

# Vrachtwagenongevallen bij files

Deel 1 - Internationale literatuurstudie naar oorzakelijke en/of bijdragende factoren

RA-2006-85

*Karin Van Vlierden*

Onderzoekslijn Gedrag



DIEPENBEEK, 2012.  
STEUNPUNT VERKEERSVEILIGHEID.

## Documentbeschrijving

Rapportnummer: RA-2006-85  
Titel: Vrachtwagenongevallen bij files

Ondertitel: Deel 1 - Internationale literatuurstudie naar oorzakelijke en/of bijdragende factoren

Auteur(s): Karin Van Vlierden  
Promotor: Rob Cuyvers  
Onderzoekslijn: Gedrag  
Partner: Provinciale Hogeschool Limburg  
Aantal pagina's: 35

Projectnummer Steunpunt: 2.2.4.4  
Projectinhoud: Ondanks maatregelen om files en wegenwerken reeds op grote afstand aan te kondigen en snelheidslimieten in te voeren gebeurt het nog regelmatig dat een vrachtwagen op de staart van een file inrijdt, met alle gevolgen van dien. Deze literatuurstudie probeert een antwoord te vinden op de vraag naar mogelijke oorzaken van deze problematiek. Meer bepaald wordt gekeken welk internationaal onderzoek reeds aan dit thema gewijd werd. De literatuurstudie geeft input aan vervolgonderzoek omtrent de problematiek van vrachtwagenongevallen bij files in Vlaanderen, dat binnen de onderzoekslijn Infrastructuur en Ruimte zal opgezet worden.

Uitgave: Steunpunt Verkeersveiligheid, april 2006.

Steunpunt Verkeersveiligheid  
Agoralaan  
Gebouw D  
B 3590 Diepenbeek

T 011 26 87 05  
F 011 26 87 00  
E [info@steunpuntverkeersveiligheid.be](mailto:info@steunpuntverkeersveiligheid.be)  
I [www.steunpuntverkeersveiligheid.be](http://www.steunpuntverkeersveiligheid.be)

## Samenvatting

In internationale literatuur wordt gezocht naar factoren die aan de basis liggen van of bijdragen aan vrachtwagenongevallen bij files. De gevonden factoren worden weergegeven volgens de systeembenadering van Zein en Navin, dit wil zeggen over de drie entiteiten "weggebruiker", "voertuig" en "wegomgeving" en over de tijdlijn die het ongeval voorafgaat.

Door gebrek aan specifieke literatuur over vrachtwagenongevallen bij files is de literatuurstudie gebaseerd op onderzoek over vrachtwagenongevallen in het algemeen, over kop-staartbotsingen bij alle voertuigcategorieën en over ongevallen bij wegenwerken in het algemeen.

Voor vrachtwagenongevallen in het algemeen worden verschillende mogelijke oorzakelijke en/of bijdragende factoren naar voor gebracht. Bestuurdergerelateerde factoren zijn leeftijd, alcoholgebruik, vermoeidheid/ziekte, te hoge snelheid, onoplettendheid/afleiding en het veranderen van rijvak. Voertuigfactoren die vermeld worden zijn technische mankementen en de constructie/afmetingen van vrachtwagens. In de omgeving ten slotte gaat aandacht naar het verkeersvolume, het tijdstip van rijden, weersomstandigheden en zichtbelemmering. De rol die vertrouwdheid met de weg speelt als oorzakelijke en/of bijdragende factor moet verder onderzocht worden.

Kop-staartbotsing blijkt een vaak voorkomend ongevallentype te zijn. Het doet zich vooral voor gedurende periodes van hoge verkeersvolumes, wanneer voertuigen dicht op elkaar rijden. Onoplettendheid, hoge snelheid, alcohol- en druggebruik, leeftijd en geslacht van de bestuurder, onbekendheid met de weg waarop gereden wordt, gezichtsvermogen en -gevoeligheid, voertuigtype en zichtbelemmering zijn allemaal factoren die een rol spelen.

De belangrijkste oorzakelijke en bijdragende factoren aan ongevallen bij wegenwerken blijken verband te houden met de aankondiging van gewijzigde verkeerssituaties, snelheidslimieten en het al dan niet naleven ervan, het veranderen van rijstrook en de onduidelijkheid van verkeerstekens die dienen om het verkeer in goede banen te leiden.

Over alle in de literatuur gevonden factoren worden ten slotte hypothesen geformuleerd, die als basis kunnen dienen voor de bestudering van vrachtwagenongevallen bij files in Vlaanderen. Dit zal gebeuren in vervolgonderzoek in de loop van het jaar.



## **English summary**

### **Truck accidents at traffic-jams**

#### **International literature search about causal and/or contributing factors**

In international literature, we search for factors that are at the basis of, or contribute to rear-end collisions of trucks at traffic-jams. We represent the factors as advised in the Systems Approach of Zein and Navin, that means divided up into three entities (the road user, the vehicle and the road environment) and over three pre-crash timeline phases (creation, cultivation and conduct).

In the absence of specific literature about collisions of trucks at traffic jams, we rely on studies about truck collisions in general, about rear-end collisions involving all sorts of vehicles and about workzone collisions in general.

For truck collisions in general, we found the following driver related causal and contributing factors: age, alcohol use, fatigue/illness, speeding, inattention/distraction and lane changing. Vehicle related factors are technological defects and the regular construction/dimensions of trucks. Finally environment related factors are traffic volume, time of day, wether conditions and sight obstruction. The role of familiarity with specific roads needs further investigation.

There is a high incidence of rear-end collisions, particularly in times of high traffic volumes, when headways are short. Inattention, speeding, alcohol and drug use, age and gender of the driver, unfamiliarity with the road, eye sight and sensitivity, vehicle type and sight obstruction are contributing factors.

The main causal and/or contributing factors of work zone collisions are related to speed limits and speeding, lane changing, warning and traffic signs.

From the factors found in the literature, we finally deduce hypotheses, which underlie future research about truck accidents at traffic-jams in Flanders. This research will take place in the course of 2006.

## Inhoudsopgave

1.	INLEIDING .....	7
2.	SYSTEEMBENADERING VAN ZEIN EN NAVIN .....	8
3.	VRACHTWAGENONGEVALLEN IN HET ALGEMEEN .....	11
3.1	Inleiding .....	11
3.2	Nationale studies van vrachtwagenongevallen .....	11
	3.2.1 Gegevens uit de literatuur .....	11
	3.2.2 Conclusies .....	14
3.3	Bestudering van afzonderlijke factoren die een rol kunnen spelen in vrachtwagenongevallen .....	15
	3.3.1 Bestuurdergerelateerde factoren .....	15
	3.3.2 Voertuiggerelateerde factoren .....	17
	3.3.3 Wegkenmerken .....	18
	3.3.4 Conclusies .....	19
4.	KOP-STAARTBOTSINGEN .....	20
4.1	Inleiding .....	20
4.2	Kenmerken en oorzaken van kop-staartbotsingen .....	20
	4.2.1 Gegevens uit de literatuur .....	20
	4.2.2 Conclusies .....	22
5.	ONGEVALLEN BIJ WEGENWERKEN .....	23
5.1	Inleiding .....	23
5.2	Kenmerken en oorzaken van ongevallen bij wegenwerken .....	23
	5.2.1 Gegevens uit de literatuur .....	23
	5.2.2 Conclusies .....	27
6.	SYSTEEMBENADERING VAN VRACHTWAGENONGEVALLEN BIJ FILES .....	28
6.1	Inleiding .....	28
6.2	Oorzakelijke en/of bijdragende factoren .....	28
6.3	Hypothesen .....	29
7.	LITERATUURLIJST .....	32

# 1. INLEIDING

---

De zoektocht naar internationale literatuur over ongevallen waarbij vrachtwagens op files inrijden, was een moeizame onderneming. Er blijkt over dit specifieke onderwerp niet veel wetenschappelijk onderzoek te bestaan. Over deelaspecten van het probleem zijn wel artikels en publicaties te vinden. De internationale literatuur die we in dit steunpuntrapport bespreken, komt dan ook uit de volgende - aan vrachtwagenongevallen bij files aanleunende - gebieden: vrachtwagenongevallen in het algemeen - waarbij filebotsingen al dan niet ter sprake komen als aparte categorie van ongevallen, filebotsingen of kop-staartaanrijdingen in het algemeen - dus niet toegespitst op vrachtwagens - en ongevallen bij wegenwerken - ook weer voor voertuigen in het algemeen.

Oorzaken van ongevallen kunnen divers zijn. Zein en Navin (2003) wijzen op de noodzaak van holistisch en multidisciplinair onderzoek om inzicht te krijgen in de toedracht van ongevallen en om maatregelen te kunnen nemen die de verkeersveiligheid verhogen. Ze hebben daartoe een kader gecreëerd waarin drie entiteiten, drie tijdsfasen vóór het ongeval en drie tijdsfasen erna een eigen plaats krijgen. In het volgende hoofdstuk gaan we uitgebreider op dit kader in.

## 2.       SYSTEEMBENADERING VAN ZEIN EN NAVIN

In het systeem van Zein en Navin (2003), dat ze het C3-R3 systeem noemen, ligt de nadruk op de verbanden en afhankelijkheden tussen verschillende elementen van het verkeerssysteem. Deze verbanden liggen op hun beurt aan de basis van ongevallen en de gevolgen ervan. De elementen waaruit het systeem is opgebouwd zijn:

- drie entiteiten: de weggebruiker, het voertuig en de wegomgeving
- drie tijdsfasen vóór het ongeval: de creatie van een entiteit, de ontwikkeling van een entiteit – waarin kenmerken en gewoonten van de entiteit tot stand komen – en de acties en toestand van een entiteit onmiddellijk vóór een ongeval ("creation", "cultivation" en "conduct", vandaar de C3 in de naam van het systeem)
- drie tijdsfasen na het ongeval: de respons van een entiteit onmiddellijk na een ongeval, het herstel van een entiteit en de reflectie over een ongeval ("response", "recovery" en "reflection", vandaar de R3).

Factoren die invloed hebben wanneer zich een ongeval voordoet, kunnen toegewezen worden aan deze entiteiten en tijdsfasen. De auteurs van het systeem beschouwen dit als een startpunt voor verkeersveiligheidsonderzoek. Door het combineren van alle betrokken entiteiten en alle tijdsfasen van een ongeval ontstaan 18 velden waarin voornoemde factoren kunnen ondergebracht worden. De auteurs geven in hun artikel de velden weer in een cirkel. Omdat ons inziens op die manier – omwille van de verschillende afmetingen – gesuggereerd wordt dat sommige velden belangrijker zijn dan andere, verkiezen we een weergave in tabelvorm (Tabel 1 en 2). De tijdlijnen verlopen in deze tabellen over de kolommen, in de eerste tabel naar het ongeval toe, in de tweede verder in de tijd na het ongeval. In de velden zijn de factoren geplaatst die Zein en Navin (2003) als mogelijke ongevalloorzaken zien.

<b><u>C3</u></b>	<b>CREATIE</b>	<b>ONTWIKKELING</b>	<b>ACTIES/TOESTAND</b>	ONGEVAL
<b>WEGGEBRUIKER</b>	Geslacht Etnische afkomst Socio-economische klasse	Leeftijd Educatie Rijles en rijbewijs Verkeersgewoonten Sociale druk	Fysieke conditie Mentale conditie Afleiding Specifieke beslissingen	
<b>VOERTUIG</b>	Ontwerprichtlijnen Doel Fabricage Marketing	Gebruik Onderhoud Herstelling Aanpassing/verandering	Prestatie van remmen, ruitenwissers, banden, koplampen...	
<b>WEGOMGEVING</b>	Beleid Plannings- en ontwerprichtlijnen Plannings- en ontwerpproces Aanleg/constructie	Gebruik Onderhoud en herstel Informatiesystemen Handhaving	Verkeersvolume en – mix Weersomstandigheden Wegoppervlak Lichtcondities	

**Tabel 1** : Tijdlijn naar een ongeval toe, voor verschillende betrokken entiteiten (Zein & Navin, 2003)



<b><u>R3</u></b>	<b>ONGEVAL</b>	<b>RESPONS</b>	<b>HERSTEL</b>	<b>REFLECTIE</b>
<b>WEGGEBRUIKER</b>		Anticipatie Fysieke kracht Eerste hulp Transport	Diagnose Fysiek herstel Medische zorg Mentaal herstel	Opnieuw onderzoeken van de gebeurtenis Gerechtigde actie Rijcursus of verandering van rijgewoonten Gevolgen voor verzekering
<b>VOERTUIG</b>		Veiligheidsvoorzieningen Structurele bestendigheid Ongevaldetectie Takeling	Inspectie Herstel Opruiming	Analyse van trends Veiligheidsaanpassingen Gevolgen voor verzekering
<b>WEGOMGEVING</b>		Veiligheidsvoorzieningen Ongevallendetectie Respons van hulpdiensten Verkeerscontrole	Reconstructie van de gebeurtenis Weginspectie Herstel	Analyse van trends Veiligheidsaanpassingen Aanpassing van ontwerprichtlijnen Handhaving

**Tabel 2** : Tijdlijn na een ongeval, voor verschillende betrokken entiteiten (Zein & Navin, 2003)

Volgens de auteurs zijn het vooral de dynamische interacties tussen factoren in de verschillende velden van het systeem die blootgelegd moeten worden. Hierdoor zal immers duidelijk worden dat verkeersongevallen ontstaan door een samenspel van zulke factoren en dat ook de afloop van een ongeval door verschillende factoren bepaald wordt. Inspelen op ongevallen vergt in deze zienswijze een multidisciplinaire aanpak. Alléén nadruk leggen op de voertuigen of alléén op het gedrag van weggebruikers bijvoorbeeld volstaat niet. Voorbeelden die de auteurs geven van verbanden die al ooit onderzocht werden, zijn:

- verband tussen geslacht en rijgewoonten
- verband tussen wegontwerp en responsmogelijkheden van hulpdiensten
- verband tussen geslacht en soort voertuig dat men koopt
- verband tussen wegontwerp en handhaving
- verband tussen kenmerken van de weggebruiker en elementen van wegontwerp
- verband tussen kenmerken van de weggebruiker en gedrag.

Inzicht in de verbanden tussen verschillende factoren en verschillende velden creëert vervolgens mogelijkheden voor het nemen van effectieve maatregelen om de verkeersveiligheid te bevorderen. Deze maatregelen overstijgen één entiteit of één tijdsfase. Ook hiervan geven de auteurs enkele voorbeelden:

- het ontwerpen van wegen die meer aansluiten bij het ontwerp van hedendaagse voertuigen
- het ontwerpen en laten gebruiken van wegen op een manier die nauwer aansluit bij de verwachtingen en mogelijkheden van weggebruikers

- het ontwikkelen van intelligente transportsystemen (ITS) in het voertuig die overeen komen met de mogelijkheden qua taakbelasting van bestuurders
- het begrijpen van de mentale conditie van weggebruikers in relatie tot de complexiteit van de wegomgeving.

In verband met vrachtwagenongevallen bij files – omwille van de beperkte literatuur zoals gezegd veeleer vrachtwagenongevallen in het algemeen, kop-staartbotsingen en ongevallen bij wegenwerken – proberen we in de volgende hoofdstukken (3 tot en met 5) oorzakelijke en bijdragende factoren te achterhalen. In hoofdstuk 6 passen we de gevonden factoren dan in in bovenstaande tabellen. Indien voorhanden in de literatuur kunnen we bovendien reeds bestaande kennis over verbanden tussen factoren in verschillende velden van de tabellen blootleggen. Uiteindelijke bedoeling is toekomstig onderzoek in Vlaanderen over dit onderwerp te stofferen met mogelijke onderzoeksthema's en –hypothesen. Direct vervolgonderzoek op basis van cijfermateriaal over vrachtwagenongevallen in Vlaanderen zal in de loop van het jaar 2006 uitgevoerd worden binnen de onderzoekslijn Infrastructuur en Ruimte van het Steunpunt.

## **3. VRACHTWAGENONGEVALLLEN IN HET ALGEMEEN**

---

### **3.1 Inleiding**

Over vrachtwagenongevallen in het algemeen is behoorlijk wat literatuur terug te vinden. In enkele landen zijn in het verleden studies uitgevoerd om het aantal en de oorzaken van vrachtwagenongevallen nationaal in kaart te brengen. In sommige gevallen zijn deze studies gebaseerd op ongevallenstatistieken, waarbij het beoordelen van de oorzaken van de ongevallen aan de politie wordt overgelaten. Soms worden systematisch diepte-analyses van ongevallen uitgevoerd door een multi-disciplinair team, dat op de plaats van het ongeval zelf onderzoek doet, betrokkenen bevraagt en op die manier conclusies formuleert over oorzaken en bijdragende factoren. Wij vonden rapporten van zulke nationale studies in Nederland, het Verenigd Koninkrijk, Finland, Australië, Denemarken, de Verenigde Staten en Canada. In paragraaf 3.2 zullen we deze studies en de resultaten ervan behandelen. We beschrijven niet alle resultaten, maar geven weer wat gezegd wordt over vrachtwagens die op files inrijden of andere kop-staartbotsingen veroorzaken. Opvallende gegevens over oorzaken van vrachtwagenongevallen in het algemeen worden er ook uitgelicht.

Naast nationale overzichtsstudies over vrachtwagenongevallen en hun mogelijke oorzaken zijn er in de literatuur gegevens beschikbaar uit – meestal kleinschaliger – onderzoeken van specifieke factoren die kunnen bijdragen aan het zich voordoen van vrachtwagenongevallen. Thema's die in dit verband werden bestudeerd zijn bestuurdergerelateerde factoren zoals vermoeidheid, werkdruk, persoonlijkheid, leeftijd en GSM-gebruik. Bestudeerde voertuigkenmerken zijn bijvoorbeeld de soort van lading en de configuratie van de vrachtwagen. Ten slotte zijn er ook studies die wegkenmerken en hun invloed op vrachtwagenongevallen nader bekijken. In paragraaf 3.3 geven we een overzicht van de studies die we hebben gevonden. Kenmerkend voor deze onderzoeken is dat de onderzochte factoren op voorhand door de onderzoekers worden uitgekozen, omdat ze volgens hen belangrijke oorzaken van ongevallen (kunnen) zijn. De resultaten worden, wanneer het om persoonskenmerken gaat, vaak verkregen door interviews bij vrachtwagenbestuurders.

### **3.2 Nationale studies van vrachtwagenongevallen**

#### *3.2.1 Gegevens uit de literatuur*

In Nederland (van Kampen & Schoon, 1999; Aarse, 2002) leren de ongevallengegevens uit 1997 dat vrachtwagens vaker dan personenwagens betrokken zijn bij ongevallen waar te weinig afstand houden de toedracht is. Voor vrachtwagens is het in 13,3% van de ongevallen de eerste toedracht, voor personenwagens in 9,2%. Het hierbij horende ongevallentype, kop-staartbotsing en in sommige gevallen kettingbotsing, komt in Nederland steeds vaker voor. Buiten de bebouwde kom betreft dit type ongeval 35% van het totaal aantal vrachtwagenongevallen. Ook bij personenwagens treedt overigens een toename in kop-staartbotsingen op. De belangrijkste verklaring voor beide ontwikkelingen is volgens van Kampen en Schoon de toenemende intensiteit van het wegverkeer. Specifiek voor vrachtwagens is er mogelijk ook sprake van een

overschatting van de eigen remcapaciteit. Vrachtwagens met buitenlands kenteken blijken vaker dan Nederlandse betrokken te zijn bij ongevallen met stilstaande obstakels of voertuigen. Bij gebrek aan gegevens over het aantal voertuigkilometers van buitenlandse bestuurders ten opzichte van Nederlandse is echter niet duidelijk of hier sprake is van een zorgwekkende situatie. Voor vrachtwagenongevallen in het algemeen blijkt leeftijd van de bestuurder geen grote rol te spelen. Het aantal alcoholgerelateerde vrachtwagenongevallen zou minder dan 1% zijn. Ook in slaap vallen/ziekte, te snel rijden en het verliezen van lading blijken in de Nederlandse data van 1997 erg weinig voor te komen.

Een snelle scan (Hoekstra & van Zutphen, 2005) van vrachtwagenongevallen in Nederland, die zich voordeden van januari tot juni 2005 en werden gemeld aan het Centraal Meldpunt Vrachtauto-ongevallen (CMV), gaf als resultaat dat in 59% van de vrachtwagenongevallen de oorzaak een handeling en/of toestand van de vrachtwagenbestuurder was. Hiervan was 35% gerelateerd aan onoplettendheid, 31% aan in slaap vallen, 29% aan te hoge snelheid in bochten en 5% aan overige zaken. 9% van de vrachtwagenongevallen werd toegeschreven aan een technisch mankement. De oorzaken van ongevallen waren gelijklopend voor vrachtwagens met buitenlandse en Nederlandse nummerplaat. Wat buitenlandse vrachtwagens betreft, waren het vooral Duitse (7%), Belgische (4%) en Poolse (3%) vrachtwagens die bij ongevallen betrokken raakten. Het merendeel (74%) van alle vrachtwagenongevallen betrof echter Nederlandse vrachtwagens.

In Australië (Australian Transport Safety Bureau (ATSB), 2004) werden van 1998 tot 2002 vrachtwagenongevallen bestudeerd waarvoor de schadeclaim 10.000 dollar of meer in voertuigschade bedroeg en die gebeurden op lange afstandsritten. 12% van deze ongevallen vonden plaats doordat de vrachtwagen achterop een ander voertuig botste. Dit was het tweede belangrijkste ongevallentype, na het van de weg afrijden (28%). Voor alle lange afstandsritten, ongeacht de omvang van de schadeclaim, was het achterop een ander voertuig rijden het belangrijkste ongevallentype met 22%. Over oorzaken van deze ongevallen wordt in deze studie niets gezegd.

Clarke, Ward, Bartle en Truman (2005) voerden een dieptestudie uit naar werkgerelateerde verkeersongevallen in het Verenigd Koninkrijk van 1996 tot 2004. De betrokken voertuigcategorieën waren bestelwagens, firmawagens, vrachtwagens, bussen, taxi's en voertuigen van hulpdiensten. Vrachtwagenbestuurders in de leeftijd van 25 tot 30 jaar waren hoog vertegenwoordigd in de ongevallen. Er wordt echter niets gezegd over de afgelegde kilometers van de verschillende leeftijdsgroepen. Dodelijke ongevallen waarbij de vrachtwagenbestuurder minstens gedeeltelijk in fout was, bleken zich in de meerderheid van de gevallen voor te doen ten gevolge van slechte observatie en afleiding. Het meest voorkomende ongevallentype in dit geval was het botsen op de achterkant van een ander voertuig. Ongeveer een vierde van de dodelijke ongevallen die werden veroorzaakt door vrachtwagenbestuurders bleek te gaan om het overschrijden van de snelheidslimiet. Verder was er evidentie voor vermoeidheid of ziekte in ongeveer een vijfde van de dodelijke ongevallen veroorzaakt door vrachtwagenbestuurders. In de bestudeerde ongevallengroep bleken vrachtwagens op autosnelwegen vooral ongevallen te hebben die het gevolg waren van controleverlies (25%). Er was ook een grote proportie ongevallen ten gevolge van het veranderen van rijvak. Er was een kleinere – maar toch tamelijk aanzienlijke – proportie van kop-staartbotsingen. Ongeveer de helft hiervan deed zich voor in druk of langzaam vorderend verkeer en ruwweg een vierde ervan bevatte een element van vermoeidheid bij de bestuurder. Voertuigdefecten waren in dit onderzoek eerder zeldzaam. Van alle voertuigcategorieën hadden vrachtwagens en bestelwagens de meeste defecten. Vaak hadden deze betrekking op het remsysteem.

In Finland zochten Häkkänen en Summala (2001) naar bijdragende factoren aan dodelijke ongevallen waarbij vrachtwagens met opleggers betrokken waren en die zich voordeden van 1991 tot 1997. Ze baseerden zich hiervoor op de resultaten van multidisciplinaire teams die in dat land sinds de jaren '70 alle dodelijke ongevallen bestuderen. Bijkomend ondervroegen ze vrachtwagenbestuurders over hun visie op de bijdragende factoren aan vrachtwagenongevallen. De verschillende factoren die volgens de multidisciplinaire teams een rol speelden bij bestuurders of voertuigen verantwoordelijk voor een ongeval waren: fout in aandacht, anticipatie of inschatting (50,8%), fout in het besturen van het voertuig (26,3%), technologische fout (7%), in slaap vallen tijdens het rijden (5,3%), ziekte (1,8%) en de verkeersomgeving (1,8%). In geen enkel ongeval was de vrachtwagenbestuurder onder invloed van alcohol of drugs. De kans om als bestuurder in fout te zijn in een ongeval was significant verhoogd voor vrachtwagenbestuurders jonger dan 30 jaar. Een chronische ziekte van de bestuurder verhoogde de waarschijnlijkheid om in fout te zijn bij een ongeval. Ook indien het ongeval in de avonduren plaatsvond, was de kans om in fout te zijn voor de vrachtwagenbestuurder verhoogd. Van alle bestudeerde ongevallen werd 17% toegeschreven aan de vrachtwagenbestuurder als verantwoordelijke voor het ongeval. 83% van de ongevallen kende een andere weggebruiker als hoofdoorzaak. Dit laatste was duidelijk ook de mening van de vrachtwagenbestuurders die werden ondervraagd over hun visie op oorzaken van ongevallen. Zij zetten andere weggebruikers op de eerste plaats, gevolgd door perceptie-, anticipatie- en inschattingsfouten. Technologische fouten en factoren in de verkeersomgeving waren volgens de bestuurders de minst voorkomende factoren aan de basis van vrachtwagenongevallen. Over het belang van weersomstandigheden en vermoeidheid liepen de meningen het meest uiteen.

Ook in Denemarken werden de afgelopen 7 jaar systematisch multidisciplinaire diepte-onderzoeken uitgevoerd op verkeersongevallen. Als onderdeel van die analyses werden 21 vrachtwagenongevallen onderzocht (Larsen, 2004; The Danish Multidisciplinary Road Accidents Analysis Group, 2001). Hierin speelde het onvoldoende zoeken naar visuele informatie door de bestuurders een belangrijke rol, zowel voor de vrachtwagenbestuurders als voor hun tegenpartijen. Te snel rijden was een bijdragende factor aan ongevallen die vaker werd gevonden bij de vrachtwagenbestuurders dan bij hun tegenpartijen. Factoren gerelateerd aan de wegomgeving die bijdroegen aan vrachtwagenongevallen waren slechte zichtbaarheid en slechte weersomstandigheden. Voertuigerelateerde factoren waren ook hier zeldzaam. In 2 ongevallen was er sprake van een klapband. Er wordt wel gewezen op het feit dat de normale constructie en afmetingen van vrachtwagens kunnen bijdragen tot het ontstaan van ongevallen, zonder dat er van defecten sprake is. Vrachtwagens hebben immers minder goede rem- en uitwijkcapaciteiten dan andere voertuigen. Dit heeft tot gevolg dat situaties vaker dan dat het geval is bij personenwagens evolueren tot botsingen en dat deze botsingen zich voordoen aan een hogere snelheid.

In 2000 werden in de Verenigde Staten door de National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) 2.714 dodelijke ongevallen opgetekend waarin een personenwagen en een zware vrachtwagen betrokken waren (FMCSA, 2002a – geciteerd in Pratt, 2003). In 25,5% van de ongevallen werden bestuurdergerelateerde factoren opgetekend voor rekening van de vrachtwagenbestuurder, in 82,2% van de ongevallen voor rekening van de autobestuurder. De vrachtwagenbestuurder liep het meest kans om verantwoordelijk gesteld te worden voor het ongeval wanneer hij achterop de personenwagen reed. De 5 meest voorkomende bestuurdergerelateerde factoren, zowel voor vrachtwagen- als voor autobestuurders, zijn: te snel rijden, niet op het eigen rijvak blijven, van de weg rijden, onaanachtigheid en geen voorrang verlenen. Vermoeidheid werd opgetekend bij slechts 1% van de vrachtwagenbestuurders die met dodelijk gevolg botsten met een ander voertuig.

Thiriez, Radja en Toth (2002) geven in een voorlopig rapport de omstandigheden weer van 122 vrachtwagenongevallen die zich in de Verenigde Staten voordeden. De bestudering van deze ongevallen kaderde in de "Large Truck Crash Causation Study" (LTCCS) die werd uitgevoerd gedurende 3 jaar en op het moment van publicatie van het voorlopig rapport nog bezig was. Bij de 122 ongevallen waren in totaal 126 vrachtwagens en 116 andere voertuigen betrokken. Het grootste aantal van deze vrachtwagens (26) was betrokken in een kop-staartbotsing. Als onmiddellijke reden voor meervoudige vrachtwagenongevallen werd vooral onvoldoende toezicht of te snel rijden vanwege de vrachtwagenbestuurder opgetekend en in slaap vallen, onaanbachtigheid, onvoldoende toezicht, verkeerde beoordeling van afstand of van de snelheid van andere weggebruikers bij de tegenpartij. Wat onder onvoldoende toezicht verstaan wordt, is ons eigenlijk niet duidelijk. 81 van de 126 vrachtwagenbestuurders (64%) werden beoordeeld als niet vermoeid, 14 (11%) als vermoeid. Van 97 van de 126 vrachtwagenbestuurders (77%) wordt gezegd dat ze niet onaanbachtig waren toen het ongeval plaatsvond, 10 van hen (8%) waren met hun gedachten bij bijvoorbeeld familiale of persoonlijke problemen of een voorafgaande ruzie op het moment dat het ongeval zich voordeed. 97 vrachtwagenbestuurders (77%) kenden op het moment van het ongeval geen afleiding binnen in de vrachtwagen, 5 van hen (4%) hielden zich bezig met zaken zoals het afstemmen van radio/CD-speler of het oprapen van een voorwerp van de vloer. 86 van de 126 (68%) ten slotte kenden geen afleiding van buitenuit, terwijl 21 vrachtwagenbestuurders (17%) werden afgeleid door zaken zoals naderend verkeer, een persoon buiten het voertuig of een voorgaand ongeval. De auteurs benadrukken dat de gegevens in dit rapport voorbeeldgegevens zijn, die zeker niet mogen geëxtrapoleerd worden naar alle Amerikaanse vrachtwagenbestuurders. Ze geven een beeld van de manier waarop de LTCCS gevoerd wordt en van de data die eruit verkregen worden.

Bij botsingen met zware vrachtwagens in Canada (Road Safety and Motor Vehicle Regulation Directorate, 2001) van 1994 tot 1998 was de meest opgetekende aan de toestand van de vrachtwagenbestuurder gerelateerde factor onaanbachtigheid. Daarop volgde vermoeidheid/in slaap vallen en het drinken van alcohol. Factoren gerelateerd aan het uitvoeren van de rijtaak die het meest werden opgetekend voor bestuurders van zware vrachtwagens waren te snel rijden, niet gehoorzamen aan verkeerstekens, geen voorrang verlenen en in de verkeerde richting rijden.

### *3.2.2 Conclusies*

Voor vrachtwagenongevallen in het algemeen worden verschillende mogelijke oorzakelijke en/of bijdragende factoren naar voor gebracht. De mate waarin ze in de verschillende landen voorkomen of van belang worden geacht, varieert. Bestuurdergerelateerde factoren zijn jonge leeftijd (tot 30 jaar), alcoholgebruik, vermoeidheid/ziekte, te hoge snelheid, onoplettendheid en afleiding, veranderen van rijvak. Voertuigfactoren die vermeld worden zijn technische mankementen (aan remmen en banden) en de gebruikelijke constructie en afmetingen van vrachtwagens. In de omgeving ten slotte gaat aandacht naar het verkeersvolume, het tijdstip van rijden ('s avonds), weersomstandigheden en zichtbelemmering.

Kop-staartbotsingen waarin vrachtwagens betrokken zijn, blijken niet alleen in Vlaanderen een probleem te zijn. Ook in de studies in Nederland, Australië, het Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten worden ze uitdrukkelijk als ongevallencategorie vermeld. In Nederland worden ze vooral toegeschreven aan een te korte volgafstand ten gevolge van het hoge verkeersvolume op vele wegen. Ook overschatting van de eigen remcapaciteit door de vrachtwagenbestuurders blijkt er een rol te spelen.

In Nederland blijken buitenlandse vrachtwagens vaker betrokken te zijn bij botsingen tegen obstakels of stilstaande voertuigen. De rol die vertrouwdheid met de weg speelt als oorzakelijke en/of bijdragende factor moet echter verder onderzocht worden.

### **3.3 Bestudering van afzonderlijke factoren die een rol kunnen spelen in vrachtwagenongevallen**

#### *3.3.1 Bestuurdergerelateerde factoren*

Vermoeidheid van bestuurders is een factor die waarschijnlijk vaker bestudeerd wordt in verband met vrachtwagenongevallen dan met ongevallen in het algemeen. Vrachtwagenbestuurders zitten lang achter het stuur, hebben vaak een werkschema dat onder tijdsdruk en op onregelmatige uren moet worden afgewerkt, hebben onvoldoende of slechte slaap en zijn meer onderhevig aan de monotonie van het rijden op de autosnelweg. Maldonado, Mitchell, Taylor en Driver (2002) verzamelden cijfers over het aantal dagelijkse werkuren van vrachtwagenbestuurders. In KwaZulu-Natal Midlands in Zuid-Afrika werkten bestuurders gemiddeld 16u per dag, in Australië rapporteerde 38% van de vrachtwagenbestuurders meer dan 14u per dag te rijden gedurende 1 of meerdere dagen per week en in Scandinavië overschreed 17% van de vrachtwagenbestuurders de maximum toegelaten dagelijkse rijtijd van 9u. Uit interviews die Adams-Guppy en Guppy (2003) afnamen bij meer dan 700 vrachtwagenbestuurders bleek dat 7% van hen 'zeer vaak' of 'redelijk vaak' vermoeid reed, terwijl dat voor 21% 'soms' het geval was. 12,4% rapporteerde dat verlies aan concentratie na het langdurig rijden 'zeer vaak' of 'redelijk vaak' optrad, terwijl 30% aangaf dit 'soms' te ondervinden. Er werd een klein maar significant verband gevonden tussen een hogere gerapporteerde frequentie van vermoeid rijden en een frequentere ervaring van bijna-ongevallen. Voor ongevallen werd geen significant verband gevonden. Bij een groep van Braziliaanse vrachtwagenbestuurders (Canani, John, Raymundi, Schönwald & Barreto, 2005) werd gepeild naar het ervaren van slaperigheid met behulp van een vragenlijst en de Epworth Sleepiness Scale (ESS), een maat voor chronische slaperigheid gedurende activiteiten overdag. Een ESS-score lager dan 10 is normaal, een score hoger dan 16 wijst op overdreven slaperigheid overdag. 22% van de bestuurders rapporteerde in slaap te zijn gevallen gedurende het rijden, 8,4% rapporteerde minstens 1 keer per week in te dommelen en 2,8% gaf aan dagelijks of bijna dagelijks in slaap te vallen achter het stuur. Overdreven slaperigheid overdag werd met de ESS teruggevonden bij 28% van de respondenten. 16,4% van de bestuurders gaf aan dat slaperigheid mogelijk gerelateerd was aan hun ongevallen in het verleden. Er werd bij de bestuurders met een ESS-score hoger dan 10 een positieve correlatie gevonden met hun betrokkenheid in ongevallen. In Australisch onderzoek werd overdreven slaperigheid overdag gevonden bij 24% van een grote groep vrachtwagenbestuurders (Howard et al., 2004 – geciteerd in Canani et al., 2005). Uit een vragenlijst bij Australische bestuurders van trekkers met opleggers bleek dat bestuurders die betrokken waren geweest bij ongevallen meer moeilijkheden hadden met het hoofd bieden aan vermoeidheid, maar hun vaardigheden op dit gebied overschatten. Ongeveer een vierde van de ondervraagden – dus zowel bestuurders met als zonder ongevallen – nam pillen om wakker te blijven (Haworth, Vulcan, Schulze & Foddy, 1991).

Ook GSM-gebruik wordt meer en meer bestudeerd als een risicofactor waaraan vrachtwagenbestuurders – misschien in grotere mate dan andere weggebruikers – onderhevig zijn. Enerzijds zijn ze vaak langer van huis dan andere werknemers, waardoor ze nood hebben aan contact met de thuisbasis en dat contact soms leggen

tijdens de werkuren. Anderzijds nopen hun werkzaamheden zelf ook tot het contacteren van mensen op de plaats waar goederen moeten opgehaald of afgeleverd worden. Een Zweedse studie (Thulin, 2003 – geciteerd in Troglauer, Hels & Christens, 2006) vond dat vrachtwagenbestuurders het hoogste dagelijks GSM-gebruik tijdens het rijden vertoonden over verschillende categorieën van weggebruikers. Bestuurders van vrachtwagens met opleggers behaalden een gemiddelde beltijd van 23 minuten per dag en die van vrachtwagens zonder oplegger 12 minuten. Automobilisten haalden een gemiddelde beltijd van 7 minuten, taxi- en busbestuurders 9 en 7 minuten respectievelijk. Troglauer et al. (2006) bestudeerden het GSM-gebruik bij Deense vrachtwagenbestuurders en de invloed ervan op de verkeersveiligheid. Uit de bevraging bleek dat de meeste bestuurders (99%) hun GSM gebruikten tijdens het rijden. Bovendien was de gewone – dus met de hand bediende en gehanteerde – GSM het meest voorkomende belmiddel. Hoe jonger de bestuurder, hoe hoger het GSM-gebruik. Het aantal werkuren beïnvloedde het GSM-gebruik, met een kans op GSM-gebruik die meer dan 2 keer hoger was voor bestuurders met 11 tot 17 diensturen in vergelijking met de bestuurders met 6 tot 9 diensturen. Ook het aantal haltes voor lossen of laden was positief gecorreleerd met het GSM-gebruik. Wanneer gepeild werd naar de gevolgen voor de verkeersveiligheid bleek echter dat slechts 0,5% van de bestuurders rapporteerde dat GSM-gebruik bijdroeg aan een ongeval dat ze gehad hadden. 6% rapporteerde wel dat het eigen GSM-gebruik had bijgedragen aan een gevaarlijke situatie. De hoofdredenen die voor dit laatste werden opgegeven waren afleiding, het missen van verkeerstekens of het compenseren van het belgedrag door het verlagen van de snelheid. 66% van de bestuurders rapporteerde daarentegen in gevaarlijke situaties terecht te zijn gekomen door het GSM-gebruik van andere weggebruikers. De auteurs concluderen dat GSM-gebruik zowel een wijdverbreide als geïntegreerde activiteit is voor vrachtwagenbestuurders. Het lijkt volgens hen ook redelijk aan te nemen dat zowel het aantal gebruikers als de gebruiksfrequentie substantieel hoger is bij vrachtwagenbestuurders dan bij andere weggebruikers. Variatie in de mate van gebruik kan uitgelegd worden in termen van variabelen zoals aantal werkuren, aantal haltes en leeftijd. Vanuit het aantal ongevallen en gevaarlijke situaties kan het probleem verwaarloosbaar lijken. Maar volgens de auteurs zijn er meerdere redenen om aan te nemen dat het aantal gevaarlijke situaties door het eigen GSM-gebruik hoger is dan dat gerapporteerd werd. Vooreerst was de respons op de vragenlijst 58%. Bestuurders die betrokken waren in ongevallen en gevaarlijke situaties waren misschien minder geneigd om mee te doen aan de studie. Het zou ook kunnen dat vrachtwagenbestuurders zich door hun ervaring minder beïnvloed voelen door GSM-gebruik tijdens het rijden, maar dat ze niet alle gevolgen vatten van hun rijgedrag. Ten slotte kan ook een deel van de fouten die ontstaan door GSM-gebruik opgevangen worden door andere weggebruikers, die extra voorzichtig worden wanneer ze een bellende vrachtwagenbestuurder opmerken.

Het is opvallend dat het drinken van alcohol in bijna geen enkele van de overzichtstudies uit paragraaf 3.2 als belangrijke ongevallenoorzaak naar voor komt. Alleen in de Canadese studie (Road Safety and Motor Vehicle Regulation Directorate, 2001) blijkt het, samen met vermoeidheid, een belangrijke rol te spelen als ongevallenoorzaak. Los van de vraag of er inderdaad weinig gedronken wordt door vrachtwagenbestuurders die moeten rijden of dat er sprake is van onderregistratie van alcohol als ongevallenoorzaak (Van Vlierden, Vesentini & Cuyvers, 2004), werd recent nog eens gewezen op de ernstige gevolgen van het rijden onder invloed van alcohol of drugs. Wanneer dit hoofdoorzaak van een vrachtwagenongeval is, blijkt in een landelijk gebied de kans dat betrokkenen ernstig of dodelijk gewond raken 8 keer groter en in een stedelijk gebied 2,5 keer groter dan wanneer een andere factor hoofdoorzaak van het ongeval is (Khorashadi, Niemeier, Shankar & Mannering, 2005). Bovendien heeft het drinken van alcohol ook invloed op het risico om in slaap te vallen achter het stuur (Van Vlierden, Vesentini & Cuyvers, 2004).

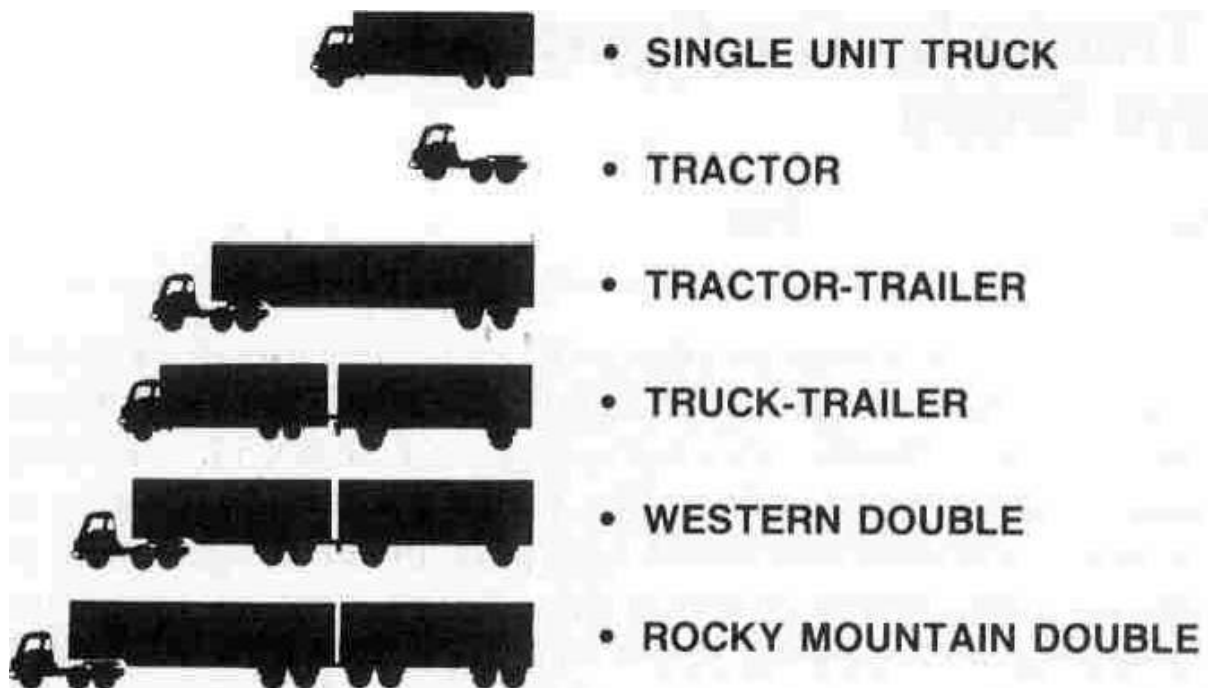


Om de paragraaf over bestuurdergerelateerde factoren af te sluiten wijzen we nog op een rapport van Knipling et al. (2004) waarin een synthese wordt gemaakt van individuele factoren die een vrachtwagenbestuurder voorbestemmen om een hoger risico op ongevallen te hebben. Factoren die door de auteurs belicht worden zijn geslacht en leeftijd van de bestuurder, geschiedenis als vrachtwagenbestuurder (ervaring met commercieel rijden, dienstjaren bij de firma, ongevallen en overtredingen in het verleden, defensief rijden), crimineel verleden buiten het rijden, medische conditie en gezondheid (slaapapneu, narcolepsie en diabetes), alcohol- en drugmisbruik, vermoeidheid, persoonlijkheidskenmerken (impulsiviteit en het nemen van risico, sociale onaangepastheid en agressiviteit, introversie versus extraversie, perceptie van controle over gebeurtenissen, zwart-wit denken), sensomotorische prestaties, stress en het gebruik van de veiligheidsgordel. De auteurs bevelen aan om deze risicofactoren verder te onderzoeken op betrouwbaarheid en op standvastigheid in de tijd – met andere woorden: of ze een uitdrukking zijn van stabiele persoonlijkheidstrekken of eerder persoonlijke toestanden of situaties weergeven die op korte termijn veranderen. Kennis over deze persoonlijke factoren zou dan moeten doorgetrokken worden naar procedures voor de selectie van vrachtwagenbestuurders en voor het management van reeds aangeworven bestuurders.

### 3.3.2 Voertuiggerelateerde factoren

In de Verenigde Staten (Horrace & Keane, 2004) werd onderzoek uitgevoerd naar de veiligheid in verschillende segmenten van transport. Veiligheidscijfers die werden gebruikt hadden betrekking op bestuurders, voertuigen en ongevallenbetrokkenheid. Er werden vervoerders onderzocht van onder andere bouwmaterialen, bulkgoederen, diepvriesgoederen, huishoudgoederen, grote machines, passagiers, land- en tuinbouwproducten en tankgoederen. De resultaten zijn uiteenlopend voor verschillende veiligheidsmaten maar het passagierssegment was over het algemeen het best presterend, terwijl vervoer van land- en tuinbouwproducten en dat van diepvriesgoederen het slechtst scoorden.

Onderzoek van verschillende vrachtwagenconfiguraties (Stein & Jones, 1988) bracht aan het licht dat de ongevallenbetrokkenheid van trekkers met opleggers ("tractor-trailers", geïllustreerd in onderstaande figuur) overeenkwam met hun blootstelling op de weg, terwijl trekkers met oplegger én aanhangwagen ("doubles") en enkelvoudige vrachtwagens met een aanhangwagen ("truck-trailers") overgerepresenteerd waren in de ongevallensteekproef. Enkelvoudige vrachtwagens ("single unit trucks") waren ondergerepresenteerd. De overrepresentatie van "doubles" en "truck-trailers" gold zowel voor enkelvoudige als meervoudige ongevallen, maar was het grootst in enkelvoudige ongevallen. De kans op een ongeval was voor "doubles" 3 keer groter dan voor trekkers met opleggers. In het onderzoek werden ook andere factoren bestudeerd die invloed zouden kunnen hebben op ongevallenbetrokkenheid. Deze werden onderverdeeld in operationele kenmerken (lading, grootte van de vloot), bestuurderskenmerken en omgevings- en wegkenmerken. De vrachtwagenconfiguratie had echter het meest effect en de andere kenmerken hadden over het algemeen minder effect. Resultaten met betrekking tot de andere factoren waren bijvoorbeeld dat in vergelijking met volgeladen vrachtwagens lege vrachtwagens overgerepresenteerd waren in ongevallen en gedeeltelijk geladen vrachtwagens ondergerepresenteerd. Jongere bestuurders waren significant meer betrokken in ongevallen dan oudere, onafhankelijk van de vrachtwagenconfiguratie. Het aantal uren dat werd gereden voorafgaand aan het ongeval was vaak 6 of meer.



**FIGURE 1—Truck Configurations.** NOTE: Western doubles were defined as a tractor with two trailer units with the first trailer 35 feet or less in length; nearly all had two 28 foot trailers. Rocky Mountain doubles were tractors hauling two trailers with the first trailer greater than 35 feet in length; the majority had a first trailer of 40 feet with second trailers of various lengths.

**Figuur 1 :** Verschillende vrachtwagenconfiguraties (Stein & Jones, 1988)

Jones en Stein (1989 – geciteerd in Pratt, 2003) onderzochten mogelijke voertuigdefecten, zowel bij vrachtwagens die in ongevallen betrokken waren (76% vertoonde een defect) als bij ongevalvrije vrachtwagens (66% defect). Bij 56% van de vrachtwagens die in een ongeval betrokken waren, werden defecte remmen vastgesteld, bij 21% defecten aan de stuuruitrusting. 50% van de vrachtwagens die achterop een ander voertuig reden, hadden zulke ernstige remdefecten dat ze eigenlijk aan de kant hadden moeten worden gezet. Blower (2002 – geciteerd in Pratt, 2003) vond bij ongeveer 55% van de vrachtwagens die een ongeval hadden minstens één voertuigdefect. 28,5% van de bestudeerde vrachtwagens had minstens één defect dat ernstig genoeg was om te vereisen dat het voertuig buiten gebruik werd gesteld totdat het hersteld was. Ook deze onderzoeker vond een grote proportie remdefecten bij vrachtwagens die achterop een ander voertuig reden. 50% ervan had zulk een defect, tegenover 27,3% van de vrachtwagens die zelf aangereiden werden.

### 3.3.3 Wegkenmerken

Robertson en Aultman-Hall (2001) inventariseerden geometrische wegkenmerken die invloed hebben op de veiligheid voor vrachtwagens. In de literatuur vonden ze bijvoorbeeld volgende kenmerken die relevant kunnen zijn op autosnelwegen: horizontale kromming, zichtafstand, helling en mate van verandering in helling, breedte van het rijvak, bermen. In hun eigen onderzoek vonden ze dat de breedte van het rijvak, bermen, de maximale veilige snelheid in bochten, het gemiddeld dagelijks verkeer en de straal van bochten een significant effect hadden op de veiligheid voor vrachtwagens. De meeste van deze kenmerken hadden echter een negatieve correlatie met het aantal vrachtwagenongevallen, wat betekent dat het voorkomen van deze wegkenmerken de

veiligheid verhoogt in plaats van verlaagt. De vrachtwagenbestuurders lijken dus voorzichtiger te rijden naarmate de wegkenmerken het rijden moeilijker maken. Alleen het gemiddeld dagelijks verkeer had een consistente positieve correlatie met het aantal vrachtwagenongevallen. Brownfield et al. (2003) vonden dat het aantal ongevallen op autosnelwegen met files bijna het dubbele was van het aantal ongevallen wanneer er geen files waren. Daar stond wel tegenover dat de ernst van de ongevallen lager was in het geval van files.

Italiaanse onderzoekers (Fabiano, Currò, Palazzi & Pastorino, 2002; Fabiano, Currò, Reverberi & Pastorino, 2005) bestudeerden de risico's van het transport van gevaarlijke goederen over de weg in een belangrijk industrieel gebied. Met behulp van een model dat ze ontwikkelden, kan men individuele en samenlevingsrisico's inschatten en strategieën uitwerken om deze risico's te verminderen. Dit kan onder andere door verdeling en beperking van transport van gevaarlijke goederen, verbetering van delen van het wegennet en het gebruik van alternatieve routes. Een belangrijk deel van het onderzoek had bovendien betrekking op het beheer van hulpdiensten, die in het geval van een ongeval zo snel mogelijk ter plaatse moeten zijn.

De snelheid waarmee hulpdiensten zich naar de plaats van een vrachtwagenongeval kunnen begeven, kwam ook ter sprake in Amerikaanse literatuur. Vrachtwagenongevallen in de Verenigde Staten blijken vooral geconcentreerd te zijn in landelijke gebieden. Dit heeft gevolgen voor de hulpdiensten, die een grotere afstand moeten afleggen naar zulke ongevallen. Ze blijken in staat te zijn om ter plaatse te komen binnen 10 minuten bij 56% van de landelijke ongevallen, tegenover 89% van de stedelijke (NHTSA, 2001a – geciteerd in Pratt, 2003).

### *3.3.4 Conclusies*

Vermoeidheid en het daaruit volgende concentratieverlies zijn fenomenen dat bij heel wat vrachtwagenbestuurders voorkomen en mogelijk gerelateerd zijn aan ongevallen waarin ze betrokken zijn. Ook GSM-gebruik blijkt een onder vrachtwagenbestuurders wijdverbreid fenomeen. Een klein deel van de bestuurders geeft ook toe ondermeer hierdoor een ongeval of een gevaarlijke situatie veroorzaakt te hebben. Het drinken van alcohol daarentegen komt bij vrachtwagenbestuurders niet veel voor. Alleen in Canada wordt het als een belangrijke ongevallenoorzaak beschouwd.

Er blijkt een mogelijk verband te zijn tussen betrokkenheid in ongevallen en de soort en/of hoeveelheid lading die met een vrachtwagen vervoerd wordt. Ook de vrachtwagenconfiguratie kan een rol spelen. Vooral combinaties met aanhangwagens lijken overgerepresenteerd te zijn in ongevallen. Defecte remmen en mankementen aan het stuur worden veelvuldig vastgesteld bij vrachtwagens die in ongevallen betrokken zijn, vooral bij de vrachtwagens die achter op een ander voertuig inrijden.

Geometrische wegkenmerken die als gevaarlijk beschouwd worden voor vrachtverkeer, blijken de bestuurders er vaak toe aan te zetten om extra voorzichtig te rijden. Dit heeft tot gevolg dat er zich op wegen met moeilijke omstandigheden relatief weinig ongevallen voordoen. De enige wegkenmerken die een positief verband hebben met het aantal vrachtwagenongevallen zijn het verkeersvolume en de daaruit volgende filevorming.

## **4. KOP-STAARTBOTSINGEN**

---

### **4.1 Inleiding**

In dit hoofdstuk gaan we in op literatuur die werd gevonden over het onderwerp kop-staartbotsing in het algemeen. Het gaat dus niet uitsluitend over vrachtwagens die achterop een ander voertuig botsen. Het gaat ook niet uitsluitend over botsingen op autosnelwegen en botsingen bij files. Toch menen we dat een aantal factoren die uit deze literatuur naar voor komen relevant kunnen zijn voor de probleemstelling van vrachtwagens die inrijden op files op autosnelwegen.

De hoeveelheid literatuur over het onderwerp kop-staartbotsingen is veeleer beperkt.

### **4.2 Kenmerken en oorzaken van kop-staartbotsingen**

#### *4.2.1 Gegevens uit de literatuur*

In 2000 was ongeveer een derde van de verkeersongevallen in de Verenigde Staten een kop-staartbotsing (Abdel-Aty & Abdelwahab, 2004).

Over het algemeen kan een bestuurder de kans op een kop-staartbotsing minimaliseren door het in acht nemen van een volgafstand die geschikt is voor de rij-omstandigheden. Een goede volgafstand geeft de bestuurder de nodige tijd om een gevaar te zien en te herkennen en een beslissing te nemen over wat hij zou moeten doen. Vervolgens is er nog voldoende ruimte om het voertuig tot stilstand te brengen (Abdel-Aty & Abdelwahab, 2004). Aangezien kop-staartbotsingen meer waarschijnlijk zijn indien de afstand tussen twee voertuigen te klein is, doen ze zich vooral voor gedurende periodes van hoge verkeersvolumes (Brownfield et al., 2003). Brilon (1972, geciteerd in Brownfield et al., 2003) rapporteert dat het te dicht op elkaar rijden bij een hoog verkeersvolume een teken is van de bereidheid om grotere risico's te nemen bij toegenomen verkeersdruk.

Schoon & Roszbach (2001) maakten in een rapport over de aanpassing van de achterlichtconfiguratie van personenwagens een analyse van de rijtaak in volg- en naderingssituaties. De kern van de rijtaak is in dit geval gelegen in het vermijden respectievelijk afwikkelen van conflicten met andere verkeersdeelnemers die in dezelfde richting rijden. Te onderscheiden taken voor een bestuurder zijn: het detecteren van aanwezigheid van de voorligger, het bepalen van de relatieve positie en afstand, het bepalen van de relatieve bewegingskenmerken, het bepalen van verandering daarin en het voorspellen van voorgenomen of toekomstige veranderingen. In het kader van het rapport wordt de rol belicht die de achterlichtconfiguratie van de voorligger speelt in het uitvoeren van deze taken. Stoplichten geven een indicatie van een snelheidsverandering van de voorligger – een verandering die voor het achteropkomende voertuig betrekkelijk moeilijk direct waarneembaar is. In de achterlichtconfiguratie kan ook de mate van gevaar die een situatie oplevert tot uitdrukking gebracht worden. Voertuigen die tot stilstand komen op een autosnelweg hebben knipperlichten als signaal voor de

achteropkomende voertuigen. Dit signaal wijst erop dat de situatie gevaarlijker is dan het louter snelheid minderen. Er wordt door de auteurs ook kort gewezen op problemen aan de kant van de achteropkomende bestuurder, die ervoor kunnen zorgen dat de achterlichtsignalen niet altijd goed opgemerkt worden. Het gaat dan om bijvoorbeeld opspattend regenwater, beslagen of bevroren voorruit en individuele verschillen in gezichtsvermogen, contrastgevoeligheid en verblindingsgevoeligheid. In het geval van te verwachten files op autosnelwegen – bijvoorbeeld bij wegenwerken of bij weerkerende verkeersdrukte – wordt de signaalfunctie van de achterlichtconfiguratie aangevuld met bijkomende andere signalisatie. Maar ook voor deze toegevoegde visuele informatie blijven mogelijke beperkingen gelden waardoor ze niet altijd opgemerkt wordt.

Kostyniuk en Eby (1998, geciteerd in Abdel-Aty & Abdelwahab, 2004) bevroegen bestuurders over factoren die in een kop-staartbotsing meespeelden en hun relatieve belang. De belangrijkste bijdragende factor was volgens de bevroegden een actie van de bestuurder van het aangereden voertuig. Het ging om acties zoals onverwacht stoppen of niet doorrijden als dit moest. De tweede belangrijkste antwoordcategorie was die van de persoonlijke factoren onaanbachtigheid en afleiding. In Nederland (Davidse, van der Kooij, Dijkstra & Arnoldus, 2002) werden verschillen bestudeerd in veiligheid van wegtypen vanuit een verkeerskundige en een verkeerspsychologische invalshoek. Autosnelwegen waren in deze studie niet opgenomen. Wel werd er iets gezegd over mogelijke oorzaken van kop-staartbotsingen. Werden aangehaald als beïnvloedende factoren: te korte volgafstand, te hoge snelheid, niet opletten door saai wegbeeld of juist afgeleid worden door de omgeving, verkeerslicht vlak na een bocht en andere situaties waarbij het zicht op het komende wegvak belemmerd wordt. In de Verenigde Staten (Yan, Radwan & Abdel-Aty, 2005) ten slotte werden mogelijke kenmerken van kop-staartbotsingen op kruispunten met verkeerslichten onderzocht. De betrokken onderzoekers probeerden zowel op het vlak van betrokken bestuurders als op het vlak van voertuig en wegomgeving relevante kenmerken te achterhalen. Hiervoor bestudeerden ze ongevallenstatistieken uit Florida van het jaar 2001. Wegomgevingskenmerken die van invloed waren op kop-staartbotsingen waren het aantal rijstroken, het feit of een weg gescheiden baanvakken had of niet, het tijdstip, de conditie van het wegooppervlak, hellings- en bochtengraad, stedelijkheid en snelheidslimiet. Er gebeurden meer kop-staartbotsingen op wegen met 2 of 6 rijstroken in vergelijking met 4 rijstroken, op wegen met gescheiden baanvakken, overdag, op wegooppervlakken die een reductie in remcapaciteit tot gevolg hadden, op wegen met veel bochten en hellingen, op wegen in stedelijke gebieden en bij een hogere snelheidslimiet. Belangrijke kenmerken van de aanrijdende bestuurder en/of zijn voertuig waren leeftijd, alcohol- en druggebruik, bekendheid met de weg waarop gereden werd, geslacht en voertuigtype. Kop-staartbotsingen waren waarschijnlijker bij jongere en oudere bestuurders, bij bestuurders onder invloed, bij bestuurders die op een onbekende weg reden, bij mannen en bij grotere voertuigen. Er waren bovendien interactie-effecten tussen de leeftijd van de bestuurder en het aantal rijstroken, de leeftijd en het tijdstip, de snelheidslimiet en het aantal rijstroken en de leeftijd en het geslacht van de bestuurder. De onderzoekers wijzen ten slotte op de impact die de gemiddelde dagelijkse verkeersdrukte heeft op kop-staartbotsingen. Hogere verkeersvolumes resulteren – zoals ook reeds door andere auteurs werd gezegd – in kleinere afstanden tussen de voertuigen en daaruit volgt een grotere kans op kop-staartbotsingen. Verkeersdrukte zit bovendien verweven in de eerder genoemde kenmerken aantal rijstroken en gescheiden baanvakken in die zin dat waar het verkeersvolume toeneemt vaak het aantal rijstroken wordt verhoogd en een middenberm de verkeersstromen scheidt. Alhoewel het verband in het hier beschreven onderzoek niet naar voor kwam, veronderstellen we dat verkeersvolume ook een rol speelt in het frequenter voorkomen van kop-staartbotsingen overdag en op wegen in stedelijke gebieden.

#### 4.2.2 Conclusies

Kop-staartbotsing blijkt een vaak voorkomend ongevallentype te zijn, dat zich vooral voordoet gedurende periodes van hoge verkeersvolumes. Het dicht op elkaar rijden in deze omstandigheden wijst op een bereidheid van veel bestuurders om grotere risico's te nemen. Hierdoor hebben ze minder kans om de rijtaak in volg- en naderingssituaties nog naar behoren uit te voeren.

Onoplettendheid, hoge snelheid, alcohol- en druggebruik, leeftijd (jongere en oudere bestuurders), geslacht (mannelijke bestuurders), onbekendheid met de weg waarop gereden wordt, gezichtsvermogen en -gevoeligheid, voertuigtype (grotere voertuigen), zichtbelemmering zijn allemaal factoren die de kans om achterop een ander voertuig te rijden verhogen.

## **5. ONGEVALLEN BIJ WEGENWERKEN**

---

### **5.1 Inleiding**

Wegenwerken zijn een belangrijke bron van incidentele files, die op hun beurt ongevallen kunnen veroorzaken. Bij wegenwerken en eruit voortvloeiende files wordt het verwachtingspatroon van weggebruikers immers verstoord en het rijgedrag beïnvloed. Niet alleen vrachtwagenbestuurders, ook alle andere weggebruikers zijn gevoelig aan zulke situaties. Ze komen ook niet alleen op autosnelwegen maar op alle wegtypes voor. Zoals het geval was in het vorige hoofdstuk, behandelt de literatuur in dit hoofdstuk daarom niet uitsluitend vrachtwagenongevallen bij files op autosnelwegen. We proberen wederom relevante gegevens met betrekking tot deze ongevallencategorie af te leiden uit de meer algemene literatuur over ongevallen bij wegenwerken.

Net zoals het geval was voor kop-staartbotsingen is de beschikbare literatuur over ongevallen bij wegenwerken niet zo omvangrijk. De Amerikaanse onderzoeker Washburn (2005) stelt vast dat "problemen in verband met het bestuderen van ongevallen bij wegenwerken beginnen met onvoldoende data die relevant zijn voor de omstandigheden die worden gecreëerd door deze locaties. Het verzamelen van bijkomende relevante data bij wegenwerken kan dit probleem oplossen en de basis vormen voor meer effectieve bestudering van factoren die incidenten bij wegenwerken beïnvloeden en veroorzaken."

### **5.2 Kenmerken en oorzaken van ongevallen bij wegenwerken**

#### *5.2.1 Gegevens uit de literatuur*

In de Verenigde Staten is sinds 1997 het aantal dodelijke ongevallen bij wegenwerken toegenomen met 48% (American Society of Safety Engineers, 2005). In 2000 resulteerden ongevallen bij wegenwerken over de hele Verenigde Staten in 829 overlijdens (3% van het totaal aantal doden bij ongevallen over de natie) en 52.000 gewonden (2% van het totaal aantal gewonden bij ongevallen) (Khattak, Rodriguez, Targa & Rocha, 2003). Ook in Nederland leken de aantallen ernstig gewonde of overleden slachtoffers bij wegenwerken van 1990 tot 1998 te zijn toegenomen (Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV), 1998). Na 1998 was er sprake van een daling. Het aandeel van ongevallen bij wegenwerken ten opzichte van het totaal aantal ernstige ongevallen is echter constant te noemen, namelijk 2%. Het aandeel overleden slachtoffers fluctueert ook rond de 2%. Van 1997 tot 2003 gebeurden in Nederland jaarlijks ongeveer 1.000 letselongevallen bij wegenwerken. Hiervan waren er gemiddeld 233 ernstig. Bij deze ernstige ongevallen waren gemiddeld 25 doden te betreuren en moesten 245 slachtoffers opgenomen worden in het ziekenhuis (SWOV, 2005).

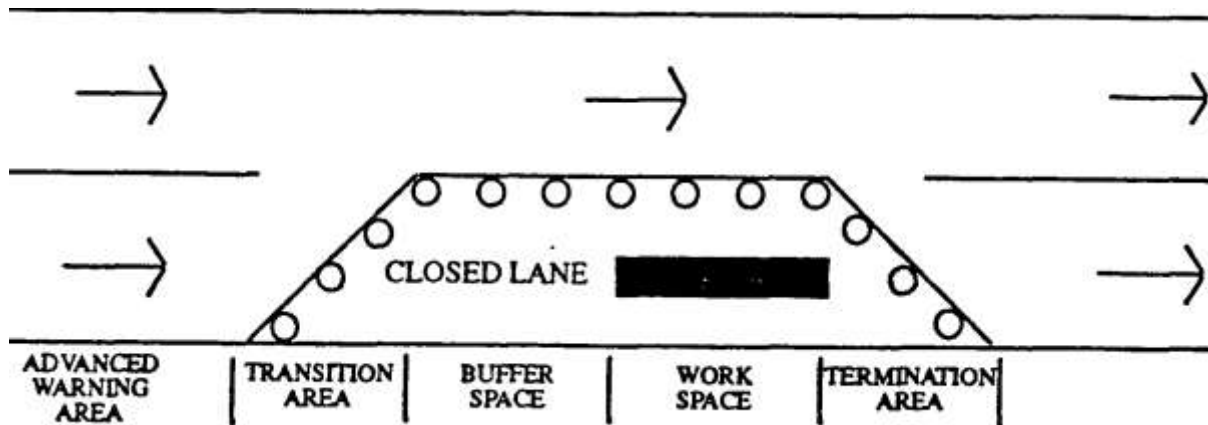
Veel auteurs die ongevallen bij wegenwerken bestuderen, verwijzen naar de aanzienlijke toename in de relatieve frequentie van kop-staartbotsingen bij wegenwerken (ARROWS Consortium, 1999; Kantowitz, Singer, McGee, Perez & Ullman, 2004). In de Verenigde

Staten maakten kop-staartbotsingen vóór 1998 al meer dan een derde uit van alle ongevallen bij wegenwerken (Federal Highway Administration, 1998; Institute of Transportation Engineers, 1997). Kop-staartbotsingen blijken overgerepresenteerd te zijn in de groep van ongevallen bij wegenwerken, in vergelijking met de groep van ongevallen zonder wegenwerken (Khattak et al., 2003; Wang, Hughes, Council & Paniati, 1996 – geciteerd in Khattak, Khattak & Council, 2002; SWOV, 1998). In Nederland zijn de respectievelijke proporties 18% en 9% (SWOV, 2005).

Ook over de betrokkenheid van vrachtwagens in ongevallen bij wegenwerken zijn enkele cijfers beschikbaar. Volgens de Federal Highway Administration (2003) is in bijna 30% van alle ongevallen bij wegenwerken in de Verenigde Staten een zware vrachtwagen betrokken. Botsingen van zware vrachtwagens maakten er in 2000 24% uit van de dodelijke ongevallen bij wegenwerken (Federal Motor Carrier Safety Administration, 2002 – geciteerd in Khattak et al., 2003). Volgens Khattak et al. (2003), die ongevallengegevens bestudeerden uit North-Carolina (Verenigde Staten) van het jaar 2000 bevatte 19,5% van de ongevallen bij wegenwerken minstens één vrachtwagen. In 80,5% van de ongevallen bij wegenwerken ging het alleen om andere voertuigen. Deze cijfers zeggen echter niet zoveel als we niet weten hoe deze verhouding ligt bij ongevallen zonder wegenwerken of ongevallen in het algemeen. Voor Nederland blijken zulke cijfers wel voorhanden. In de periode 1997-2003 was bij 6% van alle ongevallen een vrachtwagen betrokken, echter bij 12% van de ongevallen bij wegenwerken (SWOV, 2005).

Dat wegenwerken een specifieke verkeerssituatie creëren, die bijkomend gevaar oplevert voor vrachtwagenbestuurders, blijkt uit een uitgebreid vragenlijstonderzoek dat Benekohal, Shim & Resende (1995) uitvoerden. Het was toegespitst op de problemen die bij wegenwerken voor vrachtwagenbestuurders de meest belangrijke zijn. Het onderzoek werd uitgevoerd in de Amerikaanse staat Illinois in september en oktober 1993. De vragen die werden gesteld hadden betrekking op: de afstand waarop wegenwerken vooraf worden aangekondigd, het gepercipieerde gevaar bij het rijden langs wegenwerken, de geprefereerde configuratie van wegenwerken, de beoordeling van kenmerken van werkzones, snelheidslimieten bij wegenwerken, de zichtbaarheid en de richtlijnen van mensen die met vlaggen bestuurders begeleiden – de zogenaamde “flaggers” – instrumenten om het verkeer te geleiden, pijlenborden, borden met variabele boodschappen, onduidelijke of verwarrende tekens bij wegenwerken en de nood aan meer tekens of boodschappen bij wegenwerken. Bijkomend ondervroegen de onderzoekers de bestuurders over ongevallen en slechte rij-omstandigheden in de verschillende zones van wegenwerken – te weten de waarschuwingszone, overgangszone, bufferzone, werkzone en eindzone. Deze zones zijn weergegeven in onderstaande figuur.





**Figuur 2** : Waarschuwingzone, overgangszone, bufferzone, werkzone en eindzone bij wegenwerken (Benekohal, Shim & Resende, 1995)

Uit de resultaten van de vragenlijsten blijkt dat er verbanden bestaan tussen de mening van vrachtwagenbestuurders over wegenwerken en onder andere hun leeftijd en rijervaring, afgelegde afstanden, type van vrachtwagen, het tijdstip – dag of nacht – en het type van lading. 47% van alle ondervraagde bestuurders was van mening dat de eerste aankondiging van werken 3 tot 5 mijl op voorhand zou moeten gebeuren, 34% wilde die aankondiging 1 tot 2 mijl op voorhand en 14% 6 tot 10 mijl. De meerderheid van vrachtwagenbestuurders (90%) was van oordeel dat wegenwerken gevaarlijker zijn dan plaatsen waar niet gewerkt wordt. Deze beoordeling bleek samen te hangen met de ervaring van problemen bij wegenwerken. Bepaalde kenmerken van werkzones – zoals losse constructiematerialen, gebrek aan bermen en afwijkende rijstrookbreedtes – doen meer dan 85% van de vrachtwagenbestuurders zich soms of bijna altijd ongemakkelijk voelen. Ongeveer 65% van de bestuurders was van mening dat een snelheidslimiet van 55 mijl/u goed is bij wegenwerken, 25% zei dat het te snel is en 8% te traag. Ongeveer 34% rapporteerde zelf te rijden met een snelheid van 46 tot 50 mijl/u, 30% 45 mijl/u, 19% minder dan 45 mijl/u en 18% meer dan 50 mijl/u. 32% van de vrachtwagenbestuurders had problemen met de zichtbaarheid van "flaggers" en 49% vond de richtlijnen die de "flaggers" geven soms of meestal verwarrend. Botsabsorbeerders werden beschouwd als het beste instrument om het verkeer in goede banen te leiden. Ongeveer 85% van de bestuurders vond deze instrumenten zeer of een beetje nuttig. De meeste vrachtwagenbestuurders (76%) vonden de hoogte van pijlenborden goed, terwijl 15% vond dat ze te hoog hangen en 5% te laag. 76% van de bestuurders was van mening dat de borden te fel van kleur zijn. Voor de borden met variabele boodschappen was slechts 18% deze mening toegedaan. 14% van de vrachtwagenbestuurders vond dat er bij wegenwerken verwarrende en/of onduidelijke tekens staan. Er werden in dit opzicht opmerkingen gegeven over foute verwijzing naar afgesloten rijstroken, borden met variabele boodschappen die niet goed of te snel werken, onduidelijke snelheidslimieten, onvoldoende markering van de uitgang van een werkzone en het feit dat de signalering aanwezig is terwijl er geen werk wordt uitgevoerd. 22% van de vrachtwagenbestuurders vond dat er verkeerstekens zouden moeten toegevoegd worden bij wegenwerken. Deze zouden ondermeer moeten gaan over het op tijd invoegen, vroege aanduiding van de wegenwerken, wegomstandigheden van de rijstrook die ter beschikking is (bijvoorbeeld breedte, oneffenheden in het oppervlak), lengte van de werkzone, snelheidslimieten, soort werk dat wordt uitgevoerd en specifieke informatie over welke rijstrook is afgesloten. Ongevallen die de ondervraagde bestuurders al hadden gehad bij wegenwerken situeerden zich vooral in de waarschuwings- en overgangszone. Bestuurders die een ongeval hadden gehad maakten 6,1% uit van de totale onderzoeksgroep. Het aantal bestuurders dat slechte rijomstandigheden had ervaren bij wegenwerken was veel groter, namelijk 66% van de onderzoeksgroep. Deze omstandigheden deden zich vooral voor in de overgangszone (43%), gevolgd door de waarschuwingzone (24%), de werkzone (13%), de eindzone

(11%) en de bufferzone (9%). Volgens de bevroegde bestuurders moeten manoeuvres zoals invoegen en veranderen van rijstrook onderzocht worden met het oog op verbetering van de huidige toestand en moeten toegevoegde verkeerstekens uitkomst bieden.

Uit ongevallenstudies leidt de Nederlandse SWOV (1998) af dat ongevallen bij wegenwerken vaak kop-staartbotsingen zijn, deze ongevallen relatief vaak in de buurt van op- en afritten voorkomen, kortdurende werkzaamheden extra onveilig lijken te zijn en de ongevallen bij wegenwerken meestal bij mooi weer en overdag plaatsvinden. Door de SWOV (1998, 2005) worden als belangrijkste problemen bij het naderen en passeren van wegenwerken beschouwd: het feit dat bestuurders verkeerstekens – borden, bakens, wegmarkeringen en kleurcoderingen – niet (goed) begrijpen, het feit dat de meerderheid van bestuurders te laat van rijstrook verandert, het feit dat bestuurders moeite hebben met koershouden en het feit dat er te weinig afstand wordt gehouden. De problemen met koershouden zouden vooral bij vrachtverkeer optreden, het te weinig afstand houden zou eerder een rol spelen bij personenwagens onderling dan in combinatie met een vrachtwagen. Tot slot rijdt de meerderheid van bestuurders te hard bij het naderen van wegenwerken en remt vervolgens te hard af vóór een abrupte verandering in de omstandigheden. De snelheidslimiet wordt vaker overschreden naarmate de limiet lager is gesteld. Tijdens het passeren van wegenwerken loopt de snelheid ook geleidelijk weer op.

Garber & Zhao (2002a en b) bestudeerden kenmerken van ongevallen bij wegenwerken die zich voordeden in Virginia (Verenigde Staten) tussen 1996 en 1999. De resultaten leren dat hier de activiteitzone – d.w.z. bufferzone en werkzone – de belangrijkste ongevallenlocatie was en dat kop-staartbotsingen de belangrijkste ongevallensoort waren voor alle zones van de wegenwerken, met uitzondering van de eindzone. Kop-staartbotsingen maakten een groter deel (83%) uit van ongevallen in de waarschuwingzone dan dat ze deden van ongevallen in elk van de andere zones. Hiervoor wordt de toegenomen variatie in snelheid in de waarschuwingzone verantwoordelijk geacht. Ongevallen die werden veroorzaakt door zaken anders dan de wegenwerken zelf werden uitgesloten van dit onderzoek. Dus ongevallen waarin duidelijk sprake was van in slaap vallen, het gebruik van een GSM of het afgeleid zijn door iets binnen in het voertuig werden niet in rekening gebracht. Als die laatste oorzaken inderdaad eenduidig konden vastgesteld worden en zo geweerd werden uit het onderzoek, impliceert dit dat een file van vertraagde of stilstaande wagens op zich een oorzaak kan zijn van kop-staartbotsingen, zelfs terwijl de bestuurder aandachtig en niet afgeleid is. In deze zienswijze zijn waarschuwingborden die bestuurders attent maken op de komende snelheidsvermindering en de wijze waarop deze borden gebruikt worden van cruciaal belang. Aandachtige bestuurders zullen er immers wel zoveel als mogelijk op letten. Volgens de ARROWS-werkgroep (1999) zou een fundamenteel principe bij het aankondigen van wegenwerken moeten zijn dat dit op een rustige en makkelijk te overziene wijze gebeurt. Door het toevoegen van overvloedige signalisatie – en dus afleiding – worden immers de vaardigheden van de bestuurders om de specifieke situatie meester te blijven op de proef gesteld. Bijkomend onderzoek over hoe de aankondiging het best opgezet wordt, is waarschijnlijk bijzonder nuttig.

Bij bestudering van cijfers van het Amerikaanse National Center for Statistics and Analysis (2004) van 1999 tot 2003 deden we een opvallende vaststelling in verband met snelheid. Uit de cijfers blijkt namelijk dat dodelijke ongevallen bij wegenwerken waarbij geen vrachtwagen betrokken was zich voor 41,6% voordeden op wegen met een snelheidslimiet lager dan 55 mijl/u en voor 55,3% op wegen met een snelheidslimiet hoger dan 55 mijl/u. Voor ongevallen waarbij vrachtwagens betrokken waren, was die verhouding veel meer uitgesproken in de richting van hoge snelheidswegen. Hier waren

de respectievelijke percentages 26,6% en 71%. Bij gebrek aan bijkomende gegevens over de verdeling van dodelijke (vrachtwagen)ongevallen in het algemeen en over het gebruik van wegen met verschillende maximumsnelheden door vrachtwagens is het echter moeilijk om deze vaststelling te interpreteren.

### *5.2.2 Conclusies*

Ongevallen bij wegenwerken lijken een aanzienlijk probleem te zijn. Kop-staartbotsingen enerzijds en ongevallen waarin vrachtwagens betrokken zijn anderzijds blijken overgerepresenteerd te zijn in ongevallen bij wegenwerken.

Oorzakelijke en bijdragende factoren die uit onderzoek naar voor komen, hebben betrekking op de aankondiging van de gewijzigde verkeerssituatie, snelheidslimieten en het al dan niet naleven ervan, het veranderen van rijstrook, onduidelijkheid van verkeerstekens.

Er wordt vooral verder onderzoek aanbevolen naar de uit te voeren manoeuvres bij wegenwerken (invoegen en veranderen van rijstrook) en naar de beste wijze waarop verkeerstekens gebruikt kunnen worden om werken aan te kondigen en te begeleiden.

### **6.1 Inleiding**

In dit hoofdstuk plaatsen we eerst en vooral alle factoren, die in de vorige hoofdstukken relevant werden bevonden, in de tabel die Zein en Navin (2003) voorstelden als kader voor verkeersveiligheidsonderzoek. Hierbij maken we geen onderscheid meer tussen de 3 deelgebieden die we in de voorgaande hoofdstukken bestudeerden, namelijk vrachtwagenongevallen in het algemeen, kop-staartbotsingen en ongevallen bij wegenwerken. De tabel wordt met andere woorden geacht een overzicht te geven van factoren die bij vrachtwagenongevallen bij files een rol zouden kunnen spelen. Sommige van deze factoren werden in de literatuur behandeld als losstaande factoren, die dus op zich als mogelijke oorzaak of bijdragende factor aan ongevallen worden beschouwd. Tussen andere factoren werden interacties vastgesteld in het veroorzaken van of bijdragen aan ongevallen.

Van alle factoren is gebleken dat ze worden in verband gebracht met ongevallen. Dit wil niet zeggen dat het allemaal oorzakelijke factoren op zich zouden zijn. Van de meeste van de factoren is enkel vastgesteld dat ze frequent samen voorkomen met ongevallen. Wanneer ze worden aangemerkt als oorzaken van ongevallen, gebeurt dat in de onderzoeken die we raadpleegden vaak op basis van ongevallenstatistieken en politierapporten. Hierin worden bepaalde factoren als oorzaken van ongevallen opgetekend. Het is echter niet altijd duidelijk op welke basis dat gebeurt. Wanneer bepaalde factoren voorkomen bij een ongeval kan een politie-agent die ter plaatse komt deze factor als oorzaak aanduiden op een ongevallenformulier, zonder echt inzicht te hebben in het hele verloop van het ongeval. Dat laatste kan eigenlijk alleen op basis van multidisciplinair diepte-onderzoek verkregen worden. Dit alles belet echter geenszins dat alle gevonden factoren opgenomen worden in verder onderzoek.

In de laatste paragraaf formuleren we een aantal hypothesen die ons inziens kunnen volgen uit de vaststellingen in de literatuur en die als basis kunnen dienen voor verder onderzoek rond vrachtwagenongevallen bij files in Vlaanderen.

### **6.2 Oorzakelijke en/of bijdragende factoren**

Met uitzondering van het model van Fabiano, Currò, Palazzi en Pastorino (2002) en Fabiano, Currò, Reverberi en Pastorino (2005) – waarin plaats is voor de respons van hulpdiensten bij ongevallen met vrachtwagens – hebben alle factoren die we in de tabel plaatsen betrekking op mogelijke oorzaken of bijdragende factoren aan ongevallen. Dit is vanzelfsprekend het gevolg van ons zoekproces, waarin immers de nadruk lag op literatuur over mogelijke oorzakelijke factoren. Daarom geven we in dit hoofdstuk alleen de eerste tabel uit hoofdstuk 2 weer. Deze gaat over het deel van de tijdlijn dat naar het ongeval toegaat (C3). Dit wil niet zeggen dat het tweede deel van de tijdlijn (R3), over de periode ná een ongeval, niet relevant zou zijn wat betreft vrachtwagenongevallen bij

files. Vooral de reflectiefase, waarin wordt nagedacht over mogelijke maatregelen om ongevallen in de toekomst te voorkomen, is uiterst belangrijk. In de mate dat kennis wordt opgebouwd over oorzaken en incidentie van ongevallen kan ook dat stuk van de tijdlijn aangevuld worden. In de internationale literatuur die we raadpleegden om dit rapport te schrijven, worden soms aanbevelingen gedaan die eerder op het laatste deel van de tijdlijn thuishoren. Omdat de situatie in Vlaanderen echter nog helemaal niet in kaart is gebracht – we met andere woorden nog niet weten wat hier de meest voorkomende problemen en oorzaken van ongevallen zijn – verkiezen we om dat deel van de tabel nu nog niet in te vullen. Dat kan ons inziens beter gebeuren nadat het geplande vervolgonderzoek is uitgevoerd.

Uit de literatuur die in voorgaande hoofdstukken besproken werd, hebben we volgende factoren gedistilleerd:

<b>C3</b>	<b>CREATIE</b>	<b>ONTWIKKELING</b>	<b>ACTIES/TOESTAND</b>	<b>ONGEVAL</b>
<b>WEGGEBRUIKER</b>	Geslacht	Leeftijd Bekendheid met de weg Risicobereidheid, inschatting van gevaar Begrijpen van verkeerstekens Gezichtsvermogen en –gevoeligheid Werkdruk, tijdschema	Vermoeidheid/ziekte Alcohol- en druggebruik Afleiding, onoplettendheid Te hoge snelheid, overschatting remcapaciteit Te korte volgafstand Te laat van rijstrook veranderen	
<b>VOERTUIG</b>	Voertuigkenmerken inherent aan vrachtwagens	Vrachtwagenconfiguratie Soort en hoeveelheid van lading	Tekortkomingen aan remmen, stuur en banden	
<b>WEGOMGEVING</b>	Snelheidslimiet Aantal rijstroken Middenberm	Informatiesystemen, aankondiging van files Monotoon of afleidend wegbeeld	Verkeersvolume, filevorming Weersomstandigheden Tijdstip Zichtbelemmering Conditie van het wegoppervlak	

**Tabel 3** : Factoren die vrachtwagenongevallen bij files vooraf gaan

## 6.3 Hypothesen

De factoren die in bovenstaande tabel zijn opgenomen, kunnen we vertalen in velerlei hypothesen die aanzetten tot onderzoek rond vrachtwagenongevallen bij files in Vlaanderen. We proberen de belangrijkste ervan hier op een rij te zetten:

1. Vrachtwagenbestuurders die de wegen in Vlaanderen dagelijks gebruiken, zijn met die wegen vertrouwd en dus beter op de hoogte van het reilen en zeilen op

onze autosnelwegen. Ze weten wanneer er belangrijke wegenwerken of structurele files zijn, wat bij buitenlandse bestuurders niet altijd het geval is. Daardoor zijn ze proportioneel minder betrokken in botsingen van vrachtwagens op stilstaande files.

2. Sommige vrachtwagenbestuurders hebben een grotere risicobereidheid dan andere. Dit kan zich vertalen in risicogedrag op autosnelwegen, zoals te hoge snelheid, te kort volgen, alcohol- of druggebruik, te lang blijven doorrijden bij vermoeidheid... Wanneer er onverwachte obstakels opduiken, zoals files, resulteert zulk risicogedrag gemakkelijker in een ongeval. Deze risicobereidheid hangt samen met geslacht en leeftijd van de vrachtwagenbestuurder. Bovendien worden sommige bestuurders gedwongen meer risico's te nemen door een te krap tijdschema en door de druk die wordt opgelegd door de werkgever.
3. Sommige verkeerstekens, die worden gebruikt voor het aankondigen en in goede banen leiden van files of wegenwerken, zijn niet adequaat. Er kan sprake zijn van overdadige of juist onvoldoende signalisatie, foute signalisatie of te weinig zichtbare boodschappen. Ook het aanbrengen van signalisatie op momenten waarop (nog) niet gewerkt wordt, kan misleidend zijn. Wanneer dit vaak gebeurt, kan het immers leiden tot het negeren van de signalisatie door bestuurders. Er zijn ook vrachtwagenbestuurders die de signalisatie gewoon niet begrijpen.
4. Het gezichtsvermogen, contrastgevoeligheid en gevoeligheid aan verblinding speelt bij vrachtwagenbestuurders een belangrijke rol. In sommige file-ongevallen waarin vrachtwagens betrokken zijn, speelt gebrek aan visueel vermogen een cruciale rol. Ook hier is er een interactie-effect met de leeftijd van de bestuurder.
5. In slaap vallen of knikgebollen ten gevolge van oververmoeidheid, ziekte, alcoholgebruik of verving is een mogelijke rechtstreekse oorzaak van ongevallen waarbij vrachtwagens op stilstaande voertuigen inrijden. Het is echter een oorzaak die niet goed achterhaald kan worden, omdat betrokken bestuurders er vaak erg aan toe zijn of niet kunnen of willen rapporteren dat ze in slaap vielen tijdens het rijden. Vermoeidheid laat zich het vaakst voelen op lange afstandsritten, op monotone wegen en op specifieke tijdstippen – namelijk 's nachts en in de vroege ochtend en namiddag.
6. Vrachtwagenbestuurders laten zich vaak afleiden door zaken binnen of buiten het voertuig. Ze rijden daarbij op routine en komen daar vaak ook mee weg. Wanneer er zich onverwachte files voordoen, zijn ze echter te laat om erop te reageren en rijden zo in op stilstaande of langzaam rijdende voertuigen.
7. Ongevallen waarvan wordt vastgesteld dat ze verband houden met alcoholgebruik van een vrachtwagenbestuurder komen niet zoveel voor op onze wegen. Hieruit kunnen we concluderen dat vrachtwagenbestuurders zich goed houden aan de wettelijke alcohollimiet of helemaal geen alcohol drinken voor/tijdens het rijden.
8. In de buurt van wegenwerken is de snelheid van veel vrachtwagens onaangepast – net zoals die van andere voertuigen overigens. Op deze manier kunnen ze vaak niet tijdig stoppen wanneer zich een file voordoet. De snelheid van vrachtwagens is ook niet altijd aangepast aan (weers)omstandigheden waarin het zicht belemmerd is of het wegoppervlak in minder goede conditie is.
9. Hoe uitgebreider de vrachtwagenconfiguratie, hoe groter het risico op botsingen. Vrachtwagens of trekkers met aanhangwagens zijn immers minder makkelijk bestuurbaar en door hun massa minder snel tot stilstand te brengen in geval van nood.
10. Er is een verband tussen de soort lading die met een vrachtwagen vervoerd wordt en het risico op botsingen. In dit verband zou er interactie kunnen zijn met de afstand die moet aangelegd worden, met andere woorden of het om nationaal of internationaal vervoer gaat.

11. Vrachtwagens die achter op een file inrijden, vertonen vaak technische gebreken. Defecte remmen komen veel voor bij kop-staartbotsingen.

Om te achterhalen of deze hypothesen waar of niet waar zijn, is uitgebreid onderzoek in Vlaanderen noodzakelijk. Elk van de hypothesen kan omgezet worden in één of meerdere onderzoeksvragen. Sommige van deze vragen kunnen wellicht op dit moment al beantwoord worden omdat er cijfers over bestaan in ongevallen- of andere statistieken. Voor andere vragen zullen specifieke metingen of observaties uitgevoerd moeten worden. Vragenlijsten of interviews bij vrachtwagenbestuurders ten slotte kunnen kennis opleveren over persoonlijke karakteristieken van bestuurders die al dan niet in ongevallen betrokken zijn. Het meest volledige onderzoek is dat waarin verschillende bronnen tegelijkertijd of opeenvolgend geraadpleegd worden.

Tot slot wijzen we nog op het feit dat alle hierboven geformuleerde hypothesen betrekking hebben op factoren die aan de basis liggen van ongevallen. Zein en Navin (2003) zijn ervan overtuigd dat we eerst deze factoren in kaart moeten brengen vooraleer er gewerkt wordt aan concrete maatregelen om problemen in verkeersveiligheid aan te pakken. Wij delen die overtuiging. De verzuiming van betrokkenen in het werkveld dat bepaalde maatregelen om vrachtwagenongevallen bij files te voorkomen niet toereikend blijken te zijn, tonen aan dat er inzicht nodig is in oorzakelijke en bijdragende factoren. Op basis daarvan kunnen maatregelen dan aangepast of ingevoerd worden. Om het inzicht compleet te maken, zou elk van de bovenstaande hypothesen op één of andere manier onderzocht moeten worden.

## 7. LITERATUURLIJST

---

- Aarse, R. (2002). *Voorkomen is beter dan genezen. Bijdrage van de transportsector aan de verkeersveiligheidsdoelen van de overheid voor 2010*. Zoetermeer, Nederland: Transport en Logistiek Nederland. Available: [http://www.tln.nl/media/PDF/Rapporten/Voorkomen\\_is\\_beter\\_dan\\_genezen.pdf](http://www.tln.nl/media/PDF/Rapporten/Voorkomen_is_beter_dan_genezen.pdf).
- Abdel-Aty, M., & Abdelwahab, H. (2004). Modelling rear-end collisions including the role of driver's visibility and light truck vehicles using a nested logit structure. *Accident Analysis and Prevention*, 36 (3), 447-456.
- Adams-Guppy, J., & Guppy, A. (2003). Truck driver fatigue risk assessment and management: a multinational survey. *Ergonomics*, 46 (8), 763-779.
- American Society of Safety Engineers (2005). Drivers urged to follow safe driving tips in highway work zones. *Professional Safety*, 50 (6), 64.
- ARROWS Consortium (1999). *Advanced Research on Road Workzone Safety Standards in Europe*. Available: <http://www.ntua.gr/arrows/documents.html> and <http://www.cordis.lu/transport/src/arrowsrep.htm>.
- Australian Transport Safety Bureau (2004). *Heavy truck crashes at 500 to 1499 kilometres outward distance from base 1998 to 2002*. (Road safety working paper). Canberra, Australia. Available: [http://www.atsb.gov.au/publications/2004/pdf/nti\\_working\\_paper.pdf](http://www.atsb.gov.au/publications/2004/pdf/nti_working_paper.pdf).
- Benekohal, R. F., Shim, E., & Resende, P. T. V. (1995). *Analysis of truck drivers' opinions on safety and traffic control on highway work zones. Volume I: Summary of findings*. (Report No. FHWA-IL/UI-258). Springfield, U.S.A.: Illinois Department of Transportation. Available: <http://ntl.bts.gov/lib/5000/5800/5872/atdo.pdf>.
- Brownfield, J., Graham, A., Eveleigh, H., Maunsell, F., Ward, H., Robertson, S., & Allsop, R. (2003). *Congestion and accident risk*. (Road Safety Research Report No. 44). London, U.K.: Department for Transport. Available: [http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft\\_rdsafety/documents/page/dft\\_rdsafety\\_02\\_6974.pdf](http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_rdsafety/documents/page/dft_rdsafety_02_6974.pdf).
- Canani, S. F., John, A. B., Raymundi, M. G., Schönwald, S., & Menna Barreto, S. S. (2005). Prevalence of sleepiness in a group of Brazilian lorry drivers. *Public Health*, 119 (10), 925-929.
- Clarke, D. D., Ward, P., Bartle, C., & Truman, W. (2005). *An in-depth study of work-related road traffic accidents*. (Road Safety Research Report No. 58). London, U.K.: Department for Transport. Available: [http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft\\_rdsafety/documents/page/dft\\_rdsafety\\_03\\_9943.pdf](http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_rdsafety/documents/page/dft_rdsafety_03_9943.pdf).
- Davidse, R. J., van der Kooi, R. M., Dijkstra, A., & Arnoldus, J. G. (2002). *Verschillen in veiligheid van wegtypen verklaard vanuit een verkeerskundige en een verkeerspsychologische benadering*. (Rapport No. R-2002-22). Leidschendam, Nederland: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid. Available: <http://www.swov.nl>.
- Fabiano, B., Currò, F., Palazzi, E., & Pastorino, R. (2002). A framework for risk assessment and decision-making strategies in dangerous good transportation. *Journal of Hazardous Materials*, 93 (1), 1-15.
- Fabiano, B., Currò, F., Reverberi, A. P., & Pastorino, R. (2005). Dangerous good transportation by road: from risk analysis to emergency planning. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 18 (4-6), 403-413.



- Federal Highway Administration (1998). Queue length detector reduces risk of rear-end accidents in work zones. *Focus*, April 1998. Available: <http://www.tfhr.gov/focus/archives/Fcs498/048chips.htm>.
- Federal Highway Administration (2003). *Trucking safely through work zones. Safety practices for drivers of large trucks*. Washington D.C., U.S.A.: Department of Transportation. Available: <http://safety.fhwa.dot.gov/wz/docs/wztruckb.pdf>.
- Garber, N., & Zhao, M. (2002a). *Crash characteristics at work zones. Final report*. (Report No. VTRC 02-R12). Charlottesville, U.S.A.: Virginia Transportation Research Council. Available: [http://www.virginiadot.org/vtrc/main/online\\_reports/pdf/02-r12.pdf](http://www.virginiadot.org/vtrc/main/online_reports/pdf/02-r12.pdf).
- Garber, N., & Zhao, M. (2002b). *Crash characteristics at work zones*. (Research brief of Report No. VTRC 02-R12). Charlottesville, U.S.A.: Virginia Transportation Research Council. Available: <http://www.virginiadot.org/vtrc/briefs/02-r12rb/02-R12RB.PDF>.
- Häkkinen, H., & Summala, H. (2001). Fatal traffic accidents among trailer truck drivers and accident causes as viewed by other truck drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 33 (2), 187-196.
- Haworth, N., Vulcan, P., Schulze, M., & Foddy, B. (1991). *Truck driver behaviour and perceptions study*. (Abstract and summary of Report No. 18). Victoria, Australia: Monash University Accident Research Centre. Available: <http://monash.edu/muarc/reports/muarc018.html>.
- Hoekstra, E., & van Zutphen, R. (2005). *Quick scan vrachtauto-ongevallen op het hoofdwegennet en de invloed op filevorming*. Nederland: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Verkeerscentrum Nederland. Available: <http://www.verkeerenwaterstaat.nl/cend/bsg/brieven/data/1130328315.pdf>.
- Horrace, W. C., & Keane, T. P. (2004). Ranking and selection of motor carrier safety performance by commodity. *Accident Analysis and Prevention*, 36 (6), 953-960.
- Institute of Transportation Engineers (1997). Study cites rear-end collisions as number 1 work-site danger for drivers. *OhioITE* 1997. Available: <http://www.ite.uc.edu/f3.html>.
- Kantowitz, B. H., Singer, J. P., McGee, H. W., Perez, W. A., & Ullman, G. L. (2004). *Development of critical knowledge gaps and research efforts in support of the Safety R&T Partnership agenda*. McLean, U.S.A.: Federal Highway Administration, Turner-Fairbank Highway Research Center. Available: <http://trb.org/publications/rtforum/integration-whitepapers.pdf>.
- Khattak, A. J., Khattak, A. J., & Council, F. M. (2002). Effects of work zone presence on injury and non-injury crashes. *Accident Analysis and Prevention*, 34 (1), 19-29.
- Khattak, A. J., Rodriguez, D., Targa, F., & Rocha, M. (2003). *Understanding the role of truck-driver, occupational and high-risk roadway factors in truck-involved collisions*. (Project No. R1). Knoxville, U.S.A.: University of Tennessee, Southeastern Transportation Center. Available: <http://stc.utk.edu/htm/pdf%20files/trollover.pdf>.
- Khorashadi, A., Niemeier, D., Shankar, V., & Mannering, F. (2005). Differences in rural and urban driver-injury severities in accidents involving large-trucks: an exploratory analysis. *Accident Analysis and Prevention*, 37 (5), 910-921.
- Knipling, R. R., Boyle, L. N., Hickman, J. S., York, J. S., Daecher, C., Olsen, E. C. B., & Prailley, T. D. (2004). *Individual differences and the "high-risk" commercial driver. A synthesis of safety practice*. (Commercial Truck and Bus Safety Synthesis Program: Synthesis 4). Washington D.C., U.S.A.: Transportation Research Board. Available: [http://trb.org/publications/ctbssp/ctbssp\\_syn\\_4.pdf](http://trb.org/publications/ctbssp/ctbssp_syn_4.pdf).
- Larsen, L. (2004). Methods of multidisciplinary in-depth analyses of road traffic accidents. *Journal of Hazardous Materials*, 111 (1-3), 115-122.

- Maldonado, C. C., Mitchell, D., Taylor, S. R., & Driver, H. S. (2002). Sleep, work schedules and accident risk in South African long-haul truck drivers. *South African Journal of Science*, 98 (7/8), 319-324.
- National Center for Statistics and Analysis (2004). *Work zone statistics*. Washington D.C., U.S.A.: National Highway Traffic Safety Administration. Available: <http://www.atssa.com/public/downloads/CMZONE03.PDF>.
- Pratt, S. G. (2003). *Work-related roadway crashes. Challenges and opportunities for prevention*. (Report No. 2003-119). Washington D.C., U.S.A.: Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health. Available: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-119/pdfs/2003-119.pdf>.
- Road Safety and Motor Vehicle Regulation Directorate (2001). *Heavy truck collisions 1994-1998*. (Fact Sheet No. RS 2001-05). Ottawa, Canada: Transport Canada. Available: <http://www.tc.gc.ca/roadsafety/tp2436/rs200105/pdf/rs200105e.pdf>.
- Robertson, S., & Aultman-Hall, L. (2001). *Incorporating truck crash modelling into a methodology for evaluating the relative need for truck route improvements*. (Project No. S1). Knoxville, U.S.A.: University of Tennessee, Southeastern Transportation Center. Available: [http://stc.utk.edu/html/pdf%20files/stewart\\_stc.pdf](http://stc.utk.edu/html/pdf%20files/stewart_stc.pdf).
- Schoon, C., & Roszbach, R. (2001). *Toetsingskader en voorstellen voor de aanpassing van de achterlichtconfiguratie van personenauto's*. (Rapport No. R-2000-27). Leidschendam, Nederland: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid. Available: <http://www.swov.nl>.
- Stein, H. S., & Jones, I. S. (1988). Crash involvement of large trucks by configuration: a case-control study. *American Journal of Public Health*, 78 (5), 491-498.
- Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (1998). Werk in uitvoering: 25 à 30 doden en 200 ernstig gewonden per jaar. *SWOVschrift*, 76. Available: <http://www.swov.nl>.
- Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (2005). *Verkeersveiligheid bij werk in uitvoering*. (SWOV Factsheet). Leidschendam, Nederland. Available: <http://www.swov.nl>.
- The Danish Multidisciplinary Road Accidents Analysis Group (2001). *Truck accidents – an in-depth analysis of 21 accidents*. (Summary of AVU-report 3). Lyngby, Denmark: Danish Transport Research Institute. Available: <http://www.dtf.dk/sw10936.asp>.
- Thiriez, K., Radja, G., & Toth, G. (2002). *Large truck crash causation study. Interim report*. (Report No. DOT HS 809 527). Washington D.C., U.S.A.: National Center for Statistics and Analysis. Available: <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-30/NCSA/Rpts/2002/809-527.pdf>.
- Troglauer, T., Hels, T., & Christens, P. F. (2006). Extent and variations in mobile phone use among drivers of heavy vehicles in Denmark. *Accident Analysis and Prevention*, 38 (1), 105-111.
- van Kampen, L. T. B., & Schoon, C. C. (1999). *De veiligheid van vrachtauto's. Een ongevals- en maatregelanalyse in opdracht van Transport en Logistiek Nederland*. (Rapport No. R-99-31). Leidschendam, Nederland: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid. Available: <http://www.swov.nl>.
- Van Vlierden, K., Vesentini, L., & Cuyvers, R. (2004). *Vooronderzoek naar alcoholgebruik in relatie tot verkeersveiligheid. Met de aanbeveling van de Europese Commissie betreffende verlaging van de wettelijke alcohollimiet naar 0,2 promille voor bepaalde doelgroepen als leidraad*. (Rapport No. RA-2004-32). Diepenbeek, België: Steunpunt Verkeersveiligheid.

- Washburn, S. (2005). *Data collection needs for work zone incident investigation*. (STC Research Project Description, Project No. R-8). Gainesville, U.S.A.: University of Florida. Available: <http://stc.utk.edu/htm/pdf%20files/washr8.pdf>.
- Yan, X., Radwan, E., & Abdel-Aty, M. (2005). Characteristics of rear-end accidents at signalized intersections using multiple logistic regression model. *Accident Analysis and Prevention*, 37 (6), 983-995.
- Zein, S. R., & Navin, F. P. D. (2003). Improving traffic safety. A new systems approach. *Transportation Research Record*, 1830, 1-9.