

# **Beschrijving van een verkennend model voor de verkeersveiligheid**

Dr. ir. Y. van Norden, dr. F.D. Bijleveld & drs. H.L. Stipdonk

R-2010-34



## **Beschrijving van een verkennend model voor de verkeersveiligheid**

## Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2010-34
Titel:	Beschrijving van een verkennend model voor de verkeersveiligheid
Auteur(s):	Dr. ir. Y. van Norden, dr. F.D. Bijleveld & drs. H.L. Stipdonk
Projectleider:	Drs. H.L. Stipdonk
Projectnummer SWOV:	03.4
Trefwoord(en):	Traffic; safety; forecast; mathematical model; mobility (pers); fatality; injury; accident; accident rate; severity (accid, injury); Netherlands; SWOV.
Projectinhoud:	Dit rapport beschrijft een verkennend model voor de verkeersveiligheid. Met dit model kan het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden in een toekomstig doeljaar worden geschat. Het rapport bespreekt de verschillende deelmodellen waaruit het model is opgebouwd. Daarnaast worden ter illustratie van de gebruikte methode enkele voorbeelden van voorlopige resultaten besproken. Het model zal in 2011 worden gebruikt bij de Verkenning van de verkeersveiligheid in 2020.
Aantal pagina's:	35
Prijs:	€ 10,-
Uitgave:	SWOV, Leidschendam, 2010

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](mailto:info@swov.nl)  
Internet [www.swov.nl](http://www.swov.nl)

## Samenvatting

De SWOV heeft een verkennend model voor de verkeersveiligheid ontwikkeld. Dit model zal in 2011 worden gebruikt bij het uitvoeren van de *Verkeersveiligheidsverkenning 2020*, maar is ook breder toepasbaar. Dit rapport beschrijft hoe het model kan worden ingezet om het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden in een toekomstig doeljaar te schatten.

Het verkennend model is een samenstelling van verschillende deelmodellen waarvan de bij elkaar opgetelde resultaten het totale verwachte aantal slachtoffers opleveren. Er zijn verschillende modellen omdat de ontwikkeling van het aantal slachtoffers voor diverse conflicttypen sterk verschilt. De slachtofferaantallen van sommige conflicttypen, zoals die waarbij geen motorvoertuig betrokken is, vertonen al jaren een stijgende trend, terwijl andere groepen slachtoffers, zoals auto-inzittenden, wel in aantal afnemen. Het rapport beschrijft welke verschillende groepen zijn onderscheiden en op welke manier de toekomstige veiligheidsontwikkeling voor elke groep is geschat.

In alle groepen slachtoffers wordt onderscheid gemaakt naar leeftijd van de betrokken bestuurders (dus niet noodzakelijkerwijs van de slachtoffers). Dit is gedaan omdat de ongevalsbetrokkenheid sterk afhangt van de leeftijd van bestuurders, én omdat de samenstelling van de bevolking relevante verschuivingen vertoont. Met deze verschuivingen wordt in het model rekening gehouden door gegevens te relateren aan de bevolkingsomvang naar leeftijd.

Het model hanteert de mobiliteit als belangrijkste invloedsfactor. Stijgt de mobiliteit, dan is een stijging van de onveiligheid te verwachten, tenzij er tegelijkertijd een zodanige verbetering van de verkeersveiligheid is opgetreden, dat het risico (slachtoffers per afgelegde afstand) voldoende is gedaald. Voor de verschillende groepen slachtoffers zijn verschillende soorten mobiliteit belangrijk. Slachtoffers uit ongevallen waarbij auto's zijn betrokken, worden gerelateerd aan automobilititeit; bij fietsongevallen speelt de fietsmobiliteit een rol. Voor een deel van de ongevallen, bijvoorbeeld ongevallen waarbij auto's noch fietsen zijn betrokken, zijn de mobiliteitsgegevens (naar leeftijd) veelal te onnauwkeurig om in de modellering te gebruiken. In dat geval wordt in het model teruggegrepen op de bevolkingsomvang.

Het rapport beschrijft de gekozen aanpak en geeft voorbeelden van de wijze waarop een prognose voor 2020 kan worden gedaan. Daartoe zijn voorbeeldwaarden voor de verwachte mobiliteit gebruikt. De in dit rapport gepresenteerde resultaten kunnen daarom niet worden beschouwd als het verwachte aantal slachtoffers in 2020. Daarvoor moeten correcte schattingen voor de mobiliteit per fiets en met de auto, naar leeftijd, worden gehanteerd alsmede bijbehorende bevolkingsaantallen.

# Summary

## **A forecasting road safety model presented**

SWOV has developed a forecasting road safety model. In 2011, this model will be used in making the *Road Safety Outlook 2020*, but it can also be used for other purposes. The present report discusses how the model can be used to make an estimate of the number of road fatalities and serious road injuries in a future target year.

The forecasting model has been composed from several submodels, the results of which yield the total expected number of casualties when added together. Several models are required because the development of the number of casualties varies greatly for different types of conflict. Some types of conflict, like those not involving a motorized vehicle, have been showing an upward trend in casualty numbers for years, whereas other groups of casualties, like car occupants, are going down in number. The report describes which subgroups are distinguished and how the future safety developments for each subgroup are estimated.

For all groups of casualties, a distinction is made by age of the drivers involved, who are not necessarily the casualties. This is done because the crash involvement is strongly related with the drivers' age, and because the composition of the population is characterized by relevant shifts. The model takes account of these shifts by relating data to the size of the population by age.

The model uses mobility as the most important factor of influence. When mobility increases, a decrease in safety must be expected, unless there has been such a road safety improvement that the casualty rate (the number of casualties per distance travelled) has decreased sufficiently. Different kinds of mobility are important for different groups of casualties. Casualties in crashes with passenger cars are related to car mobility; bicycle mobility plays a role in bicycle crashes. For a proportion of the crashes, e.g. crashes in which neither cars nor bicycles are involved, the mobility data (by age) often is too inaccurate to be used in modelling. In that case the model reverts to population data.

The present report describes the approach that was followed and gives examples of the way in which a prognosis can be made for 2020. Exemplary values have been used for the expected mobility. Therefore, the results presented in the report cannot be considered to be the expected number of casualties in 2020; this requires using correct estimates for bicycle and car mobility by age as well as population data.

# Inhoud

<b>1. Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1. Achtergrond van het verkennend model	7
1.2. De methode voor het verkrijgen van een referentieprognose	8
1.3. Het verkennend model in het kort	10
1.4. Leeswijzer	11
<b>2. Het verkennend model</b>	<b>12</b>
2.1. Gebruikte gegevens	12
2.1.1. Slachtoffergegevens	12
2.1.2. Mobiliteitsgegevens	13
2.1.3. Benodigde prognosedata	16
2.2. Het verkennend model: een risicomodel	17
2.2.1. Het verkennend model in hoofdlijnen	17
2.2.2. Conflicttypen	19
2.2.3. Gebruikte mobiliteit	21
2.2.4. Het maken van prognoses	22
2.3. Verkennend model voor verkeersdoden	22
2.4. Verkennend model voor ernstig verkeersgewonden	23
<b>3. Illustratie van het model voor verkeersdoden</b>	<b>24</b>
<b>4. Illustratie van het model voor ernstig verkeersgewonden</b>	<b>26</b>
4.1. Auto enkelvoudig	26
4.2. Auto-auto-ongevallen	27
4.3. Fiets-auto ongevallen	29
4.4. N-ongevallen	30
<b>5. Verbetermogelijkheden</b>	<b>32</b>
<b>Literatuur</b>	<b>34</b>





# 1. Inleiding

Dit rapport beschrijft een verkennend model voor de verkeersveiligheid. Dit model zal in 2011 in ieder geval worden gebruikt bij het uitvoeren van de *Verkeersveiligheidsverkenning 2020*, maar is zeker breder toepasbaar. Ter illustratie van de gebruikte methode worden tevens enkele voorbeelden van voorlopige resultaten besproken. Het gaat hier om voorbeeldberekeningen zonder zelfstandige betekenis. De echte prognosecijfers over bevolking en mobiliteit in 2020 zullen naderhand, bij het uitvoeren van de *Verkeersveiligheidsverkenning* in 2011, worden verkregen en gebruikt. Ook zullen dan mogelijk nog aanvullende mobiliteitsgegevens en ongevallengegevens uit 2009 of 2010 worden gebruikt, waarmee de voorspelling van de risico-ontwikkeling wordt geactualiseerd.

## 1.1. Achtergrond van het verkennend model

In het project *Modelontwikkeling* richt de SWOV zich op twee soorten modellen voor de verkeersveiligheid, elk met hun eigen toepassingsgebieden:

- Beschrijvende modellen (ook wel verklarende modellen genoemd) beschrijven de ontwikkeling van het aantal slachtoffers in het verleden. Dit wordt gedaan op basis van gegevens over de verkeersveiligheid, bevolking, mobiliteit en mogelijke andere factoren (zoals Safety Performance Indicators: SPI's). Het doel van dergelijke modellen is om op basis van gegevens uit het verleden de relaties te beschrijven tussen het aantal verkeersslachtoffers en de relevante ontwikkelingen die daarop van invloed zijn.
- Verkennende modellen zijn extrapolaties van ontwikkelingen in het verleden naar een toekomstig jaar. In het algemeen vindt deze extrapolatie plaats door trendmatige voortzetting van de ontwikkeling van het risico (in brede zin: slachtoffers per afgelegde afstand) in het verleden. Met dergelijke modellen wordt het aantal slachtoffers in een toekomstig jaar geschat, al of niet rekening houdende met mogelijke extra verkeersveiligheidsmaatregelen. Om de verkennende modellen te kunnen gebruiken, zijn gegevens nodig over de verwachte bevolkings-samenstelling, mobiliteit en andere invloedsfactoren (zoals SPI's) in het doeljaar.

De modellen leggen ieder hun eigen accenten, gericht op hun specifieke toepassing. Beide modellen gebruiken gegevens uit het verleden over slachtoffers, mobiliteit en ander factoren. Het verkennend model heeft daarnaast ook nog schattingen van de relevante parameters (zoals de mobiliteit) in het doeljaar nodig.

Dit rapport bespreekt het verkennend model voor de verkeersveiligheid. Onder 'het' verkennend model wordt verstaan: de samenstelling van verschillende verkennende modellen voor verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden, voor verschillende conflictgroepen tezamen. Dit model zal in 2011 worden gebruikt voor het bepalen van de referentieprognose voor de *Verkeersveiligheidsverkenning 2020*, maar is uiteraard breder toepasbaar bij verkeersveiligheidsverkenningen. De referentieprognose is gebaseerd op een trendmatige voortzetting van de huidige risico-

ontwikkeling. Bij extrapolatie van deze trends wordt impliciet uitgegaan van een gelijkblijvende effectiviteit van beleidsinspanningen en van andere ontwikkelingen in de toekomst. Voor een prognose van het aantal slachtoffers op basis van deze risicotrends worden verschillende scenario's voor de mobiliteitsontwikkeling gebruikt (zie Janssen, Okker & Schuur, 2006).

Indien verwacht wordt dat er veranderingen in beleid(sintensiteit) zullen plaatsvinden, moet de referentieprognose hiervoor gecorrigeerd worden. Door correcties op de referentieprognose kunnen ook verschillende beleidsvarianten worden doorgerekend in de verkeersveiligheidsverkenning (Broughton & Knowles, 2010).

De drie mogelijkheden van correctie van de referentieprognose die de SWOV nu voorziet, zijn:

1. aanpassing (in het algemeen naar boven) omdat de voortzetting van bestaand beleid in de toekomst minder bijdraagt aan de daling van het aantal slachtoffers, dan in het verleden gebeurde;
2. aanpassing (in het algemeen naar boven) als gevolg van verminderde beleidsintensivering (hogere snelheidslimieten, afzien van aanleg rotondes door bezuiniging enzovoort);
3. aanpassing (in het algemeen naar beneden) als gevolg van nieuwe effectieve maatregelen, die in het verleden niet, of in geringere mate, bijdroegen aan de verbetering van de verkeersveiligheid.

Berekening van het effect van maatregelen kan gebeuren in vijf stappen (Siegrist, 2010):

- A. Bepaal de doelgroep van de maatregel: de groep ongevallen/slachtoffers die in de invloedssfeer van de maatregel liggen.
- B. Bepaal de theoretische impact: de fractie van de ongevallen/slachtoffers in deze doelgroep die door de maatregel nog kan worden voorkomen.
- C. Bepaal de effectiviteit van de maatregel: de feitelijke reductie van de groep ongevallen die voor een verbetering in aanmerking komen.
- D. Bepaal de penetratiegraad van de maatregel: wordt de maatregel landelijk ingevoerd, voor alle verkeersdeelnemers, wegen enzovoort, of op een of andere manier gedeeltelijk?
- E. Bepaal de opvolging: de mate waarin de maatregel wordt opgevolgd (door weggebruikers, wegbeheerders enzovoort) zoals is beoogd.

Berekening van effecten van afzonderlijke maatregelen is gewoonlijk niet voldoende. Bij dergelijke verkenningen worden doorgaans de gelijktijdige effecten van pakketten van maatregelen berekend, waarbij rekening moet worden gehouden met overlap, of juist het volstrekt ontbreken van overlap, tussen de effecten van verschillende maatregelen. Bij onderling onafhankelijke maatregelen is de effectberekening het eenvoudigst (Corben et al., 2010). Indien maatregelen effect hebben op een specifieke groep ongevallen, is de berekening van het effect gemakkelijker als vooraf is gestratificeerd, zodat deze groep apart in het model is opgenomen.

## 1.2. De methode voor het verkrijgen van een referentieprognose

In 2006 heeft de SWOV een inventarisatie uitgevoerd van internationale modellen voor het voorspellen van de verkeersveiligheid (Reurings & Commandeur, 2006). Deze inventarisatie wees uit dat internationaal veel ervaring was opgedaan met modellering van het totale aantal verkeers-

slachtoffers (doden of doden+gewonden), maar nog weinig met modellen die de ontwikkeling van de verkeersveiligheid op gedetailleerder niveau beschrijven. Enkele landen, zoals Canada, Frankrijk, België en Zweden, hanteren zogenaamde DRAG-modellen (Gaudry, 1984). In deze modellen worden allerlei externe factoren die verband houden met de mobiliteit (vaak brandstofgebruikscijfers) of het weer gelijktijdig gerelateerd aan de totale omvang van de verkeersveiligheid. In Groot-Brittannië is een andere aanpak gehanteerd (Broughton, 1988). Bij deze aanpak wordt een model voor slachtoffers per afgelegde afstand gebruikt. Daarna worden ontwikkelingen in het aldus verkregen risico gerelateerd aan de invloed van externe factoren, zoals alcoholconsumptie. Later verfijnde Broughton (2009) de beschrijving van zijn methode tot een driestapsmodel:

1. Cijfers voor het risico (slachtoffers per afgelegde afstand) worden geëxtrapoleerd naar het doeljaar.
2. De verkregen waarde wordt vermenigvuldigd met de verwachte waarde van de mobiliteit in het doeljaar.
3. Correcties, nodig in verband met de invloed van beleid op de ontwikkelingen, worden berekend ten opzichte van de uitkomst van deze referentieprognose.

De driestapsmethode is ook voor de SWOV het uitgangspunt. De aanpak die de SWOV tot voor kort hanteerde bij het opstellen van de referentieprognose (Wesemann, Van Norden & Stipdonk, 2010) hield echter nog geen rekening met veranderingen in het verplaatsingsgedrag *tussen* twee modaliteiten (meer bromfietsrijden en minder autorijden, of meer ervaren mobiliteit en minder mobiliteit van jonge beginnende bestuurders). Ook boden de gangbare modellen geen mogelijkheid om slachtofferaantallen voor verschillende doelgroepen apart te schatten.

In Stipdonk, Wesemann & Ale (2010) is uiteengezet hoe het verkennend model kan worden verbeterd door disaggregatie. In het huidige model is een binnen het beschikbare tijdsbestek haalbare disaggregatie toegepast naar enkele vervoerswijzen of conflicttypen (een combinatie van vervoerswijzen die bij een ongeval betrokken zijn) en naar leeftijd. De belangrijkste twee redenen hiervoor zijn:

1. Ontwikkelingen in de demografie die tot een verschuiving van de mobiliteit over leeftijden leiden, kunnen nu in rekening worden gebracht. Dit is belangrijk omdat de risico's sterk leeftijdsafhankelijk kunnen zijn. Dergelijke verschuivingen kunnen zelf al veranderingen in het aantal slachtoffers in de tijd verklaren.
2. Ontwikkelingen van de mobiliteit van andere vervoerswijzen dan de auto, kunnen apart in rekening worden gebracht. Dit is belangrijk omdat veranderingen in de mobiliteit (of verschuivingen daarin over leeftijd) van andere vervoerswijzen, zoals fiets of bromfiets, zelf al kunnen leiden tot meer of minder (fiets- of bromfiets)slachtoffers.

Het huidige model bouwt dus voort op eerdere modellen die het planbureau van de SWOV heeft ontwikkeld voor het uitvoeren van verkeersveiligheidsverkenningen (Wesemann, Van Norden & Stipdonk, 2010). De verschillen tussen de huidige en de eerdere modellen worden in de volgende paragraaf kort besproken. Belangrijk uitgangspunt voor deze modellen is dat de ontwikkeling van de verkeersveiligheid een resultante is van veranderingen in de mobiliteit (afgelegde afstand) en in het risico (slachtoffers per afgelegde afstand). Dit risico blijkt zeer verschillende waarden te hebben voor verschillende leeftijden en vervoerswijzen van weggebruikers.

Wesemann, Van Norden & Stipdonk (2010) beschrijven de eerste verkenningen waarbij onderscheid is gemaakt naar verschillende conflicttypen of naar verschillende leeftijdsgroepen.

De stratificatie van de verkenning naar verschillende kenmerken, zoals leeftijd en vervoerswijze van de betrokken bestuurders of slachtoffers, heeft invloed op de berekende prognose. Dit komt doordat hoge risico's van bijvoorbeeld jonge bestuurders of oudere verkeersdeelnemers zullen leiden tot veranderingen in het aantal slachtoffers als gevolg van demografische ontwikkelingen. In Stipdonk, Wesemann & Ale (2010) wordt uiteengezet dat relevante groepen ongevallen met een verschillend risico én een verschillend verloop van de (verwachte) mobiliteit, beter niet samengenomen kunnen worden in de modellering. Hetzelfde geldt voor ongevalsgroepen waarvan het risico zich verschillend ontwikkelt.

Het model sluit verder (op grote lijnen) goed aan bij het *Strategisch Plan Verkeersveiligheid* van Infrastructuur en Milieu (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2008). In deze nota zijn belangrijke doelgroepen onderscheiden, zoals kinderen, ouderen, fietsers en beginnend bestuurders. Voor deze groepen kan dankzij de gekozen aanpak in veel gevallen een aparte schatting voor het aantal slachtoffers in het doeljaar worden bepaald.

### 1.3. Het verkennend model in het kort

In deze paragraaf wordt een globaal idee gegeven van de hoofdpunten van het verkennend model. Tevens wordt ingegaan op de verschillen ten opzichte van het model dat de SWOV bij de laatste verkeersveiligheidsverkenning (Wesemann, 2007) heeft gebruikt.

De belangrijkste uitgangspunten van het verkennend model zijn:

- Het is een model voor het (werkelijke) aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden, waarmee een prognose voor deze beide groepen slachtoffers kan worden gemaakt voor het doeljaar 2020.
- In het verkennend model wordt het risico (slachtoffers per afgelegde afstand) in het verkeer beschreven. Een prognose van het risico wordt vervolgens bepaald door middel van trendmatige voortzetting van het risico uit het verleden. De veronderstelling is dat deze trend een exponentiële vorm heeft. Naast (hoofdzakelijk) dalende trends worden stijgende trends niet bij voorbaat uitgesloten.
- In het model wordt gelijktijdig gedisaggregeerd naar zowel conflicttype als leeftijd.
- Voor een beperkt aantal conflicttypen maakt naast de mobiliteit en de leeftijd van het slachtoffer, ook de mobiliteit en leeftijd van de tegenpartij deel uit van het model.
- In het model dat de ontwikkeling van het aantal verkeersdoden beschrijft zijn, door de kleinere aantallen verkeersdoden, bij de disaggregatie minder verschillende subgroepen mogelijk dan in het model dat de ontwikkeling van de ernstig verkeersgewonden beschrijft.
- In het model wordt in principe gebruikgemaakt van zo veel mogelijk gegevens uit het verleden. In verband met de beschikbaarheid van mobiliteitsgegevens naar leeftijdsjaar vanaf 1995 en de reeks van ernstig verkeersgewonden die (vooralsnog) de periode 1993-2008 beslaat, is het model gebaseerd op gegevens vanaf 1995.

Ten opzichte van het verkennend model dat is gebruikt bij de vorige verkeersveiligheidsverkenning van de SWOV, zijn er enkele belangrijke verschillen:

- In plaats van ziekenhuisgewonden worden nu ernstig verkeersgewonden als maat genomen voor het aantal gewonden dat in het verkeer in Nederland valt.
- In de vorige verkenning werd naar leeftijd óf naar conflicttype onderscheiden, terwijl dat nu naar beide variabelen tegelijkertijd gebeurt.
- Het model onderscheidt niet meer naar leeftijdsklasse, maar naar leeftijdsjaar. Tevens is een andere indeling voor conflicttype/vervoerswijze gehanteerd.
- In het huidige model zijn cijfers van het Onderzoek Verplaatsingsgedrag (OVG) en het Mobiliteitsonderzoek Nederland (MON) gebruikt voor bestuurdersmobiliteit van auto en fiets, in plaats van motorvoertuigkilometers. Het voordeel van deze verandering is dat onderscheid naar leeftijd(sjaar) mogelijk is.
- Met het oog op de resultaten van Weijermars, Bijleveld & Stipdonk (2010) is deze keer beperkt gebruikgemaakt van risicoscenario's voor de plotselinge daling in het aantal verkeersdoden in het jaar 2004. Alleen voor het model dat de verkeersdoden beschrijft worden in één van de conflicttypen twee risicoscenario's onderscheiden.

Het verkennend model is gebaseerd op het beschrijvend model. De verdelingen naar verschillende conflictgroepen komen voort uit het daarin gewenste onderscheid naar risico en risico-ontwikkeling. In het ideale geval worden in het beschrijvend model zo veel mogelijk verschillende conflicttypen gemodelleerd, en wordt geaggregeerd naar zo veel mogelijk kenmerken, indien de risico-ontwikkeling voor ongevallen met verschillende kenmerken belangrijk verschilt. Een *ad infinitum* disaggregatie is in de praktijk onuitvoerbaar, omdat het aantal slachtoffers daarvoor te laag is of de bijbehorende mobiliteitsgegevens ontbreken. In modellen als hier beschreven moet dan ook altijd een afweging worden gemaakt tussen wat qua kennisbehoefte van de verkeersveiligheid wenselijk wordt geacht en wat rekentechnisch haalbaar is. Hoe die afweging tot nu toe heeft plaatsgevonden, is toegelicht in Bijleveld, Van Norden & Stipdonk (te verschijnen).

#### 1.4. Leeswijzer

*Hoofdstuk 2* gaat verder in op de opzet en eigenschappen van het verkennend model voor de verkeersveiligheid. *Hoofdstuk 3* beschrijft een illustratie van het model toegespitst op verkeersdoden, terwijl het model in *Hoofdstuk 4* wordt geïllustreerd aan de hand van ernstig verkeersgewonden. *Hoofdstuk 5* biedt tot slot een opsomming van mogelijke verbeterpunten.

## 2. Het verkennend model

Dit hoofdstuk beschrijft het verkennend model (het geheel van de deelmodellen) voor de verkeersveiligheid. Voordat de opzet en eigenschappen van het model worden besproken, komen eerst de gebruikte gegevens over slachtofferaantallen en mobiliteit aan bod. Deze gegevens vormen de basis van het model. Verder worden de gedane aannames en veronderstellingen in de modelspecificatie toegelicht en verantwoord. In Bijleveld, Van Norden & Stipdonk (te verschijnen) wordt uitgebreid ingegaan op de meer (reken)technische (on)mogelijkheden en details van het model.

### 2.1. Gebruikte gegevens

Het verkennend model moet kunnen worden gebruikt om het aantal slachtoffers (verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden) in een toekomstig doeljaar te schatten. Het model is in feite een model voor het risico, ofwel het aantal slachtoffers per afgelegde afstand, in het verkeer. Om dit risico te kunnen bepalen, zijn gegevens nodig over het aantal slachtoffers en de mobiliteit in het verleden. Deze gegevens moeten op detailniveau bekend zijn, met voldoende nauwkeurigheid. Door extrapolatie van het risico kan vervolgens een prognose voor het risico worden verkregen. Die kan op haar beurt worden gebruikt om een prognose voor het aantal slachtoffers in het verkeer te bepalen. Het verkennend model valt uiteen in twee modellen: een model voor het risico om te overlijden in het verkeer en een model voor het risico om als gevolg van een verkeersongeval ernstig gewond te raken.

Voor het verkennend model zijn dus gegevens nodig over zowel het aantal slachtoffers als de mobiliteit in het verleden. Waar gegevens over de mobiliteit onvoldoende nauwkeurig en betrouwbaar worden geacht, wordt als alternatieve maat voor de afgelegde afstand gebruikgemaakt van bevolkingsgegevens. Om uiteindelijk prognoses voor het aantal slachtoffers te kunnen bepalen wordt, behalve van gegevens over het verleden, ook gebruikgemaakt van prognoses voor de mobiliteit en de bevolkingssamenstelling in het doeljaar 2020. In deze paragraaf worden de gebruikte gegevens achtereenvolgens besproken.

#### 2.1.1. Slachtoffergegevens

Het verkennend model voor de verkeersveiligheid bestaat uit een model voor verkeersdoden en een model voor ernstig verkeersgewonden. In beide modellen wordt gebruikgemaakt van aantallen geregistreerde slachtoffers, opgehoogd tot een geschat werkelijk aantal, in de periode 1995-2008. Deze opgehoogde cijfers zijn via (verschillende) ophoogmethoden verkregen uit de geregistreerde aantallen slachtoffers door een vergelijking van verschillende gegevensbronnen; zie Polak (1997; 2000) en Reurings, Bos & Van Kampen (2007) voor verkeersdoden en Reurings (2010) voor ernstig verkeersgewonden.

Voor werkelijke aantallen is gekozen omdat geregistreerde aantallen in toenemende mate afwijken van de werkelijkheid. De onderregistratie van zowel doden (circa 90%) als van ernstig verkeersgewonden (circa 55%)

neemt de laatste jaren toe, vooral die van gewonde fietsers (Reurings, 2010).

Gegevens over het werkelijke aantal verkeersdoden zijn beschikbaar vanaf 1996. Voor het jaar 1995 is een schatting gemaakt van de ophoogfactor van geregistreerde naar werkelijke aantallen verkeersdoden op basis van de latere jaren (zie voor details Bijleveld, Van Norden & Stipdonk, te verschijnen). De ophoogfactor naar werkelijke aantallen verkeersdoden is slechts beschikbaar voor een beperkt aantal onderverdelingen, waarbij in dit geval gebruik zal worden gemaakt van de onderverdeling naar vervoerswijze van het slachtoffer.

Voor onderzoek naar de ontwikkeling van het aantal gewonden in het verkeer in Nederland is in 2009 overgestapt van ziekenhuisgewonden naar ernstig verkeersgewonden (Reurings, 2010). Hierbij wordt via een koppeling van de Landelijk Medische Registratie (LMR) van ziekenhuizen en de registratie van verkeersslachtoffers (BRON) een schatting gemaakt van het aantal gewonden in het verkeer met een letselernst van MAIS 2 of meer. De hierbij geschatte ophoogfactor is beschikbaar op slachtofferniveau en is daarmee in beginsel voor iedere gewenste subgroep te berekenen.

### 2.1.2. Mobiliteitsgegevens

Voor het bepalen van het risico in het verkeer is tevens informatie nodig over de mate van blootstelling aan het risico in het verkeer. In het algemeen wordt verondersteld dat de beste maat hiervoor de mobiliteit ofwel de afgelegde afstand in het verkeer is (SWOV, 2009). Waar mogelijk wordt deze maat voor dit model dan ook gebruikt. Voor vervoerswijzen of subgroepen waar onvoldoende (betrouwbare) gegevens over de mobiliteit op het benodigde detailniveau beschikbaar lijken te zijn, worden de gegevens over de bevolkingsomvang gebruikt als alternatieve maat voor de mobiliteit.

De redenering achter het gebruik van bevolkingsgegevens als alternatief voor mobiliteitsgegevens is als volgt. De mobiliteit  $M$  (afgelegde afstand) is het product van de bevolkingsomvang  $D$  en de *per capita* mobiliteit  $\mu$ :

$$M = \mu \cdot P \quad (1)$$

Disaggregatie naar leeftijd  $\ell$  levert:

$$M(\ell) = \mu(\ell) \cdot P(\ell) \quad (2)$$

Indien nu de gegevens over de mobiliteit voor een bepaald leeftijdsjaar zó onnauwkeurig zijn, dat ze onbruikbaar zijn, is het nog steeds mogelijk om de ontwikkeling van de populatie  $P(\ell)$  van dat leeftijdsjaar in de modellering te betrekken. In dat geval is het impliciete uitgangspunt dat de *per capita* mobiliteit  $\mu(\ell)$  constant is. Voor zover dit niet het geval is, worden veranderingen in  $\mu(\ell)$  teruggevonden in het berekende risico van die leeftijd. In Stipdonk (2008) bleek dat voor veel vervoerswijzen en leeftijden deze *per capita* mobiliteit inderdaad vaak minder verandert dan de schommelingen in de populatie.

Sinds het einde van de jaren zeventig van de vorige eeuw wordt met een enquête (OVG, sinds 2004 MON en sinds 2010 Onderzoek Verplaatsingen

in Nederland (OVIN) genaamd) onder Nederlands ingezetenen informatie ingewonnen over hun mobiliteit in Nederland. In dit onderzoek worden onder andere gegevens verzameld over de wijze van vervoer en de bijbehorende afgelegde afstand. Door ophoging en weging naar de totale populatie levert dit een schatting op van de jaarlijkse mobiliteit in Nederland. De fiets en de auto zijn in Nederland de dominante vervoerswijzen *over de weg* (zie *Tabel 2.1*). Daarnaast zijn het de belangrijkste modaliteiten voor de verkeersveiligheid: bij circa 70% van de dodelijke ongevallen is een personenauto betrokken en meer dan de helft van de ernstig verkeersgewonden is een fietser.

	1995	2000	2005	2008
Voetganger	2,1%	1,8%	1,9%	2,0%
Fiets	8,1%	7,4%	7,8%	7,7%
Brom-/snorfiets	0,6%	0,5%	0,5%	0,5%
Motor/scooter	0,8%	0,6%	0,7%	0,6%
Auto	74,5%	75,4%	76,4%	75,6%
Bus	4,0%	4,0%	3,1%	2,9%
Tram/metro	0,9%	1,2%	1,2%	1,1%
Trein	7,6%	8,6%	7,6%	8,8%
Overig	1,4%	0,4%	0,8%	0,8%

Tabel 2.1. *Aandeel van de verschillende vervoerswijzen in de personenmobiliteit.*

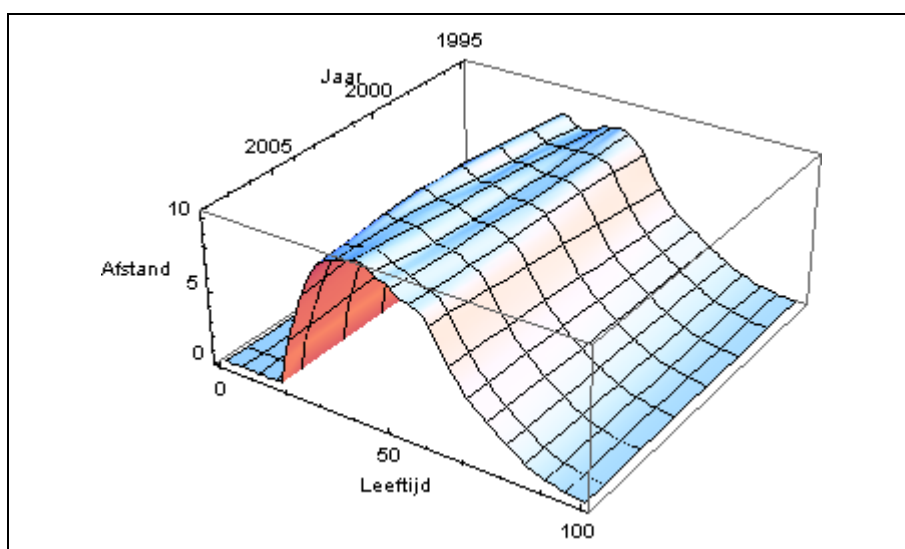
Vracht- en bestelverkeer is niet opgenomen in OVG/MON en een verdeling van de mobiliteit naar leeftijd voor deze vervoerswijzen is ook niet beschikbaar in andere bronnen. Verder is voor sommige subgroepen, zoals de bromfietzers, de omvang van de steekproef in OVG/MON zo klein, dat deze waarschijnlijk een onvoldoende betrouwbare schatting van de afgelegde afstand per leeftijdsjaar oplevert. Helaas zullen daarom, ondanks het relatief hoge risico in het verkeer voor gemotoriseerde tweewielers, geen mobiliteitsgegevens voor deze vervoerswijze in het verkennend model worden gebruikt.

Alleen voor automobilisten en fietsers wordt gebruikgemaakt van de afgelegde afstand als (ideale) expositiemaat. Voor de overige vervoerswijzen is ervoor gekozen terug te vallen op de bevolkingssamenstelling als alternatief voor de afgelegde afstand; zie ook Stipdonk (2008). Daarmee wordt in het model dus voor een groot deel van de ongevallen met gedisaggregeerde mobiliteit gewerkt, en voor een veel kleiner deel wordt gebruikgemaakt van de populatie als approximatie van de mobiliteit.

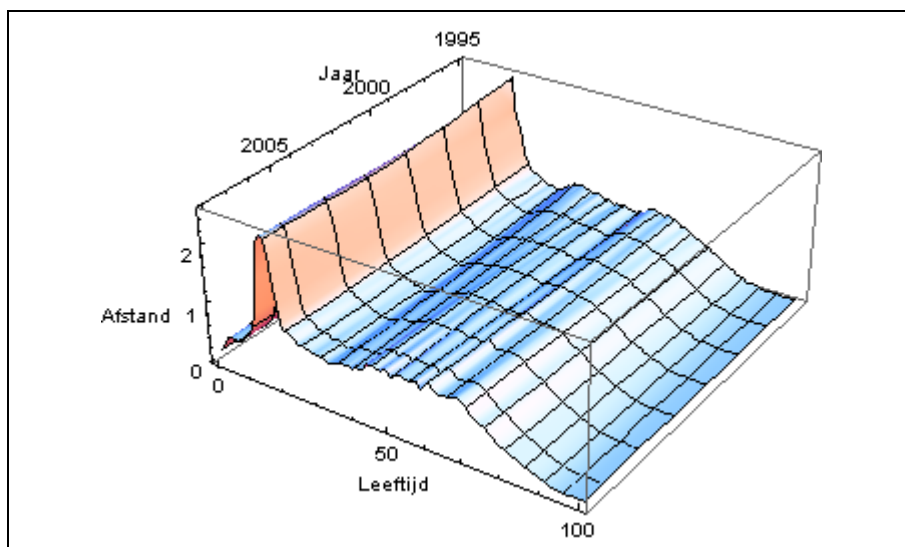
In dit onderzoek zijn mobiliteitsgegevens, gesplitst naar leeftijdsjaar, gebruikt voor de periode 1995-2008. In het risicomodel wordt gebruikgemaakt van een 'gladde' versie van deze gegevens, omdat de gegevens naar leeftijdsjaar soms substantiële uitschieters vertonen door de onzekerheid die inherent is aan de geringe steekproefomvang en de gebruikte detaillering. Hierbij wordt aangenomen dat in opeenvolgende leeftijden en opeenvolgende jaren in het algemeen geen plotselinge veranderingen optreden in de mobiliteit per hoofd van de bevolking, maar dat ontwikkelingen in deze



mobiliteit zich geleidelijk zullen manifesteren. Deze zogenaamde 'smoothing' van de data kan worden gezien als een alternatief voor een (veelgebruikte) indeling in leeftijdsklassen om voor de beperkte steekproefomvang te corrigeren. De gesmoothte verdeling heeft als voordeel dat de scherpe overgangen, die in een geclassificeerde verdeling onvermijdelijk zijn, niet optreden<sup>1</sup>. De (gladde versie van de) afgelegde afstand per hoofd van de bevolking voor automobilisten is weergegeven in *Afbeelding 2.1*. In *Afbeelding 2.2* is de afgelegde afstand per hoofd van de bevolking voor fietsers weergegeven.



*Afbeelding 2.1. Afgelegde afstand per hoofd van de bevolking ( $\times 10^3$  km) voor autobestuurders naar leeftijdsjaar voor de periode 1995-2008. Bron: OVG/MON.*



*Afbeelding 2.2. Afgelegde afstand per hoofd van de bevolking ( $\times 10^3$  km) per fiets naar leeftijdsjaar voor de periode 1995-2008. Bron: OVG/MON.*

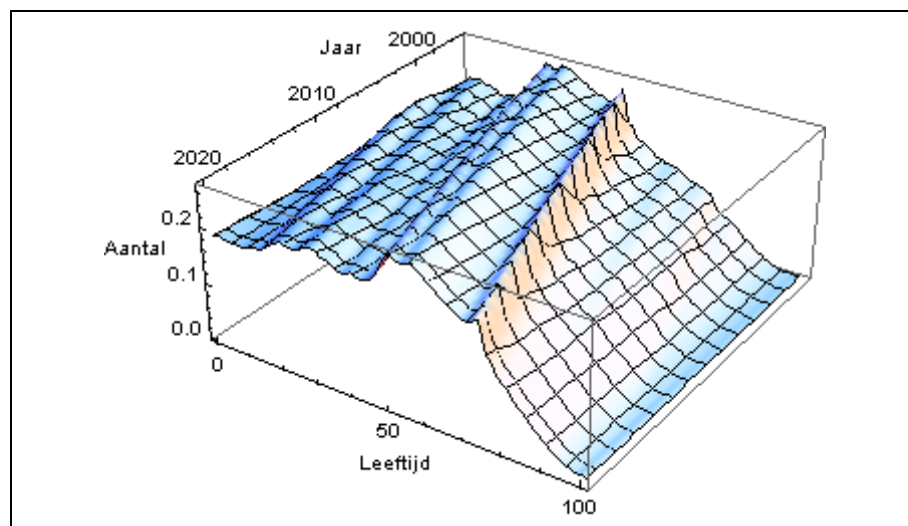
<sup>1</sup> Het indelen van slachtofferaantallen in klassen van leeftijden kan ook gezien worden als een vorm van smoothing binnen zo'n leeftijdsklasse.

### 2.1.3. Benodigde prognosedata

Voor de in 2011 uit de voeren *Verkeersveiligheidsverkenning 2020* zijn naast gegevens uit het verleden ook gegevens nodig over de verwachte mobiliteit en bevolkingssamenstelling in de toekomst (in ieder geval voor het doeljaar en eventueel voor tussenliggende jaren). In overleg met – en op advies van – het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) wordt een verdeling van de auto- en fietsmobiliteit naar leeftijdsjaar gemaakt, gebruikmakend van de prognoses op minder gedetailleerd niveau uit het Landelijk Modelsysteem (LMS) die door die Dienst Verkeer en Scheepvaart (DVS) beschikbaar zijn gesteld. De prognosedata voor zowel de bevolkingssamenstelling als de mobiliteit (auto en fiets) zullen zijn ontleend aan de Welvaart en Leefomgeving (WLO)-scenario's 'Global Economy' en 'Regional Communities'. Deze beide scenario's tonen respectievelijk de grootste en de geringste mobiliteitsgroei.

In deze rapportage wordt een testversie van een prognose voor de mobiliteit gebruikt. Hierbij wordt de mobiliteit per hoofd van de bevolking naar ieder leeftijdsjaar in 2008 vermenigvuldigd met de prognose voor de bevolkingssamenstelling per leeftijdsjaar in 2020. Daar komt een prognose uit voort voor de mobiliteit in het jaar 2020. Deze mobiliteit is dus niet de verwachte mobiliteit in 2020, maar een voorbeeldwaarde die is bedoeld om de werking van het verkennend model te illustreren. De resultaten van de testversie zullen dus niet per se overeenkomen met de schattingen in de *Verkeersveiligheidsverkenning 2020*. Wel is de gebruikte mobiliteitsprognose zodanig dat een goed beeld kan worden verkregen van de werking van het verkennend model en van de manier waarop de resultaten tot stand zijn gekomen.

Om een beeld te krijgen van de gebruikte prognosegegevens, wordt in *Afbeelding 2.3* de ontwikkeling van de bevolkingssamenstelling naar leeftijd getoond (CBS, 2010). De totale Nederlandse populatie is naar verwachting in 2020 gegroeid naar 17,0 miljoen (tegenover 16,4 miljoen in 2008).



Afbeelding 2.3. *Bevolkingssamenstelling (in miljoenen) naar leeftijdsjaar: gegevens van 1995 tot en met 2008 aangevuld met een prognose tot het jaar 2020. Bron: CBS.*

## 2.2. Het verkennend model: een risicomodel

De gegevens die in de vorige paragraaf zijn besproken, vormen de basis voor het verkennend model. Het model is een (schematische) weergave van de ontwikkelingen van het risico in het verkeer in Nederland. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar verschillende subgroepen in het verkeer die een (eventueel) verschillende ontwikkeling van het risico laten zien. Daartoe wordt onderscheid gemaakt naar zowel conflicttype als leeftijd. Het conflicttype wordt bepaald door de vervoerswijze van het slachtoffer en, indien er sprake is van ten minste één tegenpartij, zijn 'belangrijkste' tegenpartij. In deze paragraaf worden de algemene specificatie en de veronderstellingen van het verkennend model besproken. Eerst wordt het risicomodel in hoofdlijnen gepresenteerd. Vervolgens wordt ingegaan op de conflicttypen die bij het model zijn betrokken en op de gebruikte mobiliteitsgegevens. Ook wordt kort aangegeven hoe de prognose tot stand komt. Specifieke aspecten van het verkennend model voor verkeersdoden respectievelijk ernstig verkeersgewonden worden besproken in §2.3 respectievelijk §2.4.

### 2.2.1. Het verkennend model in hoofdlijnen

In het verkennend model wordt 'het risico' in het verkeer gebruikt als maat voor de verkeersveiligheid. Alvorens in te gaan op de verdere details van het model wordt daarom eerst toegelicht wat verstaan wordt onder 'het risico'. Het risico in het verkeer is een maat voor de onveiligheid in het verkeer (SWOV, 2009). Hiertoe wordt niet het aantal slachtoffers, maar het aantal slachtoffers *per afgelegde afstand* (in het ideale geval) onderzocht. Als er onvoldoende mobiliteitsgegevens beschikbaar zijn, worden de mobiliteitsgegevens vervangen door bevolkingsaantallen.

In het model komen twee typen risicodefinities voor. Het eenvoudigste geval betreft de eenzijdige ongevallen en die conflicttypen waarbij de expositie van de tegenpartij buiten beschouwing wordt gelaten. Hierbij geldt voor het slachtofferrisico binnen iedere in het model gespecificeerde subgroep met vervoerswijze 1:

$$N_1 = r_1 M_1 \quad (3)$$

met  $N_1$  het aantal slachtoffers in een subgroep,  $M_1$  de bijbehorende mobiliteit van die vervoerswijze en  $r_1$  het risico van die subgroep.

Vergelijking (3) wordt in het model verder gedisaggregeerd naar leeftijd. Een subgroep wordt dus gespecificeerd door keuze van conflicttype en leeftijdsjaar. Dit kan in de vergelijking tot uitdrukking komen door de leeftijd  $\ell_1$  van de bestuurder van vervoerswijze 1 op te nemen:

$$N_1(\ell_1) = r_1(\ell_1) M_1(\ell_1) \quad (4)$$

In een aantal conflicttypen wordt naast de mobiliteit van het slachtoffer ook die van de tegenpartij in het model opgenomen, waarbij voor beide partijen wordt gedisaggregeerd naar leeftijd. Voor de zogenaamde risicodichtheid  $\rho_{12}$  geldt dan binnen elke subgroep de volgende formule:

$$N_{12} = \rho_{12} M_1 M_2 \quad (5)$$

waarbij  $M_1$  en  $M_2$  de mobiliteit van respectievelijk slachtoffer en tegenpartij zijn.  $N_{12}$  is het aantal slachtoffers met vervoerswijze 1 in een aanrijding met vervoerswijze 2.

In vergelijking (5) is er, ten opzichte van vergelijking (3), een verschil: waar in vergelijking (3)  $r_1$  staat, staat in vergelijking (5)  $\rho_{12} M_2$ . Dit betekent dat  $\rho_{12}$  een *slachtofferrisico per afgelegde afstand* door de tegenpartij is. Ook vergelijking (5) wordt in het model verder gedisaggregeerd naar leeftijd, en wel van beide betrokken bestuurders:  $\ell_1$  is de leeftijd van de bestuurder van de vervoerswijze van het slachtoffer, en  $\ell_2$  is de leeftijd van de bestuurder van de tegenpartij:

$$N_{12}(\ell_1, \ell_2) = \rho_{12}(\ell_1, \ell_2) M_1(\ell_1) M_2(\ell_2) \quad (6)$$

Hierbij is  $N_{12}(\ell_1, \ell_2)$  het aantal slachtoffers in vervoerswijze 1, met bestuurdersleeftijd  $\ell_1$  en tegenpartij 2 met bestuurdersleeftijd  $\ell_2$ . Hoe hiermee in het model exact wordt omgegaan, wordt nauwkeurig toegelicht in (Bijleveld, Van Norden & Stipdonk, te verschijnen).

Onderstaand worden puntsgewijs verdere uitgangspunten en aannames besproken.

- In het verkennend model wordt onderscheid gemaakt naar conflicttype. Voor elk onderscheiden conflicttype wordt, onafhankelijk van elkaar, een modelschatting bepaald. §2.2.2 gaat nader in op deze onderverdeling naar conflicttype.
- Naast conflicttype wordt tevens onderscheid gemaakt naar leeftijd van de bestuurder van het voertuig waarin het slachtoffer zich bevindt. In veel gevallen zal de leeftijd van de bestuurder tevens de leeftijd van het slachtoffer zijn (als bestuurder en slachtoffer verwijzen naar dezelfde persoon), maar ook voor autopassagiers wordt de leeftijd van de bestuurder meegenomen in het model. Hiervoor is gekozen omdat naast de kwetsbaarheid vooral de mate waarin op basis van rijervaring risico's worden genomen in het verkeer, bepaalt of iemand slachtoffer wordt. In het vervolg van het rapport zal, voor het gemak en de leesbaarheid, desondanks vaak de term 'leeftijd van het slachtoffer' worden gebruikt als wordt verwezen naar de leeftijd van de bestuurder van het voertuig waarin het slachtoffer zich bevond.
- Het risico wordt verondersteld een exponentiële vorm in de tijd te volgen, dat wil zeggen dat de verandering van het risico evenredig is met de grootte van dit risico. Bij een daling van het risico met bijvoorbeeld 3% per jaar betekent dit dat de daling een vaste fractie van 3% is van het risico, en dus een steeds kleinere absolute omvang heeft. Voor ieder conflicttype en voor iedere leeftijd worden in het model parameters bepaald die de ontwikkeling in de tijd weergeven. Naast (voornamelijk) dalende risico's komen in (de resultaten van) het model ook stijgende exponentiële risico-ontwikkelingen voor; die worden dus niet per se uitgesloten.

Echter, exponentiële functies kunnen, afhankelijk van het definitiegebied, zeer sterk stijgen. Daarom wordt van geval tot geval bekeken of dit niet tot extreme, mogelijk onrealistische situaties leidt. De keuze van de exponentiële functie is ingegeven door praktische argumenten: het is een eenvoudige functie die altijd positief is (geen negatieve aantallen slachtoffers in een toekomstig jaar) en waarmee rekentechnisch gemakkelijk

gewerkt kan worden. Het is in de internationale literatuur ook een gangbare aanpak (Reurings & Commandeur, 2006).

- Over de leeftijden wordt het risico-oppervlak (dan wel risicodichtheidsoppervlak) glad verondersteld. Dit betekent dat bijvoorbeeld 40- en 41-jarige bestuurders worden verondersteld een ongeveer gelijk risico te hebben. Tussen de leeftijden worden in het model dus geen plotselinge grote sprongen in het risico toegestaan.
- Waar mogelijk wordt gebruikgemaakt van de afgelegde afstand als mate van blootstelling aan het risico in het verkeer gebruikt, waarbij bij enkele conflicttypen zowel de mobiliteit van slachtoffer als die van tegenpartij in ogenschouw wordt genomen. De beperkingen zijn bijvoorbeeld de beschikbaarheid van gegevens over de mobiliteit van een bepaalde vervoerswijze, maar ook de omvang van het aantal slachtoffers voor het beschouwde conflicttype. In §2.2.3 wordt in detail besproken welke expositiemaat in welk conflicttype wordt opgenomen in het model.
- In een aantal gevallen waarbij het niet mogelijk is om ook voor de tegenpartij onderscheid te maken naar leeftijd (wegens ‘kleine’ aantallen slachtoffers) wordt de totale, jaarlijkse mobiliteit van de betreffende vervoerswijze in het model opgenomen.
- Boven de tachtig jaar is zowel de mobiliteit als het aantal slachtoffers zeer beperkt. Voor alle tachtigplussers wordt daarom een gelijke trend in de tijd verondersteld.
- Voor leeftijden die per definitie geen slachtoffer (lees: bestuurder van het voertuig van het slachtoffer) van een bepaald ongeval kunnen zijn, wordt het risico op nul gesteld. Voor enkelvoudige auto-ongevallen geldt dus bijvoorbeeld dat het risico onder de achttien jaar per definitie gelijk is aan nul, aangezien de leeftijd van de bestuurder van het voertuig waarin het slachtoffer zich bevindt wordt meegenomen in het model. Een uitzondering op deze aanname zijn de bromfietzers. Gezien het niet te verwaarlozen aantal slachtoffers onder bromfietzers in de leeftijd van veertien en vijftien jaar is het risico (gedefinieerd middels bevolkingsaantallen) in deze leeftijden niet op nul gesteld.

### 2.2.2. Conflicttypen

Wegens kleinere aantallen verkeersdoden dan ernstig verkeersgewonden zal de onderverdeling naar conflicttype voor verkeersdoden beperkter moeten zijn dan voor ernstig verkeersgewonden. In *Tabel 2.2* is schematisch de gebruikte indeling van conflicttypen weergegeven voor zowel verkeersdoden als ernstig verkeersgewonden. De eerst vermelde vervoerswijze is die van het slachtoffer, gevolgd door die van de (belangrijkste) tegenpartij. Van de eerste groep, gelabeld met A, zijn de slachtoffers auto-inzittenden. Voor verkeersdoden wordt dit beschouwd als één groep, terwijl voor ernstig verkeersgewonden nog een onderscheid wordt gemaakt in drie subgroepen, die worden gedefinieerd op basis van de tegenpartij. De tweede groep voor verkeersdoden, gelabeld met TA, zijn slachtoffers die zelf niet in een auto zaten maar waarvan de tegenpartij wél een auto is. Ook voor deze groep is voor de ernstig verkeersgewonden een nadere onderverdeling in drie subgroepen gemaakt, nu naar vervoerswijze van het slachtoffer zelf. De laatste groep voor verkeersdoden, gelabeld NA, en de laatste drie groepen voor ernstig verkeersgewonden betreffen slachtoffers van ongevallen waarbij geen auto betrokken was.

Conflicttypen verkeersdoden	Conflicttypen ernstig verkeersgewonden
A: Auto – alle tegenpartijen	A1: Auto enkelvoudig
	A2: Auto – auto
	A3: Auto – rest 1 (d.w.z. alle vervoerswijzen exclusief auto)
TA: Rest 2 (d.w.z. alle vervoerswijzen exclusief auto) – auto	TA1: Fiets - auto
	TA2: Bromfiets – auto
	TA3: Rest 3 (d.w.z. alle vervoerswijzen exclusief auto, fiets, bromfiets) – auto
NA: Overig (ongevallen zonder betrokkenheid van auto als 1 <sup>ste</sup> of 2 <sup>de</sup> botser)	NA1: Bromfiets – rest 4 (d.w.z. alle tegenpartijen exclusief auto)
	NA2: Overige M-ongevallen (d.w.z. ongevallen met motorvoertuigen waarbij geen auto betrokken is en exclusief bromfietslachtoffers)
	NA3: N-ongevallen (d.w.z. ongevallen waarbij geen motorvoertuig betrokken is)

Tabel 2.2. *Onderscheiden conflicttypen in het verkennend model voor verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden.*

Voor ieder van de beschouwde conflicttypen wordt apart een submodel opgesteld. In elk van deze submodellen wordt gedisaggregeerd naar leeftijd van de bestuurder van het voertuig van het slachtoffer (hetgeen in de meeste gevallen ook de leeftijd van het slachtoffer zelf is). Daarnaast wordt voor ernstig gewonden in auto-auto- en fiets-auto-ongevallen tevens onderscheid gemaakt naar leeftijd van de bestuurder van de tegenpartij in het ongeval. De sommatie over alle conflicttypen van de resultaten van de submodellen leidt tot een schatting voor het jaarlijks totaal aantal verkeersdoden respectievelijk ernstig verkeersgewonden.

Uitgangspunt bij de keuze van deze subgroepen was tweeledig:

1. Als de risico's bij een bepaalde vervoerswijze onderling verschillen en de mobiliteit ontwikkelt zich (mogelijk) verschillend, óf wanneer de ontwikkeling van het risico verschillend is, is het gewenst om de vervoerswijzen te onderscheiden.
2. Als van een bepaalde subgroep de beschikbare gegevens te beperkt van omvang (te weinig ongevallen) of te onnauwkeurig (te weinig mobiliteit) zijn, leidt het samenvoegen van deze subgroep bij andere, soortgelijke, minder relevante subgroepen niet tot een te grote fout in de modeluitkomsten. Als gevolg hiervan was het bijvoorbeeld niet mogelijk om vracht- en bestelverkeer apart te modelleren: hiervan zijn geen mobiliteitsgegevens beschikbaar in het OVG/MON. Ook het gedetailleerd modelleren van ongevallen met gemotoriseerde tweewielers is thans, gelet op de geringe steekproefomvang voor deze vervoerswijzen, niet mogelijk.

Tevens is, waar mogelijk, rekening gehouden met de doelgroepen zoals geformuleerd in het *Strategisch Plan Verkeersveiligheid* (Ministerie van VenW, 2008). Het resultaat is dat in het verkennend model voor verkeersdoden drie ongeveer even grote groepen voorkomen, waarin de invloed van automobilititeit apart kan worden bepaald, en dat voor de gewonden daarnaast nog gedetailleerde prognoses gemaakt kunnen worden voor

onderling verschillende groepen ongevallen met onder andere auto's en fietsers die tot nu toe verschillende ontwikkelingen in de tijd laten zien.

### 2.2.3. Gebruikte mobiliteit

Al eerder is opgemerkt dat als expositiemaat zo veel mogelijk gebruik wordt gemaakt van de afgelegde afstand. Gezien de beschikbare informatie over de mobiliteit in Nederland (gesplitst naar vervoerswijze) betekent dit dat het model voor fietsers en auto-inzittenden gebruikmaakt van de mobiliteitsgegevens uit het MON/OVG. Voor de overige vervoerswijzen zullen de bevolkingsaantallen als alternatieve maat dienen. Het gebruik van de bevolkingsomvang in plaats van de mobiliteit, impliceert dat veranderingen in de mobiliteit per hoofd van de bevolking worden geïnterpreteerd als een verandering in het risico. In Stipdonk, Wesemann & Ale (2008) is aangetoond dat voor veel mobiliteitsontwikkelingen de mobiliteit per hoofd van de bevolking inderdaad minder fluctueert dan de bevolkingsomvang.

In *Tabel 2.3* staat een overzicht van de gebruikte mobiliteit en disaggregaties voor verkeersdoden. In 'auto-alle'-ongevallen voor verkeersdoden wordt de automobilititeit in het model opgenomen. Voor 'rest-auto'-ongevallen wordt de bevolkingssamenstelling als expositiemaat voor het slachtoffer gebruikt, en wordt daarnaast de totale jaarlijkse automobilititeit als factor opgenomen in het model. Voor verkeersdoden in de categorie 'overig' kan, door de heterogene samenstelling van deze groep, alleen de bevolkingsomvang als expositiemaat worden meegenomen in het model.

Conflicttype	Mobiliteit	Onderscheid naar leeftijd
Auto-alle	Sl: automobilititeit Tp: geen	Sl: ja Tp: nee
Rest-Auto	Sl: populatie Tp: automobilititeit	Sl: ja Tp: nee
Overig	Sl: populatie	Sl: ja Tp: nee

*Tabel 2.3. Disaggregaties en gehanteerde mobiliteitsgegevens in het model voor verkeersdoden (Sl = slachtoffer, Tp = tegenpartij).*

De aantallen ernstig verkeersgewonden liggen aanzienlijk hoger dan de aantallen verkeersdoden. In het verkennend model voor gewonden is daarom meer detaillering aangebracht, zoals weergegeven in *Tabel 2.4*. Het model voor fiets-auto- en auto-auto-ongevallen is het meest complex. Hierin worden de mobiliteit van zowel het slachtoffer als de tegenpartij gedisaggregeerd naar leeftijd. Deze twee typen ongevallen worden dus beschouwd als tweezijdig ongeval bij de definiëring van het risico (zie §2.2.1). De overige conflicttypen voor ernstig verkeersgewonden worden in de modelspecificatie voor het risico beschouwd als eenzijdig, waarbij voor bromfiets-auto- en rest-auto-ongevallen als extra factor wel de totale jaarlijkse automobilititeit wordt meegenomen in het model. Indien het slachtoffer een auto-inzittende of fietser is, wordt gebruikgemaakt van de betreffende mobiliteit als expositiemaat. Voor slachtoffers in ongevallen waarbij geen motorvoertuig is betrokken, de N-ongevallen, wordt de fietsmobiliteit in de definitie van het risico gebruikt, aangezien deze groep gedomineerd wordt door

fietsslachtoffers. In de overige gevallen is gebruikgemaakt van de bevolkingsaantallen.

Conflicttype	Mobiliteit	Onderscheid naar leeftijd
Auto enkelvoudig	Sl: automobiliteit Tp: niet van toepassing	Sl: ja
Auto- auto	Sl: automobiliteit Tp: automobiliteit	Sl: ja Tp: ja
Auto - rest	Sl: automobiliteit Tp: geen	Sl: ja Tp: nee
Fiets-auto	Sl: fietsmobiliteit Tp: automobiliteit	Sl: ja Tp: ja
Bromfiets-auto	Sl: populatie Tp: automobiliteit	Sl: ja Tp: nee
Rest-auto	Sl: populatie Tp: automobiliteit	Sl: ja Tp: nee
Bromfiets-rest	Sl: populatie Tp: geen	Sl: ja Tp: nee
Overige M-ongevallen	Sl: populatie Tp: geen	Sl: ja Tp: nee
N-ongevallen	Sl: fietsmobiliteit Tp: geen	Sl: ja Tp: nee

Tabel 2.4. *Disaggregaties en gehanteerde mobiliteitsgegevens in het model voor ernstig verkeersgewonden (Sl = slachtoffer, Tp = tegenpartij).*

#### 2.2.4. Het maken van prognoses

Voor het maken van prognoses is het noodzakelijk dat het model een zodanige specificatie heeft dat een bepaalde ontwikkeling in het verleden kan worden doorgetrokken naar de (nabije) toekomst. In het verkennend model is gekozen voor een exponentiële ontwikkeling van het risico in de tijd. Door extrapolatie van de risicofunctie naar een doeljaar wordt, tezamen met een prognose voor de mobiliteit en bevolkingssamenstelling, een prognose verkregen voor het aantal slachtoffers in dat jaar.

### 2.3. Verkennend model voor verkeersdoden

In de vorige paragraaf is de algemene specificatie van het verkennend model besproken. In deze paragraaf wordt kort ingegaan op drie kenmerken van het model dat de ontwikkelingen van het aantal verkeersdoden beschrijft.

- In Weijermars, Bijleveld & Stipdonk (2010) is beschreven wat de mogelijke achtergrond kan zijn van de grote daling van het aantal verkeersdoden in het jaar 2004. In de beschouwde onderverdeling naar conflicttype (zie §2.2.3) is deze breuk alleen duidelijk te zien in de aantallen verkeersdoden in 'auto-alle'-ongevallen. Daarom is ervoor gekozen om, in navolging van het advies van Weijermars, Bijleveld & Stipdonk (2010) in dit conflicttype gebruik te maken van twee risicoscenario's voor het bepalen van een prognose van het aantal verkeersdoden: één met een geleidelijke daling gedurende de gehele periode 1995-2008 en één met een interventie in het jaar 2004. Door die



interventie wordt een plotselinge daling in de ontwikkeling volgens het model toegestaan. Daarbij is de geleidelijke daling voor en na de interventie gelijk verondersteld. Voor alle andere conflicttypen treedt de plotselinge daling van het aantal slachtoffers in 2004 niet op. Deze daling behoeft daarom voor de overige conflicttypen niet als risicovariant te worden gemodelleerd.

- Het verschil tussen werkelijke en geregistreerde aantallen verkeersdoden wordt geschat met een ophoogfactor, die door de SWOV bepaald is op basis van het door het CBS bepaalde werkelijke aantal verkeersdoden. Deze ophoogfactor is toegepast op de gebruikte ongevalgegevens in het model, zodat het model een prognose voor het werkelijke aantal verkeersdoden in het jaar 2020 berekent. Deze ophoogfactor is slechts beschikbaar voor enkele onderverdelingen, zoals naar leeftijd of naar vervoerswijze van het slachtoffer, maar bijvoorbeeld niet naar een combinatie van leeftijd en vervoerswijze. Daarom moest een keuze worden gemaakt voor een disaggregatie waarvan de ophoogfactor gebruikt zou worden. In het verkennend model voor 'auto-alle'- en 'rest-auto'-ongevallen is gebruikgemaakt van de ophoogfactor voor auto-inzittenden. De ophoogfactor voor de categorie 'overig' is bepaald aan de hand van het verschil tussen het totale opgehoogde aantal verkeersdoden in een bepaald jaar en het aantal verkeersdoden in de beide andere conflicttypen in dat jaar.
- Werkelijke aantallen verkeersdoden zijn pas beschikbaar vanaf het jaar 1996. Om het model voor verkeersdoden (net als dat voor ernstig gewonden) te baseren op gegevens vanaf 1995 is een schatting gemaakt van de ophoogfactoren in 1995, op basis van de periode 1996-2008.
- Er is geen statistische betrouwbaarheidsinformatie beschikbaar. Er zijn dus ook geen betrouwbaarheidsmarges van de schattingen bepaald. Om een indruk te krijgen van de betrouwbaarheid van de schattingen wordt een andere aanpak gekozen; zie Bijleveld, Van Norden & Stipdonk (te verschijnen).

#### 2.4. Verkennend model voor ernstig verkeersgewonden

In deze paragraaf worden enkele aspecten die specifiek zijn voor het model voor ernstig verkeersgewonden besproken.

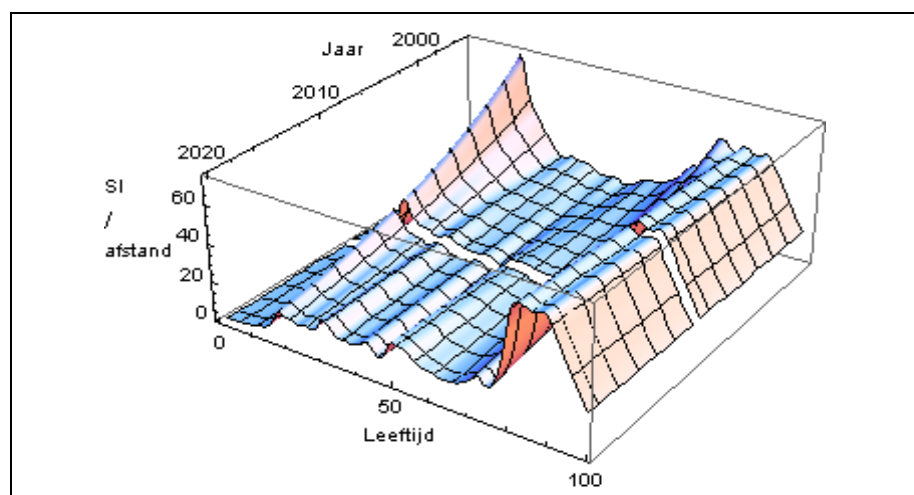
- Voor ernstig verkeersgewonden is een ophoogfactor tussen geregistreerde aantallen en werkelijke aantallen beschikbaar op slachtoffer-niveau, anders dan voor verkeersdoden. Dit biedt de mogelijkheid om in elk submodel afzonderlijk de ophoogfactor van de betreffende slachtoffer-aantallen mee te nemen zoals die in de data bekend is. Deze zijn wel per submodel per kalenderjaar constant verondersteld.
- Ook stijgende risico's worden in het model toegelaten. Vooral voor de N-ongevallen is dit een belangrijke voorwaarde om een redelijke schatting van de ontwikkeling van het aantal slachtoffers te verkrijgen.
- Er is geen statistische betrouwbaarheidsinformatie beschikbaar. Er zijn dus ook geen betrouwbaarheidsmarges van de schattingen bepaald. Om een indruk te krijgen van de betrouwbaarheid van de schattingen wordt een andere aanpak gekozen; zie Bijleveld, Van Norden & Stipdonk (te verschijnen).

### 3. Illustratie van het model voor verkeersdoden

Om een beter beeld te geven van de specificatie van het verkennend model, worden in dit en het volgende hoofdstuk de resultaten van enkele submodellen van het verkennend model besproken. In dit hoofdstuk worden de resultaten voor verkeersdoden (zie ook §2.3) besproken en in het volgende hoofdstuk die voor de ernstig verkeersgewonden (zie ook §2.4). Getoond wordt hoe het risicomodel eruitziet en wat dit uiteindelijk oplevert voor de prognose van het aantal slachtoffers in 2020. Zoals al eerder opgemerkt, zijn hierbij niet de definitieve, correcte mobiliteitsprognoses gebruikt. Op basis van deze voorlopige versie kunnen dan ook geen conclusies worden getrokken over het totaal aantal slachtoffers in 2020. De getoonde resultaten dienen slechts als illustratie van de eerdere beschrijving van het model.

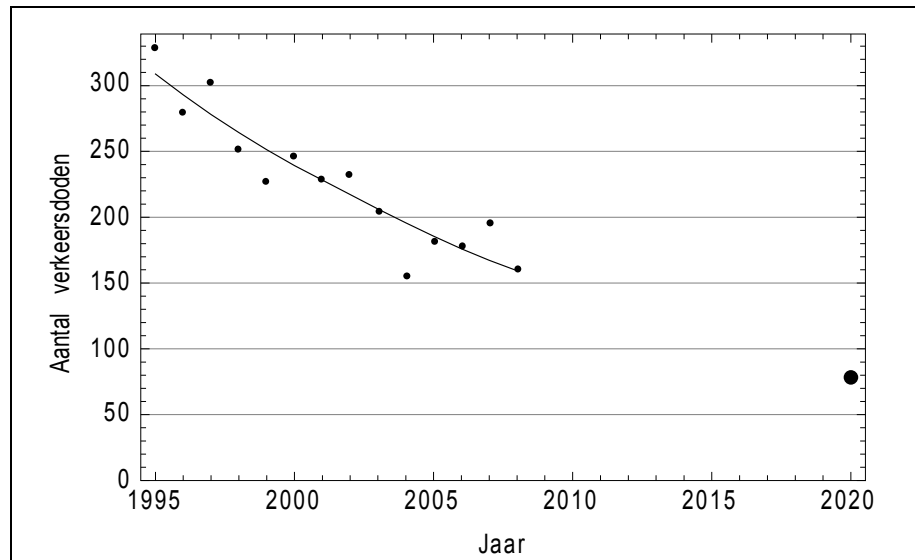
Het model wordt geïllustreerd aan de hand van een van de onderscheiden conflicttypen in het verkennend model voor verkeersdoden (zie *Tabel 2.2*). Het conflicttype 'rest-auto' dient als voorbeeldmodel van een modellering waarbij slechts voor een van de vervoerswijzen naar leeftijd gedisaggregeerde 'mobiliteitsgegevens' zijn gebruikt. Daarbij is uitsluitend naar de leeftijd van het slachtoffer gedisaggregeerd en wordt de leeftijd van de tegenpartij buiten beschouwing gelaten. Als mobiliteitsmaat voor het slachtoffer wordt in het model gebruikgemaakt van de bevolkingsomvang. Daarnaast wordt de jaarlijkse automobiliteit (van de tegenpartij) als extra correctiefactor gebruikt om hiermee te corrigeren voor de groei van de totale automobiliteit.

In *Afbeelding 3.1* wordt de modelschatting van het risico om te overlijden in een 'rest-auto'-ongeval getoond naar leeftijd en kalenderjaar. Te zien is dat het risico voor kinderen rond de tien jaar en voor ouderen hoger ligt dan voor de overige leeftijden. Dit is een aanwijzing dat de disaggregatie naar leeftijd inderdaad relevant kan zijn.



Afbeelding 3.1. Het risico ( $\times 10^{-9}$ ) voor verkeersdoden in 'rest-auto'-ongevallen volgens het model, inclusief een voorbeeldprognose tot 2020.

Met extrapolatie in de tijd van het risico wordt, via vermenigvuldiging met de prognoses van de populatiesamenstelling en de totale automobilititeit, een prognose verkregen voor het aantal slachtoffers naar leeftijd in een 'rest-auto'-ongeval. Het geschatte jaarlijks aantal verkeersdoden in deze subgroep is de optelsom over alle leeftijden van deze schattingen. Het resultaat van deze berekening, de prognose voor het aantal verkeersdoden in het jaar 2020, is te zien in *Afbeelding 3.2*. Deze figuur toont daarnaast ook de modelschatting (gebruikmakend van de gesmoothte versie van de mobiliteit in het verleden) en het (werkelijk) aantal verkeersdoden in 'rest-auto'-ongevallen voor de periode 1995-2008.



*Afbeelding 3.2. Het aantal verkeersdoden in 'rest-auto'-ongevallen: werkelijk aantal verkeersdoden in de periode 1995-2008, de modelschatting voor de periode 1995-2008 en een voorbeeldprognose voor het aantal verkeersdoden in het jaar 2020. Bron: SWOV.*

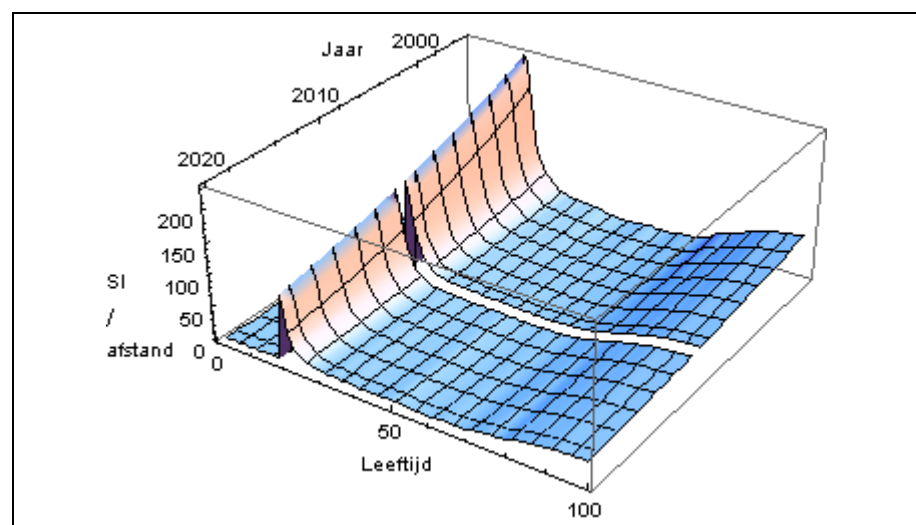
## 4. Illustratie van het model voor ernstig verkeersgewonden

Ter illustratie van het verkennend model voor ernstig verkeersgewonden worden de resultaten van een aantal conflicttypen besproken. Voor deze conflicttypen is gekozen omdat ze van verschillende typen modellen de modellering laten zien. Eerst wordt een voorbeeld besproken van de meest eenvoudige vorm van het model: enkelvoudige auto-ongevallen. Bij dit type ongeval is geen tegenpartij betrokken. Vervolgens worden achtereenvolgens de resultaten voor auto-auto-ongevallen en fiets-auto-ongevallen getoond. Deze modellen representeren de meest complexe varianten van het model, waarbij naast de afgelegde afstand van het slachtoffer gedisaggregeerd naar leeftijd ook die van de tegenpartij gedisaggregeerd naar leeftijd in het model wordt meegenomen. Tot slot worden de N-ongevallen besproken. N-ongevallen zijn een 'speciaal geval', omdat voor alle leeftijden en gedurende de gehele beschouwde periode in het verleden (1995-2008) sprake is van een toename van het aantal ernstig verkeersgewonden en ook van een stijging van het risico.

### 4.1. Auto enkelvoudig

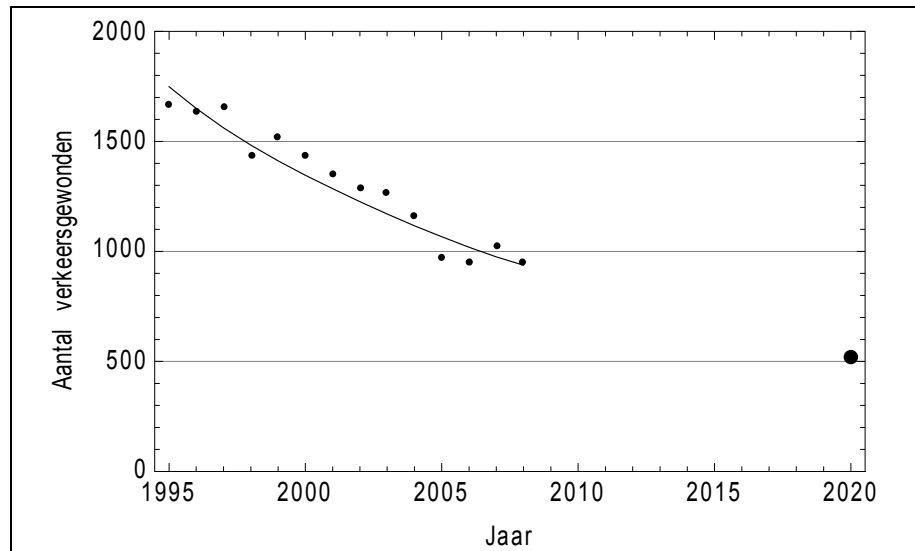
Voor enkelvoudige auto-ongevallen is het risico gedefinieerd als het aantal slachtoffers per afgelegde afstand van autobestuurders. Hierbij wordt gedisaggregeerd naar leeftijd. Meestal is de bestuurder ook het slachtoffer. In die gevallen dat een passagier het slachtoffer is, wordt niet de leeftijd van het slachtoffer gebruikt, maar de leeftijd van de bestuurder van het voertuig waarin het slachtoffer zich tijdens het ongeval bevond. Voor personen onder de achttien jaar is dit risico dus per definitie gelijk aan nul.

*Afbeelding 4.1* toont het risico voor enkelvoudige auto-ongevallen. Tot 2008 betreft dit de schatting van het risico op basis van de gegevens uit het verleden. Via extrapolatie van het model is een prognose voor het risico in de periode 2009-2020 verkregen. Uit de afbeelding blijkt dat het risico over de leeftijden duidelijk verschillend is, met een hoog risico voor jonge bestuurders, dat geleidelijk daalt met een stijgende leeftijd.



*Afbeelding 4.1. Het risico ( $\times 10^{-9}$ ) voor ernstig verkeersgewonden in enkelvoudige auto-ongevallen. Model, inclusief een voorbeeldprognose tot 2020.*

Voor iedere leeftijd kan de prognose voor het aantal slachtoffers in enkelvoudige auto-ongevallen van die betreffende leeftijd worden geschat door vermenigvuldiging van het risico met de bijbehorende automobilititeit. De optelsom van deze prognoses voor alle leeftijden levert vervolgens een prognose op voor het aantal slachtoffers in enkelvoudige auto-ongevallen in het jaar 2020 (zie *Afbeelding 4.2*).



Afbeelding 4.2. Het aantal ernstig verkeersgewonden in enkelvoudige auto-ongevallen: werkelijk aantal ernstig verkeersgewonden in de periode 1995-2008, de modelschatting voor de periode 1995-2008 en een voorbeeldprognose voor het aantal ernstig verkeersgewonden in het jaar 2020. Bron: SWOV.

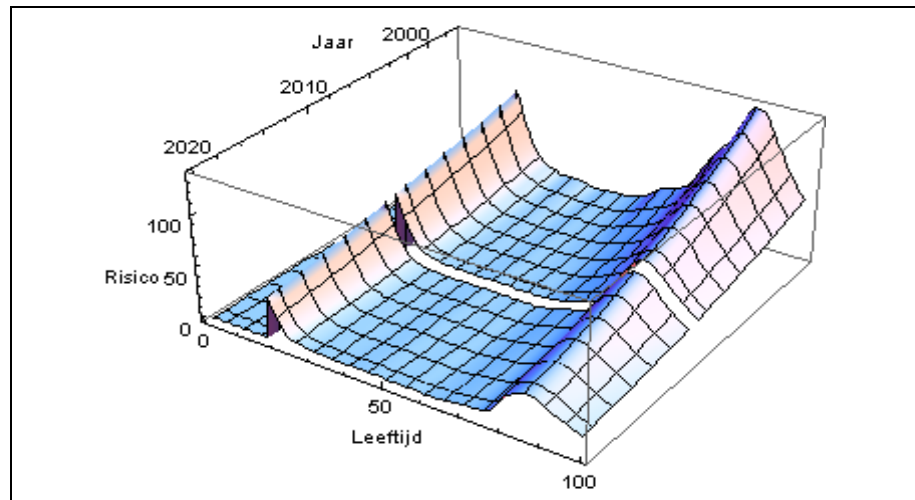
#### 4.2. Auto-auto-ongevallen

Voor auto-auto-ongevallen maakt naast de mobiliteit van het slachtoffer ook de mobiliteit van de tegenpartij deel uit van de modelspecificatie, waarbij beide grootheden worden gedisaggregeerd naar leeftijd van de betreffende partij. Behalve van een risico voor het slachtoffer is hier dus tevens sprake van een 'risico' om als tegenpartij betrokken te raken bij een ongeval met een ernstig gewonde in een andere auto, per afgelegde afstand van die bestuurders. Het model gaat uit van een risicodichtheid (slachtoffers per afgelegde afstand van de vervoerswijze van het slachtoffer, per afgelegde afstand van de tegenpartij, ofwel een risico per afgelegde afstand); zie ook vergelijkingen (5) en (6) in §2.2.1. Deze risicodichtheid is gedisaggregeerd naar twee leeftijden (van de beide bestuurders). De risicodichtheid is in het model evenredig aan het product van twee componenten die elk samen met de dimensie 'tijd' een oppervlak vormen. Deze oppervlakken zijn ieder, op een constante na, eenduidig gedefinieerd:

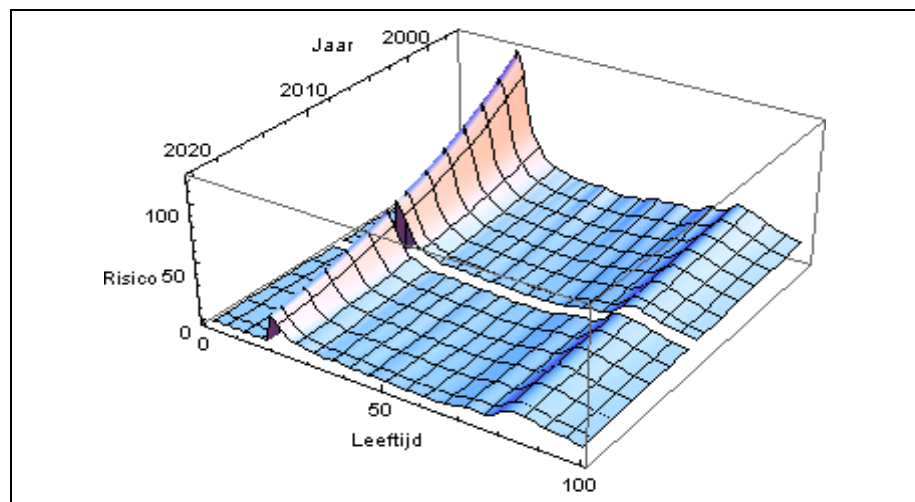
$$\rho_{12}(\ell_1, \ell_2) = \rho_1(\ell_1) \rho_2(\ell_2) \tag{7}$$

In de berekeningen binnen het model worden  $\rho_1(\ell_1)$  en  $\rho_2(\ell_2)$  gesmootht. Met het resultaat hiervan kunnen de risico-oppervlakken voor de ongevals-betrokkenheid naar beide vervoerswijzen worden berekend. De uitkomsten hiervan staan in *Afbeelding 4.3* respectievelijk *Afbeelding 4.4*. Voor het

bepalen van het slachtofferrisico, ofwel het aantal slachtoffers per afgelegde afstand van de slachtoffers, uit de risicodichtheid wordt gebruikgemaakt van de mobiliteitscijfers van de tegenpartij. Voor verschillende mobiliteits-scenario's zullen dus (enigszins) verschillende risico-oppervlakken worden verkregen. Hetzelfde geldt voor het 'risico' van de tegenpartij in relatie tot de mobiliteit van het slachtoffer.



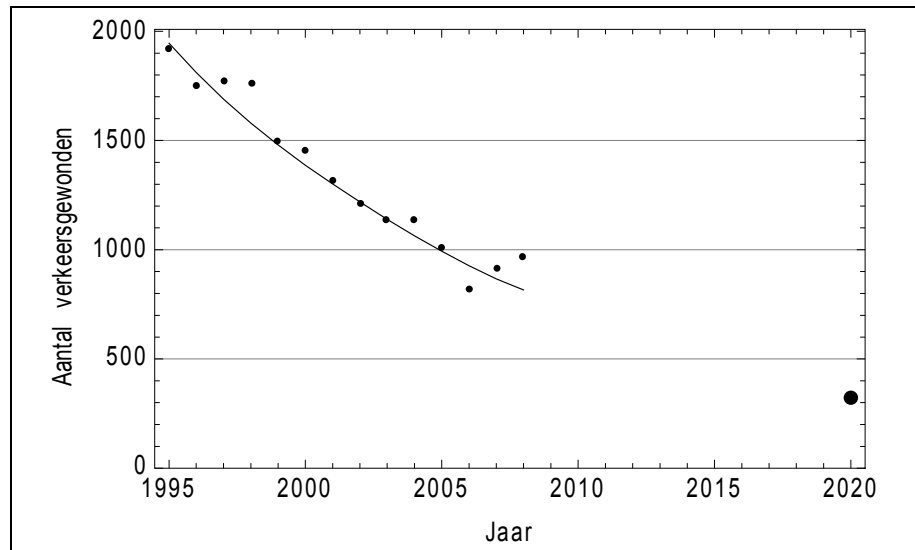
Afbeelding 4.3. Het slachtofferrisico ( $\times 10^{-9}$ ) voor ernstig verkeersgewonden in auto-auto-ongevallen: slachtoffers per afgelegde afstand door bestuurders van de auto met het slachtoffer. Model inclusief een voorbeeldprognose tot 2020.



Afbeelding 4.4. Het risico voor de tegenpartij ( $\times 10^{-9}$ ) in auto-auto-ongevallen: slachtoffers per afgelegde afstand door de tegenpartij, naar leeftijd van de bestuurder van de tegenpartij. Model inclusief een voorbeeldprognose tot 2020.

Met dubbel gebruik van de prognose van de automobilititeit, voor zowel slachtoffer als tegenpartij, is uit de risicodichtheid een prognose van het aantal slachtoffers in auto-auto-ongevallen verkregen. Na sommaties over de leeftijd voor beide partijen resulteert dit in een modelschatting en een

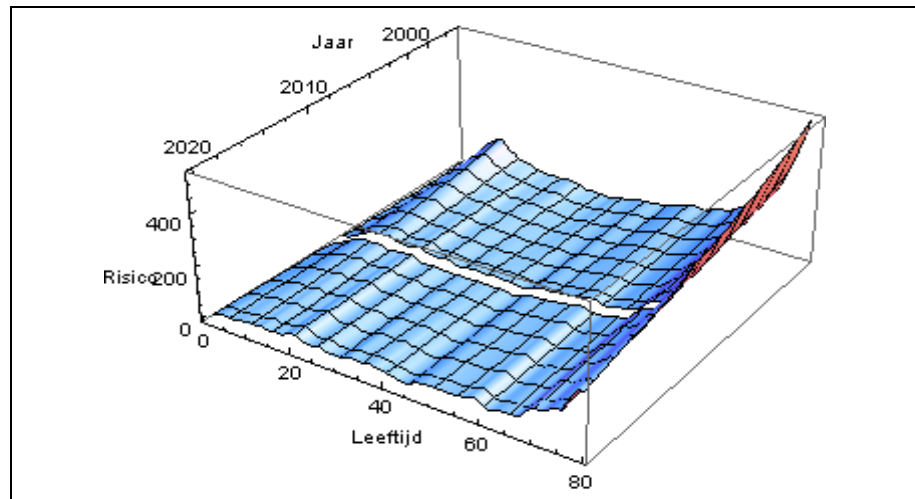
prognose voor het aantal ernstig gewonden in auto-auto-ongevallen (zie Afbeelding 4.5).



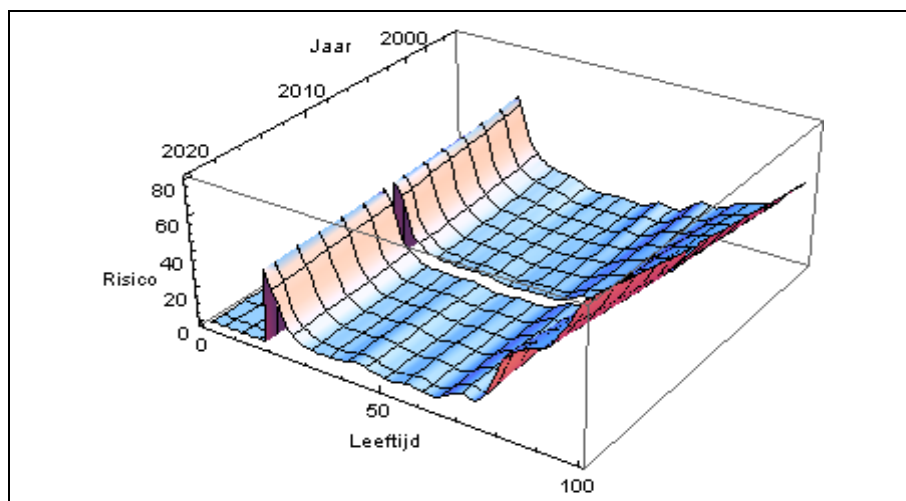
Afbeelding 4.5. Het aantal ernstig verkeersgewonden in auto-auto-ongevallen: werkelijk aantal ernstig verkeersgewonden in de periode 1995-2008, de modelschatting voor de periode 1995-2008 en een voorbeeldprognose voor het aantal ernstig verkeersgewonden in het jaar 2020. Bron: SWOV.

### 4.3. Fiets-auto ongevallen

Ook voor fiets-auto-ongevallen is een risico geschat voor zowel slachtoffer als tegenpartij. Afbeelding 4.6 respectievelijk Afbeelding 4.7 tonen de risicooppervlakken.

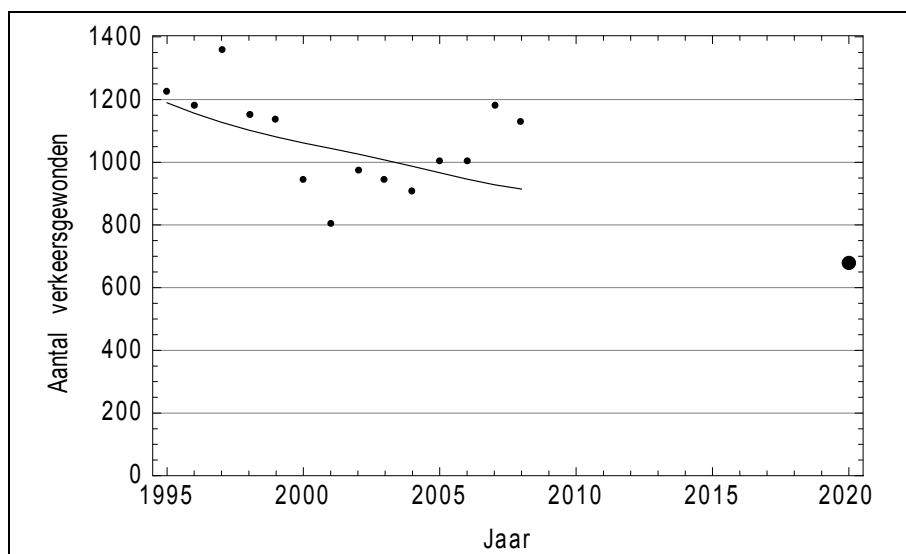


Afbeelding 4.6. Het risico ( $\times 10^{-9}$ ) om als fietser ernstig verkeersgewond te raken in fiets-auto-ongevallen: slachtoffers per afgelegde fietsafstand. Model inclusief een voorbeeldprognose tot 2020.



Afbeelding 4.7. Het risico voor de tegenpartij ( $\times 10^{-9}$ ) in fiets-auto-ongevallen: slachtoffers per afgelegde afstand door de bestuurders van de tegenpartij, naar leeftijd van de autobestuurder. Model inclusief een voorbeeldprognose tot 2020.

Analoog aan de auto-auto-ongevallen kan een prognose van het aantal slachtoffers in fiets-auto-ongevallen worden bepaald met behulp van de prognoses van de mobiliteit van beide partijen van het ongeval. Het resultaat van deze berekening, inclusief het modelresultaat voor de periode 1995-2008, is te zien in Afbeelding 4.8.



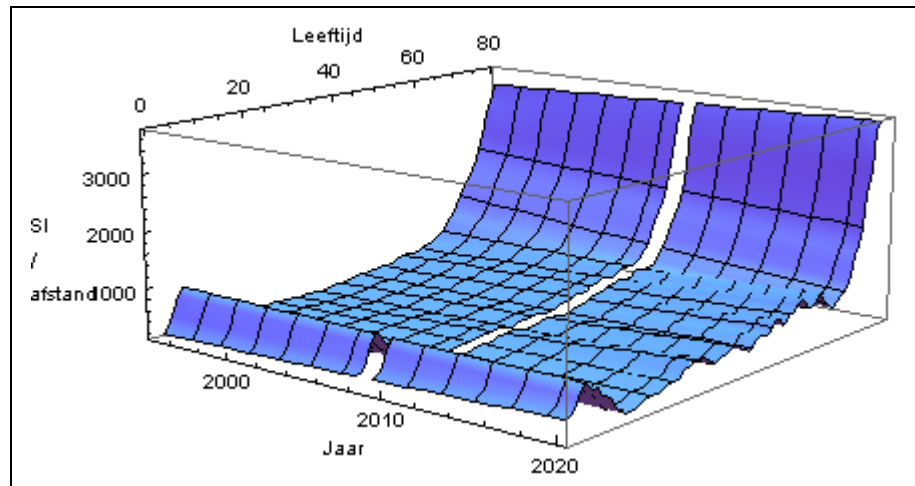
Afbeelding 4.8. Het aantal ernstig verkeersgewonden in fiets-auto-ongevallen: werkelijk aantal ernstig verkeersgewonden in de periode 1995-2008, de modelschatting voor de periode 1995-2008 en een voorbeeldprognose voor het aantal ernstig verkeersgewonden in het jaar 2020. Bron: SWOV.

#### 4.4. N-ongevallen

Het aantal slachtoffers in ongevallen waarbij geen motorvoertuig is betrokken vormt een uitzondering op de regel dat het risico in het verkeer

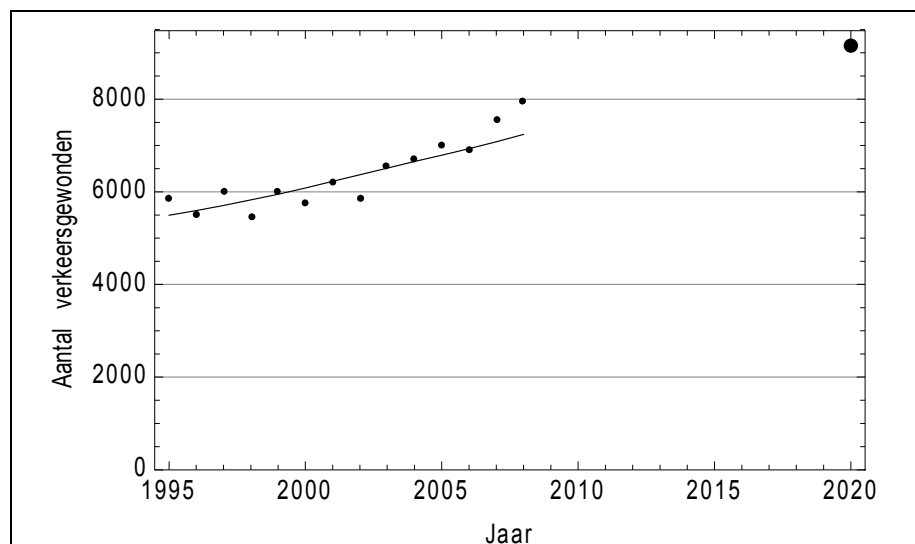


een dalende trend in de afgelopen jaren laat zien. In *Afbeelding 4.10* is te zien dat het aantal ernstig verkeersgewonden in N-ongevallen sinds 1995 een duidelijke stijging vertoont. Aangezien de fietsmobiliteit geen grote stijging laat zien, is voor een goede beschrijving van de gegevens in een model een stijgende ontwikkeling van het risico noodzakelijk. Net als bij de overige modellen is hier gekozen voor een exponentiële vorm van het risico. *Afbeelding 4.9* toont het resulterend risico in N-ongevallen.



*Afbeelding 4.9. Het risico ( $\times 10^{-9}$ ) voor ernstig verkeersgewonden in N-ongevallen volgens het model, inclusief een voorbeeldprognose tot 2020.*

Exponentiële functies kunnen tot explosieve groei leiden. Daarom is er extra op gelet of de prognose voor 2020 nog steeds een realistische prognose is. Dit blijkt het geval te zijn, zoals in *Afbeelding 4.10* te zien is, met de prognose voor het aantal ernstig verkeersgewonden in N-ongevallen in relatie tot zowel de gegevens als het model in de periode 1995-2008.



*Afbeelding 4.10. Het aantal ernstig verkeersgewonden in N-ongevallen: werkelijk aantal ernstig verkeersgewonden in de periode 1995-2008, de modelschatting voor de periode 1995-2008 en een voorbeeldprognose voor het aantal ernstig verkeersgewonden in het jaar 2020. Bron: SWOV.*

## 5. Verbetermogelijkheden

In dit rapport is het verkennend model voor de verkeersveiligheid gepresenteerd dat de SWOV zal gebruiken om de referentieprognose van de *Verkeersveiligheidsverkenning 2020* te bepalen. Deze verkenning zal worden uitgevoerd in 2011. Technische details en een uitgebreidere toelichting op de gedane keuzes in het model zijn te vinden in Bijleveld, Van Norden & Stipdonk (te verschijnen).

In de nabije toekomst zijn er zeker nog verbeteringen van het verkeersveiligheidsmodel mogelijk. In eerste instantie zullen deze een plaats moeten krijgen in het beschrijvend model, dat de ontwikkelingen in het verleden beschrijft. Daarna kunnen de verbeteringen, afhankelijk van de mogelijkheden, ook volledig of deels worden doorgevoerd in het verkennend model. Voor verbeteringen van het model voor de verkeersveiligheid kan bijvoorbeeld gedacht worden aan:

- de ontwikkeling van het aantal slachtoffers naar wegtype in het model opnemen;
- gegevens van vóór 1995 gebruiken;
- meer of andere subgroepen onderscheiden met het oog op het SPV (Ministerie van V&W, 2008), zoals gemotoriseerde tweewielers en vracht- en bestelverkeer. Daarbij moet nog wel een oplossing worden gezocht voor de beperkte mobiliteitsgegevens voor deze modaliteiten;
- een ‘koppeling’ van risico-ontwikkelingen die een soortgelijke ontwikkeling volgen, bijvoorbeeld de invloed van de auto als tegenpartij in verschillende conflicttypen;
- nagaan voor welke vervoerswijzen en leeftijden of leeftijdsgroepen de mobiliteit per capita (nagenoeg) constant is, zodat de bevolkingssamenstelling kan worden gebruikt als approximatie voor de mobiliteit;
- nagaan of parametrisatie van de risicoverschillen naar leeftijd kan worden toegepast. Indien dit mogelijk is, wordt de modellering van de leeftijdafhankelijke risico's sterk vereenvoudigd. Dit zou de separate modellering van conflicttypen met een kleinere omvang binnen bereik kunnen brengen;
- betrouwbaarheidsmarges bepalen om te kunnen vaststellen hoe goed het model is. Wanneer betrouwbaarheidsmarges beschikbaar zijn, is het ook mogelijk om te bepalen of bepaalde toevoegingen nog relevante verbetering van de voorspelde aantallen slachtoffers oplevert;
- de effecten van SPI's in subgroepen implementeren.

Een interessante uitbreidingsmogelijkheid is de stratificatie naar regio. Regionale verkeersveiligheidsontwikkelingen blijken onderling sterk te kunnen verschillen (SWOV, 2007). De negentien Nederlandse regio's (twaalf provincies en zeven stadsregio's) voeren hun eigen lokale verkeersveiligheidsbeleid en hebben mogelijk baat bij hun eigen verkenning. Voor het regionale aantal verkeersdoden (jaarlijks circa vijftien tot zestig doden per regio) is dit ondoenlijk, maar op basis van gegevens over ernstig verkeersgewonden is een regionale verkenning wel mogelijk. Daarbij moeten wellicht aannamen worden gedaan over proportionaliteit met de Nederlandse ontwikkeling van het risico naar leeftijd, en kunnen vervolgens toch

uitspraken worden gedaan over de meest belangwekkende ontwikkelingen (snelle of juist langzame daling van het risico voor bepaalde conflicttypen, wegtypen enzovoort).

## Literatuur

Bijleveld, F.D., Norden, Y. van & Stipdonk, H.L. (te verschijnen). *Een model voor de verkeersveiligheid; Modelspecificatie, aannamen en de knelpunten van het beschrijvend en het verkennend model*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Broughton, J. (1988). *Predictive models of road accident fatalities*. In: Traffic Engineering and Control, 29, p. 296–300.

Broughton, J., (2009). *Post-2010 Casualty Forecasting*. In: Transportation Research Laboratory, (Ed.). Road Safety Web Publication, London.

Broughton, J. & Knowles, J. (2010). *Providing the numerical context for British casualty reduction targets*. In: Safety Science 48 nr. 9, p. 1134-1141.

CBS (2010). Prognose bevolking op 1 januari naar leeftijd en geslacht, 2009-2050. Download dd. 31/08/2010.

Corben, B.F. Logan, D.B., Fanciulli, L., Farley, R., & Cameron, I. (2010). *Strengthening road safety strategy development 'Towards zero' 2008*. In: Safety Science 48 nr. 9, p. 1085-1097.

Gaudry, M. (1984). *DRAG, model of the demand for road use accidents and their severity, applied in Quebec from 1956 to 1982*. Université de Montréal.

Janssen, L.H.J.M., Okker, V.R. & Schuur, J. (red.) (2006). *Welvaart en leefomgeving; een scenariostudie voor Nederland in 2040. Hoofdrapport*. Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau en Ruimtelijk Planbureau.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2008). *Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2008-2020; van, voor en door iedereen*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 's-Gravenhage.

Polak, P.H. (1997). *Registratiegraad van in ziekenhuizen opgenomen slachtoffers; Eindrapport*. R-97-15. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Polak, P.H. (2000). *De aantallen in ziekenhuizen opgenomen verkeersgewonden, 1985-1997; Koppeling van gegevens van de verkeersongevallenregistratie en de registratie van de ziekenhuizen*. R-2000-26. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Reurings, M.C.B. (2010). *Ernstig verkeersgewonden in Nederland in 1993-2008: in het ziekenhuis opgenomen verkeersslachtoffers met een MAIS-score van ten minste 2; Beschrijving en verantwoording van de schattingsmethode*. R-2010-15. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Reurings, M.C.B., Bos, N.M. & Kampen, L.T.B. van (2007). *Berekening van het werkelijk aantal in ziekenhuizen opgenomen verkeersgewonden, 1997-2003; Methode en resultaten van koppeling en ophoging van bestanden*. R-2007-8. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Reurings, M.C.B. & Commandeur, J.J.F. (2006). *International orientation on methodologies for modelling developments in road safety*. R-2006-34. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Siegrist, S. (2010). *Towards a method to forecast the effectiveness of national road safety programmes*. In: Safety Science 48 nr. 9, p. 1106-1110.

Stipdonk, H.L. (ed.) (2008) *Time series applications on road safety developments in Europe*. Deliverable D7.10 of the EU FP6 project SafetyNet. SafetyNet, European Commission, Brussels.

Stipdonk, H., Wesemann, P. & Ale, B. (2010). *The expected number of road traffic casualties using stratified data*. In: Safety Science, Vol. 48, No. 9, p. 1123-1133.

SWOV (2009). *Risico in het verkeer*. SWOV-Factsheet. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2007). *De top bedwongen*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Weijermars, W. , Bijleveld, F. & Stipdonk, H. (2010). *De daling van het aantal verkeersdoden in 2004 nader geanalyseerd*. R-2010-25. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Wesemann, P. (red.) (2007). *De verkeersveiligheid in 2020; Verkenning van ontwikkelingen in mobiliteit, ongevallen en beleid*. R-2006-27. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Wesemann, P., Norden, Y. van & Stipdonk, H. (2010). *An outlook on Dutch road safety in 2020; Future developments of exposure, crashes and policy*. In: Safety Science, Vol. 48, No. 9, p. 1098-1105.