

Verlaging van de snelheidslimiet voor vrachtwagens

Effecten op verkeersveiligheid

RA-2005-73

Kurt Van Hout, Erik Nuyts en An Dreesen

Onderzoekslijn Gedrag



DIEPENBEEK, 2012.
STEUNPUNT VERKEERSVEILIGHEID.

Documentbeschrijving

Rapportnummer: RA-2005-73
Titel: Verlaging van de snelheidslimiet voor vrachtwagens

Ondertitel: Effecten op verkeersveiligheid

Auteur(s): Kurt Van Hout, Erik Nuyts en An Dreesen
Promotor: Rob Cuyvers
Onderzoekslijn: Gedrag
Partner: Provinciale Hogeschool Limburg
Aantal pagina's: 82

Projectnummer Steunpunt: 4.3
Projectinhoud: Onderzoek naar de gevolgen op de verkeersveiligheid van een mogelijke algemene snelheidsbeperking voor vrachtwagens tot 80 km/u.

Uitgave: Steunpunt Verkeersveiligheid, december 2005.

Steunpunt Verkeersveiligheid
Agoralaan
Gebouw D
B 3590 Diepenbeek

T 011 26 87 05
F 011 26 87 00
E info@steunpuntverkeersveiligheid.be
I www.steunpuntverkeersveiligheid.be

Samenvatting

De Vlaamse overheid overweegt om voor alle vrachtwagens een snelheidslimiet in te voeren van 80 km/h. Momenteel bedraagt de snelheidslimiet op snelwegen nog 90 km/h voor vrachtwagens boven 7,5 ton en 120 km/h voor vrachtwagens met een toegelaten massa tussen 3,5 en 7,5 ton. Dit rapport beoogt een inschatting van deze maatregel op de verkeersveiligheid.

Op basis van een literatuuronderzoek is nagegaan wat de impact is van een limietverlaging op de werkelijk gereden snelheid en de spreiding van de snelheid van de verschillende voertuigen. Uit de literatuur blijkt dat een verlaging van de snelheidslimiet bijna steeds aanleiding geeft tot een lagere snelheid. Omdat de limietverlaging in dit geval toegepast wordt op een bepaalde groep voertuigen neemt de spreiding van de globale verkeersstroom toe.

Daarna is nagegaan wat de impact is van de snelheid op de ongevallenkans. Uit de internationale literatuur blijkt dat een lagere snelheid geassocieerd wordt met een lagere ongevalskans. De invloed van de spreiding van de snelheid is minder eenduidig. Voertuigen die sneller rijden dan gemiddeld kennen zeker een verhoogd risico op een ongeval. Voor voertuigen die trager rijden dan gemiddeld is dit niet zeker. Sommige studies geven ook voor hen een verhoogd risico, andere vinden dit verhoogde risico niet terug. Naast de ongevalskans beïnvloedt de snelheid ook de ongevalsernst. Hoe sneller gereden wordt, hoe ernstiger het ongeval. Hierover zijn alle onderzoeken het eens.

Het effect van een limietverlaging kan vergroot worden door ondersteunende maatregelen. Zo legt Europa een snelheidsbegrenzer op voor alle vrachtwagens zwaarder dan 3,5 ton. In België is dit momenteel nog maar van kracht voor vrachtwagens zwaarder dan 12 ton. De begrenzing is afgesteld op een snelheid van 90 km/h (en niet 80 km/h). Een andere maatregel die overwogen wordt, is het inhaalverbod voor vrachtwagens op snelwegen.

Op basis van de gevonden verbanden is een inschatting gemaakt van de veiligheidswinst op Vlaamse snelwegen. De reductie van het aantal letselongevallen, gekwetsten en betrokken voertuigen werd berekend voor een aantal scenario's. Uit alle scenario's blijkt dat het verlagen van de snelheidslimiet een reductie van het aantal ongevallen op de Vlaamse snelwegen met 1 tot 6% tot gevolg heeft. Uit de simulaties blijkt ook dat als het verschil tussen de snelheid van de vrachtwagens en de personenwagens té groot wordt, de winst voor de verkeersveiligheid terug kan verminderen. Van de gebruikte scenario's lijkt de combinatie van een limietverlaging tot 80 km/u met een snelheidsbegrenzer om inderdaad een lagere snelheid af te dwingen het beste.

English summary

Lowering the speed limit for trucks

Effects on traffic safety

Abstract

The Flemish government considers the installation of a lower speed limit for trucks. Heavy trucks (heavier than 7,5 t) are now limited to 90 km/h on freeways, lighter trucks (between 3,5 and 7,5 t) are limited to 120 km/h. In the future this speed limit should be reduced to 80 km/h for all of them. This report intends to assess the effects of this measure on traffic safety.

Based on the literature review we looked into the impact a lower speed limit for trucks has towards real speeds and the speed variation among the different vehicles. From the literature we know that lowering speed limits results most of the times in a lower speed. Because the lower speed limit is only adopted to a certain group of vehicles, dispersion in the overall traffic stream increases.

Next the correlation between speed and crash rate is considered. International literature shows that a lower speed is associated with a lower crash rate. The impact of speed variation is less clear. Vehicles that drive faster than the mean speed have a higher risk of collisions. For vehicles that travel slower than the mean speed this clear connection does not exist. Some studies state that they also are subject to a higher crash rate, while other studies don't find this higher crash rate. Not only is the crash rate influenced by speed. Speed also affects the severity of a crash. The higher the speed, the higher the severity of the crash. All researchers agree on this topic.

The effect of a lower speed limit can be augmented by means of supportive measures. Europe obliges the use of a speed limiter for all trucks heavier than 3,5 t. Belgium obliges for now the use of a speed limiter only for trucks above 12 t. The speed is limited to 90 km/h (and not 80 km/h). An other measure considered is an overtaking ban for trucks on freeways.

Based on the relations found in the literature an estimate is made of the gains in traffic safety on Flemish freeways. The reductions of the number of injury accidents, injuries and vehicles involved are calculated following some possible scenarios. All calculations show a reduction in the number of accidents on Flemish freeways of 1 to 6%. But the calculations also show that if the difference in speed between trucks and passenger cars becomes too large, the gain in traffic safety becomes less pronounced. From the scenarios used, the combination of a decrease in speed limit for trucks to 80 km/h together with a speed limiter seems the best option.

Inhoudsopgave

1.	INLEIDING	9
1.1	Aanleiding voor deze nota	9
1.2	Onderzoeksvraag	10
1.3	Referentiekader	11
1.4	Opbouw van het rapport	12
1.5	Beperkingen van deze nota	12
1.6	Dankwoord	12
2.	WETGEVING EN RICHTLIJNEN	13
2.1	Snelheidsbeperking	13
2.2	Inhaalverbod	14
2.3	Het buitenland	15
2.4	Samenvatting	16
3.	VERBAND TUSSEN SNELHEIDSLIMIET EN RIJSNELHEID	17
3.1	Inleiding	17
3.2	Effect limietverlaging op de rijsnelheid	17
	3.2.1 Limietverlaging	17
	3.2.2 Differentiële snelheidslimiet (DSL).....	18
	3.2.3 Effect op de snelheid van de globale verkeersstroom	18
3.3	Effect op spreiding in de snelheid van de verkeersstroom	18
3.4	Conclusie: effect van lagere snelheidslimiet op rijsnelheid	20
	3.4.1 Overzicht	20
	3.4.2 Limietverlaging	22
	3.4.3 Differentiële snelheidslimiet.....	22
4.	VERBAND TUSSEN SNELHEID EN ONGEVALSKANS	23
4.1	De mechanismen	23
4.2	Invloed van gemiddelde snelheid op aantal ongevallen	24
	4.2.1 Literatuuroverzicht	24
	4.2.2 Bruikbaarheid gevonden verbanden voor snelheidsverlaging vrachtwagens.....	28
4.3	Conclusie: effect van wijziging gemiddelde snelheid op aantal ongevallen	30
	4.3.1 Overzicht	30
	4.3.2 Effect van wijziging gemiddelde snelheid op aantal ongevallen	32
5.	VERBAND TUSSEN SPREIDING SNELHEID EN ONGEVALSKANS	33
5.1	De mechanismen	33
5.2	Invloed van spreiding in snelheid op het aantal ongevallen	33
	5.2.1 Bestuurdergeoriënteerde studies	34

5.2.2	<i>Weggeoriënteerde studies</i>	37
5.3	Wat weegt het meest door: absolute snelheid of variantie?	37
5.4	Differentiële snelheidslimiet (DSL)	39
5.5	Conclusie: effect van wijziging spreiding op ongevalkans	40
5.5.1	<i>Overzicht</i>	40
5.5.2	<i>Effect van wijziging spreiding op ongevalkans</i>	42
5.5.3	<i>Spreiding of absolute snelheid?</i>	42
5.5.4	<i>Differentiële snelheidslimiet</i>	42
5.5.5	<i>Hoe spreiding in te rekenen?</i>	42
6.	VERBAND TUSSEN WIJZIGING SNELHEID EN ONGEVALSERNST	43
6.1	De mechanismen	43
6.2	Invloed van snelheid op ernst ongevallen	44
6.3	Conclusie: effect van wijziging snelheid op ongevalernst	46
6.3.1	<i>Overzicht</i>	46
6.3.2	<i>Effect van wijziging snelheid op ongevalernst</i>	47
7.	ONDERSTEUNENDE MAATREGELEN	48
7.1	Snelheidsbegrenzers voor vrachtwagens vanaf 3.5 ton	48
7.1.1	<i>Effect op rijnsnelheid vrachtwagens</i>	48
7.1.2	<i>Effect op de gemiddelde snelheid van de verkeersstroom</i>	49
7.1.3	<i>Effect op de spreiding in snelheid van de verkeersstroom</i>	49
7.1.4	<i>Effect op het aantal ongevallen</i>	49
7.1.5	<i>Conclusie</i>	49
7.2	Effect van het inhaalverbod voor vrachtwagens	50
7.2.1	<i>Effect op de verkeersstroom</i>	50
7.2.2	<i>Conclusie</i>	51
7.3	Conclusie	52
8.	TOEGEPAST OP VLAANDEREN	54
8.1	Referentietoestand	54
8.2	De scenario's	56
8.3	De berekeningen	58
8.3.1	<i>Ongevallen op snelwegen in Vlaanderen</i>	59
8.3.2	<i>Reductiepercentages</i>	59
8.3.3	<i>Ongevallenreductie</i>	61
8.4	Effecten op onveiligheid	61
8.4.1	<i>Letselongevallen</i>	61
8.4.2	<i>Slachtoffers</i>	64
8.4.3	<i>Voertuigen</i>	64
8.5	Maatschappelijke baten	66

8.6	Overzicht van de belangrijkste resultaten en conclusie	67
9.	CONCLUSIE EN BELEIDSAANBEVELING	69
9.1	Discussie	69
9.2	Conclusies	70
9.3	Aanbevelingen	71
10.	LITERATUURLIJST	72
11.	AFKORTINGEN.....	75
12.	BIJLAGE.....	76
12.1	Scenario's	76
12.1.1	<i>Scenario 1</i>	76
12.1.2	<i>Scenario 2a</i>	77
12.1.3	<i>Scenario 2b</i>	78
12.1.4	<i>Scenario 3</i>	79
12.1.5	<i>Scenario 4</i>	80
12.1.6	<i>Scenario 5</i>	81
12.1.7	<i>Scenario 6</i>	82

1. INLEIDING

1.1 Aanleiding voor deze nota

Einde juni 2005 verscheen het volgende bericht in de Vlaamse media:

Vrachtwagens naar maximum 80 km/uur: winst voor milieu en voor verkeersveiligheid

zondag 19 jun 2005

"Vrachtwagens boven de 3,5 ton zouden maximum 80 km/uur mogen rijden op onze wegen. Dit betekent een winst voor milieu én voor verkeersveiligheid. 4 à 5% van de Kyotodoelstelling voor Vlaanderen zou op die manier gehaald worden. Ongevallen met vrachtwagens zouden verminderen omdat de remafstand aanzienlijk verkort." Dit stelt Vlaams minister van Mobiliteit Kathleen Van Brempt voor.

Vrachtwagens boven 7,5 ton mogen nu maximum 90 km/uur rijden op onze snelwegen. Vrachtwagens tussen 3,5 ton en 7,5 ton 120 km/uur. De nieuwe maatregel die minister Van Brempt voorstelt, zou erin bestaan alle vrachtwagens boven 3,5 ton een snelheidsbeperking op te leggen van 80 km/uur. Milieu- en verkeersveiligheidsoverwegingen liggen ten grondslag aan dit voorstel.

Milieuwinst: 4 à 5% van de Kyotodoelstelling, minder stikstofdioxiden

38% van de totale uitstoot van het wegvervoer komt van vrachtwagens. Hoe hoger de snelheid van die vrachtwagens, hoe meer brandstofverbruik, hoe groter de vervuiling. Als de snelheid van vrachtwagens zou zakken naar 80 km/uur, dan betekent dit dat er 250.000 à 350.000 ton CO₂-uitstoot minder is. De Kyotodoelstelling in Vlaanderen, namelijk 7 miljoen ton minder CO₂ tegen 2012, zou met die maatregel al voor 4 à 5% gehaald worden. De vrachtwagens tussen 3,5 ton en 7,5 ton die nu nog 120 km/uur rijden, zouden door de snelheidsverlaging ongeveer de helft minder brandstof verbruiken.

Ook de milieuwinst op andere vlakken is aanzienlijk. De uitstoot van NO_x, stikstofdioxiden die zure regen en ozon veroorzaken, daalt. Ook de geluidsoverlast vermindert sterk, met 2,5 decibel. Dit betekent bijna een halvering van het totale geluid van verkeer.

Verkeersveiligheidswinst: verkorting remafstand

Het staat vast dat hoe sneller voertuigen rijden, hoe groter de kans op ongevallen en hoe ernstiger het ongeval. Bij een kwart van de dodelijke ongelukken op wegen is er een vrachtwagen betrokken. Op autosnelwegen is dit zelfs een derde. Het gaat om meer dan 4000 ongevallen met vrachtwagens per jaar, waarvan 200 dodelijke ongevallen en 1000 met zwaar gewonden.

Als de maximumsnelheid van 120 km/uur en 90 km/uur naar 80 km/uur gaat, dan kan het aantal ongevallen, en vooral het aantal kop-staart-aanrijdingen verminderen. De remafstand alleen al daalt door de snelheidsvermindering van 90 km/uur naar 80

km/uur met 20 meter (van 100 meter naar 80 meter). En voor de vrachtwagens die van 120 km/uur naar 80 km/uur gaan, betekent dit een halvering van de remafstand, namelijk van 145 meter naar 72 meter.

Invoering maatregel

Om deze maatregel in te voeren, zal Van Brempt overleggen met de andere gewesten, zodat de maatregel ingevoerd kan worden voor heel België. Daarvoor moet het verkeersreglement gewijzigd worden. "Als dit voor het hele land niet geregeld raakt, dan kan ook Vlaanderen zelf deze maatregel invoeren. Dan moeten we via borden werken op de snelwegen," aldus de minister.

Deze maatregel zorgt trouwens voor meer uniformiteit op de weg in Europa. In heel wat andere Europese landen mogen vrachtwagens maar 80 km/uur rijden, onder andere in Nederland, Duitsland, Oostenrijk, Ierland, Finland,....

Mobiliteit en milieu

Met deze maatregelen wil minister Van Brempt vanuit mobiliteit haar bijdrage leveren aan een beter milieu.

Andere maatregelen die reeds genomen zijn, zijn onder meer het milieuvriendelijk maken van het openbaar vervoer. Via roetfilters (765 bussen worden dit jaar uitgerust), het rijden op biodiesel vanaf 1 januari 2006 en de 70 bussen die op pure plantenolie gaan rijden, wordt het openbaar vervoer veel milieuvriendelijker. Belangrijk is dat mensen ook meer en meer de overstap maken van hun auto naar het openbaar vervoer.

(bron: <http://www.ministerkathleenvanbrempt.be/>)

Dit rapport is de neergeschreven weerslag van een literatuuronderzoek dat de verkeersveiligheidseffecten die relevant zijn bij het invoeren van de maatregel inventariseert. Daarnaast wordt aangegeven wat dit voor Vlaanderen zou betekenen.

1.2 Onderzoeksvraag

De snelheidsverlaging van vrachtwagens tot maximaal 80 km/h wordt voorgesteld vanuit enerzijds milieu-overwegingen en anderzijds de aangenomen voordelen op het gebied van verkeersveiligheid. Aan het Steunpunt Verkeersveiligheid werd gevraagd na te gaan wat de effecten van de maatregel zijn op de verkeersveiligheid. De centrale onderzoeksvraag kan dan ook geformuleerd worden als volgt:

Wat is het effect van een snelheidsverlaging tot 80 km/h voor alle vrachtwagens op de verkeersveiligheid?

Hiervoor dienen een aantal deelvragen beantwoord te worden:

- Hoe beïnvloedt de maatregel de snelheid van de verschillende weggebruikers?
- Hoe beïnvloedt de snelheid de verkeersveiligheid van de verschillende weggebruikers?

Naast de centrale onderzoeksvraag is er nog de bijkomende onderzoeksvraag:

Welke ondersteunende maatregelen kunnen genomen worden om het effect te vergroten?

1.3 Referentiekader

In onderstaande tabel wordt het aantal ongevallen met vrachtwagens in Vlaanderen in 2001 weergegeven, naargelang ernst en wegtype.

Aantal ongevallen	Ernst			Eindtotaal
	Met dode(n)	Met zwaargewonde(n)	Met lichtgewonde(n)	
Wegtype				
Gemeentewegen	45	236	1246	1527
Gewestwegen	100	402	1775	2277
Autosnelwegen	38	176	819	1033
Totaal	183	814	3840	4837

Tabel 1: Aantal ongevallen in Vlaanderen in 2001 waarbij vrachtwagens betrokken zijn. (Bron: NIS, 2001)

Het aandeel ongevallen met vrachtwagens in Vlaanderen, 2001 ten opzichte van alle ongevallen, wordt weergegeven in tabel 2.

Aantal ongevallen	Ernst			Eindtotaal
	Met dode(n)	Met zwaargewonde(n)	Met lichtgewonde(n)	
Wegtype				
Gemeentewegen	16,30%	12,34%	10,45%	10,82%
Gewestwegen	24,27%	17,07%	14,76%	15,40%
Autosnelwegen	35,85%	33,72%	32,22%	32,59%
Totaal	23,05%	16,99%	14,50%	15,08%

Tabel 2: Procentueel aandeel ongevallen met vrachtwagens in Vlaanderen in 2001, ten opzichte van alle ongevallen. Bron: NIS, 2001

In onderstaande tabel wordt de aard van de eerste aanrijding weergegeven van de ongevallen op autosnelwegen waarbij een vrachtwagen betrokken is. Ook ongevallen op de aansluitingen met het onderliggende wegennet vallen hieronder. Dit verklaart het relatief hoge aandeel van de zijdelingse aanrijdingen.

Type aanrijding	Aantal	Aandeel
Kettingsbotsing	292	4,8%
Frontale aanrijding of bij kruisen	109	1,8%
Aanrijdings langs achter of parallel	2508	40,8%
Zijdelingse aanrijding	1575	25,6%
Aanrijding met een voetganger	21	0,3%
Tegen een obstakel op de rijweg	101	1,6%
Tegen een obstakel buiten de rijweg	1424	23,2%
Een weggebruiker, geen obstakel	93	1,5%
Niet ingevuld	23	0,4%

Tabel 3: Type aanrijding bij ongevallen met een vrachtwagen op autosnelwegen. Bron: NIS, 2001

Ongeveer een kwart van alle ongevallen met vrachtwagens op autosnelwegen gebeurt zonder 2^e betrokkene. Wagens geraken hierbij meestal van de baan af en botsen daar tegen een obstakel. In de ongevallenstatistieken wordt geen onderscheid gemaakt tussen

aanrijdingen langs achter of botsingen tussen parallel rijdende voertuigen (die van rijstrook wisselen). Het is dan ook onmogelijk om op basis van de ongevallenstatistieken een juist beeld te krijgen over de ongevallenoorzaken. We kunnen evenwel stellen dat een belangrijk aandeel binnen de ongevallen met vrachtwagens gevormd wordt door controleverlies van de voertuigen.

1.4 Opbouw van het rapport

De overheid wenst de snelheidslimiet voor vrachtwagens boven 3,5 ton te verlagen van maximaal 90 km/h (voor vrachtwagens vanaf 7,5 ton) respectievelijk 120 km/h (voor lichte vrachtwagens) naar 80 km/h.

In hoofdstuk 2 wordt kort het wettelijk kader geschetst met betrekking tot het snelheidsgedrag van vrachtwagens op autosnelwegen en de voorgestelde wijzigingen.

De voorgestelde maatregel behelst het instellen van een andere snelheidslimiet voor een deel van de weggebruikers. We moeten dan ook nagaan in hoeverre deze wijziging ook de effectief gereden snelheid beïnvloedt van de verkeersstroom. Het is immers de effectief gereden snelheid die rechtstreeks van invloed is op het aantal en de ernst van de ongevallen. Dit komt aan bod in hoofdstuk 3.

Snelheid beïnvloedt ontegensprekelijk de verkeersveiligheid. Harde fysische wetten tonen een verband tussen snelheid en ongevalernst (via de kinetische energie die in een ongeval opgenomen wordt). Het verband tussen snelheid en ongevalkans is minder eenduidig te stellen. Zowel de absolute snelheid (via remafstand, voertuigbeheersing) als de snelheidsverdeling (via de kans op ontmoetingen) van het verkeer spelen een rol. In de hoofdstukken 4, 5 en 6 wordt deze rol verder uitgespit. De hoofdstukken beschrijven achtereenvolgens het verband tussen absolute snelheid en de kans op ongevallen, de relatie tussen spreiding in snelheid en de kans op ongevallen en het verband tussen snelheid en ongevalernst.

In hoofdstuk 7 worden vervolgens een aantal ondersteunende maatregelen gegeven. Op basis van een literatuuronderzoek wordt nagegaan wat het effect van deze maatregelen is op de verkeersveiligheid.

Op basis van de bevindingen uit de internationale literatuur worden vervolgens een aantal scenario's beoordeeld op hun prestaties op het gebied van verkeersveiligheid (hoofdstuk 8).

1.5 Beperkingen van deze nota

In deze nota wordt enkel onderzocht in welke mate de voorgestelde maatregel effect heeft op verkeersveiligheid. Effecten op mobiliteit en milieu worden NIET mee opgenomen. Anderzijds kunnen deze wel vermeld worden, als deze effecten een invloed hebben op verkeersveiligheid.

1.6 Dankwoord

We wensen mevr. Letty Aarts van de SWOV te bedanken voor haar opbouwende kritiek bij het tot stand komen van dit rapport.

2. WETGEVING EN RICHTLIJNEN

Volgens het technische reglement van de wegcode¹ behoren vrachtwagens tot categorie N:

Categorie N: voor het vervoer van goederen bestemde motorvoertuigen op ten minste vier wielen, alsmede dergelijke voertuigen op drie wielen met een maximale massa van meer dan 1 ton.

- Categorie N1: voor het vervoer van goederen bestemde voertuigen met een maximale massa van ten hoogste 3,5 ton.
- Categorie N2: voor het vervoer van goederen bestemde voertuigen met een maximale massa van meer dan 3,5 ton, doch niet meer dan 12 ton.
- Categorie N3: voor het vervoer van goederen bestemde voertuigen met een maximale massa van meer dan 12 ton.

2.1 Snelheidsbeperking

De algemene snelheidslimieten zijn voor België vastgelegd in het Koninklijk Besluit (KB) van 1 december 1975². Hierin wordt gesteld dat de snelheid van voertuigen en slepen met een maximale toegelaten massa van meer dan 7,5 ton beperkt is tot 90 km/h op autosnelwegen en op de openbare wegen verdeeld in vier of meer rijstroken waarvan er ten minste 2 bestemd zijn voor iedere rijrichting, voor zover de rijrichtingen anders dan door wegmarkeringen gescheiden zijn. Lichtere vrachtwagens moeten zich houden aan de algemeen geldende snelheidslimiet van 120 km/h op deze wegen.

Voor België wordt voorts een snelheidsbegrenzer voor zware vrachtwagens verplicht gesteld in een KB met technische eisen waaraan de vrachtwagens moeten voldoen (B.S. 28.03.1968)³, artikel 77³. : *De voertuigen van de categorie N3 moeten uitgerust zijn met een snelheidsbegrenzer die zodanig is afgesteld dat de maximale snelheid niet meer dan 90 km/u kan bedragen. Gelet op de bij de huidige stand van de technologie bestaande technische tolerantie tussen de afstelwaarde en de werkelijke snelheid, moet deze begrenzer op de snelheid van 85 km/u worden afgesteld.*

Dit komt overeen met de Europese richtlijn 92/6/EEG⁴, waarin gesteld wordt dat vrachtwagens van categorie N3 uitgerust moeten zijn met een snelheidsbegrenzer waarbij de snelheidslimiet afgesteld moet zijn op 90 km/u.

¹ KB van 15 maart 1968 houdende algemeen reglement op de technische eisen waaraan de auto's, hun aanhangwagens en hun veiligheidstoebehoren moeten voldoen. (B.S. 28.03.1968)

² KB van 1 december 1975 houdende algemeen reglement op de politie van het wegverkeer en van het gebruik van de openbare weg, artikel 11 (B.S. 9/12/1975)

³ KB van 15 maart 1968 houdende algemeen reglement op de technische eisen waaraan de auto's, hun aanhangwagens en hun veiligheidstoebehoren moeten voldoen. (B.S. 28.03.1968)

⁴ Richtlijn 92/6/EEG van de Raad van 10 februari 1992 betreffende de installatie en het gebruik, in de Gemeenschap, van snelheidsbegrenzers in bepaalde categorieën motorvoertuigen

Een recentere Europese richtlijn⁵ breidt de invoering van een snelheidsbegrenzer voor vrachtverkeer uit tot andere categorieën: *“De lidstaten nemen de nodige maatregelen opdat motorvoertuigen van de categorieën N2 en N3 alleen aan het wegverkeer kunnen deelnemen indien zij zijn uitgerust met een snelheidsbegrenzer die zodanig is afgesteld dat de snelheid van deze motorvoertuigen niet meer kan bedragen dan 90 km per uur.”* Deze richtlijn zou vanaf 1 januari 2005 in de verschillende Europese deelstaten van kracht moeten zijn.

Op dit moment is er in de Belgische wet nog niet voorzien dat vrachtwagens tussen 3,5 ton en 12 ton uitgerust moeten zijn met een snelheidsbegrenzer.

Het nieuwe ontwerp van KB voorziet in maatregelen die deze Europese richtlijn ten uitvoer brengen. Tijdens een overgangperiode waarin geleidelijk aan het voertuigenpark aangepast wordt, zal ten laatste tegen 1 januari 2007 elke vrachtwagen boven 3,5 ton voorzien zijn van een snelheidsbegrenzer die afgesteld wordt op 90 km/u. Daarbij komt er een extra voertuigcontrole om de afstelling van de begrenzer na te gaan.

Als dit KB goedgekeurd wordt, kan verondersteld worden dat een snelheidslimiet van 90 km/u afgedwongen wordt voor alle vrachtwagens boven 3,5 ton door een snelheidsbegrenzer.

ADR-transporten vallen onder een aparte regeling. Deze transporten zijn voertuigen die gevaarlijke stoffen vervoeren en voorzien zijn van oranje schildjes met de vermelding van de aard van het vervoerde product. In principe geldt in België voor dit vervoer een maximale snelheid van 85 km/u, voor bepaalde producten (explosieven, ammoniumnitraat, ...) geldt echter een maximale snelheid van 75 km/u op autosnelwegen, 40 of 50 km/u op gewone wegen en 30 km/u in de agglomeratie. Deze limieten gelden onafhankelijk van de tonnage van het voertuig en is dus ook van toepassing op lichte bestelwagens en zelfs gewone personenwagens die gevaarlijke producten vervoeren. Begrenzers zijn echter alleen verplicht voor zware vrachtwagens boven 12 ton.

De werking van de snelheidsbegrenzer wordt tijdens de jaarlijkse voertuigkeuring gecontroleerd. Recent werd een nieuw KB van kracht⁶ dat stelt dat nieuwe voertuigen met een digitale tachograaf voorzien moeten worden, waardoor de controle van de snelheidsbegrenzer mogelijk gemaakt wordt. In nieuwe voertuigen met een digitale tachograaf zal deze de controle van de snelheidsbegrenzer mogelijk maken. De digitale tachograaf slaat de snelheidsovertredingen op, waardoor de correcte werking van de snelheidsbegrenzer kan worden beoordeeld (Verlaak, 2004).

2.2 Inhaalverbod

Het inhaalverbod wordt behandeld in het KB van 1/12/1975 houdende algemeen reglement op de politie van het wegverkeer en van het gebruik van de openbare weg, artikel 17. Hierin is opgenomen het inhaalverbod bij regen op de autosnelwegen, autowegen en wegen met ten minste vier rijstroken met of zonder een middenberm, voor bestuurders van voertuigen en slepen met een maximale toegelaten massa van meer dan 7,5 ton.

⁵ Richtlijn 2002/85/EG van het Europees Parlement en de Raad van 5 november 2002 tot wijziging van Richtlijn 92/6/EEG van de Raad betreffende de installatie en het gebruik in de Gemeenschap van snelheidsbegrenzers in bepaalde categorieën motorvoertuigen

⁶ KB van 14 juli 2005 houdende uitvoering van de verordening (EEG) nr. 3821/85 van 20 december 1985 betreffende het controleapparaat in het wegvervoer

Daarnaast kan ook het verbodsbord C39 7 gehanteerd worden om lokaal een inhaalverbod voor vrachtwagens (met een toegelaten massa vanaf 3,5 ton) in te stellen.

Samen met de invoering van de lagere snelheidslimiet en de snelheidsbegrenzer overweegt de Vlaamse minister van Mobiliteit eveneens een uitbreiding van het inhaalverbod voor vrachtwagens. In eerste plaats worden hierbij de snelwegen met 2 rijstroken per rijrichting voor ogen gehouden. Het inhaalverbod kan beperkt worden tot de ochtend- en avondspits. Tegelijk zou het verbod om in te halen bij regenweer opgeheven worden.

Sinds het Ministerieel Besluit van 27 juni 2000⁸ zijn in Vlaanderen bijna 400 km autosnelwegen uitgerust met een inhaalverbod voor vrachtwagens (tabel 4). Dit verbod geldt voor vrachtwagens van meer dan 7,5 ton en enkel tussen 6u.00 en 10u.00 's morgens en 16u.00 en 19u.00 's avonds.

weg	Richting	Begin	eind	Totaal (km)
E19	Antwerpen-Nederland	35,168	51,000	15,832
E19	Nederland-Antwerpen	51,530	35,168	16,362
E314	Nederland-Leuven	18,852	39,360	20,508
E314	Nederland-Leuven	56,500	86,000	29,500
E314	Leuven-Nederland	86,000	56,400	29,600
E314	Leuven-Nederland	38,158	17,970	20,188
A12	Antwerpen-Nederland	0,080	45,300	45,220
R2	Nederland-Antwerpen	46,136	0,750	45,386
R2	Antwerpen-Nederland	0,080	1,100	1,020
E313	Antwerpen-Hasselt	9,400	42,600	33,200
E313	Hasselt-Antwerpen	42,200	9,580	32,620
E17	Frankrijk-Gent	0,060	23,400	23,340
E17	Gent-Frankrijk	8,600	1,500	7,100
E34	Antwerpen-Nederland	10,040	38,970	28,930
E34	Nederland-Antwerpen	38,630	9,800	28,830
R4	Merelbeke-Gent-Zeehaven	20,689	14,700	5,989
	TOTAAL (km)			383,625

Tabel 4: autosnelwegen in Vlaanderen uitgerust met inhaalverbod voor vrachtwagens

2.3 Het buitenland

In verscheidene Europese landen is momenteel een snelheidsbeperking van 80 km/h voor vrachtwagens op snelwegen van kracht (BIVV, 2005). Doorgaans geldt de beperking voor alle vrachtwagens met een toegelaten gewicht van meer dan 3,5 ton. De landen waar de snelheidsbeperking van kracht is, zijn: Oostenrijk, Duitsland, Kroatië, Tsjechië, Letland, Polen, Denemarken (op wegvakken met inhaalverbod), Finland, Noorwegen, Zweden, Ierland, Nederland, Italië (als meer dan 12 ton, tussen 3,5 en 12 ton maximaal 100 km/h) en Spanje (trekker-oplegger; overige 90 km/h).

⁷ Vanaf het verkeersbord tot het volgende kruispunt, verbod voor bestuurders van voertuigen of slepen gebruikt voor het vervoer van zaken, waarvan de maximale toegelaten massa meer dan 3.500 kg bedraagt, een gespan of een voertuig met meer dan twee wielen links in te halen.

⁸ Ministerieel Besluit houdende aanvullend reglement op de politie van het wegverkeer inzake inhaalverbod voor vrachtwagens op de autosnelwegen, 27 juni 2000.

2.4 Samenvatting

Op basis van de wetgeving kunnen we 3 voor dit onderzoek relevante klassen vrachtwagens onderscheiden op basis van de maximaal toegelaten massa: vrachtwagens zwaarder dan 12 ton, vrachtwagens tussen 7,5 en 12 ton en vrachtwagens tussen 3,5 en 7,5 ton. In onderstaande tabel worden de beperkingen die momenteel van kracht zijn samengevat.

	Snelheid	Snelheidsbegrenzer	Inhaalverbod*	Inhaalverbod**
3,5 – 7,5 ton	120 km/h	In te voeren	Nee	Ja
7,5 – 12 ton	90 km/h	In te voeren	Ja	Ja
> 12 ton	90 km/h	Ja	Ja	Ja

* *Bij regenweer op autosnelwegen*

** *D.m.v. bord C397*

Tabel 5: Overzicht huidige beperkingen voor vrachtwagens op autosnelwegen

3. VERBAND TUSSEN SNELHEIDSLIMIET EN RIJSNELHEID

3.1 Inleiding

De beoogde verlaging van de snelheidslimiet is enkel bedoeld voor vrachtwagens (met een toegelaten massa van minstens 3,5 ton). De toegelaten snelheid voor de andere weggebruikers blijft ongewijzigd. In dit hoofdstuk wordt nagegaan wat het verwachte effect is van de limietverlaging op de rijnsnelheid van de weggebruikers.

De rijnsnelheid heeft twee relevante aspecten. Het eerste aspect is de (absolute of gemiddelde) snelheid van de voertuigen of de verkeersstroom. Het tweede aspect is de spreiding van de snelheid over de verkeersstroom.

3.2 Effect limietverlaging op de rijnsnelheid

In deze sectie zoeken we een antwoord op de vraag of en in hoeverre een limietverlaging aanleiding geeft tot een verlaging van de rijnsnelheid.

3.2.1 Limietverlaging

Baruya (1997) voerde een literatuurstudie uit naar het effect van snelheid op ongevallen. De nadruk lag hierbij op verschillende wegtypes in Europa. Hij stelt in dat verband dat in bijna alle gevallen een verlaging van de snelheidslimiet voor alle verkeersdeelnemers resulteert in een verlaging van de effectief gereden snelheid.

Uit een meta-analyse van Finch et al. (1994, o.a. in Princen, 2004), die verschillende internationale studies verzamelde en samenvoegde, blijkt dat de gemiddelde snelheid op zowel eenbaans- als meerbaanswegen verandert met ongeveer $1/4^{\text{de}}$ van de verandering in snelheidslimiet. Hierbij moet in het oog gehouden worden dat dit het resultaat is van het samenvoegen van verschillende studies met verschillende methodes uit verschillende landen, en dat dit niet meer dan een ruwe vuistregel is. Daarbij is deze regel geldig voor een algemene snelheidsverlaging, en niet voor een groep weggebruikers, zoals het bij de hier onderzochte maatregel wel het geval is.

De relatie die Finch et al. (1994) vonden kan geschreven worden als:

$$\Delta V = 0,24 * \Delta L$$

met ΔL = verandering in snelheidslimiet;
 ΔV = verandering in gemiddelde snelheid.

Nilsson (1981) onderzocht het verband tussen een verlaging van de snelheidslimiet en de overeenstemmende verandering van de gereden snelheid op Zweedse wegen. Nilsson vond een daling van de gereden snelheid die 0,3 à 0,4 keer de daling van de limiet bedroeg.

Elvik et al. (2004) voerden een meta-analyse uit van studies die het verband tussen snelheid en ongevalsrisico bestudeerden. In totaal vonden zij 175 relevante studies, waarvan 98 studies uiteindelijk bruikbaar bleken voor de meta-analyse. Als onderdeel van de meta-analyse werd het effect van een verandering van de snelheidslimiet op de gemiddelde snelheid onderzocht. Elvik et al. stellen, in overeenstemming met Finch et al. (1994, o.a. in Princen, 2004), dat de wijziging in gemiddelde snelheid gemiddeld overeenkomt met ongeveer 25% van de wijziging in snelheidslimiet. Wanneer de invoering van een lagere snelheidslimiet wordt ingevoerd in combinatie met andere (engineering) maatregelen, is het effect doorgaans meer uitgesproken.

Concluderend kunnen we stellen dat een verlaging van de snelheidslimiet gepaard gaat met een daling van de gereden snelheid. De daling van de gereden snelheid is echter steeds kleiner dan louter op basis van de limietverlaging verwacht kan worden. De snelheidslimiet is immers slechts één van de determinanten van de werkelijke snelheid die een bestuurder in bepaalde omstandigheden kiest (McCarthy, 1998 in Princen, 2004). Naast de snelheidslimiet zijn ook kenmerken van de bestuurder (risicoperceptie, risicovoorkeur), de omgeving (kenmerken weg en verkeersstroom) en andere factoren als de mate van handhaving belangrijk.

3.2.2 *Differentiële snelheidslimiet (DSL)*

De staat Oregon liet in 2003 toe dat de wegbeheerder de maximale snelheidslimieten op de grote snelwegen ('Interstate Highways') zou verhogen. De tot dan toegelaten maximale snelheden van 65 mph voor personenwagens en 55 mph voor vrachtwagens kunnen verhoogd worden tot 70 mph respectievelijk 65 mph. Monsere et al. (2004) onderzochten de mogelijke effecten van deze limietwijzigingen op het snelheidsgedrag en de impact ervan op de ongevallen. Zij voerden daarvoor een uitgebreide literatuurstudie uit teneinde de beschikbare studies die limietveranderingen op snelwegen samen te brengen.

Bij een DSL waarbij vrachtwagens een lagere snelheidslimiet kennen dan personenauto's, stelden Monsere et al. meer snelheidsovertreders bij de vrachtwagens vast in vergelijking tot wegen zonder DSL. Bij personenwagens merkten ze het omgekeerde. Deze bestuurders houden zich beter aan de snelheidslimiet wanneer een DSL bestaat. Er wordt nog opgemerkt dat hoe lager de snelheidslimiet, hoe lager het aantal 'echt snelle' vrachtwagens. Hoe lager de limiet hoe meer ze de limiet immers zouden overtreden bij dezelfde snelheid.

Monsere et al. (2004) verwachten bij een verhoging van de snelheidslimiet in Oregon van 65 naar 70 mph een stijging van de gemiddelde snelheid en de v85 van minstens 2 mph. Meer waarschijnlijk wordt het 4 mph. Door 'speed adaptation' (waarbij door gewoontevorming de hogere snelheid ook op het onderliggende wegennet wordt aangehouden) wordt mogelijk ook de snelheid op het onderliggende wegennet verhoogd. De impact van deze 'speed adaptation' is echter zeer moeilijk in te schatten.

3.2.3 *Effect op de snelheid van de globale verkeersstroom*

Op wegen waar het aandeel vrachtwagens groot is, is te verwachten dat het effect op de gemiddelde snelheid van de hele verkeersstroom groter is. Louter wiskundig kunnen we stellen dat, indien enkel de vrachtwagens trager gaan rijden, de gemiddelde snelheid van de globale verkeersstroom minder sterk daalt dan de gemiddelde snelheid van de vrachtwagens en wel volgens de verhouding van het aandeel vrachtwagens in de verkeersstroom.

3.3 Effect op spreiding in de snelheid van de verkeersstroom

Het verlagen van de snelheid voor vrachtwagens en niet voor personenwagens leidt tot een vergroting van de momenteel reeds bestaande differentiële snelheidslimiet. Door de limietverlaging voor vrachtwagens wordt beoogd de effectieve snelheid van deze groep weggebruikers te verlagen.

Monsere et al. (2004) stellen dat er bewijs is dat een DSL de snelheidsvariantie van de volledige verkeersstroom doet toenemen. Harkey en Mera (1994, geciteerd in Monsere et al. (2004)) vonden de grootste variantie voor de ganse verkeersstroom bij een 65/55 DSL. Daarbij vonden zij dat de variantie in snelheid van vrachtwagens het kleinst was bij 65/55 DSL (wanneer de snelheidslimiet voor vrachtwagens dus het laagst was) en het hoogst bij een uniforme snelheidslimiet van 65 km/h. Ze suggereren daarbij dat sommige vrachtwagenbestuurders zich minder comfortabel voelen bij hogere snelheden.

Er ontstaat op wegen met een algemene snelheidslimiet hoger dan 80 km/h bijgevolg een meer uitgesproken bimodale snelheidsverdeling.

Frith en Patterson (2001) halen een aantal Nieuw-Zeelandse studies aan waaruit blijkt dat bij de invoering van een lagere snelheidslimiet de gemiddelde snelheid afneemt. Tegelijkertijd neemt ook de spreiding van de snelheid af. Deze reductie was voornamelijk te wijten aan een snelheidsreductie van de hoge snelheden. De spreiding wordt met andere woorden voornamelijk gereduceerd aan de hoge kant van de verdeling.

3.4 Conclusie: effect van lagere snelheidslimiet op rijnsnelheid

3.4.1 Overzicht

Indicator	Effect	Formule	Referentie
Algemene snelheidslimiet			
Rijsnelheid	Daalt bij verlaging limiet		Baruya (1997)
Gemiddelde snelheid	Verlaging snelheidslimiet zorgt voor verlaging van de effectief gereden snelheid	$\Delta V = 0,24 * \Delta L$	Finch et al. (1994), in Princen (2004)
Gemiddelde snelheid	Verlaging snelheidslimiet zorgt voor verlaging van de effectief gereden snelheid	$\Delta V = 0,25 * \Delta L$	Elvik et al. (2004)
Gemiddelde snelheid	Verlaging snelheidslimiet zorgt voor verlaging van de effectief gereden snelheid	$\Delta V = 0,3 * \Delta L$ tot $\Delta V = 0,4 * \Delta L$	Nilsson (1981)
Gemiddelde snelheid	Lager bij lagere snelheidslimiet		Frith & Patterson (2001)
Aantal 'snelle' vrachtwagens	Kleiner bij lagere snelheidslimiet		Monsere et al. (2004)
Spreiding in snelheid	Lager bij lagere snelheidslimiet, vooral t.g.v. daling van de hoge snelheden		Frith & Patterson (2001)
Differentiële snelheidslimiet (DSL)			
Gemiddelde snelheid	Stijgt bij stijging limiet		Monsere et al. (2004)
Overtreders vrachtwagen	Meer bij DSL		Monsere et al. (2004)
Overtreders personenwagen	Minder bij DSL		Monsere et al. (2004)
Spreiding in snelheid	Neemt toe bij DSL		Harkey & Mera (1994),

Indicator	Effect	Formule	Referentie
volledige verkeersstroom			in Monsere et al. (2004)
Spreiding in snelheid vrachtwagens	Neemt af bij DSL		Harkey & Mera (1994), in Monsere et al. (2004)

3.4.2 *Limietverlaging*

Algemeen wordt bij een limietverlaging een daling van de gemiddelde snelheid vastgesteld. De daling van de gemiddelde snelheid is evenwel kleiner dan deze opgelegd door de limietverlaging. De effectief optredende verlaging van de gemiddelde snelheid wordt o.a. bepaald door de aanvaarding van de limiet. Op wegen waarvan men vindt dat er sneller kan worden gereden, zal men zich minder houden aan de limiet. Nog belangrijk in het kader van het onderzoek is dat bij een verlaging van de snelheidslimiet minder 'snelle' vrachtwagens zullen voorkomen. Bij een lagere snelheidslimiet zullen ze de limiet immers meer overschrijden wanneer ze dezelfde snelheid zouden aanhouden.

Een lagere gemiddelde snelheid wordt meestal geassocieerd met een kleinere spreiding van de snelheid. Wanneer slechts een deel van de voertuigen trager moet rijden gaat dit uiteraard niet op.

3.4.3 *Differentiële snelheidslimiet*

De invoering van een differentiële snelheidslimiet, waarbij vrachtwagens een lagere snelheidslimiet kennen dan personenwagens, geeft aanleiding tot een grotere spreiding in snelheid voor de globale verkeersstroom. Bij een differentiële snelheidslimiet worden wel minder overtredingen vastgesteld door autobestuurders, maar meer door vrachtwagenbestuurders. Beide groepen lijken dus de verschillen tussen de snelheden van beide voertuigcategorieën te willen verkleinen.

4. VERBAND TUSSEN SNELHEID EN ONGEVALS KANS

Waar het verband tussen snelheid en de ernst van ongevallen duidelijk kan beschreven worden aan de hand van fysische wetten (zie hoofdstuk 6.), is het verband tussen snelheid en de kans op een ongeval minder eenduidig te omschrijven. Niettemin wijzen de meeste studies snelheid aan als een van de, zoniet de belangrijkste, oorzaken van verkeersonveiligheid. In dit hoofdstuk wordt het verband tussen de absolute snelheid en de kans op een ongeval behandeld. Onder absolute snelheid verstaan we de snelheid van een individueel voertuig dan wel de gemiddelde snelheid van een verkeersstroom. Absolute snelheid wordt gebruikt om een onderscheid te maken met dat andere aspect van snelheid: de spreiding van een snelheidsverdeling of de afwijking van een individuele snelheid t.o.v. de gemiddelde snelheid. Hoofdstuk 5. beschrijft vervolgens het verband tussen de spreiding van de snelheid en de kans op een ongeval.

4.1 De mechanismen

Absolute snelheid heeft invloed op de kans om bij een verkeersongeval betrokken te raken daar bij hoge (absolute) snelheden een bestuurder minder tijd beschikbaar heeft om adequaat op veranderingen in zijn of haar omgeving te reageren. Ook andere weggebruikers hebben minder tijd om op een voertuig met hoge snelheid te reageren. Hierdoor is de kans om met een hoge snelheid bij een ongeval betrokken te raken groter dan met een lagere snelheid (Aarts, 2004).

Ook Kloeden et al. (2001) geven een aantal redenen voor een stijgend ongevalrisico bij toenemende snelheid:

- Controleverlies over het voertuig;
- Toenemende reactieafstand en remafstand (samen de stopafstand);
- Verkeerde inschatting door andere bestuurders.

Daarbij komt nog dat het gezichtsveld vernauwt bij toenemende snelheid zodat minder van de omgeving wordt waargenomen.

Elvik et al. (2004) geven een aantal theoretische perspectieven op het verband snelheid tegenover kans op een ongeval. De fysische wet die het verband tussen ongevalskans en snelheid het best beschrijft is volgens hen de remafstand van een voertuig.

$$\text{Remafstand} = V_0^2/2fg.$$

Met V_0 : initiële snelheid

f : wrijvingscoëfficiënt;

g : de zwaartekrachtversnelling;

fg staat dus voor de vertraging van het voertuig (typisch $4,5 \text{ m/s}^2$ voor vrachtwagens).

Bij deze remafstand dient ook nog de afstand geteld te worden die afgelegd wordt tussen het opmerken van het gevaar en het moment dat gereageerd wordt: de reactieafstand:

$$\text{Reactieafstand} = V_0 * t_r$$

Met: V_0 : initiële snelheid

t_r : reactietijd (typisch $1,2 \text{ s}$)

In tabel 6 wordt voor een aantal initiële snelheden de stopafstand voor vrachtwagens weergegeven. Uitgangspunten zijn een reactietijd van $1,2 \text{ s}$ en een remvertraging van $4,5 \text{ m/s}^2$.

	Stopafstand
120 km/h	163 m
110 km/h	140 m
100 km/h	119 m
90 km/h	99 m
80 km/h	82 m

Tabel 6: Stopafstand i.f.v. initiële snelheid

We merken dus dat de stopafstand sneller toeneemt dan de voertuigsnelheid. Een vaak gehoord argument is dat snelle bestuurders meer alert zijn, sneller reageren. Törnros (1995), zoals aangehaald in Elvik et al., vond dat dit inderdaad zo is. Het verschil in reactietijd is echter veel te klein om de afstand die tijdens de reactietijd wordt afgelegd bij een hogere snelheid te compenseren.

Uit de cijfers van de stopafstanden volgt duidelijk dat de kans om niet tijdig stil te staan in een noodsituatie (en dus in een ongeval betrokken te raken) sterk toeneemt bij een hogere snelheid.

De relatie tussen snelheid en kans op ongevallen wordt verder erg beïnvloed door wegen- en verkeerskenmerken, die vaak systematisch met snelheid variëren of zelfs bepaalde snelheden in de hand werken. Het verkeersproces is op wegen met een lagere snelheidslimiet doorgaans complexer (veel verschillende soorten verkeersdeelnemers, smallere rijbanen, meer afslagen) in vergelijking tot wegen met een hoge snelheidslimiet. De kans op een ongeval op wegen met een lage snelheidslimiet is daardoor vaak hoger dan op wegen met een hoge snelheidslimiet.

4.2 Invloed van gemiddelde snelheid op aantal ongevallen

Een groot aantal studies in verband met de relatie tussen absolute snelheid en de ongevalskans werden reeds uitgevoerd. In een eerste sectie geven we een overzicht van de belangrijkste studies terzake. Vervolgens wordt nagegaan welke studie het best aansluit bij de noden van voorliggend rapport.

4.2.1 Literatuuroverzicht

Aarts (2004) voerde een literatuuronderzoek uit naar het verband tussen (absolute) snelheid en verkeersongevallen. Zij kwam tot de conclusie dat de meeste studies tot een machtsfunctie of exponentieel verband komen. Een klein aantal geeft een lineair of asymptotisch verband.

Finch et al. (1994) voerden een meta-analyse uit op data van gemiddelde snelheden en ongevalsrisico voor en na limietwijzigingen op hogere orde wegen in Finland, Denemarken, Zwitserland en de Verenigde Staten uit 13 studies en 171 wegvakken (Aarts & van Schagen, 2005). De studie van Finch et al. geeft als vuistregel aan dat 'in bepaalde omstandigheden' met iedere km/h dat de gemiddelde snelheid verandert, een verandering van het aantal letselongevallen van ongeveer 3% correspondeert:

$$\Delta A(\%) = 4,92 * \Delta V [\text{mph}] = 3,1 * \Delta V [\text{km/h}]$$

Met ΔA : wijziging in aantal ongevallen;

ΔV : wijziging van gemiddelde snelheid.

Finch et al. (in Aarts, 2004) gebruikten trouwens, naast het hierboven vermelde lineaire verband, nog andere functies om de data te fitten (machtsmodel en asymptotisch model). De andere functies gaven een gelijkaardige fit.

Een ander veel geciteerd onderzoeksresultaat is de relatie die Nilsson (2004) vond tussen snelheid en verkeersongevallen, uitgaande van een machtsfunctie:

$$\text{Letselfongevallen}_{\text{voor}} / \text{letselfongevallen}_{\text{na}} = (\text{snelheid}_{\text{voor}} / \text{snelheid}_{\text{na}})^2$$

$$\text{Ongevallen met doden of zwaargewonden}_{\text{voor}} / \text{ongevallen met doden of zwaargewonden}_{\text{na}} = (\text{snelheid}_{\text{voor}} / \text{snelheid}_{\text{na}})^3$$

$$\text{Dodelijke ongevallen}_{\text{voor}} / \text{dodelijke ongevallen}_{\text{na}} = (\text{snelheid}_{\text{voor}} / \text{snelheid}_{\text{na}})^4$$

Een snelheidsreductie heeft dus een grotere impact op meer ernstige ongevallen.

Elvik et al. (2004) voerden een meta-analyse uit om deze bevindingen te staven. Zij leidden ook verbanden af voor de onderscheiden categorieën (dus enkel zwaargewonden i.p.v. doden en zwaargewonden, ...). Zij kwamen tot grotendeels dezelfde bevindingen, hoewel de machten iets afwijken. De resultaten die Nilsson theoretisch afleidde (1982, geverifieerd in 2004) en Elvik et al. (2004) vonden op basis van een meta-analyse, worden in tabel 7 vergeleken.

	Nilsson (2004)	Elvik et al. (2004)
Doden	$(V_1/V_0)^4 * A_0 + (V_1/V_0)^8 * (SL_0 - A_0)$	$(V_1/V_0)^{4,5} * SL_0$
Ongevallen met doden	$(V_1/V_0)^4 * A_0$	$(V_1/V_0)^{3,6} * A_0$
Doden of zwaargewonden	$(V_1/V_0)^3 * A_0 + (V_1/V_0)^6 * (SL_0 - A_0)$	
Ongevallen met doden of zwaargewonden	$(V_1/V_0)^3 * A_0$	
Zwaargewonden		$(V_1/V_0)^3 * SL_0$
Ongevallen met zwaargewonden		$(V_1/V_0)^{2,4} * A_0$
Lichtgewonden		$(V_1/V_0)^{1,5} * SL_0$
Ongevallen met lichtgewonden		$(V_1/V_0)^{1,2} * A_0$
Gekwetsten	$(V_1/V_0)^2 * A_0 + (V_1/V_0)^4 * (SL_0 - A_0)$	$(V_1/V_0)^{2,7} * SL_0$
Letselfongevallen	$(V_1/V_0)^2 * A_0$	$(V_1/V_0)^2 * A_0$
UMS-ongevallen		$(V_1/V_0)^1 * A_0$

Tabel 7: vergelijking resultaten Elvik et al. (2004) en Nilsson (2004);

bron: Elvik et al. (2004), Nilsson (2004);

V =gemiddelde snelheid, A =aantal ongevallen, SL =aantal slachtoffers; index 0=voor, index 1=na

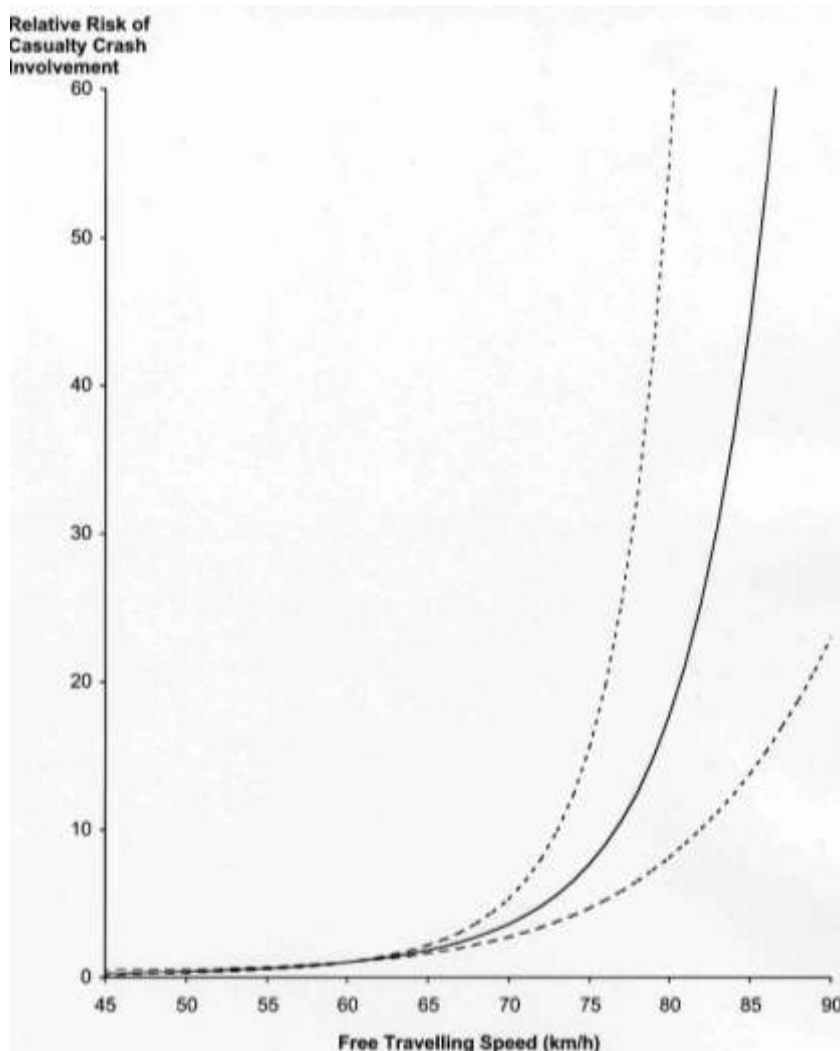
Elvik et al. (2004) stellen op basis van hun meta-analyse dat, wanneer de snelheid verhoogt, doorgaans het aantal en de ernst van de ongevallen verhoogt. Wanneer de snelheid verlaagt, verlaagt bijna steeds het aantal en de ernst van de ongevallen. Elvik et al. (2004) stellen ook dat het verband tussen snelheid en ongevallen grotendeels gelijk is

voor alle ongevaltypen en alle groepen weggebruikers. De verbanden die Nilsson en Elvik vonden zijn dus inzetbaar voor een groot aantal situaties.

Kloeden et al. (2001) voerden een aantal casus-controlestudies uit. In deze studies werd de snelheid van een voertuig net voor een redelijk ernstig letselongeval plaatsvond geschat aan de hand van computermodellen. Deze 'casi' werden vervolgens gekoppeld aan controlevoertuigen. Op de ongevalslocatie werd de snelheid van een aantal voertuigen gemeten onder gelijkaardige omstandigheden. Op deze manier werd de impact van voertuigsnelheid op ongevalsrisico onderzocht. Kloeden et al. (2001) stellen dat een reductie van de absolute snelheid een veel grotere impact heeft op het aantal ongevallen dan een reductie van verschillen in rijnsnelheid. Ze geven evenwel geen ongevalskans i.f.v. de absolute snelheid voor wegen met een snelheidslimiet van 80 km/h of hoger. In Kloeden et al. (2002) wordt de ongevalkans i.f.v. de absolute snelheid wel gegeven voor wegen met een snelheidslimiet van 60 km/h (fig. 1):

$$\text{Ongevalkans} = \text{EXP}(-0,82 - 0,084 * V + 0,0016 * V^2)$$

Met V = vrije rijnsnelheid in km/h.



*Figuur 1: Onbelemmerde rijnsnelheid versus ongevalsbetrokkenheid;
bron: Kloeden et al. (2002)*

Baruya (1997) verwijst naar een studie van Joksch (1975) die op basis van een aantal studies een 'beste' schatting maakte van het verband tussen snelheid en de kans op een dodelijk ongeval. Hij kwam tot het volgende resultaat (tabel 8):

Snelheid (mph)	40	50	60	70	80
Snelheid (km/h)	64	80	96	112	128
Relatieve kans	1,0	1,5	2,5	6,0	20

Tabel 8: schatting verband tussen snelheid en kans op een dodelijk ongeval

Bron: Joksch (1975), in: Baruya (1997)

Het mag duidelijk zijn uit de tabel dat de kans op een dodelijk ongeval sterk toeneemt bij hogere snelheid.

Baruya (1997) besluit verder dat uit een overzicht van de internationale literatuur blijkt dat er een overtuigend bewijs is dat door snelheidsreductie het aantal ongevallen kan teruggebracht worden. De praktijk van limietverlagingen in verscheidene landen hebben aangetoond dat de verlaging van de limiet kan leiden tot minder ongevallen en letsels.

Monsere et al (2004) beamen dat bij een verhoging van de snelheidslimiet doorgaans aan verkeersveiligheid wordt ingeboet. Zij verwachten samengevat 5-15% meer doden en ernstige ongevallen bij een verhoging van de snelheidslimiet van 65 naar 70 mph (voor vrachtwagens van 55 naar 65 mph).

Uit de literatuur blijkt voorts dat het effect van een snelheidsverlaging op het ongevalsrisico onder andere afhankelijk is van het beschouwde wegtype. Zo stellen Aarts en van Schagen (2005) op basis van een literatuuronderzoek, dat een verhoging van de snelheid een grotere ongevallenstijging met zich meebrengt op kleine wegen in vergelijking tot de grote wegen (waar sneller kan gereden worden). Dit hoeft ons niet te verbazen vermits een snelheidsreductie met 1 km/h relatief groter is op wegen waar 50 km/h gereden wordt (stijging van 2%) dan op wegen waar 100 km/h gereden wordt (stijging van 1%).

Samengevat stellen Taylor et al. (2000, in Aarts (2004)) immers dat op stedelijke wegen met relatief lage snelheden een verlaging van de snelheid met 1 km/h tot een ongevallenreductie leidt van ongeveer 4,4%. Op stedelijke wegen met een hogere gemiddelde snelheid leidt dezelfde snelheidsreductie maar tot ongeveer 1,2% minder ongevallen.

Waar Finch et al. (1994) vonden dat een snelheidsreductie van 1 km/h leidt tot ongeveer 3% minder ongevallen, vindt Baruya (1997) een daling van het aantal ongevallen met 2,3% op snelwegen (motorways) en 3,5% op landelijke eenbaanswegen (rural single carriageways).

Baruya (1998) bepaalde op basis van een cross-sectionele studie een verband tussen snelheidswijziging en wijziging van de ongevallenfrequentie. Wanneer de wegen worden ingedeeld in een aantal categorieën zien we dat de relatieve verandering van het aantal ongevallen gegeven wordt door:

$$\Delta \ln(\text{Ongfreq}) = 2,074/V * \Delta V.$$

Hoe groter de referentiesnelheid, hoe kleiner het verwachte effect is. In de snelheidscategorie 80-90 km/h geeft een snelheidsreductie van 1 km/h bijgevolg een reductie van het aantal ongevallen met ongeveer 1,8%. In de studie werden cijfers van Nederland, Groot-Brittannië en Zweden gehanteerd. Voor Portugal merken we een hoger reductiepotentieel van ongeveer 2,4%.

Lave en Elias (1994) onderzochten het effect van een limietverhoging van 55 naar 65 mph op snelwegen in verschillende staten in de VS. Zij gingen hierbij uit van het aantal doden dat in de ganse staat viel voor en na het invoeren van de maatregel. Dit gebeurde om ook de systeemeffecten in rekening te brengen (andere routekeuze t.g.v. gewijzigd snelheidsregime, wijzigende prioriteiten bij de politiediensten t.g.v. een betere naleving van deze hogere snelheidslimieten). Lave en Elias (1994) stellen dat het risico (aantal doden per gereden voertuigkilometer) meer afnam in die staten waar de snelheidslimiet verhoogd werd. Uit de gebruikte data blijkt evenwel dat de hoeveelheid verkeer veel sterker toenam in de staten waar de snelheidslimiet verhoogde. Blijkbaar is er een verband tussen een toename van de snelheid en de afgelegde kilometers (dit verband werd echter niet verder onderzocht). Er kan dan ook niet zomaar besloten worden dat een hogere snelheidslimiet op een deel van het wegennet aanleiding geeft tot een veiliger situatie. Het verband dat Lave en Elias vonden is immers vertroebeld door de effecten op de voertuigintensiteiten die niet ingerekend werden. Het gebruik van een risicomaat lijkt in dit geval niet aangewezen.

4.2.2 *Bruikbaarheid gevonden verbanden voor snelheidsverlaging vrachtwagens*

Globaal vindt men in de literatuur dat het aantal ongevallen afneemt wanneer de gemiddelde snelheid verlaagt. De mate waarin dit gebeurt, verschilt van auteur tot auteur. Verschillen kunnen te wijten zijn aan het onderzoeksopzet, maar ook aan het onderzoeksobject (verschillen per land, per wegtype, tijdsperiode, ...). Voorts spelen ook toevallige factoren een rol.

Aarts en van Schagen (2005) stellen dat de casus-controlestudies in principe een zuivere relatie weergeven tussen snelheid en ongevalsrisico aangezien voor vele parameters kan gecontroleerd worden. Een mogelijke zwakheid in de methode is de bepaling van de snelheid voor het ongeval van de casus-voertuigen. De studies van Kloeden et al. (1997, 2001 en 2002) zijn hiervan de beste voorbeelden. Voor voorliggende studie is de studie uit 2001 meest aangewezen gezien hier landelijke wegen met een snelheidslimiet van 80 tot 120 km/h onderzocht worden. De twee overige behandelen stedelijke wegen met een snelheidsbeperking van 60 km/h.

Voor-na studies relateren doorgaans de gemiddelde snelheid aan ongevalsrisico voor en na het invoeren van een snelheidsbeïnvloedende maatregel (in ons geval de verlaging van de snelheidslimiet). Een controlegroep is hierbij noodzakelijk om te corrigeren voor algemene trends. De vaak geciteerde studie van Nilsson (2004) is een goed voorbeeld van voor-na studies. Nilsson (2004) en Elvik et al. (2004) vonden op basis van een meta-analyse van een groot aantal voor-na en cross-sectionele studies dat de machtsfuncties van Nilsson uitstekend geschikt zijn voor het weergeven van de effecten van limietveranderingen op zowel landelijke als stedelijke wegen (Aarts & van Schagen, 2005).

Finch et al. (1994) fitten een aantal verschillende functies aan de beschikbare data. De meest geciteerde vuistregel komt overeen met de lineaire functie. Voor elke daling van de gemiddelde snelheid met 1 km/h komt een ongevallenreductie met 3% overeen. Deze ongevallenreductie is dus even groot ongeacht de referentiesnelheid. Uit verschillende studies blijkt echter dat de ongevallenreductie doorgaans kleiner is op wegen waar sneller gereden kan worden dan op wegen met een lage snelheidslimiet. We merken nog op dat Finch et al. (1994) hun vuistregel afleidden voor landelijke hoofdwegen.

De invloed van de referentiesnelheid komt ook tot uiting in de machtsfuncties die Nilsson (2004) gebruikt. Deze geven immers een verband tussen de procentuele wijziging van de snelheid en de procentuele wijziging van het aantal ongevallen. Eenzelfde procentuele wijziging van de snelheid bij een hogere snelheid geeft aanleiding tot een grotere absolute wijziging van de snelheid. Teruggerekend naar eenzelfde absolute wijziging van de snelheid komen we zo op een kleinere wijziging van het aantal ongevallen op wegen waar sneller gereden kan worden. Aarts (2004) stelt in dat verband dat het verband

tussen snelheid en de kans op ongevallen waarschijnlijk het beste met een machtsfunctie te beschrijven is.

Aarts (2004) besluit dat de studies van Kloeden et al. (1997, 2001, 2002) waarschijnlijk de beste uitspraken kunnen doen over de relatie tussen snelheid en ongevalskans. Voor de voorliggende studie is zoals gezegd de studie van 2001 het meest relevant aangezien deze uitgaat van landelijke wegen met een snelheidsbeperking van 80 tot 120 km/h. Deze studie beschouwt het ongevalsrisico op voertuigniveau. Voor de afzonderlijke categorieën weggebruikers kan ook uitgegaan worden van de machtsfuncties van Nilsson. Deze functies worden verkozen boven de vuistregel van Finch et al. (1994) gezien het brede toepassingsgebied dat ze hebben.

4.3 Conclusie: effect van wijziging gemiddelde snelheid op aantal ongevallen

4.3.1 Overzicht

Indicator	Effect	Referentie
Ongevalkans	Ongevalkans stijgt met stijgende snelheid	Aarts (2004)
Ongevalrisico	Ongevalrisico stijgt met stijgende rijnsnelheid	Kloeden et al. (2001)
Stopafstand	Stopafstand = $V_0^2/2fg + V_0 * t_r$	Elvik et al. (2004)
Aantal letselongevallen	Verschil in aantal letselongevallen = 0,031 * verschil in gemiddelde snelheid	Finch et al. (1994), in Baruya (1997)
Ongevalkans	De kans op een ongeval neemt steeds meer toe naarmate de snelheid hoger is (machtsfunctie of exponentiele functie)	Aarts (2004)
Aantal letselongevallen	ongevallen voor / ongevallen na = $(\text{snelheid}_{\text{voor}} / \text{snelheid}_{\text{na}})^2$	Nilsson (2004)
Aantal ongevallen met doden of zwaargewonden	ongevallen voor / ongevallen na = $(\text{snelheid}_{\text{voor}} / \text{snelheid}_{\text{na}})^3$	Nilsson (2004)
Aantal dodelijke ongevallen	ongevallen voor / ongevallen na = $(\text{snelheid}_{\text{voor}} / \text{snelheid}_{\text{na}})^4$	Nilsson (2004)
Aantal doden	$SL_{\text{na}}/SL_{\text{voor}} = (V_{\text{na}}/V_{\text{voor}})^{4.5}$	Elvik et al. (2004)
Aantal dodelijke ongevallen	$A_{\text{na}}/A_{\text{voor}} = (V_{\text{na}}/V_{\text{voor}})^{3.6}$	Elvik et al. (2004)
Aantal zwaargewonden	$SL_{\text{na}}/SL_{\text{voor}} = (V_{\text{na}}/V_{\text{voor}})^{3.0}$	Elvik et al. (2004)
Aantal ongevallen met zwaargewonden	$A_{\text{na}}/A_{\text{voor}} = (V_{\text{na}}/V_{\text{voor}})^{2.4}$	Elvik et al. (2004)
Aantal lichtgewonden	$SL_{\text{na}}/SL_{\text{voor}} = (V_{\text{na}}/V_{\text{voor}})^{1.5}$	Elvik et al. (2004)
Aantal ongevallen met lichtgewonden	$A_{\text{na}}/A_{\text{voor}} = (V_{\text{na}}/V_{\text{voor}})^{1.2}$	Elvik et al. (2004)

Indicator	Effect	Referentie
Gekwetsten	$SL_{na}/SL_{voor} = (V_{na}/V_{voor})^{2.7}$	Elvik et al. (2004)
Letselgevallen	$A_{na}/A_{voor} = (V_{na}/V_{voor})^{2.0}$	Elvik et al. (2004)
UMS-ongevallen	$A_{na}/A_{voor} = (V_{na}/V_{voor})^{1.0}$	Elvik et al. (2004)
Ongevalkans	ongevalkans = $EXP(-0,82 - 0,084 * V + 0,0016 * V^2)$	Kloeden et al. (2002)
Aantal ongevallen	Verschil in aantal ongevallen op autosnelwegen = $0,023 * \text{verschil in snelheid}$	Baruya (1997)
Relatieve verandering van het aantal ongevallen	$\Delta \ln(\text{Ongfreq}) = 2,074/V * \Delta V$	Baruya (1998)
Risico op dodelijk letsel voor ganse wegennet	Neemt af bij verhogen snelheidslimiet op gedeelte wegennet	Lave & Elias (1994)

4.3.2 *Effect van wijziging gemiddelde snelheid op aantal ongevallen*

Er is een duidelijke consensus dat een verlaging van de gemiddelde snelheid aanleiding geeft tot een verlaging van het aantal ongevallen. De kans op een ongeval neemt steeds meer toe naarmate de snelheid toeneemt. Bovendien is het effect groter naarmate de ernst van het ongeval toeneemt. Het effect is kleiner op wegen die een hogere snelheid toelaten.

Casus-controle studies bieden het beste uitgangspunt voor de scenarioberekeningen aangezien zij het beste het verband weergeven tussen de snelheid voor het ongeval en het ongevalsrisico en dit op voertuigniveau. Voor de afzonderlijke voertuigcategorieën kan ook gebruik gemaakt worden van eenvoudiger verbanden waarbij de machtsfuncties van Nilsson het meest aangewezen zijn.

5. VERBAND TUSSEN SPREIDING SNELHEID EN ONGEVALSKANS

In dit hoofdstuk komt de impact van spreiding van de snelheid rond een gemiddelde op de verkeersveiligheid aan bod. Naast de absolute snelheid wordt deze spreiding immers door talrijke onderzoekers mee beschouwd als een relevante variabele (of zelfs de meest relevante variabele). De spreiding van de snelheid is in essentie een maat voor de verschillen in snelheden tussen de afzonderlijke voertuigen die deel uitmaken van een verkeersstroom. De spreiding kan op verschillende manieren uitgedrukt worden: als een verschil met een 'gemiddelde' snelheid of als een maat van de snelheidsverdeling van de verkeersstroom op een wegvak of puntlocatie. In het eerste geval wordt op voertuigniveau gekeken, terwijl het tweede meer van toepassing is voor studies op wegvakniveau.

5.1 De mechanismen

Spreiding in snelheid speelt op een andere manier een rol in de kans om bij een verkeersongeval betrokken te raken dan de gemiddelde snelheid. Indien een voertuig qua snelheid van het gemiddelde op de weg afwijkt, kan dit de kans op een ongeval vergroten doordat het voertuig vaker andere voertuigen tegenkomt die in dezelfde richting rijden. Dit vergroot het aantal potentiële conflictsituaties en daarmee ook de kans om bij een ongeval betrokken te raken (Aarts, 2004).

Hauer (1971) geeft vanuit een theoretische onderbouwing aan dat het aantal inhaalmanoeuvres in relatie staat met de spreiding in snelheid. Een grotere spreiding geeft aanleiding tot meer manoeuvres (inhalen en daarbij dus veranderen van rijstrook).

Navon (2003) stelt dat het aantal gevaarlijke ontmoetingen minimaal zal zijn als de individuele snelheid de gemiddelde snelheid benadert. Dit is ook intuïtief zo: een homogene stroom voertuigen leidt tot minder gevaarlijke ontmoetingen. Daarbij is niet alleen het verschil met de gemiddelde snelheid van belang, maar ook de gemiddelde snelheid zelf. Een bestuurder die te snel rijdt (met een bepaald snelheidsverschil ten opzichte van de gemiddelde snelheid), zal meer gevaarlijke ontmoetingen hebben dan wanneer hij te snel rijdt (met hetzelfde snelheidsverschil) in een stroom met een lagere gemiddelde snelheid.

5.2 Invloed van spreiding in snelheid op het aantal ongevallen

Snelheidsverschillen geven zoals gezegd aanleiding tot meer 'ontmoetingen'. In deze paragraaf gaan we na wat de uiteindelijke impact van spreiding is op het aantal ongevallen. Aarts (2004) deelt in haar literatuuroverzicht de studies op in 4 groepen: casus-controle studies, zelfrapportage studies, cross-sectionele studies en longitudinale studies. De eerste twee zijn voertuig- (of bestuurder-)georiënteerd, terwijl de laatste 2 weggeoriënteerd zijn. Aarts besluit dat casus-controle studies de beste onderzoeksmethode volgen omdat via deze methode op voertuigniveau naar de relatie tussen snelheid en ongevalsrisico wordt gekeken. We beginnen ons overzicht dan ook met onderzoeken van dit type (paragraaf 5.2.1).

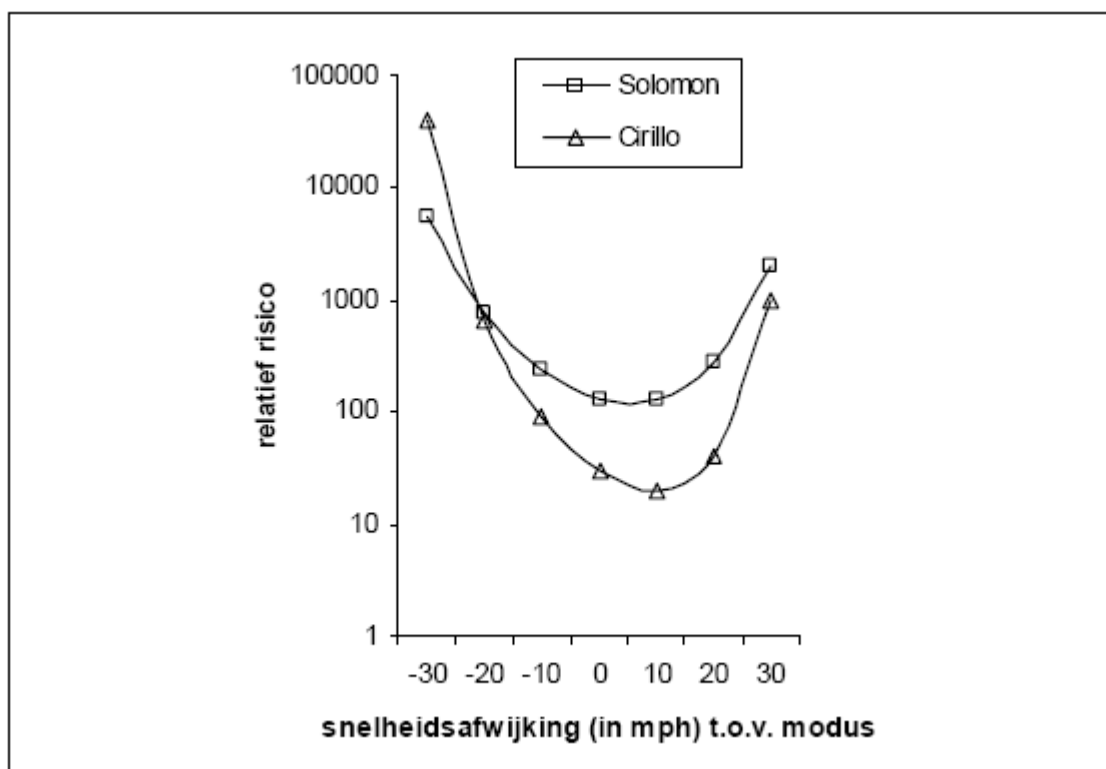
Algemeen stelt Aarts (2004) dat de studies die een relatie vonden tussen snelheidsvariantie en verkeersongevallen niet goed te vergelijken zijn met de studies die op voertuigniveau een relatie vonden tussen snelheidsverschillen en ongevallen. Toch vinden ze allemaal dat grote verschillen tussen snelheden niet bevorderlijk zijn voor het ongevalsrisico. Het is echter niet geheel duidelijk in hoeverre dit afhangt van een daadwerkelijk verschil in snelheid tussen voertuigen ten tijde van een ongeval, of van de snelheidsspreiding ten gevolge van wegkarakteristieken.

5.2.1 Bestuurdergeoriënteerde studies

Enkele van de meest geciteerde studies met betrekking tot het verband tussen snelheid en ongevalsrisico zijn casus-controle studies. We vermelden hier Solomon (1964), Cirillo (1968), Research Triangle Institute (1970).

Solomon (1964) vergeleek de geschatte snelheid van 10.000 casus-voertuigen betrokken in een ongeval met de gemeten snelheid van 29.000 controlevoertuigen. Hij vond een U-vormig verband tussen enerzijds het ongevalsrisico en anderzijds het verschil tussen rijsnelheid en de gemiddelde snelheid van de verkeersstroom. Zowel voertuigen die sneller reden als voertuigen die trager reden dan de gemiddelde snelheid vertoonden een sterk verhoogd ongevalsrisico. Cirillo (1968) vond met een vergelijkbare aanpak gelijkaardige resultaten. Een derde veel geciteerde studie betreft een studie van het Research Triangle Institute uit 1970. Ook zij vonden het U-vormig verband. Hierbij kan opgemerkt worden dat het merendeel van de bestuurders binnen snelheidsmarges reed waarvan het ongevalsrisico minimaal was. Het verhoogde risico geldt dus voor een zeer kleine groep bestuurders die zeer van de gemiddelde snelheid afwijkt.

Voertuigen waarvan de snelheid afwijkt van de gemiddelde snelheid, hebben volgens deze onderzoeken een hoger risico om betrokken te worden in een ongeval, en dit voor zowel de tragere als de snellere voertuigen (Solomon, 1964, Cirillo 1968, West & Dunn, 1971 in FHWA, 1998). West en Dunn (1971) verwijderden de ongevallen waarbij een afslaand voertuig betrokken was uit de databank. Zij vonden vervolgens een veel minder uitgesproken risicostijging voor voertuigen die trager rijden dan de gemiddelde snelheid.



Figuur 2: De gevonden relaties tussen de afwijking in snelheid ten opzichte van de snelheid waarmee de meeste voertuigen rijden (modus) en geregistreeerde ongevallen per 100 miljoen voertuigmijlen volgens Solomon (1964; dagdata) en Cirillo (1968)

Bron: Aarts (2004)

Meer recent vonden Muchuruza en Mussa (2005) een gelijkaardig verband tussen het ongevalsrisico en de afwijking van de snelheid tot de gemiddelde snelheid. Zij vonden:

$$\text{CIR} = \text{EXP}(0,0033 \cdot \text{ISD}^2 - 0,048 \cdot \text{ISD} + 5,754)$$

Met

CIR (Crash Involvement Rate) = aantal in ongeval betrokken voertuigen bij bepaalde snelheid / totale afgelegde afstand aan die snelheid

ISD (Individual Speed Deviation) = afwijking van individuele snelheid t.o.v. gemiddelde snelheid.

Het minimale ongevalsrisico vonden zij ongeveer bij de 85 percentiel van de snelheidsverdeling (ongeveer 8 mph boven de snelheidslimiet).

Het onderzoek van Solomon werd veelvuldig becommentarieerd door andere onderzoekers. Zij kwamen hierbij tot de conclusie dat het hoge ongevalsrisico bij relatief lage snelheden grotendeels te wijten is aan het onderzoeksopzet. De onderzoekers die een U-vormige relatie vonden tussen snelheid en ongevallen hebben niet altijd even nauwkeurig rekening gehouden met ongevallen die te wijten waren aan manoeuvres en congestie. Derhalve is mogelijk het aandeel van verkeer met een ondergemiddelde snelheid in snelheidsgerelateerde ongevallen overschat (Aarts, 2004). Indien manoeuvreerongevallen zoveel mogelijk buiten beschouwing gelaten worden is de relatie tussen ondergemiddelde snelheden en ongevallen veel minder duidelijk (zoals West en Dunn reeds aantoonde).

Hauer (1971) zocht een theoretische onderbouwing voor de U-curve gevonden door Solomon. Hij vond dat het aantal ontmoetingen eveneens gekenmerkt wordt door een U-curve met een minimum in de buurt van de mediaan-snelheid. Hij gaf eveneens een aantal andere mogelijke verklaringen voor de U-curve, zoals een verschil in bestuurderskenmerken van de trage en de snelle groep. Beide uiteinden van de U-curve worden immers gevormd door afzonderlijke groepen bestuurders (Aarts, 2004, verwijzend naar RTI, 1970): de langzame rijders bevatten vooral oudere bestuurders (met een minder snel en adequaat reactievermogen), terwijl de categorie hardrijders vooral jongeren bevatte (met een combinatie van zelfoverschatting en risicoonderschatting). Beide zijn risicogroepen voor verkeersveiligheid.

Kloeden et al. (2001) evenals Aarts (2004) sommen een aantal elementen op waarin het onderzoeksopzet van de vroegere studies tekort schieten:

- Kruispuntongevallen en ongevallen t.g.v. keermanoeuvres werden meegenomen in de analyse. Deze ongevallen worden gekenmerkt door een lage snelheid van minstens één van de betrokken voertuigen.
- Een (deels) geschatte snelheid (van het voertuig betrokken in een ongeval) wordt vergeleken met een gemiddelde snelheid op een wegvak niet vastgesteld op het moment van het ongeval noch op de plaats. De snelheid voor het ongeval kan gemakkelijk onderschat zijn (bvb. om geen snelheidsovertreding toe te geven). De wegvaksnelheid hoeft evenmin representatief te zijn voor de ongevalslocaties.

De gevonden curves kunnen door deze en een aantal andere beperkingen verklaard worden. Kloeden et al. (2001) probeerden in hun studie maximaal tegemoet te komen aan de beperkingen. Zij vonden uiteindelijk voor rurale wegen geen U-vormig, maar wel een exponentieel verband tussen het relatieve risico en het verschil tussen pre-crash

snelheid en gemiddelde snelheid (fig. 3). Ze stelden enkel een verhoogd risico vast voor bestuurders die sneller dan gemiddeld rijden:

$$\text{Ongevalsrisico relatief} = \text{EXP}(0,07039 \cdot \text{ISD} + 0,0008617 \cdot \text{ISD}^2)$$

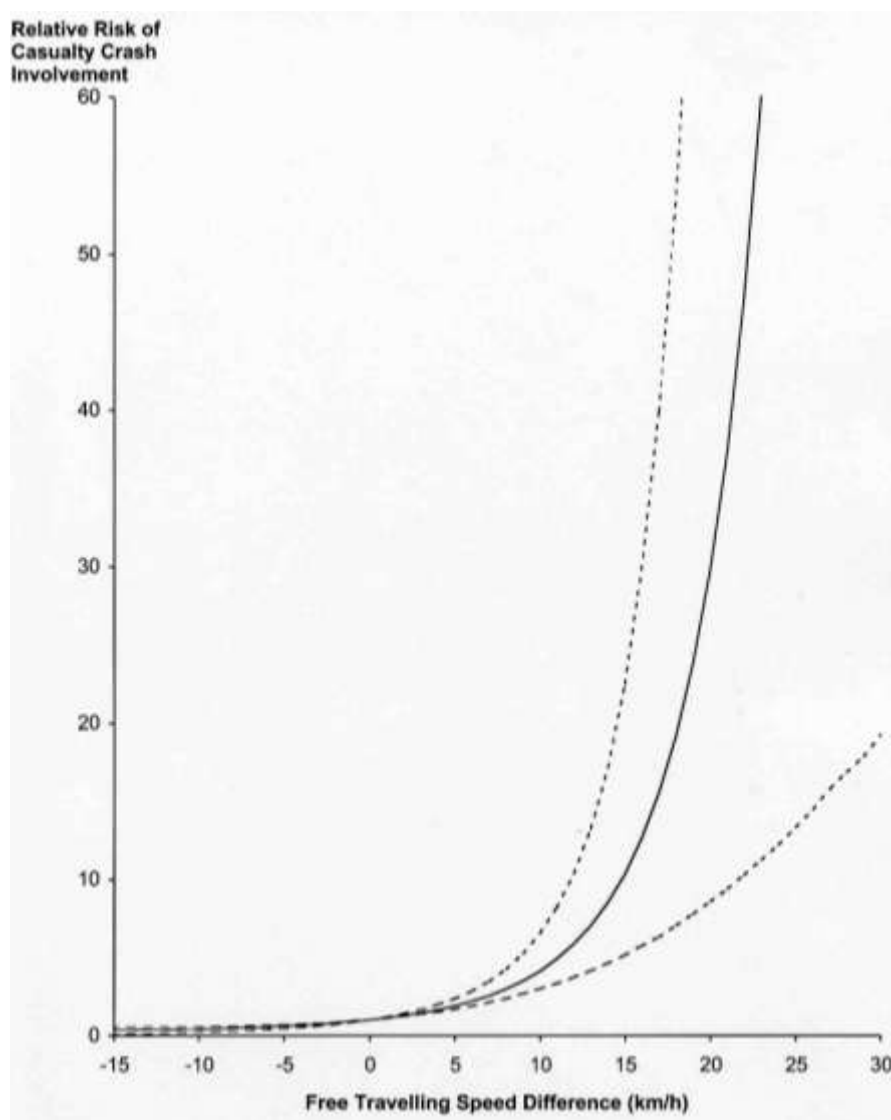
Met:

ISD (Individual Speed Deviation)= afwijking van individuele snelheid t.o.v. gemiddelde snelheid in km/U.

Het model heeft een goede fit tussen -10 en +30 km/h en een redelijke fit over het bereik -20 tot +40 km/h. In tegenstelling tot Solomon en Cirillo wordt hier geen verhoging van de ongevalskans vastgesteld bij lage snelheden.

Voor stedelijke wegen met een snelheidslimiet van 60 km/h vonden Kloeden et al. (2002) een gelijkaardig verband.

$$\text{Ongevalsrisico relatief} = \text{EXP}(0,1133374 \cdot \text{ISD} + 0,0028171 \cdot \text{ISD}^2)$$



Figuur 3: Relatief risico op ongevalbetrokkenheid versus verschil in rijnsnelheid t.o.v. de gemiddelde snelheid

Bron: Kloeden et al. (2001)

5.2.2 Weggeoriënteerde studies

In weggeoriënteerde studies wordt de gemiddelde snelheid en de variatie in snelheden opgenomen als een wegkenmerk, vaak naast een aantal andere wegparameters. Het is hierbij echter onmogelijk te stellen dat voertuigen die van de gemiddelde snelheid afwijken meer risico lopen bij een verkeersongeval betrokken te worden. De snelheidsvariantie is immers beschouwd als een wegkenmerk, net zoals de ongevallenfrequentie een wegkenmerk is.

Aarts (2004) geeft een overzicht van een aantal van zulke studies. Garber & Gadiraju (1989) vonden dat een grote spreiding in snelheid op een wegvak samenhangt met een hoge ongevallenfrequentie. Daarnaast bleek de snelheidsvariantie kleiner te zijn op wegen waar met een relatief hoge gemiddelde snelheid wordt gereden.

Een kort rapport van FHWA (2004) haalt een studie aan waarin gesteld wordt dat grotere snelheidsverschillen op autosnelwegen aanleiding geven tot meer ongevallen, vooral kopstaartbotsingen en bij rijstrookveranderingen.

Taylor et al. (2000, zoals gerefereerd in Aarts, 2004) geven de ongevals-frequentie in functie van gemiddelde snelheid (V) en de standaard deviatie (SD):

$$\text{Ongfreq} = 0,000435 * V^{2,252} * \text{EXP}(5,893 * \text{SD}/V)$$

Baruya & Finch (1994, geciteerd in Baruya, 1997) vonden voor stedelijke wegen dat:

$$\text{Ongfreq} = \text{diverse karakteristieken} * V^{1,573} * \text{EXP}(4,427 * \text{SD}/V)$$

SD staat, net als bij voorgaande, voor standaard deviatie, V voor gemiddelde snelheid. Naast gemiddelde snelheid en standaard afwijking spelen nog een aantal andere parameters een rol bij de ongevalsfrequentie (voertuigstromen, geometrische kenmerken, ...). Deze worden hier niet vermeld.

5.3 Wat weegt het meest door: absolute snelheid of variantie?

Zlatoper (1991) gebruikte data van 1987 van 47 staten in de VS, geaggregeerd op staatsniveau. Hij gebruikte een kleinste-kwadraten regressie voor het bepalen van de parameters van een lineair model. Uit het model volgt dat absolute snelheid een significant positief effect heeft op het aantal dodelijke slachtoffers van motorvoertuigen terwijl het effect van snelheidsvariantie niet significant is. Andersson en Nilsson (1995) stellen, volgens Baruya (1997), dat de snelheidsvariantie slechts aan een beperkt aantal ongevalstypen kan gekoppeld worden (bvb. inhalen) terwijl de absolute snelheid elk ongeval beïnvloedt, in het bijzonder de letseluitkomst.

Baruya (1997) stelt ook nog dat vroeger onderzoek (Solomon, Cirillo, ...) aanleiding gaf tot de stelling dat snelheidsvariantie eerder dan de absolute snelheid de oorzaak van ongevallen was. Ze vonden een U-curve waarbij zowel lage als hoge snelheden aanleiding gaven tot een verhoogd ongevalsrisico. Recente studies geven evenwel geen bewijs dat lage snelheden geassocieerd worden met een hoger ongevalsrisico.

Frith en Patterson (2001) stellen dat de cruciale factor de gemiddelde snelheid van de voertuigstroom is.

Pickering et al. (1986; aangehaald in Baruya, 1997) stellen dat in sommige ongevaltypen de gemiddelde snelheid een significant effect heeft, terwijl voor andere ongevaltypen de standaard deviatie significant is, maar beide zijn niet tegelijk significant.

Lynam en Hummel (2002) besluiten op basis van een literatuurstudie dat het moeilijk uit te maken is welk de primaire factor is die ongevallen verklaart: gemiddelde snelheid of snelheidsvariantie. Beide worden door verschillende onderzoekers als belangrijkste oorzaak beschouwd. Deze onbeslistheid is gemakkelijk te verstaan doordat beide

snelheidsaspecten onderling gerelateerd zijn, zij het verschillend in verschillende omstandigheden. Het werk van Garber en Ehrhart (2000) toont dit overduidelijk aan. Zij stellen dat de ongevalfrequentie een gevolg is van het complexe samenspel tussen snelheid, variantie, voertuigstromen en geometrische kenmerken. Garber & Ehrhart (2000) zochten mathematische verbanden die het gezamenlijke effect van verkeer en geometrische kenmerken op ongevallen beschrijven. Zij gebruikten de variabelen gemiddelde snelheid, standaard afwijking van snelheid, intensiteit per rijstrook, rijstrookbreedte en bermbreedte voor de voorspelling van ongevalfrequentie. Zij vonden dat de ongevallenfrequentie niet alleen afhangt van de afzonderlijke onafhankelijke variabelen snelheid, afwijking en intensiteit, maar veeleer van een complexe interactie tussen deze variabelen. Verder wordt duidelijk gemaakt dat de verbanden in hoge mate wegtype-afhankelijk zijn. Hieruit blijkt duidelijk dat je bij een daling van de gemiddelde snelheid en een stijging van de standaard deviatie soms een stijging van het aantal ongevallen krijgt en soms juist een daling.

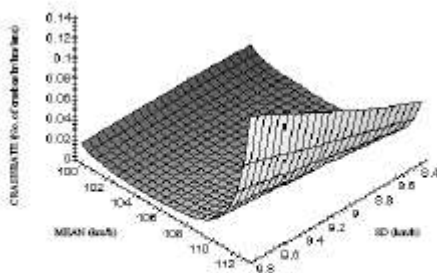


Figure 4. Model 1, CRASHRATE vs. MEAN and SD for 104.65 km/h (65 mph) Freeway: (FPL=790 vph)

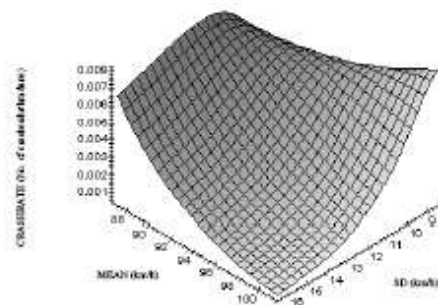


Figure 14. Model 3, CRASHRATE vs. MEAN and SD for 88.6 km/h (55 mph) 4-Lane Non-Freeway: (FPL=135 vph, SW=1.4 meters (3 feet))

Figuur 4: Complexe verbanden tussen ongevalfrequentie en gemiddelde snelheid en standaard afwijking op verschillende wegtypes en bij verschillende intensiteiten

Bron: Garber & Ehrhart (2000)

Frith en Patterson (2001) wijzen erop dat de spreiding van de snelheid niet steeds een goede maat is voor de interactie tussen voertuigen. Dit geldt in het bijzonder wanneer snelheden over een lange periode of op verschillende locaties gemeten zijn. De vorm van de snelheidsverdeling kan dus beïnvloed worden door de wijze waarop de snelheid geregistreerd werd. In het specifieke geval dat uitgangspunt is voor deze nota mogen we eveneens uitgaan van een specifieke vorm van de snelheidsverdeling. We zullen immers een bimodale snelheidsverdeling krijgen met een piek rond de gemiddelde snelheid van de personenwagens en een piek rond de gemiddelde snelheid van de vrachtwagens. Het is niet duidelijk of de spreiding van de globale verdeling zomaar gebruikt kan worden in de gevonden verbanden. We vermoeden immers dat de gevolgen van de spreiding van de snelheid voor deze specifieke situatie zullen overschat worden. De groep van vrachtwagens is uiterlijk vrij goed herkenbaar. Snellere bestuurders zullen dus bij het naderen van een vrachtwagen waarschijnlijk meer op hun hoede zijn omdat ze verwachten dat de vrachtwagens aan een lagere snelheid rijden. Van andere personenwagens verwachten ze dat veel minder. Er is echter geen literatuur gevonden die dit in rekening brengt.

We merken nog op dat bij snelheden boven de gemiddelde snelheid de effecten van snelheid en afwijking van de gemiddelde snelheid elkaar steeds versterken. Het ongevalrisico verhoogt omdat men sneller rijdt en omdat men afwijkt van het gemiddelde. Voor lager dan gemiddelde snelheden werken beide effecten elkaar tegen. Het risico daalt omdat men trager rijdt, maar stijgt omdat men afwijkt van het gemiddelde.

5.4 Differentiële snelheidslimiet (DSL)

In een Amerikaanse cross-sectionele studie werden ongevallen in verschillende staten vergeleken waar er een verschil is in de snelheidsregeling voor vrachtwagens en die voor personenwagens (Neely & Richardson, 2004). Het verschil in maximum snelheid tussen personenwagens en vrachtwagens heeft geen significante invloed op het aantal ongevallen. De snelheid van vrachtwagens is echter wel significant bepalend voor het aantal ongevallen: een lagere snelheid staat gelijk met minder ongevallen.

Een andere studie, op basis van de empirische Bayes methode (Sun & Garber, 2002), onderzocht het effect van de wijziging van een uniforme snelheidslimiet voor personenwagens en vrachtwagens op Amerikaanse autosnelwegen. Cijfers in deze studie geven aan dat het invoeren van een verschillende snelheidslimiet voor vrachtwagens en personenwagens wel tot meer ongevallen leidt. De onderzoekers van deze studie beschouwen de resultaten echter als niet betrouwbaar en trekken daarom geen conclusies.

De FHWA (2004) vermeldt dat uit literatuur blijkt dat het invoeren van differentiële snelheidslimieten soms een positief effect, soms een negatief effect, en soms geen effect heeft. Er worden geen verdere details over de geraadpleegde studies weergegeven.

Monsere et al (2004) stellen dat bij een verschillende snelheidslimiet voor vrachtwagens en personenwagens de spreiding van de snelheid van de totale verkeersstroom toeneemt. Bovendien geven hogere snelheden voor vrachtwagens aanleiding tot een hogere spreiding in snelheden van vrachtwagens. Uit onderzoek blijkt dat staten met differentiële snelheidslimieten een groter aandeel auto-vrachtwagenongevallen (auto rijdt in op vrachtwagen) hebben, terwijl staten zonder DSL meer vrachtwagen-auto-ongevallen (vrachtwagen rijdt in op auto) kennen (Harwood et al, 2003, verwijzend naar Harkey & Mera, 1994). Er kon geen verschil in ernst worden vastgesteld tussen beide soorten ongevallen.

Monsere et al. (2004) stellen ook nog dat DSL aanleiding geeft tot lagere snelheden van vrachtwagens. Het verschil tussen vrachtwagens en personenwagens dient evenwel voldoende groot te zijn. De lagere snelheden werden immers pas vastgesteld wanneer het verschil in snelheidslimiet minstens 10 mph bedraagt. Bij een verschil van 5 mph waren de verschillen tussen snelheid van personenauto's en vrachtwagens verwaarloosbaar. De gemiddelde snelheid van personenauto's wordt niet beïnvloed of daalt lichtjes (-1,3 mph van 65/65 → 65/55; verwijzend naar studie van Harkey & Mera, 1994) wanneer enkel de snelheid van vrachtwagens verlaagd wordt. In de studie van Harkey en Mera daalde de gemiddelde snelheid van de vrachtwagens met 2,7 mph (tegenover een daling van 10 mph in snelheidslimiet).

Samenvattend stellen Monsere et al dat er geen overtuigend onderzoek is gevonden dat vindt dat een DSL nu beter dan wel slechter is voor de verkeersveiligheid.

5.5 Conclusie: effect van wijziging spreiding op ongevalkans

5.5.1 Overzicht

Indicator	Effect	Referentie
Aantal ontmoetingen	Grotere spreiding geeft meer ontmoetingen	Elvik et al. (2004); Aarts (2004)
Aantal manoeuvres	Grotere spreiding geeft meer manoeuvres	Hauer (1971)
Aantal gevaarlijke ontmoetingen	Het aantal gevaarlijke ontmoetingen is minimaal als de individuele snelheid de gemiddelde snelheid benadert	Navon (2003)
Ongevalrisico	U-relatie tussen individuele afwijkende snelheid ten opzichte van gemiddelde en het ongevalrisico	Solomon (1964), in Kloeden et al. (1997)
Ongevalrisico	U-relatie tussen individuele afwijkende snelheid ten opzichte van gemiddelde en het ongevalrisico	Cirillo (1968), in Kloeden et al. (1997)
Ongevalrisico	U-relatie tussen individuele afwijkende snelheid ten opzichte van gemiddelde en het ongevalrisico	RTI (1970), in Kloeden et al. (1997)
Ongevalrisico	$CIR = EXP(0,0033*ISD^2-0,048*ISD+5,754)$	Muchuruza & Mussa (2005)
Relatief ongevalrisico rurale wegen	Ongevalsrisico relatief = $EXP(0,07039*ISD+0,0008617*ISD^2)$	Kloeden et al. (2001)
Relatief ongevalrisico stedelijke wegen	Ongevalsrisico relatief = $EXP(0,1133374*ISD+0,0028171*ISD^2)$	Kloeden et al. (2002)
Ongevalfrequentie	Grotere snelheidsspreiding geeft grotere ongevalfrequentie	Garber & Gadiraju (1989), in Aarts (2004)
Aantal ongevallen	Grotere snelheidsspreiding op weg geeft aanleiding tot meer ongevallen	FHWA (2004)

Indicator	Effect	Referentie
Ongevalfrequentie	$\text{Ongfreq} = 0,000435 * \text{snelheid}^{2,252} * \text{EXP}(5,893 * \text{SD} / \text{snelheid})$	Taylor et al. (2000), in Aarts 2004)
Ongevalfrequentie	$\text{Ongfreq} = \text{diverse karakteristieken} * \text{snelheid}^{1,573} * \text{EXP}(4,427 * \text{SD} / \text{snelheid})$	Baruya & Finch (1994), in Baruya (1997)
Spreiding of absolute snelheid		
Ongevalrisico	Het risico is afhankelijk van de complexe interactie tussen gemiddelde snelheid, snelheidsspreiding, verkeers- en geometrische kenmerken	Garber & Ehrhart (2000)
Aantal doden	Absolute snelheid significant positief effect, terwijl effect van variantie veel zwakker is	Zlatoper (1991)
Ongevaltypen	Snelheidsvariantie slechts aan beperkt aantal ongevaltypen te koppelen, terwijl absolute snelheid alle ongevallen beïnvloedt	Andersson & Nilsson (1995), in Baruya (1997)
Ongevalrisico	Snelheid is de cruciale factor	Frith & Patterson (2001)
Ongevalrisico	In sommige ongevaltypen is gemiddelde snelheid significant, in andere standaard deviatie (niet beiden)	Pickering et al. (1986), in Baruya (1997)
Differentiële snelheidslimiet		
Aantal ongevallen	Verschil in maximumsnelheid heeft geen invloed op aantal ongevallen, gemiddelde snelheid van vrachtwagens is wel significant	Neely & Richardson (2004)
Aantal ongevallen	Invoeren DSL leidt tot meer ongevallen (niet betrouwbare resultaten volgens auteurs)	Sun & Garber (2002)
Aantal ongevallen	Invoeren DSL heeft soms positief effect, soms negatief effect, soms geen effect	FHWA (2004)

5.5.2 *Effect van wijziging spreiding op ongevalkans*

Een grotere spreiding in snelheden geeft aanleiding tot meer ontmoetingen en bijgevolg ook meer kans op ongevallen. Het hoeft dan ook niet te verbazen dat vele auteurs een verband vinden tussen de spreiding van de snelheid en de ongevalskans. Hoe groter de spreiding van de snelheidsverdeling of de afwijking van de individuele snelheid t.o.v. de gemiddelde snelheid, hoe groter de kans op een ongeval.

Het is duidelijk uit het onderzoek dat sneller rijden dan de gemiddelde snelheid een verhoogd ongevalsrisico met zich meebrengt. Tussen de verschillende onderzoekers bestaat evenwel geen eensgezindheid of de verhoogde ongevalskans ook geldt voor voertuigen die trager rijden dan gemiddeld. Dit verband is ondermeer afhankelijk van de onderzochte ongevalstypen.

5.5.3 *Spreiding of absolute snelheid?*

Sommige auteurs vinden dat de spreiding van de snelheid een veel belangrijker impact heeft op de ongevalskans dan de gemiddelde snelheid. Andere auteurs vinden het tegengestelde. De ongevalskans hangt af van de complexe interactie tussen gemiddelde snelheid, spreiding en andere verkeers- en geometrische kenmerken. Er bestaat bijgevolg geen eenduidig antwoord op de vraag of gemiddelde snelheid dan wel spreiding van snelheid het belangrijkste is. Dit is immers sterk afhankelijk van de omstandigheden (wegtype, verkeersdrukte, uitgangspunt, ...).

5.5.4 *Differentiële snelheidslimiet*

De invoering van de differentiële snelheidslimiet leidt in bepaalde gevallen tot een verhoging van de verkeersveiligheid, in andere gevallen tot een verlaging van de verkeersveiligheid en in nog andere gevallen is er geen merkbaar effect. Er is dus geen overtuigend onderzoek gevonden dat vindt dat een differentiële snelheidslimiet nu beter dan wel slechter is voor de verkeersveiligheid.

5.5.5 *Hoe spreiding in te rekenen?*

Snelheidsverschillen spelen een rol bij de ongevalskans. Daarom dient een maat voor de spreiding meegenomen te worden in de berekening van het ongevalsrisico. Kloeden et al. (2001) geven hiervoor de beste aanpak. De meeste andere studies geven ofwel een verband tussen gemiddelde snelheid en ongevalskans of juist een verband tussen spreiding en ongevalskans. Enkel Taylor et al. (2000) en Baruya en Finch (1994) geven zowel de standaard deviatie als de gemiddelde snelheid tegelijk als verklarende variabelen voor het ongevalsrisico. Beide resultaten zijn echter afkomstig van een cross-sectionele studie. Dit type van studie is minder geschikt om het effect van een maatregel in te schatten. Omdat de formules van Taylor et al. en Baruya en Finch de enige zijn die zowel de gemiddelde snelheid als de spreiding van de snelheid in rekening brengen, zal één van beide gebruikt worden in de scenarioberekeningen. De voorkeur gaat daarbij uit naar de formule van Taylor et al. omdat Baruya en Finch nog een aantal kenmerken meenamen bij de afleiding van het door hen gevonden verband.

We merken nog op dat zowel Taylor et al. als Baruya en Finch uitgingen van stedelijke wegen. Eerder zagen we dat de impact van snelheid op de ongevalskans groter is op wegen waar trager kan gereden worden. In het licht van deze vaststelling zal de ongevallenreductie die de formules van Baruya en Finch opleveren waarschijnlijk dan ook een overschatting zijn.

6. VERBAND TUSSEN WIJZIGING SNELHEID EN ONGEVALSERNST

In dit hoofdstuk komt de relatie tussen snelheid en de ernst van een ongeval aan bod.

6.1 De mechanismen

Het verband tussen de snelheid van een voertuig betrokken in een ongeval en de ernst van het ongeval wordt bepaald door een fysische wet. De energie die vrijkomt bij een botsing, is enerzijds afhankelijk van de massa van de voertuigen, en anderzijds van de snelheid van de voertuigen in het kwadraat. Men verwacht dus dat bij een daling van de snelheid de ernst van het ongeval ook vermindert.

Met een lagere snelheid is de remafstand van de vrachtwagen heel wat kleiner (zie 4.1). Tegelijk verlaagt ook de impactsnelheid. Een vrachtwagen die een noodstop maakt heeft ongeveer 99 m nodig om tot stilstand te komen bij een initiële snelheid van 90 km/h (vertraging 4.5 m/s², reactietijd 1.2 s). Wanneer de vrachtwagen 80 km/h rijdt, bedraagt de stopafstand onder dezelfde omstandigheden ongeveer 82 m. De vrachtwagen die aan 90 km/h rijdt, rijdt op dat moment nog 45 km/h. En dit verschil loopt enkel nog op bij een hogere initiële snelheid.

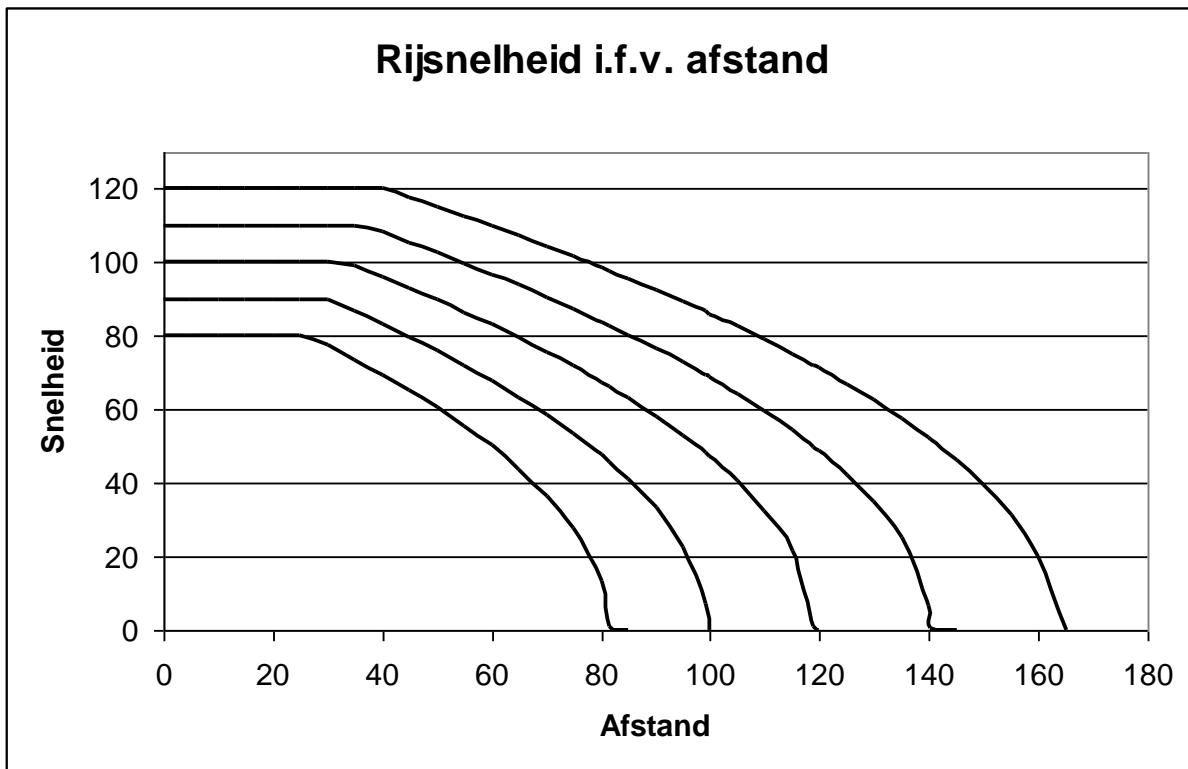
Bij een reactietijd van 1,2 s en een vertraging van 4.5 m/s² bedraagt de snelheid op een aantal afstanden na het opmerken van het gevaar:

	30 m	40 m	50 m	70 m	80 m	90 m	100 m	130 m	150 m
120 km/h	120 km/h	120	115	104,4	98,7	92,6	86,0	62,5	39,6
110 km/h	110 km/h	108,2	102,7	90,6	83,9	76,7	68,6	34,8	stilstand
90 km/h	90 km/h	83.3	75.9	58.6	47.6	33.2	stilstand		
80 km/h	77.5 km/h	69.6	60.6	36.7	13.4	stilstand			

Tabel 9: Snelheidsverloop bij verschillende initiële snelheden voor vrachtwagens

Niet alleen staat de vrachtwagen aan 80 km/h sneller stil, het snelheidsverschil loopt op. Vooral het laatste stuk wordt een grote snelheidsreductie gerealiseerd. In figuur 5 wordt dit duidelijk voorgesteld. Hieruit blijkt duidelijk dat de grootste snelheidsreductie op het einde van het remmanoeuvre gerealiseerd wordt. Een iets hogere beginsnelheid geeft zo aanleiding tot een veel grotere impactsnelheid.

Zelfs indien slechts een deel van alle weggebruikers de werkelijke snelheid verlaagt, zal, als er een ongeval gebeurt met minstens een van deze weggebruikers, de ernst van dat ongeval lager zijn dan indien de snelheid van deze weggebruiker hoger lag.



Figuur 5: Stopafstand/impactsnelheid i.f.v. de initiële snelheid

Remvertraging = 4,5 m/s²; reactietijd = 1,2 s

6.2 Invloed van snelheid op ernst ongevallen

Nilsson (2004) suggereert dat de verhouding van het aantal letselongevallen voor en na het invoeren van een snelheidsbeïnvloedende maatregel zich verhoudt volgens $(V_1/V_0)^2$, de verhouding van het aantal ongevallen met doden of zwaargewonden volgens $(V_1/V_0)^3$ en de verhouding van het aantal ongevallen met doden volgens $(V_1/V_0)^4$. In deze vergelijkingen is V_1 de gemiddelde snelheid vóór aanpassing, en V_2 de gemiddelde snelheid na aanpassing van de snelheidslimiet. We merken dus dat dezelfde snelheidsverlaging een grotere impact heeft naarmate het ongeval ernstiger wordt. Voor $V_2=80$ km/h en $V_1=90$ km/h bekomen we de volgende reducties: -21% ongevallen, -30% letsels, -38% doden. Het is overigens niet duidelijk of de formules van Nilsson zonder meer kunnen toegepast worden op ongevallen met vrachtwagens als aparte groep. Nilssons formules gelden immers voor de gemiddelde snelheid op een weg, niet noodzakelijk voor de gemiddelde snelheid van een deel van de weggebruikers op de weg. Wel is het duidelijk dat eenzelfde snelheidsverlaging een grotere reductie van de meer ernstige letsels tot gevolg heeft dan van de minder ernstige letsels.

Hauer (1971) geeft het gemiddeld aantal gekwetsten in een ongeval in functie van de snelheid:

$$N = \text{EXP}(-2,57+0,033 \cdot V[\text{mph}])$$

Baruya (1997) verwijst naar een studie van Joksch (1975) die op basis van een aantal studies een 'beste' schatting maakte van het verband tussen snelheid en de ernst van de ongevallen (uitgedrukt als het aantal dodelijke ongevallen per 100 ongevallen). Hij kwam tot het volgende resultaat (tabel 10):

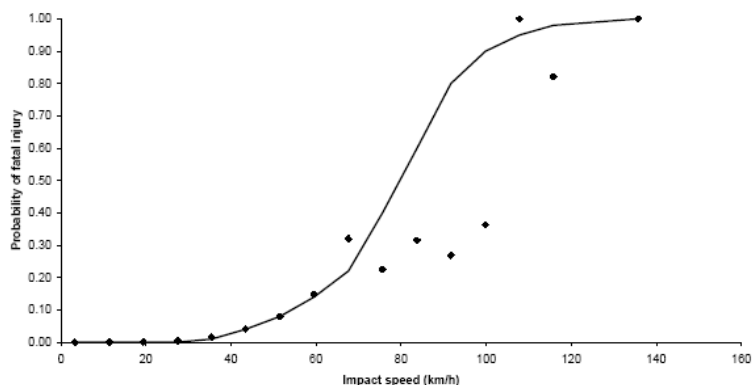
Snelheid (mph)	0	0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	70+
Single vehicle	0	0,5	1,4	0,9	2,4	1,7	2,3	1,9	11
Multiple vehicle	0,1	0,2	0,3	0,1	0,3	1,7	1,9	3,6	9

Tabel 10: verband tussen snelheid en ernst (aantal dodelijke ongevallen per 100 ongevallen) van ongevallen volgens Baruya (1997)

Het mag duidelijk zijn uit de tabel dat de ernst van een ongeval toeneemt bij hogere snelheid.

Ook Monsere et al. (2004) stellen een duidelijk verband tussen voertuigsnelheid en ongevalsernst voorop. Grotere voertuigsnelheden resulteren doorgaans in een snellere beweging van de inzittenden en daarmee in een hogere kans op ernstige letsels. Bovendien vallen de meeste slachtoffers van ongevallen waarbij een vrachtwagen betrokken is bij de inzittenden van de lichtere voertuigen.

Elvik et al. (2004) stellen dat er geen eenvoudig verband is tussen snelheid en ongevalsernst. Ze is afhankelijk van het snelheidsbereik (bovengrens en ondergrens: of je 200 of 300 km/h rijdt: dood is dood, of je nu 5 of 10 km/h rijdt: de overlevingskans voor auto-inzittenden blijft zeer groot), van de veiligheidsmaatregelen, van het ongevaltype, ... Er bestaat evenwel geen twijfel dat de kans op een ernstig letsel toeneemt bij hogere snelheid (zie bvb. fig. 6).



Figuur 6: Verband tussen impactsnelheid en waarschijnlijkheid op dodelijk letsel bij autobestuurders zonder gordel

Bron: Elvik et al. (2004)

Het is niet duidelijk welk effect een spreiding van de snelheid heeft op de ernst van de gebeurde ongevallen. Theoretisch zou men kunnen stellen dat een groter snelheidsverschil een grotere impactsnelheid oplevert bij kop-staartaanrijdingen. Meestal gebeuren kop-staartaanrijdingen echter in 'abnormale' omstandigheden: bij filevorming, een noodstop. De spreiding in de snelheid is dan niet de beste maat om dit weer te geven. In de internationale literatuur worden geen verbanden gegeven tussen ongevalsernst en spreiding in snelheid.

6.3 Conclusie: effect van wijziging snelheid op ongevalernst

6.3.1 Overzicht

veiligheidsindicator (effect op ...)	Effect	Referentie
Impactsnelheid	Neemt toe bij toenemende initiële snelheid	Elvik et al. (2004)
Aantal letselongevallen	$\text{ongevallen}_{\text{voor}} / \text{ongevallen}_{\text{na}} = (\text{snelheid}_{\text{voor}} / \text{snelheid}_{\text{na}})^2$	Nilsson (2004)
Aantal ongevallen met doden of zwaargewonden	$\text{ongevallen}_{\text{voor}} / \text{ongevallen}_{\text{na}} = (\text{snelheid}_{\text{voor}} / \text{snelheid}_{\text{na}})^3$	Nilsson (2004)
Aantal dodelijke ongevallen	$\text{ongevallen}_{\text{voor}} / \text{ongevallen}_{\text{na}} = (\text{snelheid}_{\text{voor}} / \text{snelheid}_{\text{na}})^4$	Nilsson (2004)
Gemiddeld aantal gekwetsten in een ongeval	$N = \text{EXP}(-2,57+0,033*V[\text{mph}])$	Hauer (1971)
Ernst van het ongeval	De ernst van een ongeval neemt toe bij hogere snelheid	Joksch (1975), in Baruya (1997)
Ernst van het ongeval	De ernst van een ongeval neemt toe bij hogere snelheid	Monsere et al. (2004)
Ernst van het ongeval	De ernst van een ongeval neemt toe bij hogere snelheid	Elvik et al. (2004)

6.3.2 *Effect van wijziging snelheid op ongevalernst*

De gemiddelde rijnsnelheid beïnvloedt onmiskenbaar de ernst van een ongeval. Hoe sneller gereden wordt, hoe groter de kans op een dodelijk ongeval wordt. Dit kan gemakkelijk verklaard worden aan de hand van fysische wetten. Hoe hoger de impactsnelheid (die op haar beurt ondermeer afhankelijk is van de gemiddelde snelheid), hoe meer kinetische energie immers moet opgevangen worden door het voertuig en z'n inzittenden.

Een eventueel verband tussen de spreiding van de snelheid en de ongevalsernst wordt in de internationale literatuur niet gegeven.

7. ONDERSTEUNENDE MAATREGELEN

7.1 Snelheidsbegrenzers voor vrachtwagens vanaf 3.5 ton

Volgens een recente Europese richtlijn dienen alle vrachtwagens vanaf 3,5 ton uitgerust te zijn met snelheidsbegrenzer die hen niet toelaat sneller dan 90 km/h te rijden. Deze richtlijn zou vanaf 1 januari 2005 in de verschillende Europese deelstaten van kracht moeten zijn. Op dit moment is er in de Belgische wet nog niet voorzien dat vrachtwagens tussen 3,5 ton en 12 ton uitgerust moeten zijn met een snelheidsbegrenzer. Het ontwerp van KB hieromtrent stelt dat alle vrachtwagens zwaarder dan 3,5 ton ten laatste tegen 1 januari 2007 uitgerust zijn met een snelheidsbegrenzer, afgesteld op 90 km/h.

7.1.1 Effect op rijsnelheid vrachtwagens

Uit hoofdstuk 3 weten we dat een verlaging van de snelheidslimiet tot uitdrukking komt in een verlaging van de rijsnelheid. De daling van de rijsnelheid is echter doorgaans kleiner dan de daling van de snelheidslimiet. De verbanden die gevonden werden zijn uiteraard slechts enkel van belang als de vrachtwagenbestuurder zelf zijn snelheid kan kiezen. In het geval dat er (ook voor lichte vrachtwagens) gewerkt wordt met snelheidsbegrenzers, zal een snelheidskeuze boven de limiet niet mogelijk zijn.

Het invoeren van een snelheidsbegrenzer in alle vrachtwagens tussen 3,5 ton en 12 ton, zal er voor zorgen dat de gemiddelde snelheid van de lichte vrachtwagens sterk zal dalen (geschat van ongeveer 110 km/h naar hoogstens 90 km/h). In welke mate deze snelheidsbegrenzer effect heeft, hangt o.a. af van de aanvaarding door transportbedrijven en chauffeurs, en of deze begrenzer uitgeschakeld wordt.

Uit een onderzoek van De Mol et al. (2001) werd het draagvlak voor snelheidsbegrenzers nagegaan bij vrachtwagenchauffeurs en bedrijven. Meer dan 1000 Belgische chauffeurs van zware vrachtwagens (meer dan 12 ton) en bussen reageerden negatief op stellingen over de snelheidsbegrenzer. Volgens de chauffeurs leidt een snelheidsbegrenzer tot langere reistijden, langere inhaalperiodes, meer filevorming... . 60 % van de chauffeurs vindt dat een snelheidsbegrenzer niet bijdraagt tot een verbetering van de verkeersveiligheid of tot minder snelheidsovertredingen. Over het aantal inhaalmanoeuvres zijn de meningen verdeeld: 53 % van de chauffeurs denkt dat er minder ingehaald wordt.

Door de lage tevredenheid van chauffeurs, en in mindere mate van bedrijven, is het niet verwonderlijk dat een snelheidsbegrenzer regelmatig uitgeschakeld wordt. Uit het onderzoek van De Mol et al. (2001) blijkt dat bijna 1 op 5 van de chauffeurs toegeeft dat er een mogelijkheid bestaat om de snelheidsbegrenzer in de vrachtwagen uit te schakelen. Van de bedrijven geeft slechts 5% aan dat de begrenzer uitgeschakeld kan worden. Bijna 20% van de chauffeurs geven aan de begrenzer in België vaak of meestal uit te schakelen. Het lijkt er dus op dat diegenen die de mogelijkheid hebben om de begrenzer uit te schakelen dit ook doen.

Voor ADR-transporten is de situatie nog opvallender. Deze transporten zijn uitgerust met een begrenzer afgesteld op 90 km/u, terwijl de snelheidslimiet voor deze transporten op 85 km/u ligt. Ondanks het feit dat deze transporten dus al sneller kunnen dan wettelijk toegestaan, geeft meer dan 20 % van de chauffeurs toe dat deze begrenzer nog uitgeschakeld kan worden.

Het invoeren van een snelheidsbegrenzer bij een categorie van "minder zware" vrachtwagens op dezelfde wijze zal vermoedelijk een vergelijkbaar draagvlak hebben. Men kan zelfs verwachten dat dit draagvlak kleiner is, omdat chauffeurs "lichtere" vrachtwagens als minder gevaarlijk beschouwen en hierdoor een begrenzer minder accepteren. Mogelijk vergroot het draagvlak voor een snelheidsbegrenzer wanneer men merkt dat alle vrachtwagens (ook de lichte) begrensd zijn. In dat geval zal de begrenzer waarschijnlijk minder uitgeschakeld worden.

De snelheidsbegrenzer zal afgesteld worden op 90 km/h, terwijl de snelheidslimiet op 80 km/h gebracht wordt. Dit brengt met zich mee dat, naast het gebruik van de snelheidsbegrenzer, ook de chauffeur zelf nog verantwoordelijk zal zijn voor het naleven van de snelheidslimiet van 80 km/u. Zoals in paragraaf 3.2 aangegeven wordt, daalt de werkelijke snelheid slechts met een aandeel van de wijziging in snelheidslimiet. Men kan verwachten de "extra" inspanning van de chauffeur klein gaat zijn, als het draagvlak voor een lagere snelheidslimiet ook klein is.

Maar ondanks bovenstaande inbreuken op het verplichte gebruik van begrenzers, kan men toch stellen dat in de meeste gevallen de begrenzer zijn werk kan doen en dat de werkelijk gereden snelheid voor de meeste chauffeurs zal dalen. Men kan verwachten dat de meeste vrachtwagenbestuurders een snelheid van net onder 80 km/h tot 90 km/h zullen aanhouden. De mate waarin de limieten nageleefd worden zijn uiteraard ook afhankelijk van de handhavingsinspanningen.

7.1.2 Effect op de gemiddelde snelheid van de verkeersstroom

De gemiddelde snelheid zal dalen, want alle vrachtwagens (behoudens het aandeel chauffeurs dat de begrenzer uitschakelt) zullen de limiet ten hoogste met 10 km/u kunnen overtreden.

Wanneer enkel de vrachtwagens vertragen zal het effect op de globale gemiddelde snelheid eerder beperkt zijn, gezien het relatief beperkte aantal vrachtwagens. Bovendien wordt voor slechts een beperkt deel van de vrachtwagens de snelheidslimiet (en daarmee de verwachte snelheid) fors teruggeschroefd. De verwachte winst voor de globale gemiddelde snelheid is hoogstens enkele km/h. Merk op dat dit reeds een merkbare positieve impact op het aantal ongevallen kan hebben (zie hoofdstuk 4).

7.1.3 Effect op de spreiding in snelheid van de verkeersstroom

Het verschil tussen de limiet van 80 km/u en de door de snelheidsbegrenzer afgedwongen 90 km/u heeft waarschijnlijk tot gevolg dat er voor vrachtwagens variatie in snelheid zal zijn tussen 80 en 90 km/u. Dit zal waarschijnlijk de spreiding van de snelheden van de zwaardere vrachtwagens doen toenemen. Waar zij vroeger bijna allemaal 90 km/h of net iets trager reden, zullen nu snelheden optreden tussen 80 en 90 km/h. Anderzijds passen de lichte vrachtwagens nu beter bij de zwaardere vrachtwagens. De spreiding binnen de globale groep vrachtwagens zal naar verwachting dan ook afnemen. In vergelijking met de situatie zonder snelheidsbegrenzer zal de groep vrachtwagens op een meer homogene manier rijden. Er ontstaat bovendien een meer homogeen beeld: de vrachtwagens enerzijds en de personenwagens anderzijds.

De groep van vrachtwagens wordt meer uitgesproken vertraagd ten opzichte van de gewone auto's. Er ontstaat een meer bimodale verdeling van de snelheid, waarbij het snelheidsverschil ongeveer 30 km/u bedraagt.

7.1.4 Effect op het aantal ongevallen

Dings et al. (1999, referentie in De Mol et al. (2001)) schatten het effect op verkeersveiligheid van het invoeren van een snelheidsbegrenzing van lichte vrachtwagens op een vermindering van het aantal verkeersdoden in Nederland met 20 tot 30 per jaar.

7.1.5 Conclusie

De snelheidsbegrenzer zorgt ervoor dat de vrachtwagen fysiek niet sneller kan dan de vooropgestelde begrenzing (90 km/h). Deze 90 km/h is evenwel hoger dan de voorgestelde snelheidslimiet van 80 km/h. Dit kan aanleiding geven tot een grotere spreiding binnen de zware vrachtwagens in vergelijking tot de huidige situatie. De spreiding binnen de volledige groep vrachtwagens zal evenwel verkleinen aangezien nu

ook lichte vrachtwagens dezelfde beperkingen zullen krijgen. Het effect van de begrenzer is o.a. afhankelijk van het gemak waarmee deze begrenzer uitgeschakeld kan worden en het draagvlak bij de chauffeurs (de wil om de begrenzer te gebruiken).

In Nederland verwacht men bij de invoering van een snelheidsbegrenzer voor lichte vrachtwagens jaarlijks 20 tot 30 verkeersdoden te besparen.

7.2 Effect van het inhaalverbod voor vrachtwagens

Op verschillende Vlaamse snelwegen is momenteel reeds een inhaalverbod voor vrachtwagens tijdens de spitsuren van kracht. Een voorstel is om dit inhaalverbod uit te breiden.

7.2.1 Effect op de verkeersstroom

Drews (n.d.) vindt na invoering van een inhaalverbod op Duitse snelwegen lagere snelheden bij de vrachtwagens, terwijl de gemiddelde snelheid van de personenauto's toeneemt. Een meer homogene verkeersstroom ontstaat en de frequentie van gevaarlijk korte tussenafstanden neemt lichtjes af. Op stroken met een inhaalverbod voor vrachtwagens vindt Drews dat de rechterrijstrook zwaarder belast is. Ook werden meer inhaalbewegingen door personenwagens vastgesteld.

Brilon en Luehder (n.d.) merken een beperkte verhoging van de gemiddelde snelheid op beide rijstroken. De vrachtwagens daarentegen rijden gemiddeld iets trager wanneer een inhaalverbod van kracht is. Vooral op de linkerrijstrook neemt de snelheidsvariatie af. Een inhaalverbod kan volgens Brilon en Luehder dan ook bijdragen tot een verhoogde homogeniteit van de verkeersstroom.

Adriaensen en Scheers (2004) noemen een aantal elementen die bij invoering van een inhaalverbod een invloed kunnen hebben op de verkeersveiligheid. Enerzijds zorgt een inhaalverbod voor een rustiger verkeersbeeld waar schokgolven minder optreden. Dit laatste heeft een invloed op het voorkomen van kop-staartaanrijdingen. Inhaalmanoeuvres kunnen ook op zichzelf een risico opleveren. Voertuigen op de linkerrijstrook kunnen verdrukt worden waardoor een flankaanrijding kan ontstaan. Wanneer minder (idealiter geen) vrachtwagens op de linkerrijstrook rijden, verbetert de zichtbaarheid voor de autobestuurders hier.

Anderzijds kan het instellen van een inhaalverbod aanleiding geven tot colonnevorming. Dit kan problemen opleveren bij op- en afritten. Bovendien treedt bij het tussen vrachtwagens rijden een sterke zichtbelemmering op, zowel naar voor als naar achter. Vrachtwagenbestuurders irriteren zich ook aan een algemeen inhaalverbod, wat op zich tot verkeersonveilig gedrag kan leiden. Dynamische inhaalverboden worden gemakkelijker geaccepteerd. Anderzijds ergeren bestuurders van personenwagens zich vaak aan inhalende vrachtwagens.

Adriaensen en Scheers (2004) besluiten dat het effect van een inhaalverbod op de verkeersveiligheid nog niet wetenschappelijk werd onderzocht. Wel wordt geopperd dat een inhaalverbod een bijdrage zou kunnen leveren tot de verbetering van de verkeersveiligheid. Zij baseren zich hiervoor op het verminderen van de schokgolven.

Afhankelijk van de achtergrond wordt de nadruk soms wel meer gelegd op de problemen die kunnen ontstaan door colonnevorming met een vermindering van de verkeersveiligheid tot gevolg. Anderen leggen dan weer de nadruk op de positieve effecten. Kortom, er treden effecten op die zowel een verbetering als een verslechtering van de verkeersveiligheid met zich kunnen meebrengen. Er is nog niet eenduidig onderzocht welk effect nu het meest doorweegt.

De Adviesgroep voor verkeer en vervoer (AVG, 1992) voerde een literatuurstudie uit naar de effecten van een inhaalverbod voor vrachtwagens op de verkeersafwikkeling. Op basis van een beperkt aantal beschikbare studies (Garber en Gadiraju, 1990; Lüdher, 1990)

maakten zij een analyse van de problematiek. Lüdher stelt een verbeterde (rustigere) afwikkeling op de linkerrijstrook en een lagere gemiddelde snelheid vast.

Op basis van het literatuuronderzoek van AGV (1992) werden in Nederland een aantal proeven met inhaalverbod uitgevoerd (op de A50 en de A2; RWS Directie Oost-Nederland, 1996 respectievelijk RWS Directie Limburg, 1996). De resultaten zijn onderling vrij goed vergelijkbaar. Zo wordt een lichte tot een niet-significante daling van de gemiddelde snelheid vastgesteld, vergezeld van een daling van de spreiding van de snelheden. Er is een homogener verkeersbeeld ontstaan. Ook het aantal zeer korte volgafstanden neemt af en dit zowel op de linker- als de rechterrijstrook. De verdeling van het verkeer over beide rijstroken is quasi ongewijzigd gebleven. Het aantal rijstrookwisselingen neemt enigszins toe. Deze rijstrookwisselingen kunnen volledig op het conto van de personenwagens geschreven worden want het aantal rijstrookwisselingen door vrachtwagens is fors gedaald. Ook het aantal fout- en gevaarmanoeuvres daalt aanzienlijk. De in- en uitvoegsituatie vertonen evenmin een verslechtering. Wel kan er soms een compenserend inhaalgedrag door vrachtwagens vastgesteld worden direct na het traject waar het inhaalverbod van kracht is.

De bimodaliteit 80 à 90 km/u en 120 km/u zal nu ook ontstaan, maar die zal nu meer opgesplitst worden over verschillende rijstroken. We verwachten dat, zeker op de rechter rijstrook, de snelheid zal homogeniseren en deze rijstrook dus veiliger maken. Op de volgende rijstrook zullen er minder lichte vrachtwagens zijn die inhalen tegen bv. 100 km/u, maar er zullen iets meer gewone auto's zijn die tegen 100 km/u vrachtwagens inhalen.

7.2.2 *Conclusie*

Het inhaalverbod voor vrachtwagens zorgt voor minder rijstrookveranderingen door vrachtwagens. Bovendien rijden de vrachtwagens gemiddeld iets trager (vooral door een vermindering van het aantal snelle vrachtwagens). Bovendien ontstaat een meer homogeen verkeersbeeld en daalt de spreiding van de snelheden. Tenslotte worden minder gevaarlijke manoeuvres geconstateerd en treedt geen verslechtering op bij het in- of uitvoegen.

Ook de snelheid van de personenwagens wijzigt. De internationale literatuur is het evenwel niet eens over de richting. De wijzigingen zullen dan ook beperkt zijn. Het aantal rijstrookwisselingen stijgt voor personenwagens.

Het effect op de verkeersveiligheid werd evenwel nog niet rechtstreeks onderzocht. Er zijn elementen die een verslechtering (colonnevorming) verantwoorden en er zijn elementen die een verbetering (meer homogene verkeersstroom) van de verkeersveiligheid verantwoorden. Deze laatste lijken iets meer gewicht in de schaal te werpen.

Vrachtwagenbestuurders irriteren zich ook aan een algemeen inhaalverbod, wat op zich tot verkeersonveilig gedrag kan leiden. Dynamische inhaalverboden worden gemakkelijker geaccepteerd. Anderzijds ergeren bestuurders van personenwagens zich vaak aan inhalende vrachtwagens.

7.3 Conclusie

Snelheidsbegrenzer		
Aantal verkeersdoden	Invoering snelheidsbegrenzing voor lichte vrachtwagens vermindert aantal verkeersdoden in Nederland naar schatting met 20 tot 30 per jaar	Dings et al. (1999), in De Mol et al. (2001)
Inhaalverbod voor vrachtwagens		
Snelheid vrachtwagens	Lager bij inhaalverbod	Drews (n.d.)
Snelheid vrachtwagens	Lager bij inhaalverbod	Brilon & Luehder (n.d.)
Snelheid personenwagens	Hoger bij inhaalverbod	Drews (n.d.)
Snelheid globaal	Hoger bij inhaalverbod	Brilon & Luehder (n.d.)
Snelheid globaal	Lichte tot niet significante daling	RWS (1996)
Snelheidsvariatie	Neemt vooral af op linkerrijstrook	Brilon & Luehder (n.d.)
Verkeersstroom	Homogener bij inhaalverbod	Brilon & Luehder (n.d.); RWS (1996)
Spreiding snelheden	Daalt bij inhaalverbod	RWS (1996)
Volgtijd	Neemt af bij inhaalverbod	Brilon & Luehder (n.d.)
Volgtijd	Neemt toe bij inhaalverbod	RWS (1996)
Frequentie van gevaarlijk korte tussenafstanden	Neemt licht af bij inhaalverbod	Drews (n.d.)

Inhaalbewegingen door personenwagens	Nemen toe bij inhaalverbod	Drews (n.d.)
Rijstrookwisselingen vrachtwagens	Lager bij inhaalverbod	RWS (1996)
Rijstrookwisselingen personenauto's	Hoger bij inhaalverbod	RWS (1996)

8. TOEGEPAST OP VLAANDEREN

In de voorgaande hoofdstukken werden een groot aantal verbanden gegeven tussen snelheid en ongevallen. Deze bevindingen uit de literatuur zijn niet steeds eenduidig. Het duidelijkste voorbeeld hiervan is de discussie of absolute snelheid dan wel spreiding van de snelheid het belangrijkste aandeel heeft in het voorspellen van de verkeersonveiligheid.

Om een schatting te maken voor Vlaanderen worden in dit hoofdstuk, op basis van de bevindingen uit voorgaande hoofdstukken, een aantal scenario's opgesteld en beoordeeld op de verkeersveiligheidsaspecten.

Een aantal belangrijke gegevens ontbreken in Vlaanderen. We zullen dan ook een inschatting moeten maken van het snelheidsprofiel van de verschillende weggebruikers op de Vlaamse snelwegen. We moeten dit hoe dan ook doen voor de snelheidsprofielen na het invoeren van de maatregel. Om de onzekerheid enigszins op te vangen werken we met verschillende scenario's. De resultaten van de verschillende toekomstscenario's worden steeds vergeleken met de resultaten van het referentiescenario.

8.1 Referentietoestand

Uitgangspunt voor de scenario's is een snelweg met 2 rijstroken (per rijrichting). We veronderstellen dat 80% van de verkeersstroom personenwagens zijn, 20% zijn vrachtwagens (dit is ook het uitgangspunt van de afdeling Verkeerskunde van het departement LIN van de Vlaamse Gemeenschap voor de bepaling van het type beveiligingsconstructies). Op sommige snelwegen zal dat meer zijn, op andere dan weer minder. 85% van de vrachtwagens worden verondersteld op de rechterrijstrook te rijden ($0,85 \cdot 0,20 = 17\%$ van de totale voertuigstroom). De overige 15% bevinden zich op de linkerrijstrook (3% van de totale voertuigstroom). De personenwagens zijn als volgt verdeeld: 45% op de rechterrijstrook (36% van de totale voertuigstroom) en 55% op de linkerrijstrook (44% van de totale voertuigstroom). Dit betekent dat we er van uitgaan dat 53% van alle voertuigen op de rechterrijstrook zullen rijden. De overige 47% gebruiken de linkerrijstrook. Het aandeel vrachtwagens op de rechterrijstrook bedraagt $17/53 = 32\%$. Op de linkerrijstrook rijden $3/47 = 6\%$ vrachtwagens.

De vrachtwagens worden over de 3 categorieën verdeeld:

- tussen 3,5 en 7,5 ton (VW1): 29% (en dus 5,7% van de totale voertuigstroom)
- tussen 7,5 en 12 ton (VW2): 29% (en dus 5,7% van de totale voertuigstroom)
- meer dan 12 ton (VW3): 43% (en dus 8,6% van de totale voertuigstroom).

Lichte vrachtwagens (VW1) zullen relatief veel meer gebruik maken van de linkerrijstrook gezien hun hogere (toegelaten) snelheid. We verwaarlozen het aandeel van de zwaarste vrachtwagens op de linkerrijstrook (alle vrachtwagens VW3 rijden op rechterrijstrook). We veronderstellen dat 90% van de vrachtwagens op de linkerrijstrook lichte vrachtwagens (VW1) zijn (of 2,7% van de globale verkeersstroom), de overige 10% behoren tot de categorie VW2 (of 0,3% van de totale verkeersstroom). De rest van de vrachtwagens rijdt op de rechterrijstrook.

Dit levert uiteindelijk onderstaande verdeling van de voertuigstroom over de 2 rijstroken en de 4 voertuigcategorieën:

Vrachtwagens 20% (waarvan 29% VW1, 29% VW2 en 43% VW3)					Personenwagens 80%	
RR 85%			LR 15%		RR 45%	LR 55%
17%			3%			
VW1	VW2	VW3	VW1 90%	VW2 10%		
5,7-2,7 = 3,0%	5,7-0,3 = 5,4%	8,6%	2,7%	0,3%	36%	44%

Tabel 11: Verdeling voertuigstroom in referentietoestand

Voor elk van de voertuigstromen wordt een snelheidsverdeling verondersteld. De referentietoestand wordt gedefinieerd in onderstaande tabel. We gaan uit van een gemiddelde snelheid voor de personenwagens van ongeveer 120 km/h, voor de lichte vrachtwagens (3,5-7,5 ton) ongeveer 110 km/h en voor de zware vrachtwagens (boven 7,5 ton) ongeveer 90 km/h. Deze cijfers zijn niet gebaseerd op meetgegevens, maar trachten een zo realistisch mogelijk beeld te geven voor een gemiddelde Vlaamse snelweg met 2 rijstroken.

Voertuigcategorie Aandeel in verkeer	Rechterrijstrook					Linkerrijstrook				
	PW	VW1	VW2	VW3	TOT	PW	VW1	VW2	VW3	TOT
Bovengrens snelheidsinterval	36,0%	3,0%	5,4%	8,6%	53,0%	44,0%	2,7%	0,3%	0,0%	47,0%
85				5						
87,5			5	15						
90		1	45	75				5		
92,5		1	45	5				45		
95	1	1	5				1	45		
97,5	1	2					1	5		
100	1	2,5					1			
102,5	2	5				1	2			
105	2,5	7,5				1	2,5			
107,5	5	10				1	5			
110	7,5	40				2	7,5			
112,5	10	10				2,5	10			
115	40	7,5				5	40			
117,5	10	5				7,5	10			
120	7,5	2,5				10	7,5			
122,5	5	2				40	5			
125	2,5	1				10	2,5			
127,5	2	1				7,5	2			
130	1	1				5	1			
132,5	1					2,5	1			
135	1					2	1			
137,5						1				
140						1				
142,5						1				

Tabel 12: Snelheidsverdelingen voor de referentietoestand

PW: personenwagens; VW1: vrachtwagens tussen 3,5 en 7,5 ton; VW2: vrachtwagens tussen 7,5 en 12 ton; VW3: vrachtwagens boven 12 ton

De gemiddelde snelheid en de spreiding, samenhangend met de verdeling van tabel 12 wordt gegeven in tabel 13.

	Rechterrijstrook					Linkerrijstrook				
voertuig	PW	VW1	VW2	VW3	TOT	PW	VW1	VW2	VW3	TOT
gemiddelde	115	110	91,25	89,5	108,2	122,5	115	93,75	/	121,9
spreiding	6	6	2	2	12	6	6	2	/	7

Tabel 13: Gemiddelde snelheid en spreiding van de snelheid voor de verschillende voertuigcategorieën (op een snelweg, per rijstrook) in de referentiesituatie.

8.2 De scenario's

Een aantal scenario's worden onderzocht en vergeleken met het referentiescenario. Ten gevolge van de verlaging van de snelheidslimiet voor de 3 vrachtwagenklassen (voor VW1 van 120 naar 80, voor VW2 en VW3 van 90 naar 80) verwachten we een snelheidsverlaging van alle vrachtwagens. In de eerste twee scenario's wordt het effect bestudeerd van een snelheidsverlaging op zichzelf. Scenario 3 geeft ter vergelijking het verwachte effect van de invoering van de snelheidsbegrenzer voor de vrachtwagens tussen 3,5 n 7,5 ton, maar zonder dat de wettelijke limiet daalt tot 80km/u. Scenario 4 maakt een combinatie van de snelheidsbegrenzer en limietverlaging. In scenario 5 voeren we bijkomend een inhaalverbod voor vrachtwagens in. In scenario 6 tenslotte veronderstellen we een betere naleving van de verkeersregels ten gevolge van een meer stringente handhaving.

Scenario 1 is als volgt opgebouwd:

De personenwagens PW houden hetzelfde snelheidsprofiel. We gaan er dus van uit dat de snelheid van de personenwagens niet beïnvloedt wordt door de maatregel.

De snelheidsprofielen voor VW2 en VW3 schuiven in hun globaliteit 2,5 km/h op. Alle vrachtwagens VW2 en VW3 rijden dus 2,5 km/h trager. Dit komt overeen met 25% van de limietverlaging (van 90 km/h naar 80 km/h). Deze waarde wordt aangehaald door Finch (1996) en Elvik et al. (2004).

De lichte vrachtwagens VW1 kennen de grootste snelheidsdaling. Voor de vrachtwagens VW1 verlaagt de limiet immers van 120 km/h naar 80 km/h. Opnieuw gebruik makend van de relatie die Finch (1996) en Elvik et al. (2004) afleidden, nl. een snelheidsdaling van 25% van de limietdaling, komen we uit op een snelheidsdaling van 10 km/h. Door de daling van de gemiddelde snelheid verkleint ook de spreiding. We kunnen immers veronderstellen dat de bestuurders VW1 die reeds trager reden, hun snelheid minder zullen verlagen dan die bestuurders die sneller reden. De samendrukking van de snelheidsverdeling treedt dan ook op langs de onderzijde van de snelheidsverdeling. Voorts veronderstellen we dat de bestuurders VW1 op de linkerrijstrook hun snelheid minder aanpassen. Op de linkerrijstrook veronderstellen we dan ook dat de snelheid met slechts 5 km/h afneemt. Er verandert niets aan de spreiding van deze snelheidsverdeling.

Tegelijk met de snelheidsdaling treedt ook een verschuiving op in de voertuigsamenstelling van beide rijstroken. Meer vrachtwagens blijven op de rechterrijstrook terwijl meer personenwagens gebruik maken van de linkerrijstrook.

In scenario 2a gaan we uit van een grotere impact van de daling van de snelheidslimiet op het snelheidsgedrag van de vrachtwagenbestuurders. We stellen nu dat de snelheidsdaling grotendeels overeenstemt met 50% van de limietdaling. Meer in detail betekent dit voor VW2 en VW3 een daling met 5 km/h waarbij de vorm (en dus ook de spreiding) van de snelheidsverdeling niet wijzigt. Scenario 2b volgt een vergelijkbare redenering, waarbij er bijna 100% daling is van de gereden snelheid. Scenario's 2a en 2b

zijn minder bedoeld als echt realistische scenario's, maar wel om de effecten van verschillende modellen te controleren.

Voor VW1 betekent een daling met 20 km/h op de rechterrijstrook. Opnieuw neemt de spreiding van het snelheidsprofiel af. Op de linkerrijstrook veronderstellen we een daling van de gemiddelde snelheid met 15 km/h. De vorm van de snelheidsverdeling wordt gelijkgesteld aan de snelheidsverdeling op de rechterrijstrook (voor VW1), maar dan globaal 10 km/h sneller. Het aantal vrachtwagens op de rechterrijstrook neemt opnieuw iets toe, terwijl het aandeel personenwagens op de rechterrijstrook afneemt. Deze personenwagens komen terecht op de linkerrijstrook.

In scenario 3 nemen we aan dat de snelheidsbegrenzer ook voor de lichtere vrachtwagens tussen 3,5 en 7,5 ton verplicht is. De snelheidslimiet wordt niet aangepast. Daardoor zal deze vrachtwagencategorie ook trager gaan rijden. De overige voertuigcategorieën veranderen hun snelheidsgedrag niet. We verwachten wel dat de bestuurders van deze lichte vrachtwagens meer geneigd zijn om de begrenzer te omzeilen. Dit is te verklaren vanuit gewoontevorming. Ze zijn immers jarenlang gewend sneller te kunnen rijden dan andere vrachtwagens. Ook zullen meer vrachtwagens geneigd zijn gebruik te maken van de rechterrijstrook.

Scenario 4 bouwt verder op scenario 2, maar nu wordt de snelheidsbegrenzer bij alle vrachtwagens meegeteld. We gaan er van uit dat geen enkele vrachtwagen sneller dan 90 km/h rijdt. Alle vrachtwagens die in scenario 2 sneller dan 90 km/h reden, worden in scenario 4 bij de categorie 90 km/h gevoegd. Het aandeel vrachtwagens op de linkerrijstrook neemt sterk af. De snelheidsverdeling van de personenwagens blijft ook nu ongewijzigd.

Voor scenario 5 gaan we nog een stap verder. We veronderstellen nu ook een inhaalverbod voor vrachtwagens. Hierdoor zal de snelheid van de 3 vrachtwagencategorieën uniformiseren. We veronderstellen de verdeling gelijk aan deze van VW3 uit scenario 4. Geen enkele vrachtwagen maakt nog gebruik van de linkerrijstrook. De snelheidsverdeling van de personenwagens blijft nog steeds ongewijzigd. Wel verschuiven een aantal auto's van de rechter- naar de linkerrijstrook.

In scenario 6 gaan we uit van een meer stringente naleving van de snelheidslimiet, naast het inhaalverbod en het gebruik van de snelheidsbegrenzer. Het aandeel snelheidsovertreders neemt af en bijgevolg ook de gemiddelde snelheid. Ook hier maakt geen enkele vrachtwagen gebruik van de linkerrijstrook.

In dit scenario neemt ook de gemiddelde snelheid van de personenwagens af. Als de vrachtwagens gecontroleerd worden, kunnen we er immers van uitgaan dat ook autobestuurders hun gedrag zullen aanpassen. We merken voor hen een samendrukking van het snelheidsprofiel langs de bovenzijde van de verdeling. Autobestuurders die te snel reden voorheen, zullen nu hun snelheid enigszins verlagen. De echte excessen worden eruit gehaald.

In tabel 14 wordt een overzicht gegeven van de vooropgestelde snelheden, spreiding en aandeel in de verkeersstroom. De snelheidsverdelingen voor de verschillende scenario's worden in meer detail weergegeven in bijlage. De globale groep van vrachtwagens wordt eveneens weergegeven.

Scenario		Rechterrijstrook						Linkerrijstrook					
		PW	VW1	VW2	VW3	VW	TOT	PW	VW1	VW2	VW3	VW	TOT
Ref.	v	115	110	91	90	94	108	123	115	94	/	113	122
	σ	6	6	2	2	8	12	6	6	2	/	9	7
	%	36,0	3,0	5,4	8,6	17,0	53	44,0	2,7	0,3	0	3,0	47
1: ΔV 25% van limietwijziging	v	115	100	89	87	90	107	123	110	91	/	108	122
	σ	6	6	2	2	6	13	6	6	2	/	9	7
	%	35,5	3,5	5,4	8,6	17,5	53	44,5	2,2	0,3	0	2,5	47
2a: ΔV 50% van limietwijziging	v	115	90	86	85	86	105	123	100	89	/	99	122
	σ	6	5	2	2	3	15	6	5	2	/	6	8
	%	35,0	4,0	5,4	8,6	18,0	53	45,0	1,7	0,3	0	2,0	47
2b: ΔV 100% van limietwijziging	v	115	82	81	80	81	102	123	90	84	/	89	122
	σ	6	3	2	1	2	17	6	5	2	/	5	8
	%	33,6	5,2	5,6	8,6	19,4	53	46,4	0,5	0,1	0	0,6	47
3: enkel begrenzer	v	115	92	91	90	91	106	123	94	94	/	94	122
	σ	6	2	2	2	2	13	6	2	2	/	2	7
	%	33,8	5,2	5,4	8,6	19,2	53	46,2	0,5	0,3	0	0,8	47
4: begrenzer	v	115	88	86	85	86	104	123	90	89	/	90	122
	σ	6	3	2	2	3	15	6	1	1	/	1	7
	%	33,4	5,4	5,6	8,6	19,6	53	46,6	0,3	0,1	0	0,4	47
5: inhaalverbod	v	115	82	82	82	82	103	123	/	/	/	/	123
	σ	6	2	2	2	2	17	6	/	/	/	/	6
	%	33,0	5,7	5,7	8,6	20,0	53	47,0	0	0	0	0	47
6: inhaalverbod +naleving	v	114	81	81	81	81	101	119	/	/	/	/	119
	σ	5	2	2	2	2	17	5	/	/	/	/	5
	%	33,0	5,7	5,7	8,6	20,0	53	47,0	0	0	0	0	47

Tabel 14: Samenvattende beschrijving van de scenario's

PW: personenwagens; VW1: vrachtwagens tussen 3,5 en 7,5 ton; VW2: vrachtwagens tussen 7,5 en 12 ton; VW3: vrachtwagens boven 12 ton; VW: alle vrachtwagens

8.3 De berekeningen

In deze paragraaf worden de effecten van de verschillende scenario's op de verkeersveiligheid berekend. Deze berekening doorloopt een aantal stappen.

Eerst worden de ongevallen op snelwegen opgesplitst volgens 3 types:

- ongevallen zonder vrachtwagens;
- ongevallen met enkel vrachtwagens (omdat de ongevalgegevens geen duidelijk onderscheid maken tussen de vrachtwagenstypes worden alle vrachtwagens voor de verdere berekeningen samengenomen);
- ongevallen met zowel vrachtwagens als andere voertuigen. We bepalen zowel het aantal ongevallen van elk type als ook het aantal slachtoffers (doden, zwaargewonden en lichtgewonden) en het aantal voertuigen betrokken in elk van de types ongevallen.

Vervolgens wordt voor elk van de 3 types ongevallen een reductiepercentage berekend, op basis van de verbanden gevonden in de internationale literatuur, dat aangeeft welk aandeel van de ongevallen of slachtoffers bespaard kan worden in de verschillende scenario's.

Aan de hand van de gevonden reductiepercentages wordt tenslotte het globale effect voor de autosnelwegen bepaald, uitgedrukt in bespaarde ongevallen, slachtoffers of voertuigen betrokken in ongevallen op autosnelwegen. De resultaten van de berekeningen worden weergegeven in de volgende paragraaf.

8.3.1 Ongevallen op snelwegen in Vlaanderen

In tabel 15 wordt een aantal cijfers met betrekking tot de verkeersveiligheid op autosnelwegen in Vlaanderen gegeven. De cijfers geven het gemiddelde voor de jaren 1999, 2000 en 2001. Meer recente ongevals cijfers zijn nog niet beschikbaar voor Vlaamse autosnelwegen. Naast het aantal ongevallen, opgesplitst naar de 3 beschouwde typen van ongevallen: ongevallen met enkel vrachtwagens, ongevallen zonder vrachtwagens en ongevallen met zowel vrachtwagens als andere voertuigen, worden de ongevallen ook opgesplitst naar ernst. Daarnaast worden ook de aantallen slachtoffers gegeven (eveneens opgesplitst naar ernst) en het aantal voertuigen betrokken in de verschillende ongevalstypen.

	Zonder vrachtwagens	Met enkel vrachtwagens	Met zowel vrachtwagens als andere voertuigen	
Letselongevallen	1933	281	688	
Met doden	70	13	27	
Met zwaargewonden	324	64	109	
Met lichtgewonden	1540	203	553	
Doden	79	14	32	
Zwaargewonden	428	74	154	
Lichtgewonden	2529	283	974	
Voertuigen	3060 PW	411 VW	864 PW	759 VW

Tabel 15: Overzicht verkeersonveiligheid op snelwegen in Vlaanderen, gemiddelde van 1999, 2000 en 2001

Bron: NIS, eigen bewerking

8.3.2 Reductiepercentages

We herhalen eerst kort de verbanden tussen snelheid en onveiligheid die gehanteerd zullen worden voor de berekening van de reductiepercentages.

a. Letselongevallen

Voor de berekening van de wijziging van het aantal letselongevallen wordt gebruikt gemaakt van onderstaande verbanden:

$$A_{\text{voor}} / A_{\text{na}} = (V_{\text{voor}} / V_{\text{na}})^2 \quad (\text{Nilsson, 2004});$$

$$\text{Ongfreq} = 0,000435 * V^{2,252} * \text{EXP}(5,893 * \text{SD}/V) \quad (\text{Taylor et al., 2000}).$$

Opgesplitst naar letselernst wordt dit:

$$\text{Ongevallen met doden: } A_{\text{na}}/A_{\text{voor}} = (V_{\text{na}}/V_{\text{voor}})^{3,6} \quad (\text{Elvik et al., 2004})$$

$$\text{Ongevallen met zwaargewonden: } A_{\text{na}}/A_{\text{voor}} = (V_{\text{na}}/V_{\text{voor}})^{2,4} \quad (\text{Elvik et al., 2004})$$

$$\text{Ongevallen met lichtgewonden: } A_{\text{na}}/A_{\text{voor}} = (V_{\text{na}}/V_{\text{voor}})^{1,2} \quad (\text{Elvik et al., 2004})$$

V staat hierbij steeds voor gemiddelde snelheid, A voor aantal ongevallen en SD voor standaard deviatie. Merk op dat enkel Taylor et al. zowel gemiddelde snelheid als standaard deviatie opnemen. Het hoeft dan ook niet te verbazen dat deze resultaten het meest afwijkend zijn. De kracht van het model van Taylor et al. is dit gebruik van gemiddelde en standaard deviatie. Het nadeel is dat het gebaseerd is op cross-sectionele studies. Deze studies zijn minder geschikt om uitspraken te doen over veranderende factoren. Daarvoor zijn voor-na studies meer geschikt.

b. Slachtoffers

Een andere manier om verkeersveiligheid uit te drukken is in termen van slachtoffers. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de verbanden die Elvik et al. (2004) vonden voor doden (D), zwaargewonden (Z) en lichtgewonden (L) in functie van een wijziging van de snelheid:

$$D_{na}/D_{voor} = (V_{na}/V_{voor})^{4.5}$$

$$Z_{na}/Z_{voor} = (V_{na}/V_{voor})^{3.0}$$

$$L_{na}/L_{voor} = (V_{na}/V_{voor})^{1.5}$$

c. Voertuigen

Kloeden et al. (2001) geven het volgende verband tussen het relatieve ongevalsrisico en de afwijking van de individuele snelheid ten opzichte van de gemiddelde snelheid:

$$\text{Ongevalsrisico relatief} = \text{EXP}(0,07039 \cdot \text{ISD} + 0,0008617 \cdot \text{ISD}^2)$$

ISD staat voor het verschil tussen de individuele snelheid van een voertuig en de gemiddelde snelheid van de verkeersstroom.

d. De berekening

Elvik et al. (2004), Taylor et al. (2000) en Nilsson (2004) vertrekken voor hun verband van kenmerken van de snelheidsverdeling. De berekeningen zijn dan ook vrij eenvoudig. Voor de ongevallen zonder vrachtwagens wordt gebruik gemaakt van de snelheidsverdeling van de personenwagens. We veronderstellen immers dat vrachtwagens dit ongeval niet beïnvloeden. Voor de reductiepercentages voor de ongevallen met enkel vrachtwagens gebruiken we analoog de snelheidsverdeling van de vrachtwagens (in hun totaliteit). Voor de ongevallen waarbij verschillende voertuigtypen zijn betrokken gebruiken we tenslotte de snelheidsverdeling van de globale verkeersstroom.

Per rijstrook wordt berekend hoeveel letselongevallen er nog zijn t.o.v. de referentiesituatie. Hierbij wordt rekening gehouden met enerzijds de risicoverandering ten gevolge van de gewijzigde snelheidskarakteristieken, maar ook van de risicoverandering ten gevolge van de gewijzigde blootstelling. In de verschillende scenario's wijzigt immers het aandeel van de verschillende voertuigcategorieën over beide rijstroken. De globale verdeling (alle voertuigcategorieën samen) blijft wel constant voor de verschillende scenario's (53% op de rechterrijstrook, 47% op de linkerrijstrook). We vereenvoudigen hierbij het verband tussen blootstelling en ongevalsrisico tot een lineaire relatie. In de literatuur vindt men evenwel doorgaans verbanden waarbij een macht verschillend van 1 optreedt. De verschillen zijn, in het licht van de overige gemaakte veronderstellingen, echter beperkt. In een laatste stap worden de relatieve risico's van beide rijstroken gecombineerd tot 1 waarde voor de globale snelweg.

De berekening van het reductiepercentage volgens Kloeden et al. (2001) is iets moeilijker omdat zij uitgaan van het individuele voertuig. Het aantal voertuigen betrokken in een letselongeval wordt per rijstrook bepaald voor elke snelheids categorie en elke voertuigcategorie. De zo bekomen aantallen worden per voertuigcategorie gesommeerd. Vervolgens wordt gecorrigeerd voor de risicodaling ten gevolge van de daling van de gemiddelde snelheid. We gaan hiervoor (benaderend) uit van een daling van 2% per km/h daling van de gemiddelde snelheid. We krijgen dus voor elke rijstrook:

Risico = (relatief risico t.g.v. spreiding) * (1-0,02*(V-V_{ref})).

We gaan er hierbij voor het gemak van uit dat de effecten t.g.v. spreiding en t.g.v. gemiddelde snelheid onafhankelijk zijn.

Tenslotte worden beide rijstroken samengeteld en vergeleken met de resultaten van de referentietoestand (berekend op dezelfde wijze). Er wordt via deze methode dus ook rekening gehouden met de afwijking ten opzichte van de gemiddelde snelheid en de gemiddelde snelheid zelf.

8.3.3 Ongevallenreductie

In de laatste stap wordt de ongevallenreductie (of reductie van het aantal slachtoffers of voertuigen) op de autosnelwegen in Vlaanderen berekend. De totale reductie wordt gegeven door:

$$\text{Ongeval1} * \text{Reductie1} + \text{Ongeval2} * \text{Reductie2} + \text{Ongeval3} * \text{Reductie3}.$$

Ongeval staat voor het aantal ongevallen, maar ook voor het aantal slachtoffers of het aantal voertuigen. Reductie staat voor de reductiepercentages gevonden in de verschillende scenario's. De indices 1, 2 en 3 staan voor de verschillende soorten ongevallen: zonder vrachtwagens, met enkel vrachtwagens of met verschillende voertuigtypen.

De resultaten worden weergegeven in de volgende paragraaf.

8.4 Effecten op onveiligheid

8.4.1 Letselongevallen

In tabel 16 wordt voor de verschillende scenario's de reductie van het aantal ongevallen gegeven. We geven de resultaten per ongevaltype. Zowel de berekeningen volgens Nilsson (2004) en Taylor et al. (2000; houdt rekening met de spreiding) worden weergegeven.

Scenario	Zonder vrachtwagens	Met enkel vrachtwagens	Met verschillende voertuigtypen	TOT
Ongevalaantal	1933	281	688	2902
Nilsson (2004)				
1: ΔV 25% van limietwijziging	+1	-20	-10	-29 (-1%)
2a: ΔV 50% van limietwijziging	+2	-43	-21	-62 (-2%)
2b: ΔV 100% van limietwijziging	+7	-69	-37	-98 (-3%)
3: enkel begrenzer	+7	-16	-13	-22 (-1%)
4: begrenzer	+8	-39	-24	-54 (-2%)
5: inhaalverbod	+10	-59	-34	-83 (-3%)
6: inhaalverbod + naleving	-62	-67	-57	-187 (-6%)

Tabel 16: Overzicht resultaten van de scenario's, o.b.v. gemiddelde ongevallendata 1999-2001

Scenario	Zonder vrachtwagens	Met enkel vrachtwagens	Met verschillende voertuigtypen	TOT
Ongevalaantal	1933	281	688	2902
Taylor et al. (2000)				
1: ΔV 25% van limietwijziging	+1	-50	+19	-30 (-1%)
2a: ΔV 50% van limietwijziging	+2	-101	+52	-47 (-2%)
2b: ΔV 100% van limietwijziging	+7	-136	+94	-35 (-1%)
3: enkel begrenzer	+7	-102	+9	-87 (-3%)
4: begrenzer	+8	-113	+41	-64 (-2%)
5: inhaalverbod	+10	-138	+67	-61 (-2%)
6: inhaalverbod+ naleving	-176	-144	+28	-292 (-10%)

Tabel 16: Overzicht resultaten van de scenario's, o.b.v. gemiddelde ongevalldata 1999-2001 (vervolg)

Alle scenario's geven een reductie van het globale aantal letselongevallen. De reductie wordt groter naarmate de gemiddelde snelheid verlaagt. Wanneer ook een inhaalverbod voor vrachtwagens wordt ingesteld, wordt de verwachte winst aan verkeersveiligheid groter. De reductie van het aantal letselongevallen met verschillende betrokken voertuigtypes zal beperkt zijn. De globale reductiepercentages variëren van 1% tot 10% minder letselongevallen.

We merken ook dat het aantal ongevallen waarbij verschillende voertuigtypes betrokken toeneemt (althans volgens Taylor et al.). Dit is te wijten aan de verhoogde spreiding van de snelheidsverdeling. Ook het aantal ongevallen zonder vrachtwagens neemt licht toe. Dit is een gevolg van het feit dat iets meer personenwagens gebruik maken van de linkerrijstrook waar de gemiddelde snelheid hoger ligt. Wanneer ook de personenwagens vertragen zien we ook voor deze ongevallen een sterke winst (scenario 6).

Een belangrijke reden voor het gebruik van deze modellen was om te zien of de daling van de gemiddelde snelheid van de vrachtwagens de verwachte stijging ten gevolge van een scherpere bimodale verdeling vrachtwagens-personenwagens compenseerde. De vergelijking van beide effecten is het beste te maken met het model van Taylor et al. De procentuele daling van het aantal vrachtwagenongevallen (18% tot 51%) is groter dan de relatieve stijging van het aantal ongevallen met verschillende voertuigtypen (3% tot 14%). Doordat het aantal vrachtwagenongevallen kleiner is dan het aantal ongevallen met verschillende voertuigtypen, wordt het positieve effect wel kleiner. We zien ook dat de winst aan verkeersveiligheid kleiner wordt wanneer de snelheid van de vrachtwagens te sterk daalt ten opzichte van de snelheid van de personenwagens. Dit komt het beste tot uiting bij een vergelijking van scenario's 2 en 3.

Een onderzoek wees uit dat meer vrachtwagens aanleiding geven tot een groter aantal ongevallen (aantal ongevallen is evenredig met het aantal vrachtwagens tot de macht 0.2; Lindberg, 2001). Een stijging van het aantal vrachtwagens op de wegen met 5% geeft in dat geval aanleiding tot bijna 1% meer ongevallen. In dit rapport wordt niet nagegaan of en in hoeverre het aantal vrachtwagens op de weg toeneemt.

In tabel 17 worden de resultaten gegeven voor de ongevallen opgedeeld naar letselernst.

Scenario	Zonder vrachtwagens	Met enkel vrachtwagens	Met verschillende voertuigtypen	TOT
Ongevallen met doden volgens Elvik et al. (2004)				
	70	13	27	110
1: ΔV 25% van limietwijziging	0	-2	-1	-2 (-2%)
2a: ΔV 50% van limietwijziging	0	-3	-1	-5 (-4%)
2b: ΔV 100% van limietwijziging	0	-5	-2	-8 (-7%)
3: enkel begrenzer	0	-1	-1	-2 (-2%)
4: begrenzer	0	-3	-2	-5 (-4%)
5: inhaalverbod	0	-5	-2	-7 (-6%)
6: inhaalverbod+ naleving	-4	-5	-4	-13 (-12%)
Ongevallen met zwaargewonden volgens Elvik et al. (2004)				
	324	64	109	497
1: ΔV 25% van limietwijziging	0	-6	-2	-7 (-2%)
2a: ΔV 50% van limietwijziging	0	-12	-4	-15 (-3%)
2b: ΔV 100% van limietwijziging	+1	-19	-7	-24 (-5%)
3: enkel begrenzer	+1	-4	-2	-6 (-1%)
4: begrenzer	+1	-11	-4	-14 (-3%)
5: inhaalverbod	+2	-16	-6	-21 (-4%)
6: inhaalverbod+ naleving	-13	-18	-11	-42 (-8%)
Ongevallen met lichtgewonden volgens Elvik et al. (2004)				
	1540	203	553	2296
1: ΔV 25% van limietwijziging	+1	-9	-5	-13 (-1%)
2a: ΔV 50% van limietwijziging	+2	-19	-10	-27 (-1%)
2b: ΔV 100% van limietwijziging	+6	-30	-18	-42 (-2%)
3: enkel begrenzer	+5	-5	-6	-6 (-0%)
4: begrenzer	+7	-16	-12	-21 (-1%)
5: inhaalverbod	+8	-25	-17	-33 (-1%)
6: inhaalverbod+ naleving	-27	-29	-28	-84 (-4%)

Tabel 17: Overzicht resultaten van de scenario's

Uit de resultaten blijkt duidelijk dat het effect groter is bij de meer ernstige ongevallen. Ongevallen met doden nemen af met 2 tot 12%. Ongevallen met zwaargewonden dalen met 2 tot 8%. Het aantal ongevallen met lichtgewonden tenslotte wordt gereduceerd met 1 tot 4%.

8.4.2 Slachtoffers

Elvik et al. (2004) herrekenden de machten van het zogenaamde Power-model van Nilsson. Bovendien maakten zij analoge vergelijkingen voor slachtoffers (doden, zwaargewonden en lichtgewonden). Wanneer we deze vergelijkingen toepassen op de 6 scenario's bekomen we de volgende resultaten (tabel 18).

Scenario		Zonder vrachtwagens	Met enkel vrachtwagens	Met verschillende voertuigtypen	TOT
Aantallen	D	79	14	32	125
	ZG	428	74	154	656
	LG	2529	283	974	3786
1: ΔV 25% van limietwijziging	D	0	-2	-1	-3 (-3%)
	ZG	0	-8	-3	-11 (-2%)
	LG	+1	-15	-11	-24 (-1%)
2a: ΔV 50% van limietwijziging	D	0	-4	-2	-7 (-5%)
	ZG	+1	-17	-7	-23 (-4%)
	LG	+3	-33	-23	-52 (-1%)
2b: ΔV 100% van limietwijziging	D	0	-7	-4	-10 (-8%)
	ZG	+2	-26	-12	-36 (-6%)
	LG	+10	-53	-39	-83 (-2%)
3: enkel begrenzer	D	0	-2	-1	-3 (-2%)
	ZG	+1	-7	-4	-9 (-1%)
	LG	+9	-11	-14	-16 (-0%)
4: begrenzer	D	0	-4	-2	-6 (-5%)
	ZG	+2	-16	-8	-22 (-3%)
	LG	+11	-28	-25	-43 (-1%)
5: inhaalverbod	D	0	-6	-3	-9 (-7%)
	ZG	+2	-23	-11	-32 (-5%)
	LG	+13	-44	-36	-67 (-2%)
6: inhaalverbod+naleving	D	-6	-7	-6	-18 (-15%)
	ZG	-21	-26	-19	-66 (-10%)
	LG	-58	-51	-62	-171 (-5%)

Tabel 18: Overzicht resultaten volgens Elvik et al. (2004)
D=doden; ZG=zwaargewonden; LG=lichtgewonden

Ook hier zien we dat de scenario's met het inhaalverbod de beste resultaten opleveren op het gebied van verkeersveiligheid (we laten scenario 3 even buiten beschouwing). Zoals verwacht daalt het aantal doden meer uitgesproken dan het aantal zwaargewonden dat op zijn beurt sterker afneemt dan het aantal lichtgewonden. In zijn globaliteit verwachten we een daling van het aantal doden met 3-18 eenheden. Het aantal zwaargewonden neemt af met 11 tot 66 eenheden, terwijl het aantal lichtgewonden daalt met 24-171.

Merk tenslotte nog op dat de vergelijkingen van Elvik et al. (2004) enkel rekening houden met de gemiddelde snelheid en niet met een spreidingsmaat.

8.4.3 Voertuigen

Aarts en van Schagen (2005) stellen dat casus-controle studies het best toelaten het verband tussen snelheid en ongevalsrisico af te leiden. Zij concluderen daarom dat momenteel de resultaten van Kloeden et al. het best het verband tussen snelheid en ongevalsrisico weergeven. We geven hier dan ook een aantal resultaten weer. Kloeden bepaalt het aantal vrij rijdende voertuigen dat betrokken is in een ongeval waarbij

minstens 1 persoon naar het ziekenhuis gevoerd wordt. In tabel 19 worden de resultaten gegeven voor de verschillende scenario's. In de berekening werd rekening gehouden met zowel de afwijking ten opzichte van de globale gemiddelde snelheid als de wijziging van de gemiddelde snelheid (per voertuigcategorie en globaal).

Scenario	Zonder vrachtwagens	Met enkel vrachtwagens	Met verschillende voertuigtypen		TOT
	PW	VW	PW	VW	
Aantal voertuigen	3060	411	864	759	5094
1: 80km/u met $\Delta V \pm 25\%$ van limietwijziging	0	-106	+67	-211	-250 (-5%)
2a: 80km/u met $\Delta V \pm 50\%$ van limietwijziging	0	-172	+156	-350	-367 (-7%)
2b: 80km/u met $\Delta V \pm 100\%$ van limietwijziging	0	-211	+318	-439	-332 (-7%)
3: enkel begrenzer	0	-160	+78	-250	-331 (-7%)
4: 80km/u + begrenzer	0	-181	+175	-340	-345 (-7%)
5: 80km/u + begrenzer + inhaalverbod	0	-204	+286	-410	-328 (-6%)
6: 80km/u + begrenzer + inhaalverbod + naleving	-369	-212	+144	-429	-866 (-17%)

Tabel 19: Overzicht resultaten volgens Kloeden et al. (2001)

Alle zes scenario's geven, net zoals in de vorige secties, een positief beeld. Het globale aantal voertuigen betrokken in ongevallen op snelwegen neemt af. De reductie varieert tussen 5% en 17%. De daling is, zoals verwacht kan worden, meer uitgesproken voor vrachtwagens in vergelijking tot de personenwagens.

We merken dat in de eerste 5 scenario's het aantal personenwagens betrokken in letselongevallen met verschillende voertuigtypen toeneemt en dit ondanks het feit dat hun gemiddelde snelheid gelijk blijft of afneemt. Dit is een gevolg van het feit dat de gemiddelde snelheid van vrachtwagens en personenwagens samen nog iets meer afneemt. Het verschil tussen de rijnsnelheid van de auto's ten opzichte van de gemiddelde snelheid neemt dus toe. Voertuigen die sneller rijden dan de gemiddelde snelheid kennen een verhoogd risico dat snel oploopt naarmate de snelheid toeneemt. Enkel bij de scenario 6 (met inhaalverbod voor vrachtwagens en stringentere handhaving) neemt ook het aantal personenwagens betrokken in ongevallen op autosnelwegen af. Dit is vooral een gevolg van de daling van de gemiddelde snelheid van de auto's ten gevolge van een strengere handhaving. Nochtans neemt het aantal personenwagens betrokken in ongevallen met vrachtwagens toe ten opzichte van de referentietoestand. Dit is te wijten aan de grotere spreiding die bestaat tussen personenwagens en vrachtwagens.

In tabel 19 merken we in ongevallen met verschillende voertuigtypen steeds meer personenwagens betrokken raken voor steeds minder vrachtwagens. De verhoudingen worden o.i. wat al te scheef getrokken. Dit is waarschijnlijk een gevolg van de wiskunde achter de benadering. Ook het feit dat het verband niet afgeleid werd voor de hier behandelde specifieke situatie, speelt waarschijnlijk een rol. Niettemin blijft het resultaat

zinvol omdat het deel uitmaakt van een bereik van berekende reductiepercentages. De globale resultaten sluiten trouwens goed aan bij de resultaten van de overige secties.

8.5 Maatschappelijke baten

Een lager aantal verkeersslachtoffers betekent een lagere kost voor de maatschappij. Deze baten kunnen ook uitgedrukt worden in monetaire waarden wanneer aan de slachtofferreductie een geldwaarde kan gekoppeld worden. Deze statistische waarde van een 'verkeersslachtoffer' is o.a. afhankelijk van de letselerst. Een dode minder levert hogere baten voor de maatschappij dan 1 zwaargewonde minder. Een zwaargewonde minder levert op zijn beurt weer hogere baten voor de maatschappij dan een lichtgewonde minder.

De waarde van een mensenleven bedraagt 1,6 miljoen euro volgens de Europese aanbeveling (prijsspeil 2001). Deze waardering van een mensenleven voor beleidsdoeleinden is bewust conservatief, omdat een lage schatting eerder aangenomen zou worden. De Europese norm opgehoogd naar 2005 ligt eerder in de buurt van 1,7 mio euro.

Op wetenschappelijke basis beveelt de SWOV in Nederland aan om een mensenleven te waarderen op $2,2 \pm 0,3$ miljoen euro (Weseman et al., 2005). Waardes van mensenlevens in enkele Europese landen liggen tussen 1,9 en 3,6 mio euro (ETSC, 1997; Weseman et al., 2005; De Brabander, 2005).

De waarde van een zwaargewonde en een lichtgewonde is gekoppeld aan deze van een dode volgens de verhouding 100:15:1 (De Brabander, 2005).

Scenario	waardering mensenleven 1,7 mio euro	waardering mensenleven 2 mio euro	waardering mensenleven 3,6 mio euro
1: ΔV 25% van limietwijziging	8	10	18
2a: ΔV 50% van limietwijziging	19	22	39
3: enkel begrenzer	8	9	16
4: begrenzer	17	19	35
5: inhaalverbod	25	29	52
6: inhaalverbod+ naleving	50	59	107

Tabel 20: Maatschappelijke baten van verschillende scenario's

In tabel 20 worden de slachtofferreducties van de verschillende scenario's vertaald naar de monetaire waardering ervan. We merken dat het invoeren van de limietverlaging een jaarlijkse besparing oplevert van ongeveer 14 miljoen euro (8-19 mio euro, afhankelijk van het scenario, waarde 1,7 mio euro). Wanneer enkel een snelheidsbegrenzer verplicht wordt gesteld, zonder verlaging van de snelheidslimiet, bedraagt de geschatte winst voor de maatschappij ongeveer 8 mio euro. Wanneer ook een inhaalverbod wordt ingevoerd loopt dit op tot ongeveer 25 mio euro (of meer als ook meer handhaving voorzien wordt).

Een waardering van een mensenleven op 1,7 miljoen euro is conservatief. Alternatieven zijn eveneens gegeven, waarbij 2 mio euro als waardering voor een mensenleven waarschijnlijk realistischer is voor West-Europa in 2005.

Bemerk dat er slechts één model is dat toelaat om het aantal slachtoffers te bepalen (Elvik et. al, 2004, zie tabel 18), en dus ook slechts één model om de maatschappelijke baten te schatten.

8.6 Overzicht van de belangrijkste resultaten en conclusie

Er zijn drie modelconcepten gebruikt:

- (1) het model van Nilsson, waarvan de modellen van Elvik et al. een verfijning zijn, dat enkel rekening houdt met daling van gemiddelde snelheid,
- (2) het model van Taylor et al. dat zowel gemiddelde snelheid als snelheidsvariantie gebruikt, beide op een niet-lineaire manier,
- (3) een gecombineerd model, waarbij het effect van de daling van de gemiddelde snelheid berekend wordt, en bovenop dit effect het model van Kloeden et al. dat enkel rekening houdt met individueel verschil tussen wagen en gemiddelden.

Scenario	Nilsson ongevalaantal	Taylor et al. ongevalaantal	Kloeden et al. Aantal voertuigen
Totaal aantal	2902	2902	5094
1: 80km/u met $\Delta V \pm 25\%$ van limietwijziging	-29 (-1%)	-30 (-1%)	-250 (-5%)
2a: 80km/u met $\Delta V \pm 50\%$ van limietwijziging	-62 (-2%)	-47 (-2%)	-367 (-7%)
2b: 80km/u met $\Delta V \pm 100\%$ van limietwijziging	-98 (-3%)	-35 (-1%)	-332 (-7%)
3: enkel begrenzer	-22 (-1%)	-87 (-3%)	-331 (-7%)
4: 80km/u + begrenzer	-54 (-2%)	-64 (-2%)	-345 (-7%)
5: 80km/u + begrenzer + inhaalverbod	-83 (-3%)	-61 (-2%)	-328 (-6%)
6: 80km/u + begrenzer + inhaalverbod+ naleving	-187 (-6%)	-292 (-10%)	-866 (-17%)

Tabel 21: Overzicht resultaten van de simulaties van scenario's volgens drie modelconcepten

De eerste conclusie uit tabel 21 is dat volgens deze simulaties elke beperking van de snelheid van vrachtwagens de verkeersveiligheid verhoogt. Alle scenario's geven reducties voor alle modelconcepten.

De tweede conclusie is dat een daling van de snelheidslimiet ondersteunen met een verplichte begrenzer (scenario 4) meer effect heeft dan het meest waarschijnlijke effect van enkel een verlaging van de snelheidslimiet (scenario 1).

De laatste eenduidige conclusie is dat naleving van de snelheidslimieten een groot extra effect heeft. De reden daarvoor is dat dergelijke maatregel ook impact heeft op de personenwagens, en daardoor rechtstreeks ingrijpt op de volledige verkeersstroom.

De meeste andere vergelijkingen geven geen eenduidige conclusies. Enkel het gebruik van een begrenzer verplichten (scenario 3) lijkt soms minder goed en soms beter dan enkel de limiet verlagen (scenario 1). De combinatie van begrenzer en verlaagde limiet (scenario 4) is soms beter en soms minder goed dan enkel een begrenzer gebruiken (scenario 3). Een inhaalverbod bovenop de combinatie van een lagere snelheidslimiet en verplichte begrenzer geeft eveneens geen eenduidige resultaten (vergelijk scenario's 4 en 5).

Het algemene beeld van deze simulaties is dat de snelheid van vrachtwagens verlagen goed is, totdat het verschil tussen de snelheid van vrachtwagens en de snelheid van de personenwagens te groot wordt. Dan kunnen maatregelen contraproductief worden. Dit

zien we het duidelijkste in de modellen die rekening houden met de spreiding (Taylor et al.; Kloeden et al.) als we scenario's 1, 2 en 3 vergelijken. Als dezelfde maatregel steeds meer de snelheid van de vrachtwagens verlaagt, verbetert dit eerst de verkeersveiligheid (scenario's 1 en 2a). Maar vanaf een bepaald ogenblik wordt de maatregel minder gunstig voor de verkeersveiligheid. Hoewel in scenario 2b de snelheid van de vrachtwagens lager is dan in scenario 2a, is de verkeersveiligheid niet groter. Om de exacte grens te bepalen zijn noch de modellen, noch de scenario's voldoende verfijnd. Welke maatregel in werkelijkheid het meest optimale effect heeft, is evenmin exact uit deze simulaties af te leiden.

Een verlaging van de gemiddelde snelheid vermindert bovendien de ernst van de ongevallen. De impact van een verlaagde gemiddelde snelheid is immers groter bij meer ernstige ongevallen. Het aantal doden neemt sterker af dan het aantal zwaargewonden dat op zijn beurt ook weer sterker afneemt dan het aantal lichtgewonden.

9. CONCLUSIE EN BELEIDSAANBEVELING

De centrale vraag doorheen dit rapport is hoe de verkeersveiligheid evolueert bij het invoeren van een algemene verlaging van de snelheidslimiet voor alle vrachtwagens tot 80 km/h, al dan niet gecombineerd met een inhaalverbod. In de internationale literatuur werd gezocht naar de verschillende aspecten die hierbij een rol spelen. Zo gaat veel aandacht naar de relatie tussen gemiddelde snelheid en spreiding van de snelheid enerzijds en de kans op en ernst van een ongeval. Daarnaast wordt ook aandacht besteed aan een aantal begeleidende maatregelen zoals een inhaalverbod en het gebruik van de snelheidsbegrenzer.

Om de gevonden verbanden te vertalen naar de Vlaamse situatie wordt gebruik gemaakt van simulaties van scenario's. Voor de opmaak van de scenario's worden een aantal veronderstellingen gemaakt over de snelheidsverdeling van de verschillende voertuigcategorieën, evenals over hun aandeel in de globale verkeersstroom. Deze veronderstellingen zijn niet gestaafd aan de hand van meetresultaten voor de Vlaamse situatie (wegens niet beschikbaar), maar zijn doorgevoerd op basis van de bevindingen uit de literatuur. De scenario's pretenderen dan ook niet de verkeersveiligheid in absolute cijfers te vatten, maar de verschillen tussen de scenario's geven aan in welke richting effecten te verwachten zijn en in welke grootte-orde.

9.1 Discussie

In de literatuur worden veel verbanden gegeven tussen snelheid en ongevalskans. Deze resultaten zijn te situeren binnen de context van het betreffende onderzoek. De resultaten zijn afkomstig van een specifiek land, zijn betrokken op een welbepaald wegtype of beschrijven een welomschreven situatie. Dit betekent dat een vertaling van de verbanden naar de situatie behandeld in dit rapport, zijnde het effect van een limietverlaging voor vrachtwagens op Vlaamse autosnelwegen op de verkeersveiligheid, niet geheel zonder risico is. Er werd dan ook gekozen voor verbanden die zo breed mogelijk toepasbaar zijn, of voor verbanden waarvan de context waarin ze afgeleid zijn, zo dicht mogelijk aansluit bij de beoogde situatie. Aangezien de hier behandelde situatie zo specifiek is, is er geen enkel verband gevonden dat het effect van de hier voorgestelde maatregel helemaal juist weergeeft. De gevonden verbanden (Nilsson, Taylor, Elvik) zijn immers afgeleid voor de gemiddelde snelheid van alle verkeersdeelnemers. We kunnen ons dan ook afvragen in hoeverre ze gelden voor een situatie waar enkel een bepaalde groep binnen een grotere verkeersstroom een lagere snelheidslimiet krijgt opgelegd. We weten niet juist hoe de verschillende verkeersdeelnemers elk afzonderlijk op de maatregel zullen reageren. De gevonden resultaten zijn dan ook in de eerste plaats indicatief.

Een tweede opmerking betreft het gebruik van de scenario's. Op basis van literatuur wordt immers een inschatting gemaakt van de snelheidsprofielen op snelwegen met 2 rijstroken, vertrekkend van een referentiescenario. Weggebruikers zijn evenwel ook maar mensen. Hun snelheidsgedrag is dan ook niet zonder meer te voorspellen. De nieuwe snelheid is onder meer afhankelijk van de attitude tegenover de nieuwe maatregel. Als de maatregel als onrechtvaardig wordt beoordeeld, zal de bestuurder zijn snelheid slechts beperkt aanpassen. Door een meer stringente handhaving kan een lagere snelheid worden afgedwongen. Er zijn dus veel onbekenden in het bepalen van de nieuwe snelheidslimieten. Dit wordt in de mate van het mogelijke opgevangen door verschillende scenario's uitwerken. Hieruit wordt een bereik van mogelijke effecten afgeleid.

Over de invloed van intensiteit op de snelheid-ongevallenrelatie is nog niet veel gekend. Nochtans is een invloed van intensiteit op snelheid gemakkelijk aan te nemen. Ook het type ongevallen wijzigt.

Ook de impact van systeemeffecten is niet behandeld. We onderscheiden er 2: enerzijds kan de verlaging van de snelheid op de snelwegen zich doorzetten naar het onderliggende wegennet. Door gewoontevorming wordt in dat geval ook trager gereden op het onderliggende wegennet. Anderzijds kunnen de vrachtwagens meer gebruik maken van het onderliggende wegennet aangezien het tijdsverschil met de snelwegen verkleint. Dit kan aanleiding geven tot een hogere onveiligheid omdat het onderliggend wegennet intrinsiek gevaarlijker is. Onderzoek hieromtrent (Monsere et al., 2004) toonde geen veiligheidsimpact op het ganse systeem naar aanleiding van een gewijzigde snelheidslimiet op een deel van het wegennet.

9.2 Conclusies

1. Een verlaging van de snelheidslimiet doet de gemiddelde snelheid dalen. De daling van de gemiddelde snelheid is evenwel kleiner dan de verlaging van de limiet. De mate waarin de verlaging wordt opgevolgd, is onder meer afhankelijk van de acceptatie van de maatregel door de betrokkenen. Door het invoeren van een snelheidsbegrenzer wordt dit voor de betrokken voertuigcategorie uiteraard sterker afgedwongen. Doordat hier enkel een daling van de snelheidslimiet van vrachtwagens beoogd wordt, zal de globale daling van de gemiddelde snelheid veel minder uitgesproken zijn.
2. Het invoeren van een (meer uitgesproken) differentiële snelheidslimiet doet de spreiding van de snelheid toenemen. Een inhaalverbod zorgt voor een zekere harmonisering van de snelheid, voor een homogener verkeersbeeld. Ook het aantal gevaarlijke manoeuvres neemt af.
3. Er zijn overtuigende aanwijzingen dat een algemene snelheidverlaging gunstig is voor de verkeersveiligheid. Het aantal (letsel)ongevallen neemt af. Een snelheidsreductie heeft het grootste effect op de reductie van de meest ernstige ongevallen.
4. Er zijn duidelijke aanwijzingen dat een toename in spreiding van de snelheden een negatieve invloed heeft op het aantal ongevallen. Probleem bij een groot aantal van deze studies is dat de gehanteerde spreidingsmaat niet steeds even geschikt is om een aanduiding te geven voor het aantal potentiële conflicten. Op individueel voertuigniveau is in ieder geval veel evidentie dat voertuigen die harder dan gemiddeld rijden meer risico lopen. Of dit ook geldt voor voertuigen die langzamer dan gemiddeld rijden, is niet geheel duidelijk.
5. Het is niet duidelijk welk element doorslaggevend is: gemiddelde snelheid dan wel spreiding. Recent onderzoek toont aan dat het ongevalsrisico bepaald wordt door een complex samenspel van absolute snelheid, spreiding van de snelheid t.o.v. het gemiddelde en verkeers- en geometrische kenmerken. Of snelheid dan wel spreiding doorslaggevend is, hangt dan ook af van het type ongeval en van de precieze omstandigheden.

De absolute snelheid speelt een rol bij alle ongevallen (en zeker bij de ernst), de spreiding van de snelheid heeft een impact bij een deel van de ongevallen.

6. De ernst van een ongeval is sterk gerelateerd aan de impactsnelheid. De impactsnelheid is op haar beurt sterk afhankelijk van de initiële snelheid. Een relatief kleine verlaging van de initiële snelheid heeft vaak een grote invloed op de impactsnelheid en bijgevolg de letselernst.

Een snelheidsverlaging heeft een veel grotere impact op het aantal doden dan op het aantal ongevallen. Ongevallen gebeuren nog wel, maar bij een veel lagere impactsnelheid. Bijgevolg is de overlevingskans veel groter.

7. Alle berekende scenario's geven een indicatie dat een snelheidsverlaging van de vrachtwagens een gunstige impact heeft op de verkeersveiligheid op de Vlaamse snelwegen. De simulaties geven echter ook aan dat een té groot verschil tussen vrachtwagens en personenwagens het bekomen verkeersveiligheidseffect terug kan verminderen.

Voor een snelheidsverlaging van beperkte omvang (scenario 1) wordt een reductie geschat van 1% à 5% van het aantal ongevallen, slachtoffers en voertuigen. Een verlaagde snelheidslimiet voor alle vrachtwagens is dan ook gunstig voor de verkeersveiligheid. De verlaging van de snelheid van de vrachtwagens kan niet onbeperkt doorgetrokken zonder de snelheid van de personenwagens te verlagen. Door het groter wordende verschil in snelheid tussen beide voertuigcategorieën loopt de winst voor de verkeersveiligheid immers terug. Er lijkt een optimum te bestaan.

Scenario's 4, 5 en 6 geven de effecten voor een mix van maatregelen. Ook deze combinaties zijn gunstig voor de verkeersveiligheid op snelwegen. De optimale mix is moeilijk te bepalen gezien de verschillende modellen soms afwijkende resultaten geven. Scenario 6 geeft steeds de beste resultaten, maar de bijhorende verhoogde handhaving vergt ook meer middelen.

8. Binnen de gemaakte veronderstellingen kan de maatschappelijke winst van de maatregel geschat worden op minimaal 8 mio euro. In combinatie met de invoering van de snelheidsbegrenzer loopt dit op tot 17 mio euro. Wanneer ook een inhaalverbod voor vrachtwagens ingesteld wordt, loopt de maatschappelijke winst op tot 25 mio euro. Door extra handhaving kan de snelheid verder teruggedrongen worden (ook die van personenwagens) wat opnieuw extra veiligheidswinst oplevert.

Ook door het gebruik van andere waarden voor de waardering van een mensenleven wijzigt het gevonden bedrag. De gemaakte veronderstellingen geven aanleiding tot een vrij ruim interval voor de verwachte winst van 8 tot 52 mio euro.

9.3 Aanbevelingen

Globaal lijkt vanuit het standpunt van verkeersveiligheid een veralgemening van de snelheidsbeperking van vrachtwagens tot 80 km/u verantwoord. Zowel het aantal ongevallen als de ernst ervan zullen naar verwachting dalen.

De snelheidsbegrenzer voor alle vrachtwagencategorieën verplichten is nuttig wanneer een snelheidslimiet verlaagd is, omdat dit een manier is om tenminste een snelheid van 90 km/u beter af te dwingen.

Het verplichten van een begrenzer op zich, zonder de snelheidslimiet wettelijk te verlagen, verhoogt trouwens ook de verkeersveiligheid. Maar een begrenzer tot 90 km/u verplichten, en de snelheidslimiet op 120 km/u laten zal aanleiding geven tot een lage aanvaarding van de begrenzer.

10. LITERATUURLIJST

- Aarts, L.T. (2004). *Snelheid, spreiding in snelheid en de kans op verkeersongevallen*. SWOV, Leidschendam.
- Aarts, L. & van Schagen, I. (2005). *Driving speed and the risk of road crashes: A review*. In: *Accident Analysis & Prevention xxx (2005) xxx-xxx* (article in press). Elsevier.
- Adriaensen, M. & Scheers, M. (2004). *Inhaalverbod vrachtwagens – Literatuuroverzicht*. BIVV, Brussel.
- Adviesgroep voor verkeer en vervoer (1992). *Literatuurstudie inhaalverbod voor vrachtverkeer op autosnelwegen*. Rijkswaterstaat Directie Utrecht, Nieuwegein.
- Baruya, A. (1997). *A Review of Speed-Accident Relationship for European Roads*. TRL, Berkshire.
- Baruya, A. (1998). *MASTER: Speed-accident relationship on European roads*. TRL, Berkshire.
- BIVV (2005). *Limitation de vitesse des poids lourds à 80 km/h*. BIVV, Brussel.
- Brilon, W. & Luehder (n.d.), M.R. *Overtaking restrictions for trucks on motorways*. Ruhr-Universität, Bochum.
- Cirillo, J.A. (1968). *Interstate system crash research: study II, interim report II*. In: *Public Roads 35 (3)*, pp. 71-76.
- De Blaeij, A.T., Florax, R.J.G.M., Rietveld, P. & Verhoef, E. (2000). *The Value of Statistical Life in Road safety: A Meta Analysis*. Tinbergen Institute, Amsterdam.
- De Brabander, B. (2005). *Investerings in verkeersveiligheid in Vlaanderen. Een handleiding voor kosten-batenanalyse*. LannooCampus, Leuven.
- De Mol, J., Broeckeaert, M., Van Hoorebeeck, M., Toebat, W. & Pelckmans, J. (2001). *Naar een draagvlak voor een voertuigtechnische snelheidsbeheersing binnen een intrinsiek veilige verkeersomgeving*. CDO en BIVV, Gent.
- Drews, O.J. (n.d.). *Effects on traffic of the setting of overtaking-by-trucks bans on autobahns*. Ingenieurbuero Voessing, Dusseldorf.
- Elvik, R., Christensen, P. & Amundsen, A. (2004). *Speed and road accidents. An evaluation of the Power Model*. TOI, Oslo.
- ETCS (1997). *Transport accident costs and the value of safety*. European Transport Safety Council, Brussels
- Frith, W.J. & Patterson, T.L. (2001). *Speed variation, absolute speed and their contribution to safety, with special reference to the work of Solomon*.
- FHWA (1998). *Synthesis of safety research related to speed and speed limits*. Report no. FHWA-RD-98/154.
- FHWA (2004). *The Safety Impacts of Differential Speed Limits on Rural Interstate Highways*. TechBrief FWA-HRT-04-156.
- Garber, N.J. & Gadiraju, R. (1989). *Factors affecting speed variance and its influence on accidents*. In: *Transportation Research Record, 1213* (1989).
- Harwood, D.W., Potts, I.B., Torbic, D.J. & Glauz, W.D. (2003). *Highway/Heavy Vehicle Interaction. A Synthesis of Safety Practice*. TRB, Washington D.C.
- Hauer, E. (1971). *Accidents, overtaking and speed control*. In: *Accident Analysis & Prevention Vol. 3, pp. 1-13*. Pergamon.
- Kloeden, C.N., McLean, A.J., Moore, V.M. & Ponte, G. (1997). *Travelling Speed and the Risk of Crash Involvement*. Adelaide University.

- Kloeden, C.N., Ponte, G. & McLean, A.J. (2001). *Travelling Speed and the Risk of Crash Involvement on Rural Roads*. Adelaide University.
- Kloeden, C.N., McLean, A.J. & Glonek, G. (2002). *Reanalysis of Travelling Speed and the Risk of Crash Involvement in Adelaide South Australia*. University of Adelaide.
- Lave, C. & Elias, P. (1994). *Did the 65 mph speed limit save lives?* In: *Accident Analysis & Prevention Vol. 26, No. 1*, pp. 49-62. Pergamon.
- Lindberg, G. (2001). *External Accident Cost of Heavy Goods Vehicles. Paper to be presented at the UNITE seminar Paris September 2001*. VTI, Borlänge, Sweden.
- Lynam, D. & Hummel, T. (2002). *The effect of speed on road deaths and injuries: literature review*. TRL, UK.
- Monsere, C.M., Newgard, C., Dill, J., Rufolo, A., Wemple, E., Bertini, R.L. & Milliken, C. (2004). *Impacts and Issues Related to Proposed Changes in Oregon's Interstate Speed Limits*. Portland State University, Portland.
- Muchuruza, V. & Mussa, R. (2005). *Traffic Operation and Safety Analyses of Minimum Speed Limits on Florida Rural Interstate Highways*. In: *Proceedings of the 2005 Mid-Continent Transportation Research Symposium*, Ames, Iowa. Iowa State University.
- Navon, D. (2003). The paradox of driving speed: two adverse effects on highway accident rate. In: *Accident Analysis and Prevention* no 35, p. 361-367.
- Neely, G. & Richardson, L. (2004). *State Regulation of Trucking: The Policy Impact of Differential Speed Limits*. Paper presented at the 2004 Annual Meeting of the Midwest Political Science Association, Chicago, april 15-17, 2004.
- Nilsson, G. (1981). *The Effect of Speed Limits on Traffic Accidents in Sweden*. Proceedings of International Symposium on the Effects of Speed Limits on Traffic Accidents and Transport Energy Use. OECD.
- Nilsson, G. (2004). *Traffic Safety Dimensions and the Power Model to Describe the Effect of Speed on Safety*. Lund University, Lund.
- Princen, P. (2004). *Literatuurstudie naar de effecten op de verkeersveiligheid van een verlaging van de snelheidslimiet van 90 km/u naar 70 km/u op wegen in Vlaanderen*. Rapport RA-2004-29. Steunpunt Verkeersveiligheid, Diepenbeek.
- Rijkswaterstaat Directie Limburg (1996). *Proef inhaalverbod voor vrachtverkeer op de A2 – Resultaten van de evaluatie*. Rijkswaterstaat Directie Limburg, Maastricht.
- Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland (1996). *Proef inhaalverbod voor vrachtverkeer op de A50 – Resultaten van de evaluatie*. Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland, Arnhem.
- RTI (1970). *Speed and accidents, vols. I & II*. RTI, North Carolina.
- Solomon, D. (1964). *Crashes on main rural highways related to speed, driver and vehicle*. In: Bureau of Public Roads. US Department of Commerce, US Government Printing Office, Washington.
- Sun & Garber (2002). *Determining the Safety Effects of Differential Speed Limits on Rural Interstate Highways Using Empirical Bayes Method*. UVACTS, Charlottesville.
- Taylor, M.C., Baruya, A. & Kennedy, J.V. (2002). *The relationship between speed and accidents on rural single carriageway roads*. TRL, UK.
- <http://www.ministerkathleenvanbrempt.be/>
- Van Geirt, F. & Nuyts, E. (2005). *Risicoanalyse op snelwegen*. Rapport RA-2005-59, Steunpunt Verkeersveiligheid, Diepenbeek.
- Verlaak, J. (2004). *Voertuigtechnologie voor snelheidsregeling*. Rapport RA-2004-24, Steunpunt Verkeersveiligheid, Diepenbeek.

Weseman, P., de Blaeij, A.T. & Rietveld, P. (2005). *De waardering van bespaarde verkeersdoden*. SWOV-rapport R-2005-4, SWOV, Leidschendam

Zlatoper, T.J. (1991). *Determinants of motor vehicle deaths in the United States: A cross-sectional analysis*. In: *Accident Analysis & Prevention Vol. 23, No. 5, pp. 431-436*

11. AFKORTINGEN

ADR-transport:	transport van gevaarlijke, brandbare, chemische of giftige stoffen
BIVV:	Belgisch Instituut voor Verkeersveiligheid
BS:	Belgisch Staatsblad
C397:	Verbodsbord dat een inhaalverbod voor vrachtwagens aangeeft
CIR:	Crash Involvement Rate
DSL:	differentiële snelheidslimiet
FHWA:	Federal Highway Administration (USA)
ISD:	Individual Speed Difference: verschil tussen individuele snelheid en gemiddelde snelheid
KB:	Koninklijk Besluit
LR:	linkerrijstrook
NIS:	Nationaal Instituut voor de Statistiek
PW:	personenwagens
RR:	rechterrijstrook
RTI:	Research Triangle Institute
SD:	standaard deviatie snelheid
SWOV:	Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid
RWS:	Rijkswaterstaat (NL)
VW1:	lichte vrachtwagens (toegelaten massa tussen 3,5 en 7,5 ton)
VW2:	vrachtwagens met toegelaten massa tussen 7,5 en 12 ton
VW3:	zware vrachtwagens (toegelaten massa van meer dan dan 12 ton)

12. BIJLAGE

12.1 Scenario's

12.1.1 Scenario 1

Voertuigcategorie	Rechterrijstrook					Linkerrijstrook				
	PW	VW1	VW2	VW3	TOT	PW	VW1	VW2	VW3	TOT
Aandeel in verkeer	35,5%	3,5%	5,4%	8,6%	53,0%	44,5%	2,2%	0,3%	0,0%	47,0%
Snelheidsinterval (waarde als bovengrens)										
60										
62,5										
65										
67,5										
70										
72,5										
75										
77,5										
80										
82,5		1		5						
85		1	5	15						
87,5		2	45	75				5		
90		3,5	45	5			1	45		
92,5		5	5				1	45		
95	1	7,5					1	5		
97,5	1	10					2			
100	1	40					2,5			
102,5	2	10				1	5			
105	2,5	7,5				1	7,5			
107,5	5	5				1	10			
110	7,5	2,5				2	40			
112,5	10	2				2,5	10			
115	40	1				5	7,5			
117,5	10	1				7,5	5			
120	7,5	1				10	2,5			
122,5	5					40	2			
125	2,5					10	1			
127,5	2					7,5	1			
130	1					5	1			
132,5	1					2,5				
135	1					2				
137,5						1				
140						1				
142,5						1				
145										
147,5										
	100	100	100	100		100	100	100	0	
gemiddelde E(x)	115,0	100,1	88,8	87,0	106,8	122,5	110,0	91,3		121,7
spreiding	6,4	6,1	1,7	1,5	13,2	6,4	6,4	1,7		7,3

Tabel 22: Snelheidsverdelingen scenario 1

12.1.2 Scenario 2a

Voertuigcategorie	Rechterrijstrook					Linkerrijstrook				
	PW	VW1	VW2	VW3	TOT	PW	VW1	VW2	VW3	TOT
Aandeel in verkeer	35,0%	4,0%	5,4%	8,6%	53,0%	45,0%	1,7%	0,3%	0,0%	47,0%
Verdeling (waarde als bovengrens)										
60										
62,5										
65										
67,5										
70										
72,5										
75										
77,5										
80		2,5		5						
82,5		7,5	5	15						
85		10	45	75				5		
87,5		10	45	5				45		
90		40	5				2,5	45		
92,5		10					7,5	5		
95	1	7,5					10			
97,5	1	6					10			
100	1	4					40			
102,5	2	2,5				1	10			
105	2,5					1	7,5			
107,5	5					1	6			
110	7,5					2	4			
112,5	10					2,5	2,5			
115	40					5				
117,5	10					7,5				
120	7,5					10				
122,5	5					40				
125	2,5					10				
127,5	2					7,5				
130	1					5				
132,5	1					2,5				
135	1					2				
137,5						1				
140						1				
142,5						1				
145										
147,5										
	100	100	100	100		100	100	100	0	
gemiddelde E(x)	115,0	90,2	86,3	84,5	105,3	122,5	100,2	88,8	0,0	121,5
spreading	6,4	4,9	1,7	1,5	14,7	6,4	4,9	1,7	0,0	8,0

Tabel 23: Snelheidsverdelingen scenario 2a

12.1.3 Scenario 2b

Voertuigcategorie Aandeel in verkeer	Rechterrijstrook					Linkerrijstrook				
	PW	VW1	VW2	VW3	TOT	PW	VW1	VW2	VW3	TOT
	33,6%	5,2%	5,6%	8,6%	53,0%	46,4%	0,5%	0,1%	0,0%	47,0%
Verdeling (waarde als bovengrens)										
60										
62,5										
65										
67,5										
70										
72,5										
75										
77,5		20	5	20						
80		30	45	75		2,5	5			
82,5		30	45	5		7,5	45			
85		10	5			10	45			
87,5		6				10	5			
90		4				40				
92,5						10				
95	1					7,5				
97,5	1					6				
100	1					4				
102,5	2					1	2,5			
105	2,5					1				
107,5	5					1				
110	7,5					2				
112,5	10					2,5				
115	40					5				
117,5	10					7,5				
120	7,5					10				
122,5	5					40				
125	2,5					10				
127,5	2					7,5				
130	1					5				
132,5	1					2,5				
135	1					2				
137,5						1				
140						1				
142,5						1				
145										
147,5										
	100	100	100	100		100	100	100	0	
gemiddelde E(x)	115,0	81,6	81,3	79,6	102,4	122,5	90,2	83,8	0,0	122,1
spreading	6,4	3,2	1,7	1,2	17,4	6,4	4,9	1,7	0,0	7,4

Tabel 24: Snelheidsverdelingen scenario 2b

12.1.4 Scenario 3

Voertuigcategorie	Rechterrijstrook					Linkerrijstrook				
	PW	VW1	VW2	VW3	TOT	PW	VW1	VW2	VW3	TOT
Aandeel in verkeer	33,8%	5,2%	5,4%	8,6%	53,0%	46,2%	0,5%	0,3%	0,0%	47,0%
Verdeling (waarde als bovengrens)										
60										
62,5										
65										
67,5										
70										
72,5										
75										
77,5										
80										
82,5										
85				5						
87,5			5	15						
90		50	45	75			5			
92,5		40	45	5			50	45		
95	1	5	5				40	45		
97,5	1	5					5	5		
100	1						5			
102,5	2					1				
105	2,5					1				
107,5	5					1				
110	7,5					2				
112,5	10					2,5				
115	40					5				
117,5	10					7,5				
120	7,5					10				
122,5	5					40				
125	2,5					10				
127,5	2					7,5				
130	1					5				
132,5	1					2,5				
135	1					2				
137,5						1				
140						1				
142,5						1				
145										
147,5										
	100	100	100	100		100	100	100		
gemiddelde E(x)	115,0	91,6	91,2	89,5	106,1	122,5	94,1	93,8		122,0
spreading	6,4	2,0	1,7	1,5	12,9	6,4	2,0	1,7		7,3

Tabel 25: Snelheidsverdelingen scenario 3

12.1.5 Scenario 4

Voertuigcategorie	Rechterrijstrook					Linkerrijstrook				
	PW	VW1	VW2	VW3	TOT	PW	VW1	VW2	VW3	TOT
Aandeel in verkeer	33,4%	5,4%	5,6%	8,6%	53,0%	46,6%	0,3%	0,1%	0,0%	47,0%
Verdeling (waarde als bovengrens)										
60										
62,5										
65										
67,5										
70										
72,5										
75										
77,5										
80		2,5		5						
82,5		7,5	5	15						
85		10	45	75				5		
87,5		10	45	5			5	45		
90		70	5				95	50		
92,5										
95	1									
97,5	1									
100	1									
102,5	2					1				
105	2,5					1				
107,5	5					1				
110	7,5					2				
112,5	10					2,5				
115	40					5				
117,5	10					7,5				
120	7,5					10				
122,5	5					40				
125	2,5					10				
127,5	2					7,5				
130	1					5				
132,5	1					2,5				
135	1					2				
137,5						1				
140						1				
142,5						1				
145										
147,5										
	100	100	100	100		100	100	100		
gemiddelde E(x)	115,0	88,4	86,3	84,5	104,3	122,5	89,9	88,6		122,2
spreading	6,4	2,7	1,7	1,5	14,9	6,4	0,5	1,5		7,0

Tabel 26: Snelheidsverdelingen scenario 4

12.1.6 Scenario 5

Voertuigcategorie	Rechterrijstrook					Linkerrijstrook				
	PW	VW1	VW2	VW3	TOT	PW	VW1	VW2	VW3	TOT
Aandeel in verkeer	33,0%	5,7%	5,7%	8,6%	53,0%	47,0%	0,0%	0,0%	0,0%	47,0%
Verdeling (waarde als bovengrens)										
60										
62,5										
65										
67,5										
70										
72,5										
75										
77,5		5	5	5						
80		15	15	15						
82,5		75	75	75						
85		5	5	5						
87,5										
90										
92,5										
95	1									
97,5	1									
100	1									
102,5	2					1				
105	2,5					1				
107,5	5					1				
110	7,5					2				
112,5	10					2,5				
115	40					5				
117,5	10					7,5				
120	7,5					10				
122,5	5					40				
125	2,5					10				
127,5	2					7,5				
130	1					5				
132,5	1					2,5				
135	1					2				
137,5						1				
140						1				
142,5						1				
145										
147,5										
	100	100	100	100		100				
gemiddelde E(x)	115,0	82,0	82,0	82,0	102,6	122,5				122,5
spreading	6,4	1,5	1,5	1,5	16,8	6,4				6,4

Tabel 27: Snelheidsverdelingen scenario 5

12.1.7 Scenario 6

Voertuigcategorie	Rechterrijstrook					Linkerrijstrook				
	PW	VW1	VW2	VW3	TOT	PW	VW1	VW2	VW3	TOT
Aandeel in verkeer	33,0%	5,7%	5,7%	8,6%	53,0%	47,0%	0,0%	0,0%	0,0%	47,0%
Verdeling (waarde als bovengrens)										
60										
62,5										
65										
67,5										
70										
72,5										
75										
77,5		5	5	5						
80		75	75	75						
82,5		15	15	15						
85		5	5	5						
87,5										
90										
92,5										
95	1									
97,5	1									
100	1					1				
102,5	2					1				
105	2,5					1				
107,5	5					2				
110	7,5					2,5				
112,5	10					5				
115	40					7,5				
117,5	15					10				
120	10					40				
122,5	5					15				
125						10				
127,5						5				
130										
132,5										
135										
137,5										
140										
142,5										
145										
147,5										
	100	100	100	100	100	100				
gemiddelde E(x)	114,2	80,5	80,5	80,5	101,5	119,2				119,2
spreiding	5,1	1,5	1,5	1,5	16,9	5,1				5,1

Tabel 28: Snelheidsverdelingen scenario 6