

ONGEVALLLEN MET ZWARE VOERTUIGEN

Een vergelijking van gegevens uit Nederland, Europa en de Verenigde Staten

R-88-30

J.P.M. Tromp

Leidschendam, 1988

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

INHOUD:

1. Inleiding
2. Gegevens en definities
3. Ongevallengegevens uit de literatuur
 - 3.1. Landelijke ongevallengegevens
 - 3.1.1. Nederland
 - 3.1.2. Overige Europese landen
 - 3.1.3. Verenigde Staten en overige landen
 - 3.1.4. Conclusies
 - 3.2. Ongevallen naar tegenpartij
 - 3.2.1. Nederland
 - 3.2.2. Overige Europese landen
 - 3.2.3. Conclusies
 - 3.3. Vrachtwagen- en busongevallen
 - 3.3.1. Nederland
 - 3.3.2. Overige Europese landen
 - 3.3.3. Conclusies
 - 3.4. Discussie
4. Conclusies

Tabellen 1 t/m 5

Literatuur

1. INLEIDING

In een probleemverkenning (Tromp, 1985) is nagegaan hoe verkeersonveilig zware voertuigen: vrachtwagens met een totale massa van meer dan 3,5 ton en bussen voor het vervoer van meer dan 8 personen, kunnen zijn. In deze probleemverkenning is het functioneren van deze voertuigen vergeleken met dat van personenauto's. Daar waar het functioneren minder of slecht is, kunnen conflicten en zelfs ongevallen ontstaan.

De volgende factoren zijn onderscheiden die in theorie een rol zouden kunnen spelen bij ongevallen met zware voertuigen.

- Het voertuig: Relatief slechte rij- en remeigenschappen, lastige bediening, weinig uitzicht naar achteren en opzij, geringe kantelstabiliteit, problemen met lading, parkeren, zichtbaarheid, laden en lossen, en manoeuvreren. Een groot deel van deze problemen treedt vooral op in stedelijke gebieden. Verder is de passieve veiligheid, zoals de aanwezigheid van botszones en veiligheidsgordels; achtergebleven bij die van de personenauto.

- De weg: Schade aan de weg door zware voertuigen, voornamelijk rijsporen, levert hinder op voor andere weggebruikers: aquaplaning, spat- en sproeiwater. Dit zal zich vooral voordoen bij personenauto's op auto(snel)wegen en kan aanleiding geven tot indirecte vrachtwagenongevallen (zie ook Tromp, 1984 en 1987).

- De bestuurder: Het onder alle omstandigheden moeten rijden: bij regen, sneeuw en dag en nacht; lange en onregelmatige werktijden; grote werk- en tijdsdruk, onder meer door te strakke ritplanning, waarbij geen rekening wordt gehouden met niet door de chauffeur te beïnvloeden omstandigheden zoals het weer, files en oponthoud bij de grens; neventaken zoals laden en lossen, en het afhandelen van papieren.

- Algemeen: Veel conflictmogelijkheden met overig verkeer in stedelijke gebieden en op smalle plattelandswegen, hinder voor anderen bij inhalen, door zijwind.

Het minder goede of zelfs slechte functioneren van zware voertuigen zal tot uitdrukking kunnen komen in ongevallen. Uit ongevallengegevens kan volgen welke problemen ernstig of minder ernstig zijn door vergelijking met bijvoorbeeld personen- en bestelauto's.

In hetgeen volgt wordt een overzicht gegeven van de voornaamste literatuur over ongevallen met zware voertuigen van de afgelopen 10 jaar. Het materiaal is voornamelijk afkomstig uit Europa en de Verenigde Staten. Daarbij blijkt dat er niet erg veel materiaal over ongevallen met vrachtwagens en weinig over bussen is.

Het overzicht heeft tot doel de verkeersveiligheid van zware voertuigen in een aantal landen, vooral in Europa, te vergelijken met de situatie in Nederland, en om te verifiëren of de eerder genoemde factoren bij ongevallen ook in de (buitenlandse) praktijk blijken voor te komen. Deze vergelijking zal als basis dienen voor onderzoek van door de politie geregistreerde ongevallen met zware voertuigen in Nederland.

2. GEGEVENS EN DEFINITIES

De vergelijking van gegevens uit de literatuur wordt bemoeilijkt door de verschillende wijzen waarop de begrippen zwaar voertuig, vrachtwagen en bus zijn gedefinieerd of door het ontbreken van deze definities. Vooral de ondergrens van de massa van de beschouwde voertuigcategorie varieert nogal, terwijl het ook van belang is of alleen de ledige massa van het voertuig is beschouwd of de totale massa van voertuig inclusief laadvermogen.

In dit rapport wordt uitgegaan van een totale voertuigmassa van meer dan 3,5 ton bij vrachtwagens en van het vervoer van meer dan 8 personen bij bussen, conform het onderscheid in Nederland.

Hiervoor zijn de volgende redenen te noemen:

- aansluiting bij de Nederlandse statistieken;
 - aansluiting bij de meest gebruikte Europese definitie voor vrachtwagens;
 - vanaf de genoemde grenzen is in Nederland een zogenaamd 'groot' rijbewijs vereist, met een aparte opleiding en aanvullende kennis;
 - de voertuigen zijn 'echte' vrachtwagens: apart chassis, opgebouwde cabine, niet-alzijdig afgeschermdde vorm, dit in tegenstelling tot de bestelwagentypen onder de 3,5 ton;
 - inclusief lading, omdat lege vrachtwagens nu eenmaal onrendabel zijn.
- De ondergrens voor bussen zal in de praktijk rond de ondergrens voor vrachtwagens liggen.

Ook de ongevalgegevens verschillen onderling. Vaak is niet duidelijk uit welke bron zij afkomstig zijn, wat bedoeld is met "alle ongevallen" en dergelijke.

In dit rapport zullen ongevallen op drie niveaus worden onderscheiden:

- Niveau A: Nationale statistieken (doorgaans politiegegevens);
- Niveau B: Ongevallenonderzoeken (doorgaans statistisch materiaal op basis van representatieve steekproeven);
- Niveau C: Dieptestudies (diepgaande gegevens van een daardoor beperkt aantal ongevallen, nog te onderscheiden in al-dan-niet representatieve steekproeven).

Het verband tussen de drie groepen is dat er een omgekeerde evenredigheid bestaat tussen het aantal beschouwde ongevallen en de kwaliteit van de verzamelde gegevens.

Een bijzonderheid van de Nederlandse situatie is dat de SWOV over een bestand beschikt met aanvullende gegevens over ongevallen met dodelijke afloop, gebaseerd op, maar uitgebreider dan het bestand van de Dienst Verkeersongevallenregistratie (VOR) in Heerlen.

Voor zover mogelijk zal bij iedere bron het niveau van de gegevens worden aangegeven.

Een derde probleem is de vergelijking van risico. Van personenauto's zijn wel prestatiegegevens beschikbaar, maar niet altijd even compleet en niet over elk jaar. Van vrachtwagens zijn zeer weinig gegevens bekend, van bussen enige gegevens over reizigerskilometers. Zonder deze prestatiegegevens (afgelegde voertuigkilometers, reizigerskilometers, verblijfstijd bijvoorbeeld) zijn geen risicocijfers te geven. Daarnaast blijft het probleem van het kiezen van de juiste vergelijkingsmaatstaf. Bij gebrek aan beter worden voor voertuigen risico's vaak uitgedrukt in ongevallen per afgelegde voertuigkilometer. Als men uitgaat van de vervoerde lading (personen en goederen) zou voor vrachtwagens de maat tonkilometers gekozen kunnen worden, en voor bussen reizigerskilometers. Een vergelijking tussen de categorieën is dan echter niet meer mogelijk, terwijl het risico voor inzittenden en derden niet meer in dezelfde maat kan worden uitgedrukt.

3. ONGEVALLENGEGEVENS UIT DE LITERatuur

3.1. Landelijke ongevalleengegevens

3.1.1. Nederland

In Tabel 1 zijn Nederlandse gegevens (niveau A) over personenauto's, vrachtwagens en bussen uit de jaren 1976, 1981 en 1986 vermeld: de omvang van het voertuigenpark, het aantal ongevallen, de kilometerprestatie en de betrokkenheidsquotiënten - het aantal rijdende voertuigen betrokken bij ongevallen per voertuigkilometer.

Te zien is dat zowel het absolute als het relatieve aantal ongevallen van de onderscheiden voertuigcategorieën in de loop der tijd gedaald is, bij (gedeeltelijke) toename van het voertuigenpark en het aantal afgelegde kilometers.

Het betrokkenheidsquotiënt van letselongevallen is bij vrachtwagens lager dan bij personenauto's (ca. 0,6 maal zo groot), maar het betrokkenheidsquotiënt van ongevallen met dodelijke afloop is hoger (bijna twee maal zo hoog). Dit kan als volgt worden beschouwd: De kans dat een vrachtwagen bij een ongeval met letsel betrokken raakt, is iets kleiner dan die kans bij een personenauto, maar het ongeval zal vaker een dodelijke afloop hebben. Deze ernstige afloop zal te maken hebben met de massa, de vormgeving en de stijfheid van de vrachtwagen.

De quotiënten van de bus zijn telkens hoger dan die van personenauto en vrachtwagen. Dit is op zich niet zo vreemd, daar bussen zich voornamelijk bewegen door gebieden met veel conflictmogelijkheden en kwetsbare verkeersdeelnemers, vooral in stedelijke gebieden. Uit hetgeen volgt zal namelijk blijken dat het hogere risico van de bus voornamelijk ten koste gaat van de tegenpartij.

3.1.2. Overige Europese landen

Hirschberger & Krüger (1980) vermelden enige gegevens over bussen in de Bondsrepubliek Duitsland, waarschijnlijk afkomstig uit de politieregistratie (niveau A).

De kans dat een bus bij een ongeval met letsel betrokken raakt, is per voertuigkilometer ca. 1,4 maal zo groot als voor een personenauto. Betrok-

ken op reizigerskilometers echter is het letselrisico voor inzittenden van een bus 8,5 maal zo klein en het overlijdensrisico zelfs 30 maal kleiner dan voor personenauto's. Het risico voor andere verkeersdeelnemers wordt niet vermeld.

Pullwitt (1987) gaat in op de onveiligheid van vrachtwagens en bussen, eveneens in de Bondsrepubliek Duitsland. De gegevens zijn afkomstig uit de politieregistratie (niveau A).

Eén van de conclusies is dat bij een groeiend vrachtwagenpark en stagnerende kilometerprestaties het aandeel letselongevallen en dat met dodelijke afloop bij vrachtwagens in de periode 1970-1984 is teruggelopen.

Het aandeel ongevallen tussen vrachtwagens en personenauto's en motorfietsen is evenredig aan het aandeel vrachtwagens in het voertuigenpark (5 %). Het aandeel ongevallen tussen vrachtwagens en fietsers en voetgangers is groter (resp. 7 en 10 %): er is dan sprake van oververtegenwoordiging. Dit geeft de kwetsbaarheid van deze verkeersdeelnemers aan. Bij deze gegevens moet bedacht worden dat in Duitsland bestelwagens onder vrachtwagens worden gerangschikt. De ernst van ongevallen en de oververtegenwoordiging zullen voor zware voertuigen alleen groter zijn: bestelwagens zijn relatief licht en voorzien van een alzijdig gesloten carrosserie, zodat de vormagressiviteit kleiner is.

Hanreich (1981) noemt Oostenrijkse gegevens uit 1979 (niveau A).

Bij de personenauto's was 3,5% van de bij ongevallen betrokken voertuigen betrokken in een ongeval met dodelijke afloop, bij bestelwagens 4% en bij vrachtwagens 9,2%, deze laatste groep onderverdeeld in solovoertuigen: 7,5%, vrachtwagen + aanhanger: 12%. De percentages voor trekker-opleggercombinaties en tankwagens wisselen nogal en bereiken extreme uitschieters. Zo bedroeg in 1975 dit percentage voor tankwagens 22%!

Riley & Bates (1980) geven Britse gegevens uit 1976 (niveau A).

Het aantal ernstige letselongevallen met zware vrachtwagens (met een ledige massa van meer dan 3 ton) per miljoen verreden voertuigkilometers is gelijk aan dat van personenauto's: 0,3 ongevallen per miljoen km. Het aantal ongevallen met dodelijke afloop bij zware vrachtwagens is 0,06 per miljoen verreden voertuigkilometers en twee maal zo hoog als voor personenauto's.

Neilson e.a. (1977) vermelden dat het gemiddelde jaarkilometrage van vrachtwagens (32.000 km) twee maal zo hoog is als dat van personenauto's. Aangezien het gemiddelde ernstig-letselrisico voor bestuurders van vrachtwagens ca. de helft is van dat bij personenauto's (0,04 per miljoen verreden kilometers tegen 0,09 per miljoen), moet dus het risico per jaar voor bestuurders zelf voor beide categorieën ongeveer gelijk zijn.

Ledru (1977) verstrekt gegevens uit Frankrijk uit de jaren 1970 en 1975 (niveau A).

Het aantal afgelegde kilometers steeg voor vrachtwagens met een totale massa van meer dan 3,5 ton van 1970 tot 1975 met 32,3% en van de overige categorieën met 37,2%.

Het aantal letselongevallen met vrachtwagens nam in dezelfde periode af met 0,7%, terwijl het totale aantal letselongevallen steeg met 10,9%. Het aantal ongevallen met dodelijke afloop waarbij vrachtwagens waren betrokken daalde met 14,9%, evenals het totaal met 13,7%.

De ratio doden per 100 ongevallen is voor ongevallen waarbij vrachtwagens betrokken zijn telkens hoger dan voor ongevallen zonder vrachtwagens. Deze ratio is voor ongevallen zonder vrachtwagens op "Autoroute" en "Route Nationale" in de loop der jaren gelijk gebleven; de ratio voor ongevallen met vrachtwagens op autosnelwegen is echter met 41,5% drastisch gedaald. Het aantal ongevallen per afgelegde kilometer voor de twee wegtypen is gedaald met 40 tot 50%. Er bestaan echter aanzienlijke verschillen tussen de quotiënten voor vrachtwagens en voor het overige verkeer: de vrachtwagenquotiënten zijn telkens belangrijk hoger. Ook blijkt dat de kans op een ongeval resulteert in een dodelijke afloop toeneemt met de massa van het voertuig en dat die kans het grootst is bij ongevallen met trekker-opleggercombinaties en bussen (Tabel 2).

Frøyland (1987) gaat in op ongevallen met vrachtwagens in Noorwegen, vermoedelijk op niveau A.

Bij solovrachtwagens (met een totale massa van meer dan 1 ton, dus inclusief bestelwagens) is sprake van een iets hogere letselongevallenquotiënt (0,56 letselongevallen per miljoen verreden kilometers) dan bij personenauto's (0,50). Aanhangwagencombinaties en trekkers + opleggers hebben hogere quotiënten (respectievelijk ca. 0,85 en 0,65). Vrachtwagens leggen ca. 7% van de kilometers af, maar zijn betrokken bij 9% van de letselon-

gevallen en bij 20% van de ongevallen met dodelijke afloop. Slechts 3% van de slachtoffers is inzittende van de vrachtwagen. De kans op een dodelijke afloop voor andere weggebruikers is twee tot vijf maal zo hoog als bij het ongeval een vrachtwagen betrokken is. Voor alleen zware voertuigen zullen deze verschillen nog groter zijn.

In Tabel 3 is een gedeelte weergegeven van de gegevens die verzameld zijn in OECD (1982), alle op niveau A.

De gegevens variëren nogal, voor een deel als gevolg van (wettelijke) definitieverschillen van de begrippen "zware vrachtwagen" en "ongevallenquotiënt" en van de verschillende uitgangsjaren. Zo worden nogal eens bestelwagens tot de groep vrachtwagens gerekend. De quotiënten lopen een factor twee uiteen; de quotiënten voor trekkers + opleggers zijn telkens hoger dan die voor vrachtwagens.

Uit de genoemde gegevens blijkt dat zowel de absolute als relatieve aantallen ongevallen met zware voertuigen in de meeste West-Europese landen in de loop der tijd gedaald zijn.

Een algemene verklaring hiervoor is dat sinds de jaren zestig de verkeersveiligheid een toenemende aandacht heeft gekregen en er vele maatregelen zijn genomen om deze te verbeteren. Hoewel in mindere mate dan bij personenauto's is dit ook op zware voertuigen van toepassing. De letselongevalenquotiënten bij vrachtwagens zijn kleiner of gelijk aan die van personenauto's, de dodelijke-ongevallenquotiënten zijn echter ca. twee maal zo hoog. De ernst van ongevallen met zware voertuigen is groot en neemt toe met de massa van het voertuig, waarbij gelede voertuigen en bussen aan kop gaan. Vrachtverkeer is oververtegenwoordigd bij ongevallen met dodelijke afloop: het aandeel hierin is groter dan zou volgen uit parkgrootte of kilometerprestatie. Doordat vrachtwagens en bussen veel kilometers afleggen vormen zij een relatief groot risico.

De verkeersveiligheid van zware voertuigen wijkt in Nederland dus maar weinig af van belangrijke West-Europese landen. Op zich is dit niet verwonderlijk: de vervoersomstandigheden, zowel economisch als verkeerskundig, en de gebruikte voertuigen verschillen weinig.

3.1.3. Verenigde Staten en overige landen

In Krall & Rossow (1980) zijn gegevens uit de Verenigde Staten vermeld (niveau A).

Het aantal ongevallen met dodelijke afloop met vrachtwagens (totale massa meer dan 4,5 ton) is van 1975 tot 1979 gestegen met 56%. Een deel van deze stijging wordt geweten aan ondervertegenwoordiging van de registratie van ongevallen met dodelijke afloop bij het opzetten van het FARS-registratiesysteem in 1975. Gesteld wordt dat de gerapporteerde stijging van aantallen doden bij ongevallen met trekkers + opleggers van 47% overdreven is; 27% zou een betere schatting zijn.

O'Day e.a. (1980) (niveau A) wijzen op hetzelfde verschijnsel: stijging van het aantal doden en ondervertegenwoordiging in het FARS-systeem. Tevens wordt gewezen op de forse stijging van het aantal afgelegde mijlen in de periode 1970-1978: voor personenauto's 30% en voor vrachtwagens met ca. 60%.

Clarke e.a. (1987) vermelden eveneens gegevens uit de Verenigde Staten (niveau A).

In 1984 zijn vrachtwagens (totale massa meer dan 4,5 ton) betrokken geweest bij 3,8% van alle ongevallen (inclusief uitsluitend materiële schade) en bij 8,9% van de ongevallen met dodelijke afloop. Het aantal overleden inzittenden van vrachtwagens bedraagt 3% van het totaal. Het aantal ongevallen (inclusief uitsluitend materiële schade) per 100 miljoen voertuigkilometers bedraagt voor personenauto's 370, voor solovrachtwagens 180 en voor combinaties 170; het aantal ongevallen met dodelijke afloop per 100 miljoen kilometers bedraagt voor personenauto's 1,7, voor solovrachtwagens 1,1 en voor combinaties 3,3. Combinaties leggen per jaar per voertuig gemiddeld meer dan vijf maal zo veel mijlen af dan solovrachtwagens, zodat de kans op een ongeval veel groter is. Voor het beschrijven van de ontwikkeling in de loop der tijd zijn alleen voor bepaalde perioden bepaalde gegevens voorhanden: De quotiënten voor alle ongevallen zijn voor personenauto's in de periode 1980-1984 met 15% gedaald en voor vrachtwagencombinaties vrijwel constant gebleven; het niveau ligt iets meer dan een factor twee lager dan voor personenauto's. Voor ongevallen met dodelijke afloop zijn de quotiënten voor personenauto's in de periode 1976-

1980 vrijwel constant gebleven en daarna tot 1984 met 21% gedaald; voor combinaties zijn zij eerst gestegen, toen gedaald en de laatste jaren weer gestegen; het niveau ligt een factor twee hoger dan voor personenauto's.

Uffen (1983) (vermoedelijk niveau A) vermeld dat in Canada zware vrachtwagens betrokken waren bij 3% van de ongevallen en bij 10% van de ongevallen met dodelijke afloop. Hoe zwaarder het voertuig, hoe groter het aandeel ongevallen met doden.

Door Sweatman (1980) worden gegevens uit Australië vermeld (niveau A). In de staat Victoria namen de letselongevallenquotiënten in de periode 1969-1976 sterk af. Deze quotiënten zijn voor enkelvoudige ongevallen bij personenwagens hoger, bij meervoudige voor vrachtwagens.

3.1.4. Conclusies

De tot nu toe vermelde gegevens geven globaal het volgende beeld:

In de periode 1970-1978 is in de Verenigde Staten de kilometerprestatie van vrachtwagens gestegen met ca. 60% en in Nederland met ca. 34%. In Frankrijk steeg in de periode 1970-1975 het kilometrage met ca. 32%, omgerekend naar 1970-1978 met ca. 50%.

In de periode 1975-1979 steeg in de V.S. het aantal ongevallen met dodelijke afloop met zware vrachtwagens met ca. 30%, in Nederland nam het in 1970-1978 af met 40%, evenals in Frankrijk in 1970-1975 met 15%.

In de V.S. zijn vrachtwagens meer dan evenredig betrokken bij ongevallen met dodelijke afloop en hebben zij een lager ongevallenquotiënt voor alle ongevallen dan personenauto's (bijna de helft) en een hoger dodelijke-ongevallenquotiënt (twee maal zo veel), vergelijkbaar dus met Europa. Dodelijke-ongevallenquotiënten zijn in de V.S. echter voor personenauto's iets lager dan in Nederland en voor vrachtwagens veel lager!

Er bestaan daarmee belangrijke verschillen in de mate van verkeersonveiligheid van zware voertuigen in Europa en de V.S. bij risiconiveau en risico-ontwikkeling. Deze verschillen zullen te maken hebben met de andere omstandigheden waaronder het transport verricht wordt, zoals zeer lange afstanden en geen rail- of binnenvaartvervoer van betekenis en met verschillen in de gebruikte voertuigen. Zo zijn bijvoorbeeld in de Verenigde

Staten zware voertuigen geen remmen op de vooras voorgeschreven!
Om deze redenen worden in het vervolg de beschouwingen alleen op Europa gericht.

De gegevens uit Canada en Australië zijn te gering voor een goede vergelijking met Europa. Wel blijkt hier weer de ernst van ongevallen met vrachtwagens.

In alle gegevens komt steeds weer terug dat het dodelijk ongevallenquotiënt stijgt met het toenemen van het voertuiggewicht, terwijl combinaties telkens hogere dodelijk ongevallenquotiënten hebben dan solovrachtwagens.

3.2. Ongevallen naar tegenpartij

3.2.1. Nederland

In Noordzij & Blokpoel (1980) zijn ongevallengegevens uit Nederland uit de periode 1974 t/m 1978 vermeld (niveau A).

De volgorde van conflicten naar het aantal ongevallen met dodelijke afloop is:

personenauto - fietser	12	%
personenauto - voetganger	10	%
personenauto - personenauto	9	%
vracht+bestel - personenauto	5	%
personenauto - bromfietser	5	%
vracht+bestel - fietser	4	%
vracht+bestel - bromfietser	2,4	%
vracht+bestel - voetganger	1,5	%

De totale verkeersprestatie, uitgedrukt in voertuigkilometers, is van personenauto's ca. tien maal zo groot als van vracht- en bestelauto's, zodat deze laatste categorie meer dan evenredig betrokken is bij ongevallen met dodelijke afloop. Het risico, uitgedrukt als aantal overleden slachtoffers per miljard voertuigkilometers, is voor personenauto's zelf 22 en 14 bij de tegenpartij; voor vracht- en bestelauto's zelf 10 en 68 bij de tegenpartij; en voor bussen zelf 4 en 99 bij de tegenpartij. Zoals reeds eerder is opgemerkt zullen de risico's bij vrachtwagens zonder bestelwagens nog meer verschuiven naar de tegenpartij.

Om het risico bij ongevallen met vrachtwagens meer gedetailleerd weer te geven, kunnen de volgende gegevens dienen:

In Nederland zijn in 1985 186 doden gevallen bij botsingen met rijdende vrachtwagens (met een totale massa van meer dan 3,5 ton), zijnde 13% van het totale aantal doden in dat jaar (bron: CBS/SWOV, niveau A).

Hiervan overleden:

als inzittenden van personenauto's	49%
als fietser	26%
als bromfietser	13%
als voetganger	6%
als inzittenden van vrachtwagens	3%
als inzittenden van bestelauto's	1%

Verder zijn 24 personen overleden bij botsingen met geparkeerde vrachtwagens; 16 hiervan waren inzittenden van personenauto's.

De verhouding tussen overleden personen in de vrachtwagen en daarbuiten is ongeveer 1 op 25!

3.2.2. Overige Europese landen

Uit Pullwitt (1987) (niveau A) blijkt dat de volgorde van conflicten naar aantallen ongevallen met dodelijke afloop in de Bondsrepubliek Duitsland in 1984 als volgt is:

personenauto - personenauto	14	%
vracht+bestel - personenauto	6	%
personenauto - fiets	5	%
personenauto - motorfiets	4,6	%
personenauto - bromfiets	2	%
vracht+bestel - fiets	1,6	%
personenauto - overige	1,2	%
vracht+bestel - motorfiets	1	%

De verkeersprestatie van personenauto's, in voertuigkilometers, is een factor tien hoger dan die van vracht- en bestelauto's.

Neilson e.a. (1977) verstrekken gegevens omtrent Engelse ongevallen uit 1974 (niveau A).

De het meest door de vrachtwagen (met een ledig gewicht van meer dan 3 ton) bedreigde categorieën zijn personenauto's en voetgangers. De volgorde van conflicten naar aantallen doden zijn:

personenauto - personenauto	39	%
personenauto - voetganger	30	%
vrachtwagen - personenauto	6	%
personenauto - motorfietsen	4,3	%
vrachtwagen - voetganger	3	%
personenauto - fietser	2	%
vrachtwagen - vrachtwagen	1,4	%
vrachtwagen - motorfietsen	1,3	%

3.2.3. Conclusies

Uit de in deze paragraaf gepresenteerde gegevens komt naar voren dat zware voertuigen bedreigend zijn voor elke andere categorie verkeersdeelnemer. De slachtoffers vallen voor het overgrote deel bij de tegenpartij, terwijl de inzittenden van zware voertuigen relatief goed zijn beschermd. De relatieve mate van bedreiging verschilt niet veel van die van personenauto's. Bij de bovenstaande gegevens moet bedacht worden dat de mate van voorkomen van een bepaalde categorie verkeersdeelnemers mede bepalend kan zijn voor het aantal ongevallen. In Nederland bijvoorbeeld zijn relatief veel tweewielers.

3.3. Vrachtwagen- en busongevallen

3.3.1. Nederland

Blokpoel & Mulder (1981) hebben ongevallen met rechtsafslaande voertuigen onderzocht (niveau A).

In de periode 1975-1979 overleden 173 personen als gevolg van botsingen met rechtsafslaande voertuigen, zijnde 1,5% van het totale aantal doden in die periode. Bij 87% was een vrachtwagen betrokken en bij 6% een personenauto. De slachtoffers bestonden voor 49% uit bromfietzers en voor 40% uit fietsers. Aangezien de kilometerprestatie van vrachtwagens ca. een tiende deel van dat van personenauto's bedraagt, zijn vrachtwagens bij dit type ongeval met dodelijke afloop zeer sterk oververtegenwoordigd.

3.3.2. Overige Europese landen

Otte (1987) heeft een diepte-ongevallenonderzoek (niveau C) beschreven van 325 ongevallen in Hannover (BRD) waarbij vrachtwagens met een totale massa van meer dan 3,5 ton betrokken zijn geweest. Hierbij waren 425 inzittenden van vrachtwagens betrokken en 271 slachtoffers bij de tegenpartij.

Van deze ongevallen zijn 40% botsingen met personenauto's; van de ongevallen met aanhangers vond 26% plaats op autosnelwegen, van de ongevallen met opleggers 48% en van de ongevallen met vrachtwagens van minder dan 13 ton 19%. Van deze laatste categorie gebeurde 41% van de ongevallen binnen de bebouwde kom. Dit zal gedeeltelijk het gebruik van de diverse voertuigtypen weerspiegelen. 56% van de betrokken personen- en bestelauto's en 38% van de tweewielers botsten frontaal tegen een vrachtwagen, 29% van de tweewielers en 15% van de voetgangers kwamen tegen de zijkant terecht. Bijna 7% van de botsingen had zijn aangrijpingspunt tussen de assen van de vrachtwagen. Van de 425 betrokken vrachtwageninzittenden is 82% ongedeerd gebleven en 1,2% is ernstig gewond of overleden; bij de tegenpartij is dit resp. 17 en 24%! Van de botsingen met tweewielers en voetgangers hadden meer dan één derde ernstig gewonden tot gevolg, terwijl de inzittenden van de vrachtwagen hierbij geen letsel opliepen.

Pullwitt (1987) (niveau A) vermeldt dat bij ongevallen veroorzaakt door foutief gedrag van de vrachtwagenchauffeur te hoge snelheid de meest voorkomende oorzaak is van de ernstige gevolgen. Andere factoren duiden op ontoereikend zicht vanuit het zware voertuig.

Volgens Pullwitt speelt alcoholgebruik van vrachtwagenchauffeurs bijna geen rol bij de ongevallen, in tegenstelling tot bij de personenauto, vermoeidheid echter wel. Defecten aan een voertuig spelen een bescheiden rol, ca. 1%. Defecten aan het remsysteem hebben wel aanzienlijke gevolgen: bij de ongevallen met dodelijke afloop waarbij defecten aan het remsysteem een hoofdoorzaak vormden waren in 42% der ongevallen vrachtwagens betrokken.

Hanreich (1981) geeft een beschrijving van omstandigheden van letselongevallen met 4700 betrokken vrachtwagens (inclusief bestelwagens) in 1979 in Oostenrijk. De gegevens zijn afkomstig uit de politieregistratie (niveau A).

Het ongevallenquotiënt bij regen vertoont een grote correlatie met de vrachtwagenintensiteit. Als verklaring hiervoor wordt schade aan wegdekken genoemd, veroorzaakt door hoge aslasten en het gebruik van spikes. Op het beschadigde wegdek treden meer aquaplaning-ongevallen met personenauto's op. Ieder vierde vrachtwagenongeval vindt 's nachts plaats, terwijl dan slechts een zesde tot een zevende deel van de kilometerprestatie plaats vindt. Vooral van de rijbaan geraken, verkeerde snelheidskeuze en botsen tegen onverlichte, geparkeerde voertuigen zijn dan als oorzaak aan te wijzen. Vermoeidheid zou hierbij een rol spelen.

Het schampen van geparkeerde auto's door vrachtwagens of van geparkeerde vrachtwagens komt drie à vier maal zo vaak voor als bij personenauto's. De breedte van de vrachtwagen wordt hierbij als verklaring aangevoerd. In bochten vinden veel ongevallen plaats, met name door het afsnijden van bochten door slingerende aanhangers. Bij kleine boogstralen is telkens een hoger kantelrisico vast te stellen.

Riley & Bates (1980) onderzochten alle 740 ongevallen met dodelijke afloop in Groot-Brittannië in 1976, waarbij tenminste één zware vrachtwagen met een lege massa van meer dan 3 ton betrokken is geweest. Dit betrof 1494 voertuigen, waarvan 812 zware voertuigen. De gegevens zijn afkomstig uit de politieregistratie (niveau A).

Zij constateerden dat 11% van de ongevallen een stilstaand voertuig betrokken was en dat de helft 's nachts gebeurde. Van alle ongevallen vond ongeveer een kwart in het donker plaats, 85% met 1 of 2 voertuigen en 5% met meer dan 3 voertuigen. In stedelijke gebieden vond 43% van de ongevallen plaats en driekwart daarvan op wegen met een snelheidsbeperking van 30 mijl (= 48 km per uur).

Van de 812 betrokken zware voertuigen waren 54 % solo-vrachtwagens, 43% geleed en de rest vrachtwagens met aanhanger. Gelede voertuigen leggen 37% der voertuigkilometers af, zodat zij relatief vaker bij ongevallen betrokken zijn.

Van het totale aantal van 1494 betrokken voertuigen kantelden er 66; hiervan waren 44 zware voertuigen en daarvan tweederde geleed. Bij 31 eenzijdige ongevallen kantelden 22 zware voertuigen.

Een kwart van de voertuigen was onbeladen, bij de rest schoof in 58 gevallen de lading van het voertuig af (bij slechts één daarvan voor de botsing). Bij 30 andere begon de lading te schuiven, maar bleef op het voer-

tuig liggen (waarvan 5 voor de botsing). De helft van de gevallen met schuivende lading gebeurde bij de 62 gevallen waarbij zware voertuigen tegen andere zware voertuigen botsten of bij eenzijdige ongevallen. Bij 137 voertuigen, waarvan 80 zware, was sprake van voertuigdefecten. Hiervan droegen van 39 voertuigen defecten bij aan het ongeval; 16 voertuigen stonden stil ten tijde van de botsing als gevolg van een defect.

Storie (1984) onderzocht ongevallen met vrachtwagens en bussen op auto- (snel)wegen in 1977 in Groot-Brittannië, onder meer door interviews met de betrokkenen (niveau B).

In 943 ongevallen zijn 1040 zware voertuigen (met een ledig gewicht van meer dan 3 ton) en 70 bussen betrokken geweest. 3 % van de ongevallen had een dodelijke afloop en bij 53% der ongevallen trad geen letsel op. Sterke wind is als een bijdragende factor beschouwd in 30 gevallen en als een mogelijke factor in nog eens 14 gevallen. Acht voertuigen zouden zijn omvergeblazen door harde wind.

Het regende bij een kwart der ongevallen en bij de helft was het wegdek nat. Op de vluchtstrook of in de berm stilstaande voertuigen waren betrokken bij 3% der ongevallen en op de rijbaan stilstaande bij 11%. Inhalen (14%) en scharen (8%) waren eveneens belangrijke factoren bij de ongevallen. Vermoeidheid speelde een rol in 11% der ongevallen waarbij bestuurders van zware voertuigen of bussen betrokken waren. Verder werd verveling als een belangrijke factor aangemerkt.

Favéro (1979) beschreef ongevallen met zware vrachtwagens (met een totale massa meer dan 3,5 ton) die in de periode maart 1974 tot maart 1975 in Frankrijk hebben plaatsgevonden (niveau A).

Uit de politieregistratie is één vijftiende deel van de vrachtwagenongevallen met letsel, zijnde 1073 ongevallen, beschouwd. Op rechte weggedeelten vond 26% der ongevallen plaats, op kruisingen 15,6% (als gevolg van overtredingen van de tegenpartij), bij inhalen door vrachtwagens 7,5%, eenzijdige ongevallen 7,3%, bij geparkeerde vrachtwagens 6,6% en bij vertragen door een voorligger 6,5%. Factoren die als belangrijke oorzaak zijn aangemerkt, zijn vermeld in Tabel 4. Schattingen voor ernstverhogende factoren zijn gegeven in Tabel 5.

Andersson e.a. (1980) hebben een Zweeds onderzoek beschreven naar ongevallen met letsel bij inzittenden van Volvo-vrachtwagens met een totale massa van meer dan 3,5 ton (niveau C).

In Zweden zijn zware vrachtwagens betrokken bij ca. 15% van de ca. 1000 ongevallen met dodelijke afloop per jaar. De helft hiervan zijn botsingen met personenauto's en ca. 40% botsingen met andere zware voertuigen. Ongeveer 10 inzittenden van vrachtwagens worden jaarlijks gedood en ca. 200 raken gewond.

Onderzocht zijn 124 ongevallen. Hierbij zijn zes personen omgekomen waarvan vijf bij een botsing tussen twee vrachtwagens. Er vielen 125 gewonden. Bij de helft van deze ongevallen is alleen een vrachtwagen betrokken en bij een derde een andere vrachtwagen.

In 35% van de ongevallen geraakte de vrachtwagen van de rijbaan waarbij driekwart omsloeg.

Bij deze cijfers moet bedacht worden dat geselecteerd is op letsel van vrachtwageninzittenden; gezien de relatieve bescherming van de inzittenden van vrachtwagens zal een selectie hebben plaats gevonden van zeer ernstige ongevallen, vooral voor de tegenpartij.

3.3.3. Conclusies

Uit deze gegevens kan een aantal factoren worden gehaald die een meer of minder belangrijke rol bij ongevallen met zware voertuigen spelen.

Afgezien van de gegevens uit Favéro (1979) kan geen volgorde naar aandeel bij ongevallen worden aangegeven, omdat de gegevens onderling niet of nauwelijks te vergelijken zijn vanwege de verschillende omstandigheden per land en het niveau van de ongevallengegevens.

De volgende bijdragende factoren zijn als volgt, in willekeurige volgorde:

- te hoge snelheid
- van de rijbaan geraken, al-dan-niet gevolgd door omslaan
- schuivende lading, voor of na het ongeval
- slingeren en scharen, bij gelede voertuigen
- stilstaan, eventueel als gevolg van defecten
- inhalen
- vervolgschade: rijsporen, spat- en sproeiwater
- nat wegdek, regen en wind
- 's nachts rijden, vermoeidheid, verveling

- ontoereikend zicht vanuit de cabine bij rechtsafslaan; tussen de wielen geraken
- groot aandeel ongevallen binnen de bebouwde kom

Deze problemenlijst zal uitgangspunt zijn voor nader onderzoek naar de verkeersveiligheid van zware voertuigen in Nederland. Dit onderzoek zal starten met een analyse van door de politie geregistreerde ongevallen met vrachtwagens en bussen.

3.4. Discussie

De vergelijkbaarheid van de diverse gegevens wordt bemoeilijkt door de per land verschillende definities voor een zwaar voertuig. Daarnaast zijn de gegevens op verschillende wijzen verkregen en is niet altijd duidelijk hoe ze verkregen zijn. Belangrijke gegevens over het risico naar afgelegde afstand, naar massa en al-dan-niet geleed zijn van voertuigen ontbreken veelal. Dit maakt het moeilijk andere dan oppervlakkige conclusies uit het materiaal te trekken.

Er is geen sprake van probleemverkenningen en ook wordt niet ingegaan op de wijze waarop eventuele maatregelen verwezenlijkt zouden moeten worden. Kennelijk wordt alleen gekeken naar een paar gedeelten van de cyclus: probleemverkenning, probleemanalyse, ongevallenstudie, mogelijke maatregelen en invoering daarvan.

Een dergelijke aanpak leidt niet tot optimale oplossingen. Het is ook noodzakelijk de randvoorwaarden bij het invoeren van maatregelen te beschouwen, zoals de economische en verkeerskundige kanten van het transport van goederen en personen over de weg.

4. CONCLUSIES

1. Het aantal ongevallen met vrachtwagens en bussen is in Nederland de laatste tien jaar gedaald, zowel in aantal als betrokken op de kilometerprestatie, terwijl het voertuigenpark en het aantal afgelegde kilometers is toegenomen.

2. In Nederland zijn vrachtwagens ca. 0,6 maal en bussen ca. 1,6 maal zo vaak als personenauto's betrokken bij letselongevallen per afgelegde kilometer. Bij ongevallen met dodelijke afloop is deze betrokkenheid iets minder dan twee maal zo groot voor vrachtwagens en iets meer dan twee maal voor bussen.

3. De verkeersveiligheid van vrachtwagens en bussen in Nederland verschilt weinig van die in een aantal belangrijke West-Europese landen, zoals de Bondsrepubliek Duitsland, Frankrijk en Engeland, zowel naar aandeel als naar verloop in de tijd.

4. De verkeersveiligheid van vrachtwagens en bussen in Nederland en West-Europa verschilt wel van die in de Verenigde Staten. De verschillen zullen voor een deel te maken hebben met de andere omstandigheden waaronder het transport wordt verricht en met de gebruikte voertuigen. Dit betekent dat Amerikaanse gegevens over ongevallen met de nodige voorzichtigheid gebruikt moeten worden.

5. Zware voertuigen zijn bedreigend voor elke andere categorie verkeersdeelnemer; de slachtoffers vallen voor het overgrote deel bij de tegenpartij, waarbij in het bijzonder kwetsbare verkeersdeelnemers, zoals fietsers en voetgangers, getroffen worden.

6. De omvang van het probleem van de verkeersveiligheid van zware voertuigen in Nederland is als volgt:

- bij ongeveer 15% van de ongevallen met dodelijke afloop is een zwaar voertuig betrokken;

- hoewel het aantal letselongevallen per kilometer van vrachtwagens geringer is dan dat van personenauto's, is het aantal ongevallen met dodelijke afloop per afgelegde kilometer bijna twee maal zo hoog; bij bussen is de situatie nog ernstiger;

- de verhouding tussen overleden personen in en buiten de vrachtwagen is ongeveer 1 op 25.

7. Belangrijke factoren die een rol spelen bij ongevallen met zware voertuigen zijn:

- te hoge snelheid
- stabiliteit in langs- en dwarsrichting, vooral bij gelede voertuigen
- het moeten rijden onder alle omstandigheden
- arbeidsomstandigheden en vermoeidheid.

8. Vergelijkbaarheid van gegevens over de verkeersonveiligheid van zware voertuigen in de diverse landen wordt bemoeilijkt door verschillen in definities van voertuigen en de wijze waarop de gegevens verkregen zijn. Zijn er van de vrachtwagen al niet overvloedig veel gegevens, van bussen ontbreken zij bijna helemaal.

	1976	1981	1986
VOERTUIGENPARK (x 1000)			
personenauto	3629	4594	4950
vrachtwagen ¹⁾	125	144	140
bus ²⁾	9	11	11

AANTALLEN RIJDENDE VOERTUIGEN BETROKKEN BIJ ONGEVALLLEN

	1976		1981		1986	
	dodelijk	letsel	dodelijk	letsel	dodelijk	letsel
personenauto	1987	44574	1549	40946	1347	39172
vrachtwagen	454	3571	253	2153	213	1874
bus	52	739	44	677	24	528

VOERTUIGKILOMETERS (X MILJOEN)

	1976	1981	1986
personenauto	50.540	61.060	70.960
vrachtwagen	6.490	5.600	ca. 6.000
bus	--	560	580

RIJDENDE VOERTUIGEN BETROKKEN BIJ ONGEVALLLEN PER 100 MILJOEN KILOMETERS

	1976		1981		1986	
	dodelijk	letsel	dodelijk	letsel	dodelijk	letsel
personenauto	3,9	88,2	2,5	68,2	1,9	55,2
vrachtwagen	7,0	55,0	4,5	38,4	3,6	31,2
bus	--	--	7,9	121,0	4,1	91,01

¹⁾ inclusief trekkers en speciale voertuigen, totale massa meer dan 3,5 ton

²⁾ meer dan 8 personen

Tabel 1. Nederlandse gegevens over personenauto's en zware voertuigen (Bron: CBS/SWOV).

Gewichtsklassen	Aantal ongevallen	Doden	Doden per ongeval
1,5-3,5 ton (bestel)	1586	208	0,13
3,5-10	699	128	0,18
10-16	621	115	0,19
16-22	836	199	0,24
meer dan 22 ton	273	64	0,23
trekker met oplegger	1890	487	0,26
bus	223	83	0,37

Tabel 2. Aantallen ongevallen met tenminste één zware vrachtwagen op Routes Nationales in Frankrijk, naar gewichtsklassen (Naar Ledru, 1977).

Land Voertuig	Jaar/ periode	Alle wegen	Auto snel- wegen	Sec. wegen	Binnen beb.kom	Vracht wagen	Trekker+ oplegger
DK vr.w.>6 ton							
totale massa	76-79	9,8				8,0	13,2
F vr.w.>3,5 ton							
totale massa	74-75	4,1	8,5			7,7	9,8
D vr.w. zonder landbouwvt.	79	7,6					6,5
I vr.w.	78-79	3,4					
NL vr.w.>3,5 ton							
totale massa	78	10,3				9,6	11,3
CH vr.w. en bussen zonder landb.vt.	79	6,7					
S vr.w.>3,5 ton							
totale massa	78-79	4,5					8,0
GB vr.w.>1,5 ton							
ledige massa	78	4,9	1,6	5,8	6,1		

Tabel 3. Ongevallen met dodelijke afloop per 100 miljoen kilometers van zware voertuigen in diverse OECD-landen (Naar OECD, 1982).

Slechte voertuigbeheersing bij uitwijken	25 %
Blokkerende wielen	22,7 %
(trekker-oplegger 1 op 3 ongevallen; vrachtwagen 1 op 4)	
Geringe kantelweerstand	4,7 %
(omslaan voor het ongeval vooral trekker-oplegger en tankers)	
Slecht zicht naar achteren	4,7 %
(inhalen: 2,2% ; rechtsafslaan: 1,3%)	
Slechte stabiliteit bij remmen	4,5 %
(voornamelijk bij voertuigen van meer dan 10 ton)	
Slecht koershouden bij bochtige trajecten	3,2 %
(bij lichte voertuigen vaak gevolgd door omslaan, maar dan anders gecodeerd)	
Onvoldoende remwerking	2,9 %
Onvoldoende werking knipperlichten	2,6 %
Geen retroreflectoren achter	2,0 %
Remdefecten	0,8 %
Onvoldoende werking achterlichten	0,7 %

Totaal	ca. 75 %

Tabel 4. Belangrijke oorzakelijke factoren bij ongevallen met vrachtwagens in Frankrijk (Naar Favéro, 1979).

Vormgeving en stijfheid voorkant vrachtwagen (voornamelijk bij frontale botsing met lichte voertuigen)	9,4 %
Geen zijafscherming (lichte voertuigen)	4,3 %
Vormgeving en stijfheid voorkant vrachtwagen (bij botsing tegen zijkant licht voertuig)	4,2 %
Geen zijafscherming (tweewielers)	2,3 %
Overrijden tweewielers	2,3 %
Geen onderschuifbalk (lichte voertuigen)	1,7 %
Onvoldoende cabinesterkte	1,7 %
Geen achterafscherming (tweewielers)	1,4 %
Vrachtwagen tegen achterkant licht voertuig	1,3 %

Tabel 5. Schattingen voor ernstverhogende factoren bij ongevallen met vrachtwagens in Frankrijk (Naar Favéro, 1979)

LITERATUUR

Andersson, A.; Högström, K. & Svenson, L. (1980). Injuries in heavy trucks and the effectiveness of seat belts. In: Proceedings of the 24th AAAM Conference, 1980.

Blokpoel, A. & Mulder, J.A.G. (1981). Het zichtveld van bestuurders van vrachtwagens. R-81-20. SWOV, 1981.

Clarke e.a. (1987). Heavy truck safety study. National Highway Traffic Safety Administration, 1987.

Favéro, J.L. (1979). Etude des accidents et conceptions de poids lourds. ONSER Cahiers d'Etude 47. ONSER, 1979.

Frøyland, P. (1987). Causes and consequences of heavy freight vehicle accidents in Norway. In: OECD (1987).

Hanreich, G. (1981). Nutzfahrzeuge im Lichte der Unfallstatistik. In: KfV (1981).

Hirschberger, H.G. & Krüger, H.J. (1980). Sicherheit von Omnibussen. Technische Überwachung 21 (1980) 11: 471-475.

KfV (1981). Tagungsbericht Nutzfahrzeuge - Verkehrssicherheit. Kuratorium für Verkehrssicherheit KfV, 1981.

Krall, F.L. & Rossow, G.W. (1980). Heavy truck safety: the need to know. In: Proceedings of the 24th AAAM Conference, 1980.

Ledru, M. (1977). Aspects relatif a la sécurité. In: OECD (1977).

Neilson, I.D.; Kemp, R.N. & Wilkins, H.A. (1977). Accidents involving heavy goods vehicles in Great Britain. In: OECD (1977).

Noordzij, P.C.; Blokpoel, A. (1980). Ongelijkheid en ongelijkwaardigheid in het verkeer. R-80-11. SWOV, 1980.

O'Day, J.; Filkins, L. & Kaplan, R. (1980). Combination vehicles: five year accident experience. University of Michigan, Highway Safety Research Institute, 1980.

OECD (1977). Symposium on heavy freight vehicles and their effects. OECD, 1977.

OECD (1982). Impacts of heavy freight vehicles. OECD, 1982.

OECD (1987). Symposium on the role of heavy freight vehicles in traffic accidents, Montreal, April 27-30, 1987. OECD, 1987.

Otte, D. (1987). Collision situations and consequences of injuries in traffic accidents of heavy trucks. In: OECD (1987).

Pullwitt, E. (1987). Verkehrssicherheit von LKW; Überblick über die Situation in der Bundesrepublik Deutschland. Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik (1987) 7/8: 207-214.

Riley, B.S. & Bates, H.J. (1980). Fatal accidents in Great Britain in 1976 involving heavy goods vehicles. TRRL Supplementary Report 586. Transport and Road Research Laboratory, 1980.

Storie, V.J. (1984). Involvement of goods vehicles and public service vehicles in motorway accidents. TRRL Laboratory Report LR 1113. Transport and Road Research Laboratory, 1984.

Sweatman, P.F. (1980). Australian contribution to the OECD co-ordinating group on the impact of heavy goods vehicles. Australian Road Research Board, 1980.

Tromp, J.P.M. (1984). Spat- en sproeiwater bij vrachtwagens. R-84-9. SWOV, 1984.

Tromp, J.P.M. (1985). Zware voertuigen en de verkeersveiligheid: een probleemverkenning. R-85-34. SWOV, 1985.

Tromp, J.P.M. (1987). Rijsporen en golven in het wegdek. R-87-25.
SWOV, 1987.

Uffen, R.J. (1983). Report of the Ontario Commission on Truck Safety.
Ontario Ministry of Transportation and Communications, 1983.