbreken van erfaansluitingen | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Open wegomgeving | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Ontbreken markering (geen rijloper) | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Landbouwverkeer mengt met fietsverkeer | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| <i>Erftoegangsweg bibeko (30 km/uur)</i> | | | | |
| Ontbreken of onvoldoende obstakelvrije zone of afscherming obstakels | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Snelheid > 30 of > 40 km/uur (60 km/uur is geen veilige snelheid bij menging met kwetsbaren) | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Te brede weg | ✓ | ✓ | ✓ | ? |

| | Risicoverhogend | Nog onvoldoende kennis | Relevant voor beleid | Onderzoekbaar in Nederland |
|---|-----------------|------------------------|----------------------|----------------------------|
| Geparkeerde voertuigen op brede weg (i.v.m. overstekende kinderen) | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Te smalle weg (vooral bij relatief veel verkeer) | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Effen wegdek of gesloten verharding | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Te lange rechtstanden | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Aanwezigheid van rijbaanindeling | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Ontbreken van voldoende snelheidsremmers op wegvakken en kruisingen | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Aanwezigheid van twee gemarkeerde rijstroken | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Ontbreken van erfaansluitingen | ✓ | ✓ | ✓ | ? |
| Open wegomgeving zonder bebouwing | ✓ | ✓ | ✓ | ? |

Risicofactoren omgeving

| | Risicoverhogend | Nog onvoldoende kennis | Relevant voor beleid | Onderzoekbaar in Nederland |
|----------------|-----------------|------------------------|----------------------|----------------------------|
| Duisternis | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Regen | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Sneeuw/ijzel | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Mist | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Verkeersdrukke | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

Ook binnen de infrastructuur is er sprake van risicofactoren. Om te bepalen wat risicofactoren zijn, is het allereerst van belang om te weten wat de referentiesituatie is. Risicofactoren zijn die kenmerken of situaties die van de referentiesituatie afwijken, in die zin dat ze de kans op ongevallen of de ernst van ongevallen vergroten. Zeker als het gaat om infrastructuur, wordt vaker andersom geredeneerd: als uitgangspunt wordt de huidige situatie genomen, waarbij door maatregelen de verkeersveiligheid juist wordt verbeterd; risicofactoren worden dan verkleind of weggenomen. We kunnen risicofactoren en maatregelen daarom ook als elkaars spiegelbeeld beschouwen.

Het hangt dus – gegeven een bepaalde referentiesituatie – af van de bewegingsrichting (verslechtering of verbetering ten opzichte van de referentiesituatie) of we iets aanmerken als een risicofactor of als een maatregel. In dit rapport beschouwen we een risicofactor als een omstandigheid die met meerdere maatregelen kan worden aangepakt. Overigens is het niet zo dat iedere risicofactor al met effectieve maatregelen bestreden kan worden. Dit treffen we echter met name aan bij de risicofactoren die we bij de mens kunnen onderscheiden.

Paragraaf B2.1 geeft weer wat we binnen de infrastructuur als referentiesituatie kunnen beschouwen. *Paragraaf B2.2* gaat in op wegkenmerken die als risicofactor kunnen worden aangeduid.

B2.1. Wat is de referentiesituatie?

Tingvall & Haworth (1999) nemen als uitgangspunt dat mobiliteit een afgeleide moet zijn van veiligheid: hoe veiliger de infrastructuur, hoe meer mobiliteit is toegestaan. Daaruit volgt dat snelheidslimieten beperkt moeten worden tot een niveau dat verenigbaar is met de inherente veiligheid van het verkeerssysteem. Deze 'Vision Zero' is vergelijkbaar met de visie van Duurzaam Veilig, die stelt dat het verkeerssysteem zo ingericht moet zijn dat de weggebruiker bijna automatisch het juiste gedrag vertoont (Wegman & Aarts, 2005). Dat betekent dat het systeem homogeen moet zijn (in snelheid en massa), functioneel (ingericht volgens de functie waarvoor de weg bedoeld is) en vergevingsgezind (fouten leiden niet automatisch tot ongevallen).

Als referentiesituatie nemen we daarom een weg die voor de verkeersveiligheid zo ideaal mogelijk is ingericht. Zo heeft een 80km/uur-weg idealiter een voldoende vergevingsgezinde berm (geen bomen of andere grote obstakels binnen 6 meter van de weg of zo nodig botsvriendelijk afgeschermd; de berm is verhard of semiverhard), en de rijrichtingen zijn idealiter fysiek van elkaar gescheiden (Wegman & Aarts, 2005). Een 30km/uur-weg voldoet idealiter weer aan heel andere eisen: de wegomgeving roept een lage snelheid op, bijvoorbeeld door korte rechtstanden, oneffen wegdek dat niet breder is dan circa 5 meter en niet-gescheiden rijrichtingen, grote dichtheid van erfaansluitingen en kruisingen en dichte bebouwing langs de weg (zie bijvoorbeeld Aarts & van Nes, 2007).

Omdat het wegtype dus bepalend is voor de referentiesituatie, hebben we in onze inventarisatie van risicofactoren allereerst de verschillende weg-categorieën van Duurzaam Veilig als uitgangspunt genomen: stroomwegen, gebiedsontsluitingswegen binnen en buiten de bebouwde kom en erftoegangswegen binnen en buiten de bebouwde kom. In *Tabel B2.1* staan de voor verkeersveiligheid ideale en daarmee duurzaam veilige vormgeving van deze categorieën.

| Wegtype | Referentiesituatie |
|----------------------------------|---|
| Stroomweg | <p>Een stroomweg is zodanig ingericht dat grote hoeveelheden verkeer veilig met hoge snelheid veilig van A naar B kunnen komen. Een dergelijke weg is uitgerust met de volgende kenmerken.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wegdek: effen wegdek maar voldoende stroef. - Rijstroken: ten minste 2 rijstroken per rijrichting, rijstroken die breed genoeg zijn, een permanent beschikbare vluchtstrook. - Rijrichtingscheiding: rijrichtingen zijn fysiek van elkaar gescheiden d.m.v. een geleiderail of een middenberm. - Berm: vluchtstrook en obstakels in de berm staan ten minste 13 meter uit de kant of zijn botsvriendelijk afgeschermd. - Herkenbaarheid en geloofwaardigheid: het verloop in de weg is voorspelbaar en ook het uiterlijk van de weg is consistent met andere wegen van hetzelfde type. - Bochten: niet te afwijkende ontwerpsnelheid en ook kenmerken zoals verkanting zijn in orde. - Di- en convergentie: ongelijkvloerse kruisingen en zo min mogelijk op- en afritten. - Communicatie: er is adequate routeaanduiding zodat verkeersdeelnemers tijdig de juiste beslissing kunnen nemen, en ook aanwezige signalering werkt naar behoren om verwarring te voorkomen. - Menging verkeersdeelnemers: alleen snelverkeer toegestaan. - Overige: er is hectometeraanduiding aanwezig, bij nacht is er werkende verlichting en de capaciteit van de weg is voldoende groot om structurele files te voorkomen ($I/C > 0,8$). |
| Gebiedsontsluitingsweg BUBEKO | <p>Een gebiedsontsluitingsweg is bedoeld om verkeer te laten stromen op wegvakken, maar uit te laten wisselen op kruisingen. Daarom is de snelheid matig hoog. Idealiter heeft een dergelijke weg de volgende kenmerken.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wegdek: effen wegdek maar voldoende stroef. - Rijstroken: niet te smalle rijstroken maar ook niet te breed omdat dit te hoge snelheden op kan roepen. - Rijrichtingscheiding: rijrichtingen zijn op deze wegen – waar met een snelheid hoger dan 70 km/uur wordt gereden – idealiter fysiek van elkaar gescheiden, liefst met een middenberm. - Berm: draagkrachtige berm en obstakels staan ten minste 6 meter van de weg af of zijn botsvriendelijk afgeschermd; er zijn geen steile taluds of wallen (sloten) aanwezig. - Herkenbaarheid en geloofwaardigheid: om te hoge snelheden te voorkomen, zijn te lange rechtstanden en een heel open wegomgeving (totaal geen begroeiing) niet wenselijk; het verloop in de weg is voorspelbaar en ook het uiterlijk van de weg is consistent met andere wegen van hetzelfde type. - Bochten: niet te afwijkende ontwerpsnelheid. - Di- en convergentie: gelijkvloerse kruisingen met snelheidsremming (rotonde of VRI met plateau), geen erfaansluitingen en zijwegen zijn sporadisch aanwezig. - Communicatie: er is adequate routeaanduiding zodat verkeersdeelnemers tijdig de juiste beslissing kunnen nemen; - Menging verkeersdeelnemers: alleen snelverkeer toegestaan; per rijrichting een eigen fietspad en voor het overige verkeer zijn er parallelwegen (zie ETW BUBEKO). - Overige: geen ov-haltes en parkeren langs de rijbaan |

| Wegtype | Referentiesituatie |
|----------------------------------|---|
| | toegestaan. |
| Gebiedsontsluitingsweg BIBEKO | <p>Een gebiedsontsluitingsweg binnen de bebouwde kom heeft dezelfde functie als buiten de bebouwde kom, maar door de lagere snelheid zijn geloofwaardigheidskenmerken belangrijker en botsvriendelijke afscherming minder belangrijk. Idealiter heeft een dergelijke weg de volgende kenmerken.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wegdek: effen wegdek, voldoende stroef. - Rijstroken: matig brede rijstroken, maar niet te breed omdat dit te hoge snelheden op kan roepen. - Rijrichtingscheiding: asmarkering. - Berm: - - Herkenbaarheid en geloofwaardigheid: om te hoge snelheden te voorkomen, zijn te lange rechtstanden en een heel open wegomgeving (totaal geen bebouwing) niet wenselijk; het verloop in de weg is voorspelbaar en ook het uiterlijk van de weg is consistent met andere wegen van hetzelfde type. - Bochten: - - Di- en convergentie: gelijkvloerse kruisingen met snelheidsremming (rotonde of VRI) geen erfaansluitingen en de zijwegendichtheid is niet al te groot. - Communicatie: er is adequate routeaanduiding zodat verkeersdeelnemers tijdig de juiste beslissing kunnen nemen. - Menging verkeersdeelnemers: alleen gemotoriseerd verkeer toegestaan; per rijrichting een eigen fietspad. - Overige: er zijn aparte voorzieningen voor fietsers en voetgangers om over te steken. |
| Erftoegangsweg BUBEKO | <p>Een erftoegangsweg is bedoeld om verkeer veilig te laten uitwisselen. Omdat snel gemotoriseerd verkeer daarbij mengt met kwetsbare verkeersdeelnemers, is de snelheid niet te hoog en zou eigenlijk niet hoger mogen zijn dan 40 km/uur. Idealiter heeft een dergelijke weg de volgende kenmerken.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wegdek: oneffen wegdek. - Rijstroken: niet te brede weg omdat dit te hoge snelheden op kan roepen. - Rijrichtingscheiding: geen. - Berm: draagkrachtige berm en obstakels staan ten minste 2,5 meter van de weg af of zijn botsvriendelijk afgeschermd; er zijn geen steile taluds of wallen (sloten) vlak langs de weg aanwezig. - Herkenbaarheid en geloofwaardigheid: om te hoge snelheden te voorkomen, zijn te lange rechtstanden en een open wegomgeving (geen begroeiing en geen bebouwing) niet wenselijk; het uiterlijk van de weg is consistent met andere wegen van hetzelfde type. - Bochten: niet-misleidende visuele geleiding. - Di- en convergentie: gelijkvloerse kruisingen met snelheidsremming (plateaus), erfaansluitingen en zijwegen zijn aanwezig. - Communicatie: - - Menging verkeersdeelnemers: alle verkeer is toegestaan maar landbouwverkeer liefst zo veel mogelijk over routes met weinig fietsverkeer. - Overige: - |
| Erftoegangsweg BIBEKO | <p>Een erftoegangsweg binnen de bebouwde kom heeft dezelfde functionaliteit als die buiten de bebouwde kom. Idealiter heeft een dergelijke weg de volgende kenmerken.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wegdek: oneffen wegdek. - Rijstroken: niet te brede weg omdat dit te hoge snelheden op kan roepen. - Rijrichtingscheiding: geen. - Berm: - - Herkenbaarheid en geloofwaardigheid: korte rechtstanden, dichte bebouwing langs de weg; het uiterlijk van de weg is consistent met andere wegen van hetzelfde type. |

| Wegtype | Referentiesituatie |
|---------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Di- en convergentie: gelijkvloerse kruisingen, erfaansluitingen en zijwegen zijn frequent aanwezig. - Communicatie: - - Menging verkeersdeelnemers: alle verkeer is toegestaan. - Overige: - |

Tabel B2.1. *Referentiesituatie (Duurzaam Veilig-inrichting) van de verschillende wegtypen binnen (BIBEKO) en buiten (BUBEKO) de bebouwde kom.*

B2.2. Welke risicofactoren kunnen we onderscheiden binnen de infrastructuur?

Nadat de referentiesituatie is gedefinieerd, zijn de belangrijkste kenmerken geïntariseerd die per wegcategorie afwijken van de referentiesituaties uit de vorige paragraaf. Deze kenmerken zijn dezelfde als de 'risicofactoren weg' in *Bijlage 1*.

In *Bijlage 1* is tevens te zien hoe de afzonderlijk kenmerken (de risicofactoren) volgens experts scoren op de volgende vragen:

- Is het kenmerk risicoverhogend?
- Is er nog onvoldoende kennis?
- Is het kenmerk beleidsrelevant?
- Is het kenmerk in Nederland onderzoekbaar?

Zo konden we uit de grote hoeveelheid kenmerken (risicofactoren) een kleinere, relevante selectie maken om nader te onderzoeken. Daarbij bleek dat vrijwel alle kenmerken naar verwachting risicoverhogend waren.

De tweede vraag betreft bestaande kennis. Zowel in Nederland als in andere landen zijn er metingen gedaan naar het effect van een aantal wegkenmerken. Deze effecten worden echter vooral benaderd vanuit het 'maatregelperspectief'; dat wil zeggen dat effectstudies kijken naar het aantal slachtoffers dat door een maatregel mogelijk wordt bespaard. Maar er zijn vrijwel geen effectstudies bekend waaruit blijkt hoeveel slachtoffers er méér te verwachten zijn als een bepaald wegkenmerk wordt weggelaten.

De derde vraag betreft de beleidsrelevantie. De experts verwachten dat alle genoemde infrastructurele kenmerken relevant zijn voor het beleid, omdat elke genoemde risicofactor ook als maatregel kan worden toegepast. Dat is ook van belang voor het Directoraat-Generaal Bereikbaarheid (DGB): als regievoerder heeft DGB immers baat bij deze kennis, met name als het gaat om stroomwegen.

De laatste vraag is of het kenmerk onderzoekbaar is in Nederland. Voor vervolgonderzoek zou het goed zijn om de grote hoeveelheid infrastructurele risicofactoren eerst te beperken tot die kenmerken waarmee veel verkeersslachtoffers zijn gemoed. Daarnaast kunnen we het aantal kenmerken verder inperken tot 50- en 80km/uur-wegen, omdat daar de meeste autokilometers op worden afgelegd. Tot die tijd is het aan te raden om vervolgonderzoek in eerste instantie vooral te richten op mens- en voertuigfactoren.

Bijlage 3

Risicofactoren omstandigheden

Er zijn ook factoren die niet direct te maken hebben met de infrastructuur, maar die wel het risico op een verkeersongeval kunnen verhogen. In deze bijlage bespreken we er drie: duisternis, weersomstandigheden en verkeersdrukte.

B3.1. Duisternis

B3.1.1. Achtergrond van de risicofactor

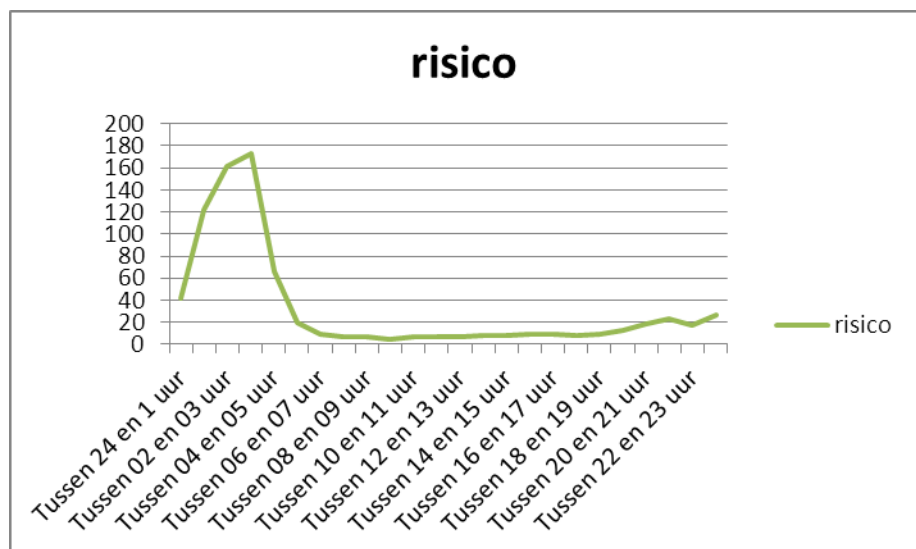
In absolute zin vallen er 's nachts minder ongevallen in het verkeer dan overdag. De nachtelijke situatie verschilt echter in meer opzichten van de situatie overdag dan alleen wat betreft duisternis. Zo is het verkeersaanbod veel lager en zijn er 's nachts vaker specifieke groepen weggebruikers aanwezig, wat leidt tot andere ongevalstypen. Het effect van duisternis op zichzelf is daarom lastig in te schatten.

B3.1.2. Prevalentie: hoe vaak komt het voor?

Iets meer dan 3% van de autokilometers wordt afgelegd tussen 00.00-06.00 uur (CBS - OVG; / DVS – MON 2009).

B3.1.3. Indicatie voor verkeersveiligheidseffect

Hoewel iets meer dan 3% van de autokilometers wordt afgelegd tussen 00.00-06.00 uur, valt 15% van de nachtelijke autoslachtoffers binnen deze periode. Het risico is in deze periode dan ook het hoogst (zie *Afbeelding B3.1*).



Afbeelding B3.1. Risico naar tijdstip van de dag.

B3.1.4. *Beleidsrelevantie*

Jonge, beginnende bestuurders zijn vaker bij nachtelijke ongevallen betrokken dan bij ongevallen overdag. Bovendien zijn deze ongevallen vaak ernstiger van aard dan de ongevallen overdag. Het beleid kan er dan ook op gericht zijn om 's nachts rijden voor jonge bestuurders te beperken.

B3.1.5. *Onderzoekbaarheid*

Op basis van ongevallen- en mobiliteitsgegevens kan worden aangetoond hoeveel hoger het risico bij duisternis is vergeleken met overdag. Hier hebben we dat op een enigszins grove wijze gedaan: we hebben de periode 00.00-06.00 uur vergeleken met de overige tijdsperioden. Om de hoogte van het risico nauwkeuriger te bepalen, zouden we de cijfers eigenlijk per maand moeten bekijken, omdat het tijdstip van zonsopkomst en zonsondergang over het jaar heen varieert. Toch kunnen we veilig concluderen dat het risico 's nachts hoger is dan overdag.

B3.2. Weersomstandigheden

B3.2.1. *Achtergrond van de risicofactor*

Het weer kan op allerlei manieren invloed uitoefenen op de wegomstandigheden en op het gedrag van de bestuurder. Onder slechte weersomstandigheden is de kans op een ongeval groter, maar is de expositie naar verwachting ook lager, doordat er minder of met andere vervoerwijzen wordt gereisd. De SWOV heeft een factsheet gepubliceerd over de invloed van het weer op de verkeersveiligheid (SWOV, 2012a). Hierin worden diverse onderzoeksresultaten samengevat, zoals twee SWOV-onderzoeken naar het weer en verkeersveiligheid (Bijleveld & Churchill, 2009; Bos, 2001).

B3.2.2. *Prevalentie: hoe vaak komt het voor?*

Het is niet bekend hoeveel kilometers er met welk vervoermiddel onder welke weersomstandigheden worden afgelegd. Bijleveld & Churchill (2009) maken een schatting van het aantal ongevallen onder regenachtige en droge weersomstandigheden, waarbij ze een geaggregeerde aanpak kiezen. Dat betekent dat ze kijken naar het gezamenlijke effect van het weer op zowel (verminderde) mobiliteit als op (verhoogd) risico.

B3.2.3. *Indicatie voor verkeersveiligheidseffect*

Het risico bij regen is ongeveer twee keer zo groot als het risico bij droog weer (SWOV, 2012a). Automobilisten passen bij regen hun rijgedrag wel aan, maar niet voldoende om te compenseren voor het hogere risico. Naar het risico van omstandigheden met ijs en sneeuw is minder onderzoek gedaan. Elvik et al. (2009) geven een vergelijking van het zogenoemde Attributable Risk (het percentage ongevallen dat kan worden voorkomen als de risicofactor wordt geëlimineerd); zij noemen een AR van 6% voor het risico in de winter vergeleken met het risico in de zomer.

B3.2.4. *Beleidsrelevantie*

De beleidsrelevantie is niet zo groot, omdat er bij slecht weer al een groot aantal maatregelen wordt getroffen. Voorbeelden zijn weerswaarschuwingen, strooien en het gebruik van winterbanden.

B3.2.5. *Onderzoekbaarheid*

Het onderzoek van Bos in 2001 is uitgevoerd door te kijken naar ongevallen en weerskenmerken in een periode van twee maanden. Hierdoor kunnen eigenlijk alleen erg algemene aanduidingen van weersomstandigheden worden meegenomen zoals 'droog en warm' of 'nat en koud'. Om meer gedetailleerde kennis te verkrijgen, zou gebruik moeten worden gemaakt van Naturalistic Driving- of dieptestudies.

B3.3. Verkeersdrukke

B3.3.1. *Achtergrond van de risicofactor*

Het aantal ongevallen is sterk afhankelijk van de expositie, oftewel de blootstelling aan het verkeer. Deze is groter bij een grotere verkeersdrukke. De precieze kenmerken van de relatie tussen verkeersdrukke en verkeersveiligheid is echter nog niet duidelijk.

B3.3.2. *Prevalentie: hoe vaak komt het voor?*

Verkeersdrukke is een continue variabele en daarom is het niet mogelijk om te zeggen hoe vaak het voorkomt. Er is altijd sprake van meer of minder drukke op de weg.

B3.3.3. *Indicatie voor verkeersveiligheidseffect*

Duivenvoorden (2010) deed een literatuurstudie naar de relatie tussen verkeersdrukke en verkeersveiligheid op 80km/uur-wegen. Zij concludeert dat er in het algemeen nog niet veel kennis is, maar dat uit de beschikbare studies wel een aantal voorlopige aannamen kunnen worden gedaan. Zo lijkt met toenemende verkeersdrukke het aantal ongevallen toe te nemen, maar het aantal ongevallen per afgelegde kilometer juist af te nemen. Op kruisingen lijkt een toename van de verkeersdrukke gepaard te gaan met meer flank- en kop-staartbotsingen, en met minder eenzijdige ongevallen. Marchesini & Weijermars (2012) deden een literatuurstudie naar de relatie tussen verkeersdrukke en verkeersveiligheid op snelwegen. Die studie toonde aan dat het vooral de variabiliteit in snelheid is die samenhangt met verkeersonveiligheid, en dan met name bij het begin van een file.

B3.3.4. *Beleidsrelevantie*

Complexe knooppunten eisen steeds meer van de weggebruiker. Verkeersdrukke maakt die eisen voor de weggebruiker nog zwaarder (Brookhuis et al., 2009). Het is daarom relevant om vast te stellen onder welke condities verkeersdrukke welke effecten heeft op de verkeersveiligheid, met name om infrastructurele maatregelen daarop te kunnen afstemmen.

B3.3.5. *Onderzoekbaarheid*

Er zijn verschillende methoden om de relatie te onderzoeken tussen verkeersdrukke en verkeersveiligheid. Marchesini & Weijermars (2010) bespreken het gebruik van verkeersmodellen, observaties en data-analyses. Met een verkeersmodel kunnen de processen worden bekeken die optreden bij een verandering in verkeersdrukke. Dit is vooral interessant omdat zo de hoeveelheid en de variabiliteit van de verkeersstroom kunnen worden gevarieerd. Observaties (bijvoorbeeld aan de hand van videocamera's) kunnen worden gebruikt om de actuele verkeersstromen in kaart te brengen. Observaties zijn minder geschikt om conflicten vast te stellen, omdat deze niet frequent optreden. Tot slot zijn bij data-analyses vooral gegevens van belang met betrekking tot verkeersintensiteiten op specifieke locaties en tijdstippen, zodat deze kunnen worden gekoppeld aan ongevallen.