

Risico's op autosnelwegen

Deelrapportage in het kencijfer-project uit het Onderzoekjaarplan 1995

R-96-63

J.P.M. Tromp & F. Poppe

Leidschendam, 1997

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

Documentbeschrijving

Rapportnummer: R-96-63
Titel: Risico's op autosnelwegen
Ondertitel: Deelrapportage in het kencijfer-project uit het Onderzoeksjaarplan 1995
Auteur(s): J.P.M. Tromp & F. Poppe
Onderzoeksmanager: Ir. S.T.M.C. Janssen
Projectnummer SWOV: 55.221
Projectcode opdrachtgever: HVVL 95.134
Opdrachtgever: De inhoud van dit rapport berust op gegevens verkregen in het kader van een project, dat is uitgevoerd in opdracht van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat.

Trefwoord(en): Calculation, traffic, safety, risk, danger, accident rate, collision, rear end collision, head on collision, motorway, junction, traffic lane, two, injury, fatality, damage, car, freight transport, lorry, analysis (math), statistics, Netherlands.

Projectinhoud: Een van de activiteiten in het Onderzoekjaarplan 1995 van de SWOV is het actualiseren van de risicogegevens voor een aantal wegtypen - de zogenaamde '*kencijfers*'. In dit rapport wordt verslag gedaan van de werkzaamheden voor het onderdeel *autosnelwegen*.

Aantal pagina's: 24 pp. + 5 pp.
Prijs: f 17,50
Uitgave: SWOV, Leidschendam, 1997

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV
Postbus 170
2260 AD Leidschendam
Telefoon 070-3209323
Telefax 070-3201261

Postadres gewijzigd in:
Postbus 1090
2260 BB Leidschendam

Samenvatting

Een van de activiteiten in het Onderzoekjaarplan 1995 van de SWOV is het actualiseren van de risicogegevens voor een aantal wegtypen - de zogenaamde 'kencijfers'.

In dit rapport wordt verslag gedaan van de werkzaamheden voor het onderdeel *autosnelwegen*. In andere rapporten wordt verslag gedaan van een aantal methodische aspecten [R-96-66A; R-96-66B], van de analyses voor respectievelijk de verkeersaders binnen de bebouwde kom [R-96-64] en de tweede- en derde-orde wegen buiten de bebouwde kom [R-96-65]. De resultaten zijn geïntegreerd in een eindrapport [R-96-62].

Bij de analyses voor autosnelwegen is gebruik gemaakt van de bestanden WEGGEG, INWEVA en IMPULS van AVV/BG. De linker en de rechter rijbaan zijn afzonderlijk beschouwd, en er is onderscheid gemaakt tussen wegvakken met twee, en wegvakken met drie of vier stroken. Daarbinnen is onderscheid gemaakt tussen een aantal intensiteitsklassen.

Er zijn afzonderlijke risico's berekend voor *alle* ongevallen (dus inclusief ongevallen met uitsluitend materiële schade), en voor ongevallen met uitsluitend letsel.

Om de betrokkenheid van 'zwaar verkeer' te kunnen bepalen, zijn voor een aantal voertuigtypen afzonderlijke risico's berekend voor bestelwagens, 'solo' vrachtwagens, vrachtwagens met aanhanger, en trekkers met oplegger.

Voor alle voertuigtypen tezamen is op wegvakken met twee stroken het totale risico (ongevallen inclusief die met uitsluitend materiële schade) ongeveer gelijk voor alle intensiteitsklassen. Alleen in de hoogste intensiteitsklasse is het risico ongeveer 30% groter, hetgeen voornamelijk te wijten is aan het relatief grote aantal kop/staart-botsingen.

Op wegvakken met drie of vier rijstroken zijn de intensiteiten hoger: de laagste klasse valt ongeveer samen met de hoogste klasse in de groep wegvakken met twee stroken. Ook het risico ligt ongeveer op hetzelfde niveau als in die klasse.

Wanneer alleen naar de letselongevallen gekeken wordt liggen zowel bij de wegvakken met twee, als bij die met drie of vier rijstroken de niveaus van zowel de laagste als de hoogste intensiteitsklasse hoger dan de tusseliggende. Het gaat om een verschil van ongeveer 10, respectievelijk 20%. Gemiddeld over de intensiteitsklasse ligt het niveau op de drie- of vierstrooks wegvakken 25% hoger dan op de tweestrooks wegvakken.

De beschikbare gegevens zijn bruikbaar gebleken voor de hier uitgevoerde analyses. De aantallen ongevallen op de Nederlandse autosnelwegen zijn overigens zodanig dat de berekende *ondergrenzen* vrijwel steeds op nul uitkomen.

De bestanden geven nog onvoldoende specifieke informatie om een goed interpreteerbare toewijzing van ongevallen op verbindingswegen, parkeerplaatsen, benzinstations en op op- en afritten mogelijk te maken. Datzelfde geldt voor de ongevallen op de kruisingen van die op- en afritten met het onderliggende wegennet.

Summary

Traffic risks on motorways

One of the activities in the SWOV Research Programme for 1995 was the updating of traffic risk data for several types of roads, this data being known as the *key risk indexes*.

This report gives an account of the activities carried out for the segment involving *motorways*. Other reports record a number of methodical aspects [R-96-66A; R-96-66B], the analyses for the major arteries inside built-up areas [R-96-64], and the analyses for the secondary and tertiary roads outside built-up areas [R-96-65]. These results are integrated into a final report [R-96-62].

When analysing motorways, use was made of the WEGGEG, INWEVA and IMPULS files supplied by the Netherlands Transport Research Centre's Department for Statistics and Data Management (AVV/BG). The left and right carriageways were considered separately, and a distinction was made between stretches of road with two lanes and those with three or four lanes. Within these distinctions, a separation into traffic volume classes was made. Separate risks were calculated for *all* accidents (including, thus, accidents involving material damage only) and for accidents involving injury only. To be able to determine the involvement of 'heavy goods vehicles', separate risks were calculated for a number of types of vehicles: delivery vans, lorries without trailers attached, lorries with trailers attached, and articulated lorries.

When all types of vehicles are grouped together, the total risk (including accidents involving material damage only) is approximately the same for all traffic volume classes on stretches of road with two lanes. Only in the highest traffic volume class is the risk approximately 30% greater, a fact owing mainly to the relatively high number of rear-end collisions. On stretches of road with three or four traffic lanes, traffic intensities are higher: the lowest class is about the same as the highest class in the classification 'stretches of road with two lanes'. The risk is also at about the same level as it is in this class.

When looking exclusively at injury accidents, the levels for both the lowest and the highest traffic volume classes are higher than the intervening classes on not only the stretches of roads with two lanes but also those having three or four lanes. This concerns a difference, respectively, of about 10% and 20%. For each traffic volume class the average number of injury accidents for the stretches of road with three and four lanes is 25% higher than that occurring on the two-lane stretches of road.

The available data were shown to be usable for the analyses carried out here. The numbers of accidents on the Dutch motorways, however, are such that the calculated lower limits almost always prove to be zero. The files still provided insufficient specific information to allow an easily interpretable allocation of accidents on connecting roads, parking places, petrol stations and on ramps. This also applies to accidents at the junctions of these ramps with the underlying road network.

Inhoud

| | | |
|------|--|----|
| 1. | <i>Inleiding</i> | 6 |
| 2. | <i>Inrichting van het onderzoek</i> | 7 |
| 3. | <i>Berekening van de kencijfers</i> | 9 |
| 3.1. | De gebruikte bestanden | 9 |
| 3.2. | De steekproeven | 9 |
| 4. | <i>Spreiding</i> | 11 |
| 4.1. | Spreiding in de teller (ongevallen) | 11 |
| 4.2. | Spreiding in de noemer (expositie) | 12 |
| 5. | <i>De kencijfers: tabellen en grafieken</i> | 14 |
| 5.1. | Risico-indicatoren voor tweestrooks rijbanen van autosnelwegen | 14 |
| 5.2. | Betrokkenheid zwaar verkeer op rijbanen van tweestrooks autosnelwegen | 16 |
| 5.3. | Risico-indicatoren voor rijbanen van drie- en vierstrooks autosnelwegen | 17 |
| 5.4. | Betrokkenheid zwaar verkeer op drie- en vierstrooks rijbanen van autosnelwegen | 18 |
| 6. | <i>Discussie</i> | 22 |
| 7. | <i>Hoofdpunten en aanbevelingen</i> | 23 |
| | <i>Literatuur</i> | 24 |
| | <i>Bijlage 1 Gebruikte gegevens</i> | 25 |
| | <i>Bijlage 2 Correcties op WEGGEG en INWEVA</i> | 27 |
| | <i>Bijlage 3 Wegvakken met extremen</i> | 29 |

1. Inleiding

Kencijfers zijn van belang voor het beoordelen van de onveiligheid van het wegennet. In het kader van het project 'Kencijfers, Onderzoekjaarplan 1995' worden kencijfers geactualiseerd. In dit rapport worden kencijfers van autosnelwegen weergegeven, niet alleen met betrekking op letsel-ongevallen, maar ook op ongevallen waarbij uitsluitend materiële schade optreedt (UMS-ongevallen).

Met behulp van deze gegevens is voor rijkswegen een beeld van de onveiligheid - betrokken op de verkeersprestatie - te geven.

Doel van het onderzoek is het bepalen van kencijfers - ongevallen per afgelegde voertuigkilometer, afgezet tegen de intensiteit van motorvoertuigen - van autosnelwegen.

Bovendien zal de spreiding van deze kencijfers worden weergegeven, zodat bij vergelijking van de onveiligheid van een weggedeelte door een wegbeheerder, weinig of geen rekenwerk meer nodig is.

In hoofdstuk 2 wordt de inrichting van het onderzoek weergegeven.

Hoofdstuk 3 geeft de berekening van de kencijfers: de gebruikte bestanden worden in § 3.1 en de beschrijving van de steekproeven in § 3.2. behandeld. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op spreiding en interactie: in § 4.1 wordt de berekening van de spreiding in de teller van kencijfers (ongevallen) behandeld en in § 4.2 is een beschouwing over de spreiding van de noemer opgenomen.

In hoofdstuk 5 worden de kencijfers weergegeven in tabellen en grafieken. Een discussie (hoofdstuk 6) en hoofdpunten en aanbevelingen (hoofdstuk 7) ronden het onderzoek af.

De wijze waarop extremen uit de steekproeven zijn verwijderd (zie § 3.2) is voorgesteld door dr. ir. L. Braimaister van de SWOV.

2. Inrichting van het onderzoek

In dit onderzoek zijn (rijks)autosnelwegen onderzocht, waarbij de rijbanen afzonderlijk zijn onderzocht. Op deze wegen zijn wegsecties onderscheiden met eenzelfde rijkswegnummer, wegcategorie, (richting), aantal rijstroken en intensiteits-telpuntnummer. Wegsecties lopen in dit onderzoek door over in- en uitvoeringen en over kruispunten.

De volgende indeling in wegtypen is gehanteerd:

- tweestrooks rijbanen van autosnelwegen (ASW2s);
- drie- en vierstrooks rijbanen van autosnelwegen (ASW34s).

Behalve de ongevallen op de *hoofdrijbaan*, zijn ook de ongevallen op de op- en afritten en op de kruispunten onder aan deze op- en afritten in het onderzoek betrokken. Deze gedeelten vormen immers een onlosmakelijk deel van het autosnelwegennet.

Ongevallen op verbindingswegen bij knooppunten van autosnelwegen zijn *niet* meegenomen, omdat deze weggedeelten niet geïnteriseerd zijn en er geen weg- en verkeersgegevens beschikbaar zijn. In de VOR-registratie worden ongevallen op parkeerplaatsen en bij benzinstations gedeeltelijk met dezelfde codering (hectometerletter) aangegeven als een deel van de ongevallen op de verbindingswegen. Omdat hierdoor geen onderscheid meer is te maken, zijn ongevallen op bijvoorbeeld parkeerplaatsen weggelaten.

Bij een aanzienlijk aantal ongevallen is de richting - oplopend of aflopend - niet aangegeven. Een groot deel van deze ongevallen heeft plaatsgevonden op op- en afritten en andere locaties met een hectometerletter. Deze hectometerletter is redelijk consequent verbonden met op- of aflopende hectometering. Op deze wijze kan in ongeveer tweederde deel van de gevallen de richting alsnog worden toegewezen.

Bij 'letsel' zijn *alle* letselongevallen meegenomen, dus ook die zonder ziekenhuisopname; hierbij is verondersteld dat de registratiegraad van ongevallen op autosnelwegen tamelijk uniform is.

De volgende kencijfers voor de wegsecties en wegvakken zijn bepaald:

- het totale aantal ongevallen (ongevallen met letselschade en UMS-ongevallen) per afgelegde motorvoertuigkilometer, ingedeeld in klassen van de jaargemiddelde weekdag-etmaal-intensiteit van motorvoertuigen;
- het aantal letselongevallen per afgelegde motorvoertuigkilometer, eveneens ingedeeld in bovenstaande intensiteitsklassen;
- het aantal slachtoffers per letselongeval naar intensiteitsklasse;
- het aantal doden per slachtoffer naar intensiteitsklasse.

Deze kencijfers (bij de eerste twee ook hun spreiding) zijn weergegeven in tabellen en grafieken.

De intensiteitsklasse-indeling is per wegtype bepaald aan de hand van gemiddelde en spreiding van de etmaal-intensiteit.

De verzamelde gegevens zijn ook gebruikt om afzonderlijke kencijfers voor verschillende categorieën zwaar verkeer te berekenen. Over dat onderzoek

wordt afzonderlijk verslag gedaan (Poppe, Braimaister & Tromp, 1996).
In deze rapportage zijn een aantal gegevens uit dat onderzoek opgenomen
teneinde een beeld te geven van de betrokkenheid van het zwaar verkeer bij
de onveiligheid op autosnelwegen.

3. Berekening van de kencijfers

3.1. De gebruikte bestanden

Voor dit onderzoek zijn de volgende bestanden gebruikt (zie *Bijlage 1*):

- *Wegkenmerken*: gegevens uit het bestand WEGGEG met wegkenmerken van rijkswegen (1993 - 1994).
- *Verkeerskenmerken*: gegevens uit het bestand INWEVA met verkeerskenmerken van rijkswegen (1993 - 1994).
- *Ongevallen*: gegevens uit het bestand IMPULS met alle ongevallen op rijkswegen (1993 - 1994).

Op deze bestanden zijn een aantal correcties uitgevoerd (zie *Bijlage 2*).

Koppeling van deze gegevens levert een bestand op van wegvakken en wegsecties. Aan elk wegvak en elke wegsectie zijn verkeers- en ongevallen-gegevens gekoppeld.

De gegevens zijn de meest recente, beschikbare gegevens uit 1993 en 1994.

3.2. De steekproeven

De observatie-eenheid in het onderzoek is een wegsectie per jaar. Een wegsectie kan net zo vaak voorkomen als er jaren (twee) in de onderzoeksperiode zijn.

In de steekproeven van wegsecties van een bepaald wegtype komen extremen in de belangrijke kenmerken 'weglengte' en 'intensiteiten' voor. Deze extremen dragen in zeer grote mate bij aan het gemiddelde en de spreiding van deze kenmerken; hierdoor geven zij een vertekend beeld. In dit onderzoek zijn allereerst enige zeer afwijkende wegsecties verwijderd (zie *Bijlage 3*). Vervolgens zijn de overblijvende extremen verwijderd door alleen wegsecties in het gebied tussen de 5e en de 95e percentielwaarden van lengte en intensiteit in de steekproeven op te nemen.

Voor autosnelwegen met drie of vier rijstroken per rijrichting is een minimumlengte van 300 m gehanteerd.

Hierna is bepaald welke wegsecties extreem hoge risico's (ongevallen per motorvoertuigkilometer) kennen. Deze wegsecties zijn apart vermeld (*Bijlage 3*) en niet meegenomen bij de berekening van het gemiddelde kencijfer en de spreiding ervan.

De reden hiervoor is dat dergelijke extreem onveilige wegsecties op deze wijze gemakkelijk zijn op te sporen en bovendien een voor die wegsectie specifieke oplossing verlangen, die afhankelijk zal zijn van de lokale situatie.

De berekende kencijfers dienen voor het vergelijken en toetsen van de onveiligheid op wegsecties, waar een meer normale situatie aanwezig is en waarbij oplossingen een algemener karakter zullen bezitten.

In *Tabel 1* worden enige belangrijke gegevens van de steekproeven - na de bovengenoemde correcties - gegeven.

| 1.625 wegsecties; (weekdag)intensiteit per rijrichting | 1993/1994 |
|--|-----------|
| totale lengte (km) | 5.240 |
| gemiddelde lengte | 3,2 |
| standaardafwijking lengte | 1,8 |
| etmaal-intensiteit | 22.300 |
| standaardafwijking etmaal-intensiteit | 8.880 |
| alle ongevallen | 17.400 |
| letselongevallen | 2.243 |

Tabel 1. *Steekproef wegsecties tweestrooks rijbanen autosnelwegen (ASW2s).*

| 395 wegsecties, (weekdag)intensiteit per rijrichting | 1993/1994 |
|--|-----------|
| totale lengte (km) | 655 |
| gemiddelde lengte | 1,7 |
| standaardafwijking lengte | 1,2 |
| etmaal-intensiteit | 50.500 |
| standaardafwijking etmaal-intensiteit | 13.300 |
| alle ongevallen | 6399 |
| letselongevallen | 815 |

Tabel 2. *Steekproef wegsecties drie- en vierstrooks rijbanen autosnelwegen (ASW 34s).*

De gemiddelde lengte van de secties van drie- en vierstrooks rijbanen is ongeveer de helft van die van tweestrooks rijbanen, terwijl de gemiddelde intensiteit meer dan tweemaal zo hoog is.

4. Spreiding

4.1. Spreiding in de teller (ongevallen)

Kencijfers zijn geen harde getallen, maar kennen een gemiddelde en een spreiding: er is sprake van een betrouwbaarheids-interval.

Het uitvoeren van berekeningen met kencijfers zonder rekening te houden met de spreiding rondom deze cijfers, is niet verantwoord!

In dit onderzoek zijn wegsecties en wegvakken met extremen in weg- en verkeerskenmerken en extreem hoge risico's uit de steekproeven verwijderd. Overgebleven zijn steekproeven die op belangrijke kenmerken - zoals lengte, intensiteit en percentage vrachtverkeer - voldoende homogeen geacht kunnen worden. Bovendien zijn de steekproeven nog ingedeeld in klassen van intensiteit en aandeel vrachtverkeer op basis van gemiddelde en spreiding van deze kenmerken. Hiermee zijn voldoende voorwaarden geschapen om binnen een klasse van intensiteit, per klasse van het aandeel vrachtverkeer het betrouwbaarheidsinterval te benaderen, door het interval voor een normale verdeling te kiezen.

Per intensiteitsklasse is:

n : aantal wegvakken of wegsecties

A : aantal ongevallen per wegvak of wegsectie per jaar.

V : aantal afgelegde motorvoertuigkilometers per wegvak of wegsectie per jaar (lengte \times etmaalintensiteit \times 365).

De volgende formules zijn toegepast:

Het gemiddelde kencijfer 'ongevallen per motorvoertuigkilometer':

$$K = \frac{\sum A_i}{\sum V_i} = \frac{A_{gem}}{V_{gem}}$$

De variantie van het aantal ongevallen in deze klasse:

$$s^2 = \frac{\sum (A_i - A_{gem})^2}{n - 1}$$

Het 90 %-betrouwbaarheidsinterval van het kencijfer in deze klasse:

$$K_{90} = \frac{A_{gem} \pm 1,65s}{V_{gem}}$$

Indien nu het aantal ongevallen per motorvoertuigkilometer van een wegvak of wegsectie boven het kencijfer-traject ligt, is sprake van een relatief onveilige situatie; indien het aantal ongevallen per motorvoertuigkilometer daaronder blijft, is sprake van een relatief veilige situatie. Een aantal

ongevallen per motorvoertuigkilometer 'in' het betrouwbaarheidsinterval betekent een 'gemiddelde' score.

Bij kleine verwachtingswaarden van het kencijfer (door een klein aantal ongevallen per jaar) wordt de verdeling scheef. Dit geldt met name voor kencijfers voor ongevallen met letsel en/of dodelijke afloop.

Dit effect is hier des te duidelijker aanwezig, zeker in vergelijking met eerdere berekeningen van *kencijfers*, doordat hier onderscheiden is naar verschillende intensiteitsklassen. Een gevolg hiervan is dat het aantal waarnemingen per klasse kleiner wordt, en dus de kans groter is dat de spreiding groot wordt ten opzichte van de gemiddelde waarde. Daarmee zou de ondergrens van de onzekerheidsmarge kleiner dan nul worden. Deze wordt dan op nul gefixeerd.

Toch is gekozen voor deze uitsplitsing naar intensiteitsklassen omdat uit andere onderzoeken duidelijke aanwijzingen beschikbaar waren dat het risiconiveau (de onveiligheid per hoeveelheid motorvoertuigkilometer) verschilt tussen de intensiteitsklassen.

Door meer waarnemingen (bijvoorbeeld meer jaren in de onderzoeksperiode), worden weliswaar de schattingen van het werkelijke gemiddelde en de werkelijke spreiding steeds beter, maar met eventuele veranderingen in de loop van de onderzoeksperiode wordt dan geen rekening meer gehouden.

Bij de steekproeven is homogeniteit van belangrijke variabelen gewenst om kencijfers te kunnen bepalen voor groepen op elkaar gelijkende wegvakken of wegsecties. Aan deze eis van homogeniteit voor lengte, intensiteit en percentage vrachtverkeer is niet geheel voldaan. Desondanks biedt de gevolgde methode het voordeel dat een wegbeheerder weinig rekenwerk hoeft te verrichten om wegvakken of wegsecties te kunnen beoordelen op hun veiligheidsniveau.

4.2. Spreiding in de noemer (expositie)

Kencijfers worden bepaald door het aantal ongevallen in de teller te delen door de expositie in de noemer. In de vorige paragraaf zijn alleen de spreidingen van de aantallen ongevallen in de teller bepaald. De noemer kan echter ook een spreiding vertonen. In dit onderzoek is het aantal motorvoertuigkilometers (lengte x intensiteit) als expositie maat gebruikt en is een indeling in intensiteitsklassen gehanteerd. De spreiding in de lengte is uit de steekproeven te bepalen, de spreiding in de intensiteit niet.

In het algemeen is het verkrijgen van intensiteitsgegevens en een onderverdeling naar voertuigcategorieën voor andere wegen dan rijkswegen een probleem. Intensiteitsmetingen zijn arbeidsintensief en dus duur. Daardoor is de meetduur vaak te kort en de betrouwbaarheid van de metingen gering. In het geval van rijkswegen zijn er wel veel gegevens aanwezig: de in dit onderzoek gebruikte gegevens zijn geaggregeerde intensiteiten en afkomstig van INWEVA, een toewijzingsmodel met een beperkt en naar karakter variërend aantal telpunten: slechts weinig wegvakken worden werkelijk geteld, nog minder wegvakken worden voortdurend geteld.

In het algemeen geldt dat de (on)betrouwbaarheid van de intensiteitsgegevens rechtstreeks (via de noemer) of indirect (via de indeling) wordt doorgegeven aan de kencijfers. Intensiteiten worden soms maar enkele uren

per etmaal gemeten en opgehoogd aan de hand van algemene gegevens over de verdeling van intensiteiten over het etmaal (= het hanteren van een model van de verdeling van intensiteiten over het etmaal).

In feite gaat het om de meetduur maal de etmaal-ophoogfactor maal de jaarvermenigvuldigingsfactor: hoe langer de meetduur (in uren per etmaal en in dagen per jaar), des te kleiner de afwijking van de werkelijke intensiteit. Deze kleinere afwijking wordt door een kleinere ophoogfactor minder sterk doorgegeven. Bovendien is bij intensiteitsmetingen - vooral bij metingen van enkele uren per etmaal - de kwaliteit van de ophoging van belang: past de veronderstelde uurverdeling van intensiteiten wel bij de meetlocatie. Hierover is weinig bekend.

In het algemeen bestaat er een verband tussen expositie en ongevallen: bij langere weggedeelten en bij meer verkeer zijn er meer ongevallen. Het verband is niet altijd lineair. Er bestaat dus ook afhankelijkheid tussen de spreiding van ongevallen en de spreiding van de expositiemaat.

5. De kencijfers: tabellen en grafieken

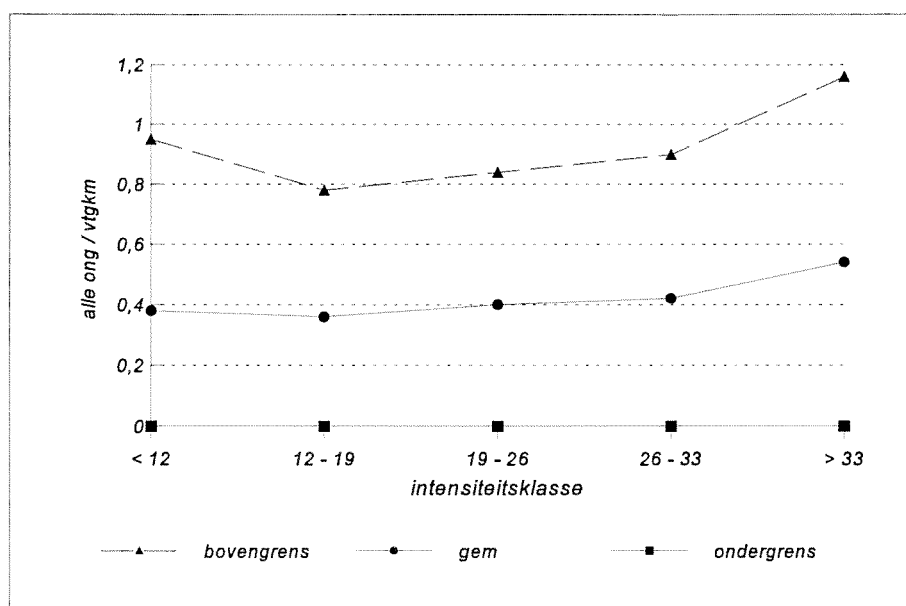
In dit hoofdstuk worden de belangrijkste gegevens gepresenteerd. Allereerst worden de tweestrooks rijbanen van autosnelwegen (ASW 2S) behandeld, vervolgens de drie- en vierstrooks rijbanen (ASW 3/4S).

Voor elk onderdeel worden eerst de risico-indicatoren voor alle vervoerwijzen samen gegeven, met onder- en bovengrenzen. Vervolgens wordt een aantal risico-indicatoren voor verschillende categorieën zwaar verkeer gegeven.

5.1. Risico-indicatoren voor tweestrooks rijbanen van autosnelwegen

| intensiteitsklasse (etmaal intensiteit per rijbaan) | ondergrens 90 % interval | ongevallen (incl. UMS) per miljoen voertuigkilometers | bovengrens 90 % interval |
|---|--------------------------|---|--------------------------|
| minder dan 12.000 | 0 | 0,38 | 0,95 |
| 12.000 - 19.000 | 0 | 0,36 | 0,78 |
| 19.000 - 26.000 | 0 | 0,40 | 0,84 |
| 26.000 - 33.000 | 0 | 0,42 | 0,90 |
| meer dan 33.000 | 0 | 0,54 | 1,16 |

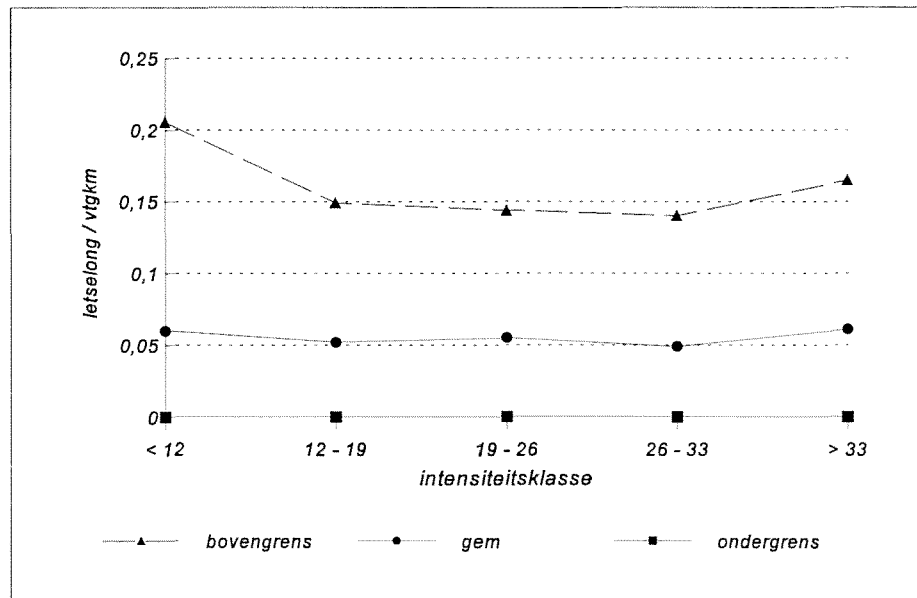
Tabel 3. *Ongevallen (inclusief UMS) per miljoen voertuigkilometers (op jaarbasis) op tweestrooks rijbanen van autosnelwegen, in 1993 en 1994; wegvakken uitgesplitst naar etmaalintensiteit (gemiddeld over alle weekdays).*



Afbeelding 1. *Ongevallen (inclusief UMS) per miljoen voertuigkilometers (op jaarbasis) op rijbanen van tweestrooks autosnelwegen, 1993 en 1994; wegvacties naar etmaalintensiteit (gemiddeld over alle weekdays).*

| intensiteitsklasse (etmaal intensiteit per rijbaan) | ondergrens 90 % interval | letselgevallen per miljoen voertuigkilometers | bovengrens 90 % interval |
|---|--------------------------|---|--------------------------|
| minder dan 12.000 | 0 | 0,060 | 0,205 |
| 12.000 - 19.000 | 0 | 0,052 | 0,149 |
| 19.000 - 26.000 | 0 | 0,055 | 0,144 |
| 26.000 - 33.000 | 0 | 0,049 | 0,140 |
| meer dan 33.000 | 0 | 0,061 | 0,165 |

Tabel 4. Letselgevallen per miljoen voertuigkilometers (op jaarbasis) op tweestrooks rijbanen van autosnelwegen, in 1993 en 1994; wegsecties uitgesplitst naar etmaalintensiteit (gemiddeld over alle weekdays).



Afbeelding 2. Letselgevallen per miljoen voertuigkilometers (op jaarbasis) op tweestrooks rijbanen van autosnelwegen in 1993 en 1994; wegsecties uitgesplitst naar etmaalintensiteit (gemiddeld over alle weekdays).

| intensiteitsklasse (etmaal intensiteit per rijbaan) | slachtoffers per letselongeval | slachtoffers per miljoen motorvoertuigkilometer | doden per slachtoffer |
|---|--------------------------------|---|-----------------------|
| minder dan 12.000 | 1,53 | 0,092 | 0,035 |
| 12.000 - 19.000 | 1,40 | 0,073 | 0,047 |
| 19.000 - 26.000 | 1,40 | 0,077 | 0,038 |
| 26.000 - 33.000 | 1,45 | 0,069 | 0,042 |
| meer dan 33.000 | 1,43 | 0,087 | 0,036 |

Tabel 5. Aantal slachtoffers per letselongeval en per miljoen motorvoertuigkilometers, en aantal doden per slachtoffer (alles op jaarbasis) op tweestrooks rijbanen van autosnelwegen in 1993 en 1994; wegvakken uitgesplitst naar etmaalintensiteit (gemiddeld over alle weekdays).

5.2. Betrokkenheid zwaar verkeer op rijbanen van tweestrooks autosnelwegen

In deze paragraaf worden afzonderlijke risico-indicatoren voor een aantal vervoerwijzen afzonderlijk gepresenteerd. Daarbij is het totaal aantal slachtoffers bij ongevallen waar een voertuig van die categorie betrokken was, gedeeld door de voertuigprestatie van die categorie. Dat betekent dat de slachtofferaantallen elkaar overlappen: wanneer er bijvoorbeeld twee slachtoffers vallen bij een botsing tussen een personenauto en een vrachtwagen met aanhanger, dan tellen deze twee slachtoffers hier voor het risico met betrekking tot personenauto's en het risico met betrekking tot vrachtwagens met aanhanger.

De onderscheiden categorieën zijn de volgende:

- personenauto;
- bestelwagen;
- enkele vrachtwagen;
- vrachtwagen met aanhanger;
- trekker met oplegger.

De wegvakken zijn ook hier onderscheiden naar intensiteit (van alle vervoerwijzen tezamen). Om het aantal waarnemingen bij de uitsplitsing naar vervoerwijzen niet te beperkt te laten worden, zijn hier echter minder klassen gebruikt.

Tabel 8 vat de resultaten samen. Eén cel is leeg gelaten: hier waren minder dan dertien slachtoffers, zodat het gemiddelde een weinig tot nietszeggend getal wordt.

| intensiteitsklasse (etmaalintensiteit gemiddeld over alle weekdays) | personen- auto | bestel- wagen | vrachtwagen 'solo' | vrachtwagen met aanhanger | trekker met oplegger |
|--|-------------------|------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|
| minder dan 18.000 | 0,073 | 0,404 | 0,078 | | 0,064 |
| 18.000 - 30.000 | 0,075 | 0,426 | 0,085 | 0,095 | 0,079 |
| meer dan 30.000 | 0,074 | 0,513 | 0,157 | 0,099 | 0,102 |

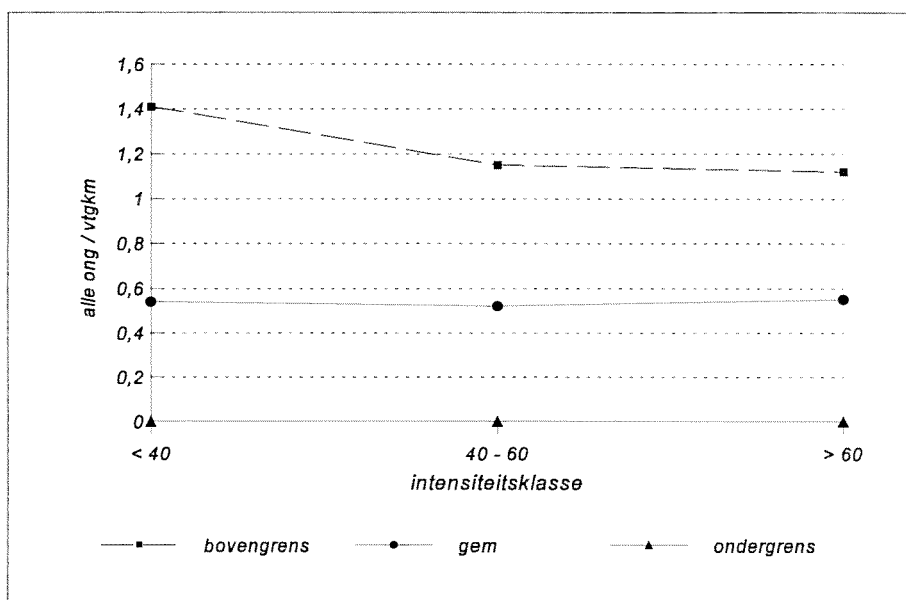
Tabel 6. *Aantal slachtoffers per miljoen voertuigkilometer naar vervoerwijze op tweestrooks rijbanen van autosnelwegen (voertuigkilometers per categorie, alle slachtoffers bij botsingen waar een voertuig uit de betreffende categorie bij betrokken is).*

Het uitermate hoge risico voor bestelwagens is zeer opvallend. Er is een aantal hypothesen denkbaar dat een dergelijk relatief hoog risico kan verklaren: een relatief groot gedeelte van de voertuigkilometers kan afgelegd worden tijdens spitsuren, de voertuigen worden niet bestuurd door beroepschauffeurs (zoals dat bij vrachtwagens het geval is), enzovoort. Volgens het bureau dat deze intensiteiten heeft aangeleverd (in het kader van het project *zwaar verkeer*) is het echter waarschijnlijk dat daarnaast de intensiteiten voor deze groep voertuigen in de metingen aanmerkelijk onderschat wordt (Golbach, 1996).

5.3. Risico-indicatoren voor rijbanen van drie- en vierstrooks autosnelwegen

| intensiteitsklasse (etmaalintensiteit per rijbaan) | ondergrens 90 % interval | ongevallen (incl. UMS) per miljoen voertuigkilometers | bovengrens 90 % interval |
|--|-----------------------------|---|-----------------------------|
| minder dan 40.000 | 0 | 0,54 | 1,41 |
| 40.000 - 60.000 | 0 | 0,52 | 1,15 |
| meer dan 60.000 | 0 | 0,55 | 1,12 |

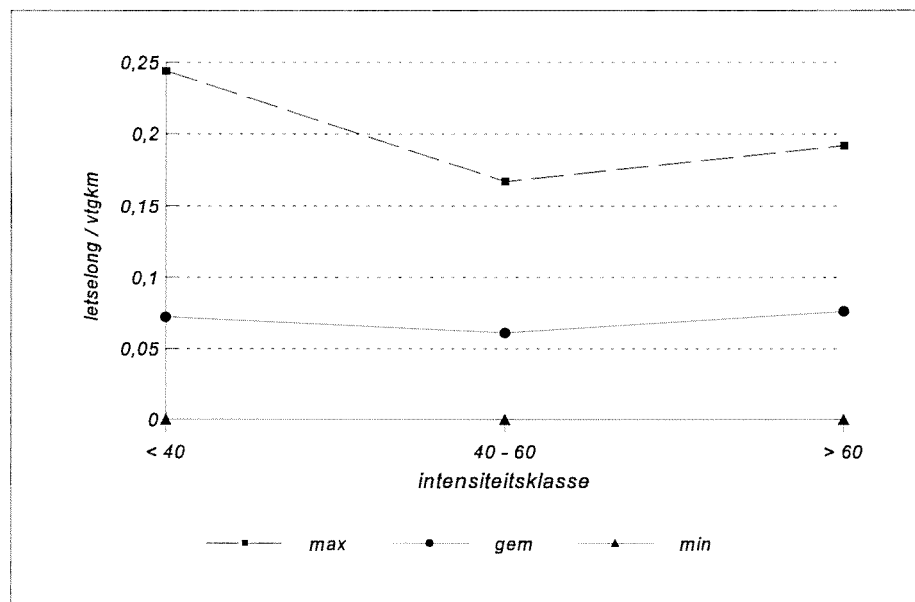
Tabel 7. Ongevallen (inclusief UMS) per miljoen voertuigkilometers op rijbanen van drie- en vierstrooks autosnelwegen, op jaarbasis in 1993 en 1994, wegsecties uitgesplitst naar etmaalintensiteit (gemiddeld over alle weekdays).



Afbeelding 3. Ongevallen (inclusief UMS) per miljoen voertuigkilometers op drie- en vierstrooks rijbanen van autosnelwegen, op jaarbasis in 1993 en 1994, wegsecties uitgesplitst naar etmaalintensiteit (gemiddeld over alle weekdays).

| intensiteitsklasse (etmaal intensiteit per rijbaan) | ondergrens 90 % interval | letselgevallen per miljoen voertuigkilometers | bovengrens 90 % interval |
|---|-----------------------------|---|-----------------------------|
| minder dan 40.000 | 0 | 0,072 | 0,244 |
| 40.000 - 60.000 | 0 | 0,061 | 0,167 |
| meer dan 60.000 | 0 | 0,076 | 0,192 |

Tabel 8. Letselgevallen per miljoen voertuigkilometers op drie- en vierstrooks rijbanen van autosnelwegen, op jaarbasis in 1993 en 1994, wegsecties uitgesplitst naar etmaalintensiteit (gemiddeld over alle weekdays).



Afbeelding 4. Letselgevallen per miljoen voertuigkilometers op drie- en vierstrooks rijbanen van autosnelwegen, op jaarbasis in 1993 en 1994, wegsecties uitgesplitst naar etmaalintensiteit (gemiddeld over alle wekdagen).

| intensiteitsklasse (etmaal intensiteit per rijbaan) | slachtoffers per letselongeval | slachtoffers per miljoen motorvoertuigkilometers | doden per slachtoffer |
|---|-----------------------------------|---|--------------------------|
| minder dan 40.000 | 1,57 | 0,113 | 0,022 |
| 40.000 - 60.000 | 1,48 | 0,091 | 0,019 |
| meer dan 60.000 | 1,39 | 0,106 | 0,026 |

Tabel 9. Aantal slachtoffers per letselongeval en per miljoen motorvoertuigkilometers; aantal doden per slachtoffer op drie- en vierstrooks rijbanen van autosnelwegen (op jaarbasis) in 1993 en 1994, wegsecties uitgesplitst naar etmaalintensiteit (gemiddeld over alle wekdagen)

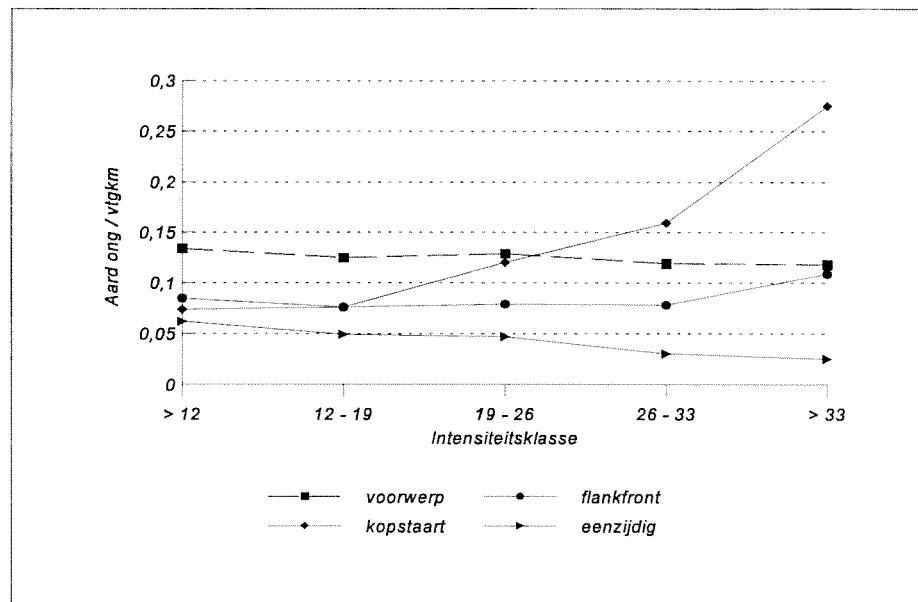
5.4. Betrokkenheid zwaar verkeer op drie- en vierstrooks rijbanen van autosnelwegen

Op dezelfde wijze als bij de tweestrooks rijbanen is gebeurd, wordt hier informatie gegeven waaruit de betrokkenheid van het zwaar verkeer op de rijbanen van de drie- en vierstrooks autosnelwegen kan worden afgeleid. De klassegrenzen voor de intensiteiten zijn hier marginaal anders. Dit heeft te maken met de celvullingen in een aantal klassen. Cellen met te weinig waarnemingen (minder dan twintig slachtoffers) zijn leeg gelaten.

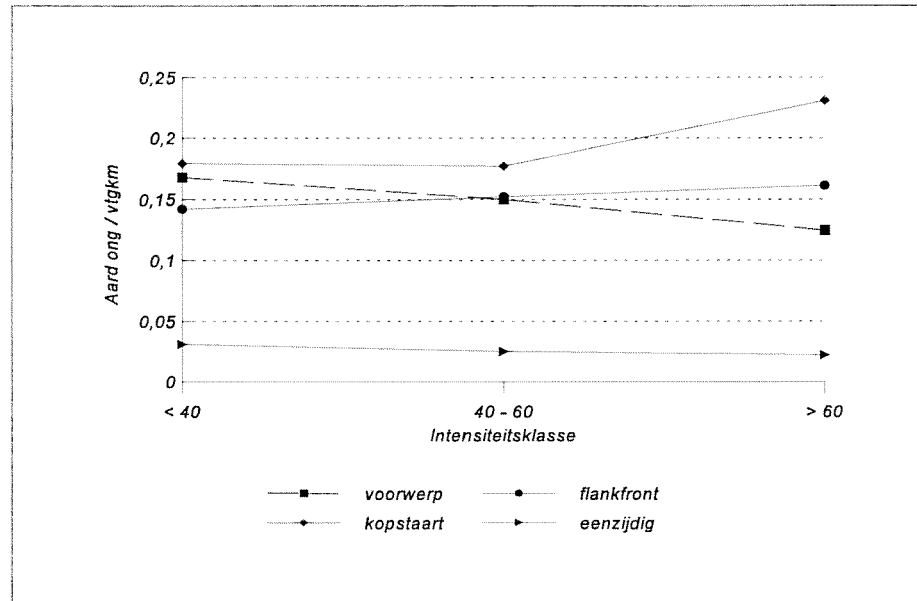
| intensiteitsklasse (etmaalintensiteit) | personen- auto | bestel- wagen | vrachtwagen 'solo' | vrachtwagen met aanhanger | trekker met oplegger |
|---|-------------------|------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|
| minder dan 44.000 | 0,103 | 0,734 | 0,189 | | |
| 44.000 - 64.000 | 0,101 | 0,744 | 0,218 | | 0,128 |
| meer dan 64.000 | 0,114 | 0,839 | 0,217 | | |

Tabel 10. *Aantal slachtoffers per miljoen voertuigkilometer naar vervoerwijze op rijbanen van drie- en vierstrooks autosnelwegen (voertuigkilometers per categorie, alle slachtoffers bij botsingen waar een voertuig uit de betreffende categorie bij betrokken is).*

Ook hier geldt waarschijnlijk dat de intensiteiten voor de bestelwagens in de metingen onderschat worden, waarbij de risico's extreem hoog lijken uit te vallen.



Afbeelding 5. *Aard ongeval (letsel + dood) per afgelegde voertuigkilometer op tweestrooks rijbanen van autosnelwegen, per rijrichting, in 1993 en 1994, per jaar.*



Afbeelding 6. Aard ongeval (letsel + dood) per afgelegde voertuigkilometer op drie- en vierstrooks autosnelwegen, per rijrichting, in 1993 en 1994, per jaar.

De intensiteitsklassen van tweestrooks rijbanen enerzijds en drie- of vierstrooks rijbanen anderzijds, lopen in elkaar over.

Op tweestrooks rijbanen is het kencijfer voor alle ongevallen vrijwel constant over alle intensiteitsklassen. Alleen in de hoogste intensiteitsklasse is het kencijfer ongeveer 30% hoger (Tabel 3 en Tabel 4). Deze toename wordt vooral veroorzaakt door een groei in het aantal kop/staart-botsingen (zie Afbeelding 5).

Op drie- en vierstrooks wegsecties is het kencijfer voor alle ongevallen vrijwel constant over de intensiteitsklassen (Tabel 7 en Tabel 8), terwijl het niveau gelijk is aan dat van de hoogste intensiteitsklasse bij tweestrooks rijbanen.

Op tweestrooks rijbanen is het kencijfer voor letselongevallen voor de laagste én voor de hoogste intensiteitsklasse ongeveer 10% hoger dan voor de tussenliggende klassen (Tabel 4 en Tabel 5).

Op drie- en vierstrooks rijbanen is het kencijfer voor letselongevallen voor de laagste én voor de hoogste intensiteitsklasse circa 20% hoger dan voor de tussenliggende klasse (Tabel 7 en Tabel 8). Het niveau is ongeveer 25% hoger dan bij tweestrooks rijbanen.

Uit Tabel 5 blijkt dat op tweestrooks rijbanen het aantal slachtoffers per ongeval het hoogste is in de laagste intensiteitsklasse en voor het overige vrijwel constant. Het aantal doden per slachtoffer schommelt nogal.

Uit Tabel 8 blijkt dat op drie- en vierstrooks rijbanen het aantal slachtoffers per ongeval afneemt bij een toename van de intensiteit. Ook hier schommelt het aantal doden per slachtoffer.

In Afbeelding 5 is te zien dat voor kop/staart-botsingen het risico toeneemt rond een intensiteit van ongeveer 30.000 motorvoertuigen per etmaal per rijrichting (= 60.000 mtv/etmaal over de gehele doorsnede). Hier ligt ook

het punt waar op een 2 x 2-strooks autosnelweg de fileproblemen een rol gaan spelen. In *Afbeelding 6* is te zien dat dit probleem zich bijna niet voordoet op 2 x 3- en 4-strooks autosnelwegen. Op deze wegen ontstaan ook files, maar wellicht is hier in grotere mate verkeerssignalering aanwezig.

Conclusie is dat het risico op tweestrooks rijbanen van autosnelwegen lager is dan het risico op drie- en vierstrooks rijbanen, zowel voor letselongevallen als voor alle ongevallen (inclusief UMS-ongevallen). Wel is de gemiddelde lengte van de wegsecties voor de drie- en vierstrooks rijbanen de helft van de lengte bij tweestrooks rijbanen. De lengte van wegsecties in dit onderzoek wordt bepaald door veranderingen in wegkenmerken, maar vooral ook door veranderingen in verkeerskenmerken (en dan met name het intensiteits-telpuntnummer). Verandering in intensiteits-telpuntnummer heeft te maken met flinke veranderingen in de modelmatig toegewezen intensiteiten en dan vermoedelijk met de aanwezigheid van veel op- en afritten. Het risicoverschil kan dan voor een deel het gevolg zijn van een grotere hoeveelheid in- en uitvoegmanoeuvres.

Alleen bij de drukste tweestrooks rijbanen is het niveau voor alle ongevallen gelijk aan het niveau van drie- en vierstrooks rijbanen. Vermoedelijk speelt hier het ontstaan van files een rol.

6. Discussie

In dit onderzoek zijn een aantal zaken nog niet verricht die wel een wezenlijke bijdrage kunnen leveren aan de ontwikkeling van de kencijfermethodiek. Dit zijn achtereenvolgens:

- Het bepalen van een noodzakelijke omvang van de steekproeven om bepaalde uitspraken te kunnen doen; welke uitspraken zijn nog mogelijk bij een gegeven steekproefomvang.
- Welke in de gegevens aanwezige kenmerken zijn bepalend en in welke mate zijn ze bepalend voor het niveau van verkeersonveiligheid; welke kenmerken ontbreken aan de gegevens (zoals rijsnelheden).
- De invloed van niet-homogene variabelen op de spreiding.

Bij autosnelwegen zijn behalve de ongevallen op de *hoofdrijbaan* ook de ongevallen op de op- en afritten en op de kruispunten onderaan deze op- en afritten in het onderzoek betrokken. Ongevallen op verbindingswegen bij knooppunten van deze wegen zijn *niet* meegenomen omdat deze weggedeelten niet geïnventariseerd zijn en er geen weg- en verkeersgegevens beschikbaar zijn. Omdat ongevallen op parkeerplaatsen en bij benzinstations in de VOR-registratie gedeeltelijk met dezelfde codering (hectometerletter) worden aangegeven als een deel van de ongevallen op de verbindingswegen, zijn deze noodgedwongen weggelaten. Dit betekent dat het in dit rapport gegeven beeld van de onveiligheid op deze wegen niet volledig is. Een inventarisatie van weg- en verkeerskenmerken van verbindingswegen en rangeerbanen is daarom wenselijk.

Een ander punt is de toewijzing van ongevallen op de kruispunten onder aan de op- en afritten van autosnelwegen en autowegen. Een toewijzing van kruispuntongevallen aan de diverse wegcategorieën kan bijvoorbeeld gedaan worden aan de hand van de wegcategorie van de kruispunttak, waaruit de betrokken voertuigen het kruispunt zijn opgereden. In de VOR-registratie zijn zowel de ongevallen op deze kruispunten zelf, als een tamelijk willekeurig deel van de ongevallen op het invoeg- of uitvoeggedeelte van de hoofdrijbaan als kruispuntongeval gecodeerd. Dit maakt een uitvoeren van een dergelijke toewijzing ingewikkeld en tijdrovend. Deze wijze van toewijzing betekent wel dat een ongeval bij het begin van een oprit altijd aan de andere weg wordt toegewezen.

7. Hoofdpunten en aanbevelingen

In dit onderzoek zijn de volgende punten aan de orde geweest:

- De kencijfers op rijkswegen zijn bepaald.
- De extremen in weg- en verkeerskenmerken zijn uit de steekproeven verwijderd; de extremen in risico zijn apart weergegeven om te komen tot een reëel kencijfer (§ 3.2).
- De spreiding in de teller (aantallen ongevallen) is bepaald (§ 4.1); de spreiding in de noemer is echter niet bepaald (expositie, § 4.2).
- De onveiligheid van verbindingswegen, rangeerbanen, parkeerplaatsen en benzinstations is niet beschreven (hoofdstuk 6).
- De ongevallen op kruispunten onderaan de op- en afritten zijn geheel meegenomen bij de berekening van de kencijfers (hoofdstuk 6).

Aanbevolen wordt:

- Te onderzoeken in welke mate de spreiding in teller en de noemer van kencijfers van elkaar afhankelijk zijn: dit bepaalt de resulterende spreiding van kencijfers (§ 4.2).
- Onderzoek te doen naar het verband tussen de kwaliteit van intensiteitsmetingen, ophoogfactoren en lokale invloeden afgezet tegen de meetduur (= inspanning) (§ 4.2).
- De kencijfermethodiek verder te ontwikkelen (hoofdstuk 6).
- Een inventarisatie van verbindingswegen op knooppunten van (voornamelijk) autosnelwegen uit te voeren om de gehele verkeersonveiligheid op het autosnelwegennet te kunnen beschrijven (hoofdstuk 6).
- Bij de ongevallenregistratie een andere indeling van hectometerletters te hanteren om een onderscheid tussen verbindingswegen op knooppunten en bij parkeerplaatsen en benzinstations te kunnen maken.
- Een meer consequente indeling van wegvak- en kruispuntongevallen op in- en uitvoeringen van (voornamelijk) autosnelwegen en autowegen te hanteren (hoofdstuk 6).
- Een methode te ontwikkelen voor de toewijzing van kruispuntongevallen aan elkaar kruisende wegtypen (hoofdstuk 6).

Literatuur

Golbach, G.A.M. (1996). *Basisgegevens en kencijfers zwaar verkeer*. Adviesgroep AVIV BV, Enschede.

Poppe, F., Braimaister, L. & Tromp, J.P.M. (1996). *Risicocijfers naar voertuigcategorie; De betrokkenheid van zwaar verkeer bij ongevallen op een aantal wegtypen*. SWOV, Leidschendam [concept].

Voor deze rapportage zijn de volgende gegevens gebruikt.

Wegkenmerken:

- Gegevens uit het bestand WEGGEG met wegkenmerken van rijkswegen (1993 - 1994).

Deze gegevens zijn afkomstig van de Hoofdafdeling Basisgegevens van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat.

Verkeerskenmerken:

- Gegevens uit het bestand INWEVA met verkeerskenmerken van rijkswegen, met onder meer de jaargemiddelde werkdag-etmaalintensiteiten van motorvoertuigen, het aandeel vrachtverkeer en het telpunt (1993 - 1994).

Deze gegevens zijn afkomstig van de Hoofdafdeling Basisgegevens van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat.

Ongevallen:

- Gegevens uit het bestand IMPULSE met alle ongevallen op rijkswegen, onder meer onderscheiden naar richting (1993 - 1994).

Deze gegevens zijn afkomstig van de Hoofdafdeling Basisgegevens van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat.

Op deze bestanden zijn een aantal correcties gepleegd. Een overzicht hiervan is weergegeven in *Bijlage 2*.

Koppeling van deze gegevens levert een bestand op van wegsecties. Aan elke wegsectie zijn verkeers- en ongevallengegevens gekoppeld.

1. *WEGGEG*

Bij circa 125 km baanlengte is de aan- of afwezigheid van een vluchtstrook gecorrigeerd.

Bij circa 113 km baanlengte is het aantal rijstroken gecorrigeerd.

2. *Correcties INWEVA*

INWEVA is een model dat op basis van een beperkt aantal telpunten ieder wegvak van het Rijkswegennet een intensiteit toekent. Omdat tot op heden een groot aantal op- en afritten niet in het model verwerkt is, kunnen afwijkingen van de werkelijke intensiteiten optreden (van min 20 à 30% tot plus 20 à 30%).

Ook zijn veelvuldig niet-reële intensiteiten aan wegvakken/secties toegewezen. Voorbeeld: het telpunt ligt op een driestrooks doorsnede en de telpuntintensiteit is aan een tweestrooks doorsnede toegewezen, terwijl tussen telpunt en wegvak een drukke op- of afrit is gelegen.

De volgende weggedeelten zijn uit het werkbestand verwijderd:

- Autosnelwegvak 2 x 2 rijstroken met een intensiteit van meer dan 80.000 motorvoertuigen per etmaal, indien het telpunt gelegen is op een doorsnede met 2 x 3 rijstroken en er tussen telpunt en wegvak een op- of afrit aanwezig is.
- Autosnelwegvak 2 x 2 rijstroken met een intensiteit van meer dan 100.000 motorvoertuigen per etmaal, indien het telpunt gelegen is vóór een splitsing en het wegvak na de splitsing, en indien respectievelijk het wegvak vóór een samenvoeging en het telpunt na de samenvoeging ligt.
- Autosnelwegvak met 1 rijstrook op een hoofdrijbaan, indien het telpunt gelegen is op een vak met 2 rijstroken en er tussen telpunt en wegvak een op- of afrit aanwezig is.

Bijlage 3

Wegvakken met extremen

Extreme lengte:

Autosnelweg tweestrooks:

- RW 7 van km 71.5 tot km 99.8 Den Oever - Zürich: L = 28,4 km

Extreem hoog risico:

Autosnelweg tweestrooks:

Voor alle ongevallen:

- RW 7 van km 142.5 tot km 143.3 Heerenveen West - Kp. Heerenveen
- RW 59 van km 102.2 tot km 102.7 Raamsdonkveer - Hooipolder

Autosnelweg drie- en vierstrooks:

- RW 2 van km 170.1 tot km 169.8 Kp. Leenderheide - Valkenswaard

