

De onveiligheid van kleine snelheidsovertredingen

Drs. H.L. Stipdonk & dr. L.T. Aarts

R-2010-4

De onveiligheid van kleine snelheidsovertredingen

Een effectschatting voor het aantal verkeersslachtoffers binnen de
bebouwde kom

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2010-4
Titel:	De onveiligheid van kleine snelheidsovertredingen
Ondertitel:	Een effectschatting voor het aantal verkeersslachtoffers binnen de bebouwde kom
Auteur(s):	Drs. H.L. Stipdonk & dr. L.T. Aarts
Projectleider:	Drs. I.N.L.G. van Schagen
Projectnummer SWOV:	7.4.4.4
Trefwoord(en):	Speed; speed limit; offence; driving (veh); fatality; injury; accident rate; calculation; traffic; safety; urban area; Netherlands; SWOV.
Projectinhoud:	Vanaf 12 april 2010 voert het Ministerie van Verkeer en Waterstaat een grootschalige snelheids campagne gericht op onopzettelijke en kleine snelheidsovertredingen binnen de bebouwde kom. Kleine overtredingen zijn daarbij gedefinieerd als 10 á 15 km/uur boven de limiet. In dit rapport is geschat hoeveel geregistreerde verkeersdoden en ziekenhuisopnamen er vallen als gevolg van kleine snelheidsovertredingen op 30- en 50km/uur-wegen binnen de bebouwde kom.
Aantal pagina's:	32 + 4
Prijs:	€ 10,-
Uitgave:	SWOV, Leidschendam, 2010

De informatie in deze publicatie is openbaar.
Overname is echter alleen toegestaan met bronvermelding.

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV
Postbus 1090
2260 BB Leidschendam
Telefoon 070 317 33 33
Telefax 070 320 12 61
E-mail info@swov.nl
Internet www.swov.nl

Samenvatting

Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat heeft de SWOV de vraag voorgelegd welk aandeel van de verkeersdoden en -gewonden (ziekenhuisopnamen) met kleine snelheidsovertredingen gemoeid is. Het ministerie wil dit graag weten in verband met een campagne gericht op kleine (en onbewuste) snelheidsovertredingen op wegen binnen de bebouwde kom. Kleine overtredingen zijn daarbij gedefinieerd als 10 á 15 km/uur boven de limiet.

In dit rapport is geschat hoeveel geregistreerde verkeersdoden en ziekenhuisopnamen er vallen als gevolg van kleine snelheidsovertredingen op 30- en 50km/uur-wegen binnen de bebouwde kom. Deze schatting is gebaseerd op gemeten snelheidsverdelingen op enkele wegen binnen de kom, en relaties uit de literatuur tussen snelheid en onveiligheid.

De resultaten zijn een benadering. In de eerste plaats omdat de gemeten snelheidsverdelingen niet representatief hoeven zijn voor alle relevante wegen in Nederland, en in de tweede plaats omdat de beschikbare literatuur over de relatie tussen veiligheid en snelheid niet is toegespitst op de Nederlandse wegen binnen de bebouwde kom.

Naar schatting vallen jaarlijks ongeveer 5 geregistreerde verkeersdoden in ongevallen die samenhangen met limietoverschrijdingen tot 10 km/uur. Voor limietoverschrijdingen tot 15 km/uur gaat het in totaal om ongeveer 10 geregistreerde doden. Een uitspraak op basis van het aantal in BRON geregistreerde ziekenhuisopnamen is hachelijk, omdat dat cijfer met grote onzekerheid is omgeven. De berekening wijst uit dat hier jaarlijks 100 tot 200 ziekenhuisopnamen met overschrijdingen tot 10 km/uur, en 200-300 ziekenhuisopnamen met overschrijdingen tot 15 km/uur gemoeid zijn.

Gelet op de onzekerheid omtrent de feitelijke snelheidslimiet in BRON, is het niet zinvol om de besparing op 30- en 50km/uur-wegen apart te beschouwen.

Summary

The safety effects of small speeding offences; An estimate for the number of traffic casualties in urban areas

The Dutch Ministry of Transport asked SWOV which proportion of the traffic fatalities and inpatients is related to small speeding offences. The Ministry's question is prompted by a publicity campaign about small (and unintentional) speeding offences on urban roads. The definition of small offences is 10 to 15 km/h above the limit.

In this report an estimate is made of the numbers of registered traffic fatalities and inpatients due to small speeding offences on urban 30- and 50 km/h roads. This estimate is based on measured speed distributions on some urban roads and on relations between speed and unsafe situations that were found in literature.

The results are an approximation. Firstly because the measured speed distributions that were used need not be representative of all relevant roads in the Netherlands, and secondly because the available literature about the relation between speed and unsafe situations does not specifically focus on Dutch urban roads.

The estimation is that each year there are approximately 5 registered traffic fatalities in crashes related with speeding offences of up to 10 km/h. In relation with speeding offences of up to 15 km/h there are approximately 10 registered fatalities in total. It is difficult to make an approximation on the basis of the inpatients registered in BRON, the data file of registered crashes in the Netherlands, because there is considerable uncertainty about this number. The calculation indicates that each year there are 100-200 inpatients in relation with offences of up to 10 km/h, and 200-300 inpatients in relation with offences of up to 15 km/h. Taking account of the uncertainty concerning the actual speed limit in BRON, it is not advisable to make separate calculations of the casualties saved on 30- and 50km/h roads.

Inhoud

1.	Inleiding	7
2.	Slachtoffers op wegen binnen de bebouwde kom	8
2.1.	Geregistreerde aantallen	8
2.2.	Kanttekeningen bij de geregistreerde aantallen ziekenhuisopnamen	9
2.3.	Onderregistratie verkeersdoden	9
3.	Analyse van feitelijk gereden snelheden	10
3.1.	Beschikbaarheid van gegevens over gereden snelheden	10
3.1.1.	Individuele voertuigdata van radartellers binnen de bebouwde kom	10
3.1.2.	Meetlus- en telsinggegevens van locaties binnen de bebouwde kom	10
3.2.	De individuele voertuigdata van de vier locaties	11
3.2.1.	De snelheidsverdeling van de individuele voertuigdata	11
3.2.2.	Kenmerken van de snelheidsgegevens, relevant voor de latere berekening	13
4.	Naar een bruikbare rekenregel	15
4.1.	Relaties tussen individuele snelheid en ongevalsbetrokkenheid	15
4.2.	Een aangepaste, bruikbare formule voor dit onderzoek	16
4.3.	Een praktische range voor de waarden van de exponent	18
4.4.	Conclusie	19
5.	Het berekende effect van kleine snelheidsovertredingen	21
5.1.	Aanname over de bijdrage van te hoge snelheid aan doden en ziekenhuisopnamen	21
5.2.	Berekening van het effect op basis van de aangepaste formule	21
5.2.1.	Aanpak van de berekening	21
5.2.2.	De berekening in formules	22
5.3.	Het effect van kleine overtredingen op het aantal slachtoffers	23
6.	Discussie en conclusie	25
6.1.	Gehanteerde aannamen	25
6.1.1.	De bijdrage van te hoge snelheid aan ernstige ongevallen	25
6.1.2.	Kanttekeningen bij het onderzoek waarop de gebruikte formule is gebaseerd	26
6.1.3.	Kloedens oorspronkelijke formule versus de aangepaste formule	26
6.1.4.	Representativiteit van de gebruikte gegevens	27
6.2.	Reikwijdte van de resultaten	29
6.3.	Conclusie	30
	Literatuur	31
Bijlage 1	Wegen waarvan de data zijn gebruikt	33
Bijlage 2	Snelheidsverdeling op de vier locaties	35

1. Inleiding

Vanaf 12 april 2010 voert het Ministerie van Verkeer en Waterstaat een grootschalige snelheids campagne. De campagne is gericht op reductie van het aantal onopzettelijke en kleine snelheidsovertredingen binnen de bebouwde kom door autobestuurders. Onder kleine snelheidsovertredingen verstaat het ministerie in verband met deze campagne: snelheden tot 10 á 15 km/uur boven de snelheidslimiet. Onder wegen binnen de bebouwde kom wordt verstaan: wegen met een snelheidslimiet van 30 km/uur of 50 km/uur. Of overtredingen van 10 tot 15 km/uur op wegen met een limiet van 30 km/uur 'klein' mogen worden genoemd, is subjectief. In dit onderzoek is niettemin het predicaat 'klein' gebruikt, om het onderscheid aan te geven tussen deze overtredingen en de grotere overtredingen (60 km/uur op een 30km/uur-weg komt ook voor).

Uitgangspunt van de campagne is dat veel snelheidsovertredingen worden begaan door mensen die zich niet zo bewust zijn van hun iets te hoge snelheid, of die uit ingesleten gewoonte te hard rijden. De campagne moet deze bestuurders helpen om zich van hun te hoge snelheid bewust te worden en hen ertoe bewegen om zich voortaan aan de limiet te houden.

Het ministerie heeft aan de SWOV gevraagd om te berekenen welk aandeel van de verkeersdoden en ziekenhuisopnamen met kleine snelheidsovertredingen gemoeid is. Dit rapport behandelt het antwoord van de SWOV op deze vraag.

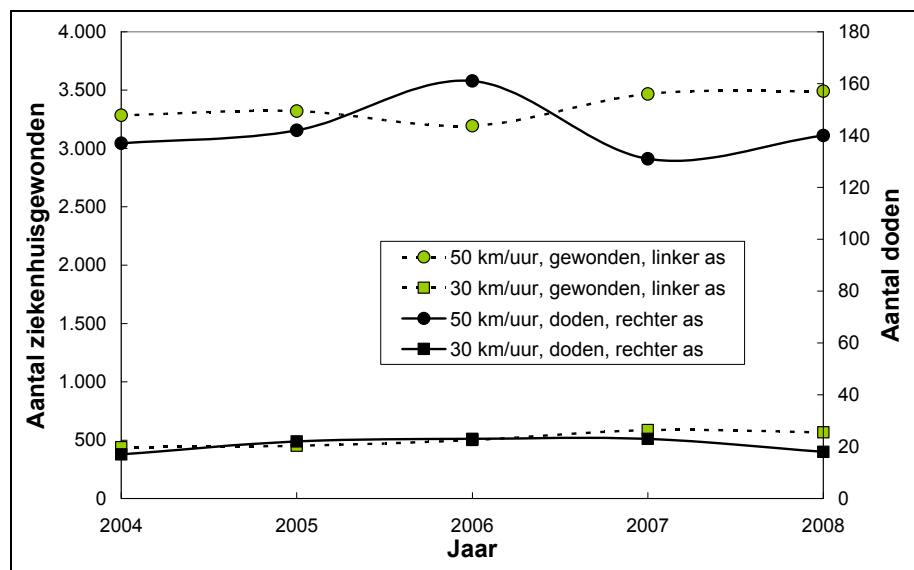
Voor de berekening gaan we eerst na hoeveel 'relevante' slachtoffers er jaarlijks op 30km/uur- en 50km/uur-wegen vallen, dat wil zeggen welk deel van het totaal aantal slachtoffers in Nederland kan samenhangen met snelheidsovertredingen op deze wegen (*Hoofdstuk 2*). Vervolgens analyseren we de feitelijk gereden snelheden op enkele van de relevante wegen. We kijken daarbij niet alleen naar de gemiddelde snelheid, maar ook naar de gemeten snelheidsverdelingen op die wegen, en dan vooral voor de snelheden boven de limiet v_l . (*Hoofdstuk 3*). Daarna zetten we uiteen welke kennis over de relatie tussen snelheid en ongevalsbetrokkenheid we kunnen gebruiken om de berekening mee uit te voeren (*Hoofdstuk 4*). Op basis van de informatie uit de *Hoofdstukken 2* tot en met *4* laten we zien hoe en met welke aannamen we de berekening uitvoeren en wat daarvan de uitkomsten zijn (*Hoofdstuk 5*).

Het rapport besluit met een discussie over resultaten en de gebruikte aannamen en met conclusies (*Hoofdstuk 6*).

2. Slachtoffers op wegen binnen de bebouwde kom

2.1. Geregistreerde aantallen

In de jaren 2004-2008 werden er in de ongevallenregistratie (BRON) gemiddeld 33 doden geregistreerd op wegen met een limiet van 30 km/uur, en 201 op wegen met een limiet van 50 km/uur binnen de bebouwde kom. Het geregistreerde aantal ziekenhuisopnamen bedroeg volgens BRON gemiddeld 803 op 30km/uur-wegen en circa 3.975 op 50km/uur-wegen binnen de bebouwde kom. Niet al deze ongevallen zijn relevant wanneer we het effect van snelheidsovertredingen willen bepalen. Daarom hebben we hieruit de ongevallen geselecteerd waarbij een motor, auto of bestelauto betrokken was. Die aantallen zijn te zien in *Afbeelding 2.1*.



Afbeelding 2.1. Ontwikkeling van het in BRON geregistreerde aantal doden (doorgetrokken lijn) en ziekenhuisopnamen (onderbroken lijn) op wegen met een limiet van 30 km/uur en 50 km/uur binnen de bebouwde kom, waarbij een motor, auto of bestelauto betrokken was.

Zowel het aantal doden als het aantal gewonden blijkt nauwelijks te veranderen in de tijd. Hierdoor is ook de verhouding tussen het aantal doden en het aantal gewonden vrij onveranderlijk. Het aantal gewonden 'per dode' is ongeveer 22. Voor de berekeningen in dit onderzoek gaan we daarom uit van de gemiddelde aantallen slachtoffers over 2004-2008. Deze zijn vermeld in *Tabel 2.1*.

Slachtoffers	30 km/uur	50 km/uur	Totaal
Doden volgens BRON	21	142	163
Ziekenhuisopnamen volgens BRON	509	3.352	3.861

Tabel 2.1. Jaarlijks aantal slachtoffers op wegen met een limiet van 30 of 50 km/uur binnen de bebouwde kom, bij ongevallen waarbij een motor, auto of bestelauto betrokken was (gemiddelde over 2006-2008).

2.2. Kanttekeningen bij de geregistreerde aantallen ziekenhuisopnamen

De SWOV maakt bij de aantallen uit *Tabel 2.1* de volgende kanttekeningen.

De gegevens over de snelheidslimiet zijn onzeker:

- De aanduiding van de maximumsnelheid van de weg (30 km/uur of 50 km/uur) is in de BRON-ongevallenregistratie niet altijd correct. Ongevallen met bromfietzers op wegen met een snelheidslimiet van 50 km/uur werden tot 1 april 2008 wel per abuis geregistreerd als wegen met een snelheidslimiet van 30 km/uur (destijds de snelheidslimiet van bromfietsen binnen de bebouwde kom).
- Ongevallen op wegen met een limiet van 30 km/uur worden soms geregistreerd als een ongeval op een 50km/uur-weg, wellicht omdat de weg niet duidelijk is ingericht als een 30km/uur-weg (Braimaister & Bijleveld, te verschijnen)

Het onderscheid tussen het aantal slachtoffers op 30km/uur-wegen respectievelijk 50km/uur-gen is zodoende niet betrouwbaar.

De thans beschikbare gegevens over ernstig gewonden (gedefinieerd als ziekenhuisopnamen volgens BRON) zijn vanwege allerlei onjuistheden (Reurings & Bos, 2009) eigenlijk niet goed:

- Niet alle ziekenhuisopnamen zijn relevant. In 10 tot 15% van de gevallen is sprake van zeer licht of in het geheel geen letsel.
- Ongevallen die volgens BRON hebben geleid tot een ziekenhuisopname blijken in circa 40% van de gevallen *niet* tot een ziekenhuisopname te hebben geleid, maar hoogstens tot spoedeisende hulp (SEH).
- Ongevallen die volgens BRON hebben geleid tot spoedeisende hulp blijken in 10% van de gevallen *wel* te hebben geleid tot een ziekenhuisopname met ernstig letsel.
- Uit de gegevens van de ziekenhuizen blijkt het werkelijk aantal ernstig gewonden veel hoger dan het aantal in BRON geregistreerde gewonden. Het blijkt dat de registratiegraad van ernstig gewonden door een motorvoertuigongeval circa 60% bedraagt.
- De tijdreeks van het aantal ziekenhuisgewonden in BRON kan beïnvloed zijn door een afnemende registratiegraad.

De SWOV (Van Kampen, 2007) heeft voorgesteld om een nieuwe definitie van ernstig gewonden te hanteren, die voor deze problemen een oplossing biedt. Pas wanneer deze nieuwe definitie in Nederland formeel is overgenomen, zijn er weer analyses mogelijk met gegevens over ernstig gewonden. De gehanteerde cijfers (gebaseerd op de oude definitie van ziekenhuisopnamen volgens BRON) zijn op uitdrukkelijk verzoek van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat toch opgenomen als indicatie.

2.3. Onderregistratie verkeersdoden

Het werkelijk aantal doden is, vanwege de onderregistratie in BRON, iets hoger dan de hier vermelde aantallen (ongeveer 10%, gemiddeld over alle wegtypen). In dit rapport corrigeren we hiervoor niet omdat van deze zogenoemde 'werkelijke aantallen' niet precies bekend is hoe ze verdeeld zijn over de verschillende wegtypen. Verder weten we ook dat de registratiegraad afhangt van de betrokken voertuigtypen. Aangezien de mix van voertuigen binnen en buiten de bebouwde kom verschilt, en derhalve ook de bij ongevallen betrokken dominante vervoerswijzen, is het mogelijk dat de registratiegraad verschilt voor verschillende wegtypen.

3. Analyse van feitelijk gereden snelheden

3.1. Beschikbaarheid van gegevens over gereden snelheden

Gegevens over feitelijk gereden snelheden binnen de bebouwde kom zijn schaars. En zo ze er al zijn, betreft het veelal snelheidsgegevens die in klassen zijn onderverdeeld (over gereden snelheid, voertuiglengte en/of tijd) waardoor informatie per voertuig niet meer beschikbaar is. Voor onderzoeksdoeleinden, en met name ook deze berekening, beschikt de SWOV het liefst over snelheidsdata van individuele voertuigen. Registraties van individuele gereden snelheden op wegen binnen de bebouwde kom zijn echter niet op reguliere basis beschikbaar. Helaas is er nog lang geen sprake van een representatief landelijk dekkend meetnet waarmee op continue basis individuele voertuigsnelheden worden gemeten en waarmee een representatief beeld van de actuele stand van zaken verkregen kan worden.

3.1.1. *Individuele voertuigdata van radartellers binnen de bebouwde kom*

De SWOV heeft via het Landelijk Parket Team Verkeer (LP Team Verkeer, voorheen BVOM) de beschikking gekregen over een paar incidentele metingen die kunnen worden gebruikt voor dit onderzoek. Deze zijn afkomstig van radartellers die door Teams Subjectieve Onveiligheid Verkeer (TSV) zijn ingezet. Deze teams van de regionale politie worden door het LP Team Verkeer aangestuurd. De radartellers worden gebruikt om snelheidsmetingen te verrichten op locaties waarover de omwonenden een klacht hebben ingediend vanwege gevoelens van onveiligheid in het verkeer. In hoeverre deze gegevens representatief zijn voor de snelheidsverdeling van auto's op andere Nederlandse wegen, is niet bekend.

Het LP Team Verkeer heeft vier metingen van een week aan de SWOV beschikbaar gesteld, uitgevoerd in Mijdrecht en Venlo (beide 30 km/uur) en Den Haag en Lissbroek (beide 50 km/uur). De radartellers (afkomstig van het bedrijf IMTECH) meten van elk passerend voertuig de lengte (met een resolutie van 0,1 m), de snelheid (met een resolutie van 1 km/uur), het passagetijdstip (met een resolutie van 1 s) en de rijrichting. Ook fietsers worden waargenomen. De absolute nauwkeurigheid van de tellers is thans nog onbekend.

Op basis van de gegevens heeft de SWOV van de voertuigen die zijn gepasseerd de snelheidsverdeling bepaald. Hiertoe zijn voertuigen met een lengte van 3,5 tot 6,5 meter geselecteerd.

3.1.2. *Meetlus- en tetslanggegevens van locaties binnen de bebouwde kom*

Naast de radarmetingen heeft de SWOV nog enkele andere snelheidsgegevens bestudeerd. Deze zijn echter niet gebruikt voor de berekening. Het betreft meetlusgegevens van een 50km/uur-weg in beheer van de provincie Noord-Holland. Deze data betreffen jaartotalen per snelheidsklasse. De snelheidsgegevens hebben dus een geringe resolutie, maar zijn wel zeer veel groter in aantal dan de radartellergegevens. Vanwege het gebruik van snelheidsklassen (snelheden van 60 tot 69 km/uur vormen één klasse), is het niet mogelijk om op basis van deze gegevens een effect van

limietoverschrijdingen van 0 tot 15 km/uur boven de limiet te bepalen. Bovendien is de betreffende provinciale weg in Noord-Holland qua omgeving niet representatief voor een 50km/uur-weg binnen de bebouwde kom.

Ook beschikt de SWOV over snelheidsmetingen die binnen de Limburgse gemeente Simpelveld zijn uitgevoerd. Het betreft hier gegevens uit metingen die gedurende een week op verschillende 30km/uur-wegen en 50km/uur-wegen binnen de gemeente zijn verzameld, vermoedelijk met behulp van meetslangen. Ook deze data zijn ingedeeld in snelheidsklassen: op de 30km/uur-wegen in klassen van 5 km/uur, op de 50km/uur-wegen in klassen van 10 km/uur. Ook deze gegevens zijn voor dit onderzoek wel onderzocht, maar niet voor de berekening gebruikt.

3.2. De individuele voertuigdata van de vier locaties

Van de volgende vier locaties zijn de radargegevens voor de berekeningen gebruikt:

1. Anselmusstraat, Mijdrecht (30 km/uur);
2. Schaapdijkweg, Venlo (30 km/uur);
3. Hillegommerdijk, Lisserbroek (50 km/uur);
4. Mient, Den Haag (50 km/uur).

Van elk van deze locaties is in *Bijlage 1* een locatieaanduiding opgenomen (een kaartje of een foto, indien beschikbaar). De precieze locatie van het meetpunt op de locaties 1 t/m 4 is niet bekend.

De snelheidsgegevens afkomstig van de vier locaties, in klassen van 1 km/uur, laten over het geheel genomen hetzelfde beeld zien (zie ook *Bijlage 2*):

- Een deel van het verkeer rijdt langzamer dan de maximumsnelheid, met een opvallende scherpe piek (met een breedte van slechts 1 km/uur) in de gemeten snelheidsverdeling, bij een snelheid nabij de limiet.
- De snelheidsklassen met de meeste voertuigen liggen voor de 50km/uur-wegen nabij de limiet, en voor de 30km/uur-wegen ruim boven de limiet.
- Op de twee 30km/uur-wegen ligt er een tweede scherpe piek bij een snelheid iets lager dan 50 km/uur.
- Het aantal voertuigen met een veel hogere snelheid dan de limiet blijkt exponentieel af te nemen met toenemende snelheid.
- De gegevens van de radartellers – die ook fietsers meten – laten zien dat er inderdaad veel, vooral korte voertuigen passeren met een snelheid van rond de 18 km/uur. Het is niet mogelijk om auto's en fietsers scherp te scheiden, omdat de radarteller mogelijk ook groepjes fietsers als één voertuig (met grotere lengte) registreert.

3.2.1. De snelheidsverdeling van de individuele voertuigdata

De snelheidsverdeling, dat wil zeggen de passagefrequentie van voertuigen in de verschillende snelheidsklassen, is klokvormig, met op het eerste gezicht een Gaussiaanse of 'normaalverdeling' van de vorm

$$f(v) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{v-v_m}{\sigma}\right)^2}$$

met v_m de gemiddelde snelheid, en σ de standaardafwijking (de halfwaardebreedte van de klokvorm). De verdeling blijkt echter niet precies aan de eigenschappen van een normaalverdeling te voldoen. In een normaalverdeling neemt het aantal voertuigen met een snelheid die sterk van het gemiddelde v_m afwijkt (de flanken van de klok) zeer snel af.

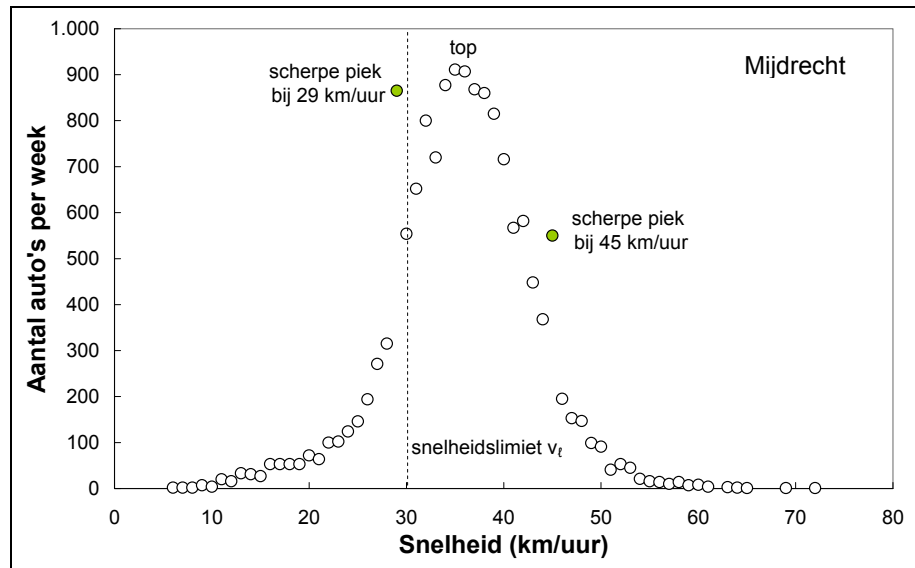
Een nadere analyse van de frequentieverdeling bij hoge snelheden, dus in de rechterflank van de verdeling, leert dat de aantallen voertuigen f met snelheid v niet afnemen volgens deze normaalverdeling, maar dat de flanken, boven een zekere snelheid die in het algemeen nog iets groter is dan de limiet, meer verlopen volgens de vorm:

$$f(v; \lambda) \propto e^{-\lambda v}, \text{ voor voldoende grote waarden van } v$$

Dit is een negatief exponentiële verdeling, met parameter λ . Het aantal voertuigen met snelheid v neemt voor hogere snelheden steeds, per km/uur sneller, met een vaste fractie af. Deze fractie wordt bepaald door λ .

Bij een normaalverdeling neemt het aantal voertuigen met een hoge snelheid steeds sneller af naarmate de snelheid toeneemt. Het feit dat de werkelijke verdeling exponentieel afneemt, betekent dat er naar verhouding meer voertuigen zijn met een hoge snelheid, dan volgens een normaalverdeling het geval zou zijn.

Afbeelding 3.1 toont, als illustratie, de beschikbare snelheidsgegevens van een van de meetpunten op een weg met een limiet van 30 km/uur. De afbeelding toont het aantal voertuigen per snelheidsklasse van 1 km/uur dat op het meetpunt in Mijdrecht gedurende een week passeerde. In *Bijlage 2* zijn soortgelijke resultaten voor alle locaties gepresenteerd. Hierbij zijn voor elk van de metingen met de radartellers, voertuigen tussen 3,5 m en 6,5 m meegeteld. De bedoeling hiervan was om de meeste fietsers uit het bestand te filteren. Mogelijk zijn hierdoor ook enkele motorfietsen weggefilterd. De resterende voertuigen zijn naar verwachting overwegend gewone auto's en bestelauto's.



Afbeelding 3.1. Frequentiegrafiek van voertuigpassages naar snelheid (v) op de Anselmusstraat in Mijdrecht, tussen 9 en 17 december 2009, van voertuigen tussen 3,5 m en 6,5 m lengte. De beide scherpe pieken zijn voorzien van een label met de betreffende snelheid.

3.2.2. Kenmerken van de snelheidsgegevens, relevant voor de latere berekening

De snelheidsgegevens van de geselecteerde voertuigen op elke locatie kan behalve grafisch, zoals Afbeelding 3.1, ook in een aantal kwantitatieve kenmerken worden samengevat:

1. de snelheidslimiet v_t ;
2. de gemiddelde snelheid v_m van alle geselecteerde voertuigen;
3. de fractie $f_{>}$ van de voertuigen die sneller rijdt dan de limiet;
4. de fractie $f_{>, <15 \text{ km/uur}}$ van de voertuigen die sneller rijdt dan de limiet, maar niet meer dan 15 km/uur te hard;
5. de gemiddelde snelheid $v_{m,>}$ van alle voertuigen die de snelheidslimiet overschrijden;
6. de parameter λ die de steilheid van de rechterflank van de verdeling beschrijft. De waarde van λ is (ongeveer) gelijk aan de afname van het getelde aantal voertuigen per km/uur bij toenemende snelheid. Als bijvoorbeeld $\lambda = -0,26$, dan is steeds het aantal auto's dat $v+1$ km/uur rijdt, $e^{-0,26} \approx 0,77$ ten opzichte van het aantal auto's dat v km/uur rijdt. Per km/uur neemt het aantal auto's in dat geval dus met ongeveer 23% af.

Bovengenoemde gegevens zijn voor de vier beschikbare meetlocaties in Tabel 3.1 weergegeven. Op basis van deze gegevens wordt in Hoofdstuk 5 de bijdrage van de kleine snelheidsovertredingen aan de verkeersonveiligheid geschat. Het is echter eerst noodzakelijk om te bekijken welke vuistregels of formules uit de snelheidsliteratuur bruikbaar zijn om de berekeningen uit te voeren. Dat gebeurt in het volgende hoofdstuk.

	Limiet v_{max} (km/uur)	Gemiddelde snelheid v_m (km/uur)	Fractie te hard $f_>$	Fractie kleine overschrijdingen $f_{> (<15 \text{ km/uur})}$	Gemiddelde snelheid van de snelheids- overschrijders $v_{m,>}$ (km/uur)	Parameter voor de rechterflank van de verdeling λ (uur/km)
Mijdrecht	30	38,38	0,88	0,72	40,25	0,26
Venlo	30	35,65	0,79	0,72	38,28	0,21
Lisserbroek	50	47,11	0,21	0,20	55,66	0,2
Den Haag	50	50,22	0,41	0,38	56,55	0,18

Tabel 3.1. Enkele eigenschappen van de snelheidsverdeling op elk van de vier meetpunten.

4. Naar een bruikbare rekenregel

Snelheid is een cruciale factor in de verkeersveiligheidsproblematiek: snelheid beïnvloedt zowel de kans op een ongeval als de ernst van de afloop van een ongeval. De precieze relatie tussen snelheid en verkeersveiligheid is complex. Dit blijkt uit de grote verscheidenheid aan in de literatuur beschreven relaties. Zie voor een overzicht Aarts & Van Schagen (2006). Die verscheidenheid komt voort uit verschillende onderzoeksmethoden, maar ook uit verschillende gehanteerde snelheidsbegrippen waaraan de verkeersveiligheid kan worden gerelateerd. Deze kunnen als volgt worden samengevat:

1. Individuele snelheid versus snelheid op een wegvak. In het eerste geval kan een relatie worden beschreven tussen de individuele snelheid en de ongevalsbetrokkenheid van individuele voertuigen. In het tweede geval kan een relatie worden beschreven tussen het aantal ongevallen, bijvoorbeeld op een wegvak, en de gemiddelde snelheid (of de snelheidslimiet) op dat wegvak.
2. Absolute snelheid versus onderlinge snelheidsverschillen of de standaardafwijking van de snelheidsverdeling. Over dit onderwerp is minder bekend. Ook is nog niet voldoende bekend of er meer veiligheidswinst te behalen is met het terugdringen van hoge absolute snelheden of juist met het tegengaan van grote onderlinge snelheidsverschillen.

Voor de berekening van de bijdrage van kleine limietoverschrijdingen aan het aantal doden en ziekenhuisopnamen maken we gebruik van de relaties tussen *individuele snelheid* v en de ongevalsbetrokkenheid A die in de literatuur beschreven staan. Hierbij geeft $A(v)$ aan hoeveel ernstige ongevallen er plaatsvinden bij snelheid v , op een constante na . A is dus *evenredig* met de kans dat iemand een ernstig ongeval heeft, wanneer hij of zij met snelheid v rijdt.

De in de literatuur beschreven relatie tussen snelheden op een wegvak (of de snelheidslimiet) en het aantal ongevallen, is voor deze berekening niet bruikbaar. Dat is omdat in dergelijke relaties [beschreven door onder andere Nilsson (1982; 2004), Finch et al. (1994) en Elvik et al. (2004)] de bijdrage van alle individuele snelheden worden samengenomen tot een *gemiddelde* snelheid.. Hoe de grote snelheidsoverschrijdingen bijdragen, en hoe de kleine overschrijdingen bijdragen komt in deze relaties tussen de gemiddelde snelheid en het aantal ongevallen niet aan bod.

Ten slotte is het onderscheid tussen absolute snelheid en onderlinge snelheidsverschillen minder belangrijk als wordt uitgegaan van de literatuur over individuele snelheid, met name waar deze literatuur zich baseert op case-control studies. De invloed van de snelheidsverschillen op de verkeersveiligheid is in zulke case-control studies in rekening gebracht. In dit rapport wordt inderdaad van deze literatuur gebruikgemaakt.

4.1. Relaties tussen individuele snelheid en ongevalsbetrokkenheid

De relatie tussen individuele snelheid en verkeersveiligheid is onderzocht door onder anderen Fildes et al. (1991), Quimby et al. (1999), Maycock et al.

(1998) en Kloeden et al. (2002; 1997; 2001). De eerste drie bestudeerden het verband tussen zelfgerapporteerde ongevalsbetrokkenheid en gereden snelheid. Kloeden et al. (2002) bestudeerden aan de hand van dieptestudies de frequentie van ongevallen waarbij een betrokken voertuig een bepaalde snelheid had gereden. Zij vergeleken deze ongevalsfrequentie met de frequentie waarmee die snelheden op de betreffende weg (op het betreffende tijdstip) gereden werden.

Deze onderzoekers vinden allen een stijgend aantal ongevallen bij toenemende snelheid. De formules die zij vinden zijn echter wel verschillend: Quimby et al. en Maycock et al. vinden een verband van de vorm:

$$A \sim v^{13} \text{ (Maycock et al.); } A \sim v^8 \text{ (Quimby et al.)}$$

Beide formules zijn slechts gebaseerd op enkele meetpunten en bovendien zijn er meer methodologische aanmerkingen op deze onderzoeken te maken, zie Aarts & Van Schagen (2006). Deze formules zijn daarom niet geschikt voor onze berekening.

Fildes et al. (1991) vinden een (niet nader gespecificeerd) exponentieel verband tussen individuele snelheid en zelfgerapporteerde ongevals-betrokkenheid. Daarbij onderscheiden zij wegen binnen de bebouwde kom (60 km/uur) en buiten de bebouwde kom (100 km/uur). Zij stellen vast dat de ongevals-betrokkenheid voor wegen binnen de bebouwde kom veel sneller toeneemt met de snelheid, dan voor wegen buiten de bebouwde kom.

Ook Kloeden et al. (2002; 1997) komen in hun onderzoeken (met een andere, beter gecontroleerde methode) tot dezelfde soort bevindingen als Fildes et al. (1991): hogere snelheden op lagereordewegen leiden sneller tot een hogere ongevals-betrokkenheid dan op hogereordewegen. Ook vonden zij een toenemende ongevals-betrokkenheid bij toenemende snelheid boven de snelheidslimiet. Bij lagere snelheden dan de limiet bleek de ongevals-betrokkenheid niet meer verder af te nemen met de snelheid (zie ook *Afbeelding 4.1*).

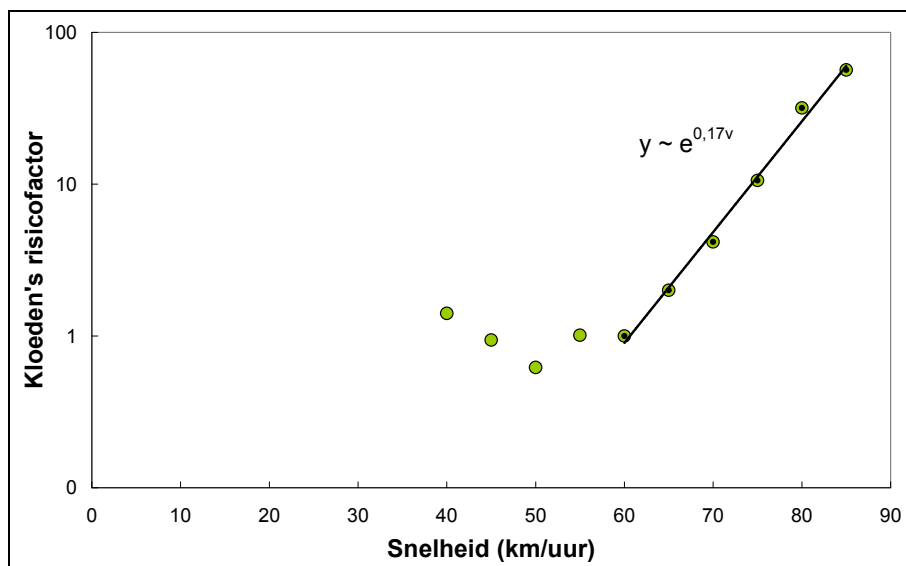
Om alle waarnemingen zo goed mogelijk in één formule te beschrijven kwamen deze onderzoekers uit op een formule van de vorm:

$$A \propto e^{(0,11v+0,003v^2)}$$

4.2. Een aangepaste, bruikbare formule voor dit onderzoek

De door Kloeden et al. (2002) verzamelde gegevens voor hoge snelheden kunnen, behalve met de relatie uit de vorige paragraaf, ook goed worden begrepen met een exponentieel verband, zoals blijkt uit *Afbeelding 4.1*. In deze afbeelding zijn de meetgegevens van Kloeden et al. (2002) voor snelheden boven de limiet met een exponentiële lijn gefit. Het aldus berekende verband voor die hoge snelheden is van de vorm:

$$A \sim e^{0,17 v}$$



Afbeelding 4.1. Door Kloeden (2002) berekende verhoging van het risico als gevolg van overschrijding van de snelheidslimiet (in dit geval 60 km/uur). De getrokken lijn is een exponentiële fit door de meetpunten met een snelheid groter of gelijk aan de limiet. De verticale as is logaritmisch, zodat het exponentiële verband eruitziet als een rechte lijn.

Een dergelijke vorm houdt in, dat de ongevalsbetrokkenheid met toenemende snelheid met een vaste fractie toeneemt: Als v met 1 km/uur toeneemt, wordt A een factor $e^{0.17} \approx 1,18$ groter. Met elke km/uur snelheids-toename neemt de ongevalsbetrokkenheid dus met 18% toe. Dat geldt bij elke snelheid v , boven de snelheidslimiet, en onder de hoogste snelheid die nog binnen het onderzoek van Kloeden viel.

De door Kloeden et al. gevonden relaties zijn afhankelijk van de snelheidslimiet of het wegtype. Aangezien hun onderzoek in Australië is uitgevoerd, is het onderzoek binnen de bebouwde kom gerelateerd aan een daar in Australië geldende snelheidslimiet van 60 km/uur (Kloeden, McLean & Glonek, 2002; 1997). Voor wegen buiten de bebouwde kom, met een snelheidslimiet tussen de 80 en de 120 km/uur, vonden Kloeden et al. (2001) een minder snel oplopend verband, in overeenstemming met hetgeen Fildes et al. vonden.

Zowel Kloeden als Fildes vinden dus dat de relatie tussen snelheid en ongevalsbetrokkenheid afhangt van de snelheidslimiet. Beiden constateren dat de onveiligheid sneller toeneemt met de snelheid op wegen met een lage snelheidslimiet dan op wegen met een hoge snelheidslimiet.

De resultaten van Kloeden et al. (exponentieel verband tussen individuele snelheid en ongevalsbetrokkenheid) zijn in beginsel interessant voor ons onderzoek. Immers, met deze resultaten is het mogelijk om een uitspraak te doen over de relatieve bijdrage van een selectie van voertuigen uit de snelheidsverdeling, namelijk die auto's met een limietoverschrijding tot 10 of 15 km/uur.

De resultaten van Kloeden et al. zijn alleen beschikbaar voor Australische wegen. De voor dit onderzoek relevante bevindingen binnen de kom zijn

bovendien gerelateerd een snelheidslimiet van $v_t = 60$ km/uur. Het is niet vanzelfsprekend dat deze resultaten rechtstreeks toepasbaar zijn op de Nederlandse situatie, waar een lagere snelheidslimiet geldt en waar ook verschillen zijn in weginrichting en de aanwezigheid van kwetsbare verkeersdeelnemers.

Op grond van vergelijking van de resultaten van Kloeden et al. voor de verschillende typen wegen, en op grond van resultaten van Fildes et al., is het aannemelijk dat het eerder beschreven exponentiële verband tussen individuele snelheid en ongevalsbetrokkenheid wellicht ook geldig is voor wegen met een andere limiet, maar dan met een aangepaste exponent. Het is derhalve denkbaar dat voor wegen met een limiet van 30 km/uur en 50 km/uur de relatie ook van de volgende vorm is:

$$A \sim e^{\alpha v}.$$

In de volgende paragraaf beschrijven we hoe we deze relatie verder hebben uitgewerkt voor toepassing in Nederland.

4.3. Een praktische range voor de waarden van de exponent

Voor een goede schatting van de exponent α nemen we het volgende als uitgangspunt: zowel Kloeden et al. als Fildes et al. vonden dat de ongevals-betrokkenheid A sneller toeneemt met hogere snelheid v naarmate het weg-type van een lagere orde is (of de snelheidslimiet lager is). Dit betekent dat we, uitgaande van de in de vorige paragraaf gevonden vereenvoudigde exponentiële formule, we voor de Nederlandse situatie met snelheidslimieten van 30 km/uur en 50 km/uur naar een exponent op zoek moeten die *groter* is dan de gevonden $\alpha = 0,17$ uur/km voor de gegevens op 60km/uur-wegen (zie *Afbeelding 4.1*). Men kan zich nu afvragen hoe groot α wel kan zijn.

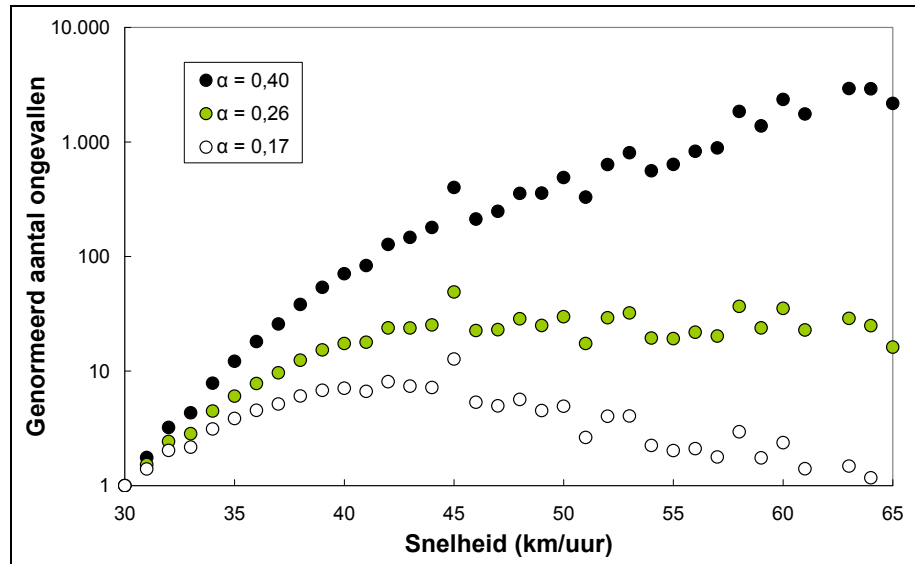
De waarde van α kan niet willekeurig hoog zijn, en dat hangt samen met de in *Hoofdstuk 3* gevonden vorm van de verdeling van de gemeten snelheden. Die vertoont namelijk in de rechterflank (bij grotere snelheidsovertredingen) een negatief exponentieel verloop. Dat wil zeggen dat bij toenemende snelheid, het aantal auto's dat te hard rijdt, met een vaste fractie afneemt. Tegelijkertijd neemt de ongevalsbetrokkenheid met een vaste fractie toe. Dit heeft een implicatie voor de realistische mogelijke waarden die α kan aannemen

Voor een goed begrip van de bijdrage van de hoogste snelheden aan de onveiligheid, bekijken we nu dát deel van de snelheidsverdeling dat ruim hoger ligt dan de top van de snelheidsverdeling. Dat deel van de snelheidsverdeling, de rechterflank, verloopt negatief exponentieel.

Het totale aantal slachtoffers $S(v)$, dat kan worden gerelateerd aan snelheid v is evenredig met het aantal auto's dat met snelheid v rijdt, en met de ongevalsbetrokkenheid $A(v)$ van die auto's (A is evenredig met het aantal ongevallen dat bij snelheid v plaatsvindt). Voor de rechterflank geldt dan:

$$S(v) \sim e^{\alpha v} \cdot e^{-\lambda v} = e^{(\alpha-\lambda)v}.$$

Wanneer nu $\alpha > \lambda$, dan is $S(v)$ een stijgende functie, die met toenemende v steeds groter wordt. Dit is geïllustreerd in *Afbeelding 4.2*, waar voor de gemeten snelheidsverdeling in Mijdrecht, voor drie willekeurige waarden van α , het aantal slachtoffers $S(v)$, is berekend, genormeerd op $S(v=30 \text{ km/uur})$. Dat wil zeggen dat er één denkbeeldig slachtoffer valt bij $v = 30 \text{ km/uur}$. Het werkelijk aantal slachtoffers is evenredig hiermee.



Afbeelding 4.2. Het product van het aantal voertuigen dat met snelheid v bij Mijdrecht is gemeten, en de ongevalsbetrokkenheid $e^{\alpha v}$, voor drie verschillende waarden van α . De uitkomsten zijn genormeerd op de waarde bij $v = 30 \text{ km/uur}$.

Het totaal aantal slachtoffers voor alle te hoge snelheden samen is de optelsom van alle waarden van $S(v)$ voor alle waarden van v . In beginsel is er voor v geen bovengrens. Zeer hoge snelheden kunnen ook, zij het zeer zelden, voorkomen. Een hoge waarde van α , dat wil zegen een waarde hoger dan λ , zou betekenen dat bij steeds hogere snelheid het aantal slachtoffers ook blijft toenemen. Ofschoon zeer hoge snelheden zeldzaam zijn, zou het bijbehorende aantal slachtoffers bij die hoge snelheden toch groter zijn dan dat bij lagere snelheden. Dit is niet in overeenstemming met onze ervaring. We hanteren daarom voor elk meetpunt als bovengrens van de parameter α de waarde van λ voor het betreffende meetpunt.

4.4. Conclusie

Van het uit de literatuur bekende onderzoek naar de relatie tussen snelheid en ongevalsbetrokkenheid, bieden de bevindingen van Kloeden et al. de meest geschikte aanknopingspunten voor de gevraagde berekening. De gegevens van dit onderzoek geven aanleiding om een exponentieel verband te veronderstellen. We gebruiken daarbij een (wat eenvoudigere) relatie tussen ongevalsbetrokkenheid en snelheid die de gegevens uit het onderzoek van Kloeden et al. op 60km/uur-wegen prima beschrijven. Omdat de berekening betrekking heeft op lagere limieten dan in het onderzoek van Kloeden et al. (namelijk 30 en 50 km/uur), nemen we aan dat de exponent α groter kan zijn dan de exponent die de 60km/uur-gegevens uit het onderzoek van Kloeden et al. goed beschrijft. Dit is gebaseerd op

bevindingen uit de literatuur die erop wijzen dat de ongevalsbetrokkenheid sneller toeneemt bij hogere snelheid naarmate de snelheidslimiet lager is.

5. Het berekende effect van kleine snelheidsovertredingen

5.1. Aanname over de bijdrage van te hoge snelheid aan doden en ziekenhuisopnamen

Zoals gezegd is de relatie tussen snelheid en verkeersveiligheid complex en afhankelijk van allerlei specifieke factoren. Maar in zijn algemeenheid kan gesteld worden: hoe hoger de snelheid, hoe groter de kans op ongevallen (zie *Hoofdstuk 4*) en hoe groter de kans op ernstig letsel bij zo'n ongeval.

In de literatuur wordt geschat dat 25% tot 30% van de dodelijke verkeersongevallen in verband kan worden gebracht met te hoge snelheden of limietoverschrijdingen (zie bijvoorbeeld TRB, 1998). De SWOV heeft berekend dat er in Nederland jaarlijks 25% minder ziekenhuisopnamen zouden vallen wanneer 90% van de automobilisten zich aan de snelheidslimiet zou houden (Oei, 2001).

Op basis van bovenstaande doen we voor de berekening in dit rapport de aanname dat 30% van de ziekenhuisopnamen of doden samenhangt met een limietoverschrijding. Hierbij nemen we eveneens aan dat dit aandeel niet afhangt van de snelheidslimiet. Met andere woorden: 30% van de doden en ziekenhuisopnamen op wegen met een limiet van 30 km/uur hangt samen met snelheidsovertredingen. Dit veronderstellen we ook voor wegen met een limiet van 50 km/uur.

In de volgende paragraaf berekenen we de fractie van deze aantallen slachtoffers die samenhangt met een *kleine* snelheidsovertreding, dus tot 10 of 15 km/uur boven de snelheidslimiet.

5.2. Berekening van het effect op basis van de aangepaste formule

5.2.1. Aanpak van de berekening

Op basis van de resultaten uit het vorige hoofdstuk gaan we uit van een relatie tussen ongevalsbetrokkenheid A en snelheid v van de vorm:

$$A \sim e^{\alpha v},$$

waarbij $\alpha \geq 0,17$ uur/km. Bovendien kiezen we voor α een praktische bovengrens die door de gemeten snelheidsverdeling bepaald wordt. Deze bovengrens nemen we gelijk aan de waarde van λ , een waarde die is afgeleid uit de meetgegevens per locatie. De waarde is per locatie verschillend. In *Tabel 3.1* zijn deze waarden gegeven.

We berekenen voor elke locatie de bijdrage aan het totaal aantal ernstige ongevallen voor alle snelheden v die boven de snelheidslimiet v_l liggen ($v > v_l$). Voor alle vier locaties is het product van het aantal voertuigen met die snelheid (de getelde aantallen) en de ongevalsbetrokkenheid voor die snelheid ($A = e^{\alpha v}$) bepaald voor alle voorkomende snelheden $v > v_l$. Dit product is berekend voor zowel de minimum- als de maximumwaarde van α (0,17 en λ). Vervolgens zijn de resultaten opgeteld, en is berekend welk deel van het totaal wordt uitgemaakt door de snelheden tot 10 km/uur en 15

km/uur limietoverschrijding. Dit is de bijdrage aan het aantal doden en ziekenhuisopnamen dat samenhangt met kleine snelheidsoverschrijdingen.

5.2.2. De berekening in formules

Als S het totale aantal verkeersdoden en ziekenhuisopnamen is op een weg, is naar schatting 30% daarvan in verband te brengen met een snelheids-overtreding (aannahme uit *Paragraaf 5.1*. Dit is dus $0,3S$. Een fractie σ_{10} van dit aantal slachtoffers kan worden geassocieerd met snelheidsover-schrijdingen tot 10 km/uur; een fractie σ_{15} hiervan kan worden geassocieerd met snelheidsoverschrijdingen tot 15 km/uur. Het totaal aantal slachtoffers dat kan worden geassocieerd met kleine snelheidsovertredingen is dan gelijk aan $0,3 \cdot \sigma \cdot S$, met $\sigma = \sigma_{10}$ of σ_{15} .

Het gaat er hier om, om σ_{10} (of σ_{15}) te berekenen. Volgens de redenering in *Paragraaf 4.3* kunnen we die berekening als volgt maken:

$$\sigma_{10} = \frac{\sum_{v=v_l+1}^{v=v_l+10} N(v)e^{\alpha v}}{\sum_{v=v_l+1}^{v=\infty} N(v)e^{\alpha v}}, \text{ en voor } \sigma_{15} \text{ iets dergelijks.}$$

Hierbij is $N(v)$ het aantal in de meetperiode gemeten voertuigen met snelheid v (dus ontleend aan de meetgegevens).

De resultaten voor de berekening staan in *Tabel 5.1*. Hieruit blijkt dat het aandeel van de kleine snelheidsovertredingen aan de onveiligheid groter is wanneer α de lagere waarde heeft van 0,17 uur/km dan wanneer α de hogere waarde λ heeft. Dat is omdat een hogere waarde van α impliceert dat de onveiligheid sneller toeneemt met hogere snelheid en dus dat de grove overtredingen relatief meer gewicht in de schaal leggen als het gaat om hun aandeel in het ontstaan en de afloop van ernstige ongevallen. Daarmee is de onveiligheid die met hogere snelheid wordt geassocieerd ook groter bij een hogere waarde van α , en het aandeel van de onveiligheid dat met kleine overtredingen samenhangt dus kleiner.

Meetlocatie	v_{\max} (km/uur)	λ (uur/km)	σ_{10}		σ_{15}	
			$\alpha = 0,17$ (uur/km)	$\alpha = \lambda$	$\alpha = 0,17$ (uur/km)	$\alpha = \lambda$
Venlo	30	-0,21	0,14	0,06	0,31	0,17
Mijdrecht	30	-0,26	0,26	0,02	0,52	0,06
Lisserbroek	50	-0,20	0,24	0,10	0,33	0,16
Den Haag	50	-0,18	0,11	0,07	0,17	0,11

Tabel 5.1. Het aandeel ziekenhuisopnamen en doden dat verband houdt met kleine snelheidsoverschrijdingen tot 10 km/uur (σ_{10}) of tot 15 km/uur (σ_{15}). Fracties σ_{10} en σ_{15} zijn fracties van het totaal aantal slachtoffers dat samenhangt met snelheidsoverschrijding.

Omdat we in de berekening een aantal onbekenden hebben waarvoor we aannamen moeten doen, kan het aandeel slachtoffers dat samenhangt met kleine snelheidsovertredingen niet exact worden berekend. Als we

aannemen dat de berekende waarden voor de beschikbare meetpunten een goede indicatie zijn, levert dit een bandbreedte voor het resultaat, bestaande uit:

- de verschillen tussen de meetpunten door verschillen in de parameter λ van het aantal voertuigen per km/uur dat harder rijdt dan de snelheidslimiet;
- de bandbreedte aan mogelijke waarden voor de parameter α , gegeven dat deze betrekking heeft op 30km/uur-wegen en 50km/uur-wegen.

Samenvatting van de resultaten

We hebben in deze paragraaf berekend welk deel van de snelheidsgerelateerde verkeersdoden en ziekenhuisopnamen kan worden geassocieerd met een *kleine* snelheidsovertreding:

- Op de twee locaties met een limiet van 30 km/uur hangt gemiddeld 4% tot 20% van de snelheidsgerelateerde slachtoffers samen met limietoverschrijdingen tot en met 10 km/uur, en gemiddeld 12% tot 40% met limietoverschrijdingen tot en met 15 km/uur.
- Voor de twee locaties met een limiet van 50 km/uur zijn de resultaten dat 9% tot 17% van de snelheidsgerelateerde slachtoffers samenhangt met een limietoverschrijding van maximaal 10 km/uur, en 14% tot 25% met limietoverschrijding tot maximaal 15 km/uur.

5.3. Het effect van kleine overtredingen op het aantal slachtoffers

Op basis van de berekende aandelen slachtoffers in de vorige paragraaf, kunnen we nu ook het *aantal* slachtoffers berekenen dat met kleine snelheidsovertredingen samenhangt. Het jaarlijks aantal doden en ziekenhuisopnamen op 30km/uur-wegen en 50km/uur-wegen dat relevant is voor deze berekening bedraagt ongeveer 160 geregistreerde doden en ongeveer 3.860 geregistreerde ziekenhuisgewonden (BRON; zie *Tabel 2.1*). Hiervan nemen we aan dat 30% gerelateerd is aan snelheidsovertredingen, ofwel ongeveer 50 doden en 1.150 gewonden.

Het aantal slachtoffers dat kan worden geassocieerd met *kleine* snelheidsovertredingen, verkrijgen we door deze aantallen te vermenigvuldigen met de berekende waarden voor σ_{10} en σ_{15} , zoals we die in de vorige paragraaf berekenden voor 30- en 50km/uur-wegen.

Tabel 5.2 geeft de uitkomsten van de berekeningen. Het geschatte jaarlijks aantal geregistreerde doden in Nederland dat geassocieerd kan worden met kleine snelheidsovertredingen op wegen met een limiet van 30 of 50 km/uur binnen de bebouwde kom, bedraagt tussen de 4 en 9 voor overschrijdingen tot 10 km/uur (zeg: ongeveer 5 doden) en 8 tot 13 voor overschrijdingen tot 15 km/uur (zeg: ongeveer 10 doden). Voor gewonden zijn deze aantallen respectievelijk ongeveer 100 tot 200 voor overschrijdingen tot 10 km/uur en 200 tot 300 voor overschrijdingen tot 15 km/uur. Het betreft hier het aantal geregistreerde gewonden.

		30 km/uur	50 km/uur	Totaal
Doden volgens BRON		21	142	163
30% snelheidsgerelateerd		6	43	49
Gerelateerd aan kleine snelheidsovertredingen	<i>ondergrens σ_{10}</i>	0	4	4
	<i>bovengrens σ_{10}</i>	1	8	9
	<i>ondergrens σ_{15}</i>	3	6	8
	<i>bovengrens σ_{15}</i>	3	11	13
<hr/>				
Ziekenhuisopnamen volgens BRON		509	3.352	3.861
30% snelheidsgerelateerd		153	1.006	1.158
Gerelateerd aan kleine snelheidsovertredingen	<i>ondergrens σ_{10}</i>	6	91	97
	<i>bovengrens σ_{10}</i>	31	181	212
	<i>ondergrens σ_{15}</i>	61	141	202
	<i>bovengrens σ_{15}</i>	64	251	316

Tabel 5.2. *Ondergrens en bovengrens van het aantal doden en ziekenhuisopnamen dat kan worden geassocieerd met overschrijdingen van de snelheidslimiet met maximaal 10 en 15 km/uur.*

6. Discussie en conclusie

6.1. Gehanteerde aannamen

In dit rapport zijn enkele vereenvoudigingen toegepast en aannamen gedaan om de bijdrage van kleine snelheidsovertredingen aan het aantal doden en ziekenhuisopnamen te kunnen berekenen. In dit hoofdstuk beschouwen we deze nader.

6.1.1. *De bijdrage van te hoge snelheid aan ernstige ongevallen*

Een van de aannamen is dat 30% van de verkeersdoden en ziekenhuisopnamen samenhangt met een te hoge snelheid. In dit rapport wordt onder een te hoge snelheid een limietoverschrijding verstaan. Een te hoge snelheid is echter niet noodzakelijk altijd een limietoverschrijding en vice versa. In veel gevallen is de snelheidslimiet niet per se veilig (Aarts & Van Nes, 2007; Wegman & Aarts, 2005). Met dit onderscheid tussen snelheidslimiet en veilige snelheid is in deze berekening geen rekening gehouden.

Daarnaast zijn er bij deze aanname nog twee kanttekeningen te maken. De gebruikte schatting is deels gebaseerd op politieregistratie. Nog los van onderregistratie, wordt bij het registreren van ongevallen vooral gezocht naar juridische oorzaken. Dit kan een belemmering vormen in de vaststelling van de daadwerkelijke oorzaken. Onveilige snelheden die binnen de geldende snelheidslimieten blijven zullen op deze wijze niet worden vastgelegd. Dit zou betekenen dat de schatting van 30% bijdrage van onaangepaste snelheid aan verkeersslachtoffers te laag is. De schatting van 30% is niettemin wel bruikbaar als indicatie van het aandeel doden en ziekenhuisopnamen dat is veroorzaakt door een overschrijding van de snelheidslimiet.

De aanname van 30% is bovendien een samenvoeging van de bijdrage van te hoge snelheid aan ernstige ongevallen over het gehele wegennet. Het spreekt niet vanzelf dat dit aandeel voor alle wegtypen gelijk is. Het is echter niet bekend in hoeverre dat zo is. In deze berekening gaan we er daarom van uit dat het aandeel niet per wegtype verschilt.

De schatting van de SWOV dat 25% van de ernstig gewonden bespaard zouden worden als 90% zich aan de snelheid zou houden (Oei, 2001) levert in ieder geval een ondergrens op van het berekende aantal slachtoffers in dit rapport. Het betreft hier de goede doelgroep (ernstig gewonden), maar de 10% die zich dan nog niet aan snelheidslimiet houdt zal ook nog een bijdrage aan de onveiligheid hebben, waarin dus snelheidsgerelateerde slachtoffers vallen.

Concluderend: de schatting dat 30% van de doden en ziekenhuisopnamen verband houdt met te hoge snelheid kan zowel een onder- als een overschatting zijn. Omdat goede cijfers ontbreken, gaan we ervan uit dat de waarde van 30% bij benadering correct is.

6.1.2. *Kantttekeningen bij het onderzoek waarop de gebruikte formule is gebaseerd*

Een tweede aanname is dat de relatie die Kloeden et al. gevonden hebben tussen ongevalsbetrokkenheid en snelheid, correct is. Kloeden et al. hebben een case-controlstudie uitgevoerd, waarbij zij het aantal ongevallen bij snelheid v relateerden aan het aantal voertuigpassages met snelheid v . Hierbij hebben zij voor vele relevante externe factoren, zoals tijd van de dag, locatie en dergelijke, gecorrigeerd. Het is niettemin denkbaar dat er op de veiligheid factoren van invloed zijn geweest waarvoor in de case-controlstudie niet gecorrigeerd is of kon worden.

Een van deze factoren zou bijvoorbeeld de leeftijd van de bestuurder kunnen zijn. Dit is immers een factor waarvan bekend is dat deze een sterke relatie vertoont met risico. Stel bijvoorbeeld dat alle ongevallen in het onderzoek zouden zijn veroorzaakt door jonge bestuurders die, indien zij te hard rijden, een zeer groot risico lopen. In dat geval is het gewenst dat de snelheidsverdeling van de ongevalssnelheden uit het onderzoek worden gerelateerd aan de passagesnelheidsverdeling van jonge bestuurders, en niet van *alle* bestuurders. Waarschijnlijk zou dit voor de uitkomst betekenen dat de bijdrage van snelheid aan de ongevalsbetrokkenheid minder groot is dan nu uit de formules van Kloeden et al. blijkt. De factor 'leeftijd' zou dan ook een deel van invloed op de ongevalsbetrokkenheid verklaren en niet alleen de snelheid. Dit zou voor de gebruikte formule in de berekening tot gevolg hebben dat de exponent minder groot zou zijn: het risico op een ernstig ongeval zou minder snel oplopen bij hogere snelheid dan nu gevonden is. Het aandeel ongevallen bij kleinere snelheidsovertredingen zou daarmee relatief groter worden ten opzicht van het aandeel van zware overtredingen.

6.1.3. *Kloedens oorspronkelijke formule versus de aangepaste formule*

We hebben voor de berekening de data van Kloeden et al. zelf gefit aan een simpele exponentiële functie, waaruit we voor snelheden groter dan de limiet vonden:

$$A \sim e^{0,17 v} \quad (v \text{ in km/uur})$$

Als alternatief hadden we ook Kloedens oorspronkelijke formule kunnen gebruiken:

$$A \sim e^{0,11v+0,003v^2} \quad (v \text{ in km/uur})$$

Het nadeel hiervan is echter dat we ook deze formule, die is ontwikkeld voor wegen met een snelheidslimiet van 60 km/uur, voor dit onderzoek moeten aanpassen voor de wegen van 30 km/uur en 50 km/uur. Dat behelst aanpassing van twee parameters, die elk een andere waarde dan de door Kloeden et al. gevonden waarden zouden kunnen aannemen. Dit maakt toepassing van deze formule minder aantrekkelijk dan die van de eenvoudige exponentiële formule die wij uit de gegevens van Kloeden et al. hebben afgeleid. De oorspronkelijke formule beschreef wel beter het gehele verloop van de gevonden data, inclusief het verloop van de ongevals-betrokkenheid van voertuigen die langzamer dan de snelheidslimiet rijden. Aangezien de SWOV-berekeningen alleen gericht zijn op een goede

schatting van het gedeelte boven de snelheidslimiet en de vereenvoudigde formule dit databereik goed beschrijft, zijn er geen bezwaren tegen de gekozen aanpak.

6.1.4. *Representativiteit van de gebruikte gegevens*

Een derde aanname is dat de voor dit onderzoek beschikbare gegevens van vier locaties, en gegevens van een week, representatief zijn voor alle wegen binnen de bebouwde kom. Hier is wel wat op af te dingen, aangezien de gegevens afkomstig waren van radartellers van TSV's die de wegkantraders op de betreffende locaties hebben opgehangen op basis van klachten van omwonenden.

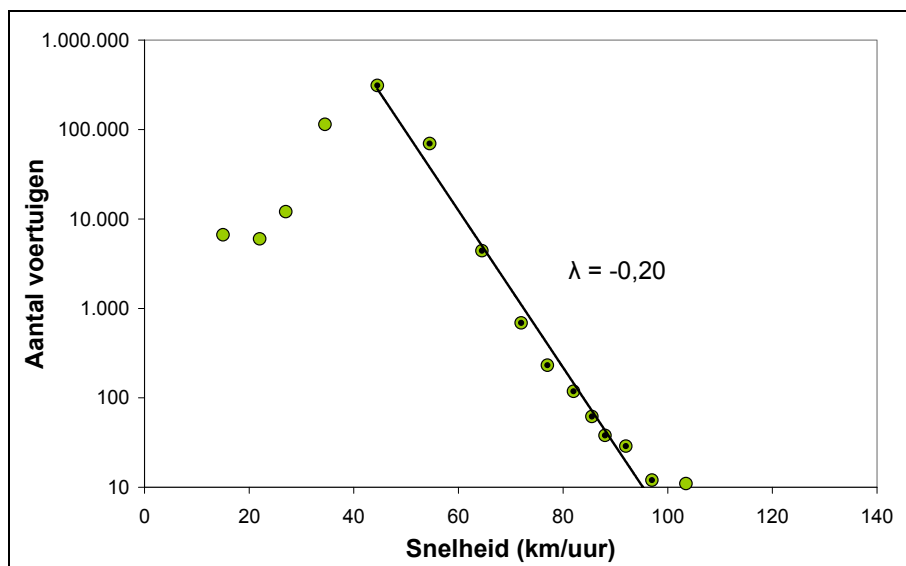
Hoewel de wegen die hier bestudeerd zijn zeker niet in alle opzichten representatief zijn voor heel Nederland, is het toch aannemelijk dat het gevonden eindantwoord wel representatief is. Dat is omdat voor onze berekening de parameter λ van de gemeten snelheidsverdeling het belangrijkste kenmerk is: de mate van afname van het aantal voertuigen per km/uur snelheidstoename boven de snelheidslimiet. Zolang de meeste snelheidslimietoverschrijdingen zich in de exponentieel dalende rechterflank van de snelheidsverdeling bevinden, is de uitkomst van de berekening niet meer afhankelijk van de ligging van de top, of het aandeel overtreeders.

Als de top lager ligt of ongeveer gelijk is aan de limiet, (zoals op onze beide 50km/uur-locaties) is de berekende bijdrage van kleine overtredingen aan het aantal slachtoffers onafhankelijk van de ligging van de snelheidsverdeling. Alleen als de top (veel) hoger is dan de limiet (zoals we zagen bij onze beide 30km/uur-locaties), is het aandeel slachtoffers als gevolg van kleine snelheidsovertredingen kleiner dan wanneer die snelheidsovertredingen op het berekende negatief exponentiële deel zouden liggen. In dat geval is het aantal voertuigen dat een kleine snelheidsovertreding maakt, geringer dan op grond van de negatief exponentieel dalende rechterflank van de snelheidsverdeling zou mogen worden verwacht.

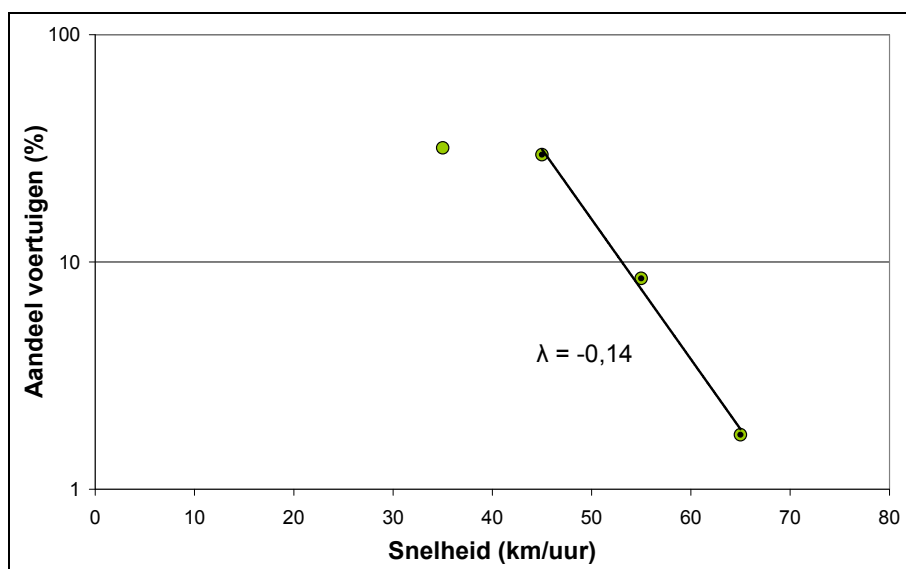
De parameter λ varieert enigszins voor verschillende wegen met dezelfde snelheidslimiet. Dit blijkt ook uit een analyse van metingen in Zandvoort (limiet 50 km/uur) en Simpelveld (zowel 50 km/uur als 30 km/uur). Die gegevens zijn in *Afbeelding 6.1* tot en met 6.3 gepresenteerd.

- Voor de 50km/uur-wegen vonden we in Lisserbroek en Den Haag waarden voor λ van -0,20 uur/km en -0,18 uur/km. In Zandvoort en Simpelveld vinden we -0,20 uur/km en -0,14 uur/km (overigens op basis van snelheidsgegevens in relatief grote snelheidsklassen).
- Voor de 30km/uur-wegen vonden we in Mijdrecht en Venlo waarden voor λ van -0,26 uur/km en -0,21 uur/km. In Simpelveld vonden we -0,21 uur/km.

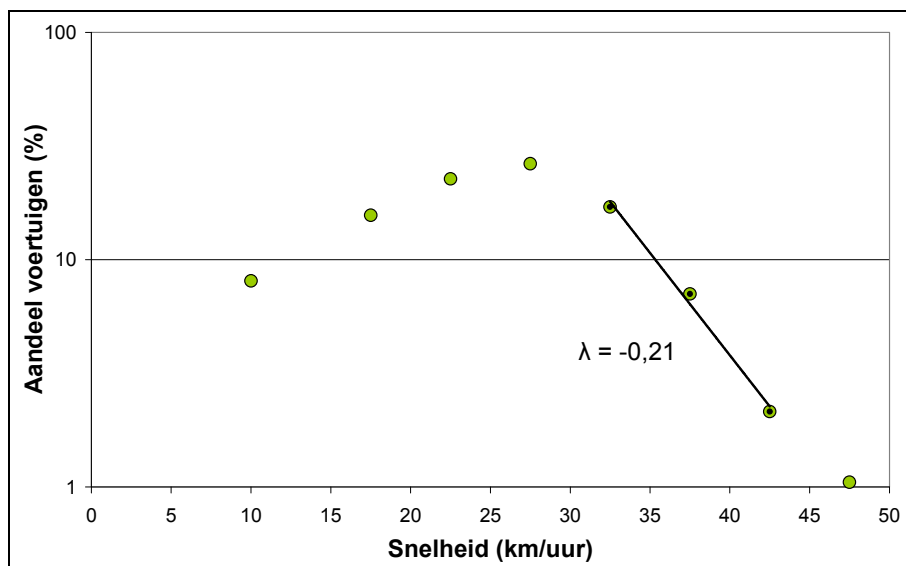
Het zou interessant zijn om na te gaan of deze verschillen samenhangen met verschillen in snelheidsbeïnvloedende factoren zoals weginrichting, handhaving of voorlichting.



Afbeelding 6.1. Snelheidsverdeling van voertuigpassages per snelheidsklasse in 2008 op de Dr. Gerkestraat (limiet 50 km/uur) in Zandvoort.



Afbeelding 6.2. Snelheidsverdeling van voertuigpassages per snelheidsklasse op diverse gemeentelijke 50km/uur-wegen in Simpelveld, 2007 en 2008.



Afbeelding 6.3. Snelheidsverdeling van voertuigpassages per snelheidsklasse op diverse gemeentelijke 30km/uur-wegen in Simpelveld, 2007 en 2008.

Indien het zo zou zijn dat de snelheidsverdelingen in Nederland in het algemeen (dus ook op 50km/uur-wegen) een top hebben die ver boven de limiet ligt, dan zouden de door ons berekende bijdragen van kleine snelheidsovertredingen aan het aantal slachtoffers een overschatting zijn. Onze berekeningen voor de 50km/uur-wegen pakken dan te hoog uit; die voor de 30km/uur-wegen niet. Wanneer de snelheidsverdeling op de meeste wegen een top heeft onder de snelheidslimiet, dan zijn onze berekeningen voor de effecten op 50km/uur-wegen wel correct, maar die voor de 30km/uur-wegen niet meer. In de berekening dragen deze echter slechts in geringe mate bij aan het door ons gevonden eindantwoord.

6.2. Reikwijdte van de resultaten

In dit rapport is berekend welk deel van de geregistreerde verkeersslachtoffers (doden en ziekenhuisgewonden) verband houdt met kleine snelheidsovertredingen. De berekening is uitgevoerd ter ondersteuning van een landelijke snelheids campagne, gericht op het voorkomen van kleine en onbewuste snelheidsovertredingen op 30km/uur-wegen en 50km/uur-wegen.

In hoeverre deze campagne zal leiden tot lagere rijsnelheden en besparing van slachtoffers (doden en ziekenhuisopnamen), is op basis van dit rapport niet te zeggen. De effecten van de campagne hangen af van de mate waarin bestuurders hun gedrag aanpassen naar aanleiding van de campagne. Ook de invloed van flankerende maatregelen, zoals extra handhaving op de feitelijk gereden snelheid, is belangrijk.

De campagne is echter gericht op zowel de kleine overtredingen binnen de bebouwde kom als de onbewuste overtredingen. Dit zijn twee verschillende zaken. Wanneer de campagne tot effect zou hebben dat alle onopzettelijke overtredingen binnen de bebouwde kom niet meer voorkomen, zou het effect op de verkeersveiligheid anders zijn dan de hier berekende omvang. Dat komt omdat onopzettelijke overtredingen niet zonder meer samenvallen

met kleine overtredingen. Het is denkbaar dat er ook grotere onopzettelijke snelheidsovertredingen plaatsvinden, bijvoorbeeld indien een bestuurder zich niet bewust is van een lagere snelheidslimiet. Daarnaast zijn er ook kleine snelheidsovertredingen die wel bewust worden gemaakt.

6.3. Conclusie

Het is mogelijk gebleken om een schatting te geven van het aantal doden en ziekenhuisopnamen dat kan worden geassocieerd met kleine snelheidsovertredingen (10 tot 15 km/uur boven de limiet) op wegen binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 30 km/uur of 50 km/uur.

De schatting is gebaseerd op de gemeten snelheidsverdeling van voertuigen die de limiet overschrijden, en op een uit de literatuur bekende relatie tussen snelheid en ongevalsbetrokkenheid. Verder maakt de schatting gebruik van de aanname (op basis van onderzoeksliteratuur) dat 30% van alle slachtoffers (doden en ziekenhuisopnamen) op de betreffende wegen gerelateerd is aan een te hoge snelheid.

Het blijkt dat er in Nederland jaarlijks zo'n 5 tot 10 doden geassocieerd kunnen worden met snelheidsovertredingen tot 10 à 15 km/uur boven de snelheidslimiet binnen de bebouwde kom. Ook gaat het jaarlijks om ruim 100 tot 300 ziekenhuisopnamen. Het gaat hierbij om geregistreerde doden en ziekenhuisopnamen in BRON.

Gezien de onzekerheid omtrent de feitelijke snelheidslimiet in BRON, is het niet zinvol om de besparing voor 30km/uur-wegen en 50km/uur-wegen apart te beschouwen.

Het aantal bespaarde ernstig gewonden volgens de nieuwe definitie kan thans niet worden berekend. Daarvoor is het nodig dat eerst het aantal ernstig gewonden wordt herberekend volgend de nieuwe definitie. Ook de bijbehorende registratiegraad moet daarbij opnieuw worden bepaald. Dit werk wordt thans uitgevoerd door de SWOV; de resultaten zijn nog niet beschikbaar.

Literatuur

Aarts, L.T. & Nes, C.N. van (2007). *Een helpende hand bij snelhedenbeleid gericht op veiligheid en geloofwaardigheid; Eerste aanzet voor een beslissingsondersteunend instrument voor veilige snelheden en geloofwaardige snelheidslimieten*. D-2007-2. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Aarts, L.T. & Schagen, I.N.L.G. van (2006). *Driving speed and the risk of road crashes: A review*. In: *Accident Analysis & Prevention*, vol. 38, nr. 2, p. 215-224.

Braimaister, L. & Bijleveld, F. (te verschijnen). *Ontwikkeling van de verkeersveiligheid naar snelheidslimiet*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Elvik, R., Christensen, P. & Amundsen, A. (2004). *Speed and road accidents*. 740/2004. Institute of Transport Economics TØI, Oslo.

Fildes, B.N., Rumbold, G. & Leening, A. (1991). *Speed behaviour and drivers' attitude to speeding*. General Report No. 16. VIC roads, Hawthorn, Victoria.

Finch, D.J., et al. (1994). *Speed, speed limits and crashes*. Project Record S211G/RB/Project Report PR 58. Transport Research Laboratory TRL, Crowthorne, Berkshire.

Kampen, L.T.B. van (2007). *Verkeersgewonden in het ziekenhuis; Ontwikkelingen in omvang, letselernst en verpleegduur*. R-2007-2. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Kloeden, C.N., McLean, A.J. & Glonek, G. (2002). *Reanalysis of travelling speed and the rate of crash involvement in Adelaide South Australia*. Report No. CR 207. Australian Transport Safety Bureau ATSB, Civic Square, ACT.

Kloeden, C.N., et al. (1997). *Travelling speed and the rate of crash involvement*. Report No. CR 172, Volume 1. Federal Office of Road Safety FORS, Canberra.

Kloeden, C.N., Ponte, G. & McLean, A.J. (2001). *Travelling speed and the rate of crash involvement on rural roads*. Report No. CR 204. Australian Transport Safety Bureau ATSB, Civic square, ACT.

Maycock, G., Brocklebank, P.J. & Hall, R.D. (1998). *Road layout design standards and driver behaviour*. TRL Report No. 332. Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.

Nilsson, G. (1982). *The effects of speed limits on traffic accidents in Sweden*. In: International symposium on the effects of speed limits on traffic crashes and fuel consumption. October 6-8, 1981, Dublin, Organisation for Economic CoOperation and Development OECD.

Nilsson, G. (2004). *Traffic safety dimensions and the Power Model to describe the effect of speed on safety*. Bulletin 221. Lund Institute of Technology, Lund.

Oei, H.-I. (2001). *Veiligheidsconsequenties van intelligente snelheidsadaptie ISA; Mogelijke effecten op de verkeersveiligheid bij algehele invoering van ISA in Nederland*. R-2001-11. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Quimby, A., et al. (1999). *The factors that influence a drivers' choice of speed: a questionnaire study*. TRL report No. 325. Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.

Reurings, M. & Bos, N. (2009). *Ernstig gewonde verkeersslachtoffers in Nederland in 1993-2008; Het werkelijk aantal in ziekenhuizen opgenomen verkeersslachtoffers met een MAIS van tenminste 2*. R-2009-12. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

TRB (1998). *Managing speed*. Special Report 254. Transportation research Board TRB, Washington DC.

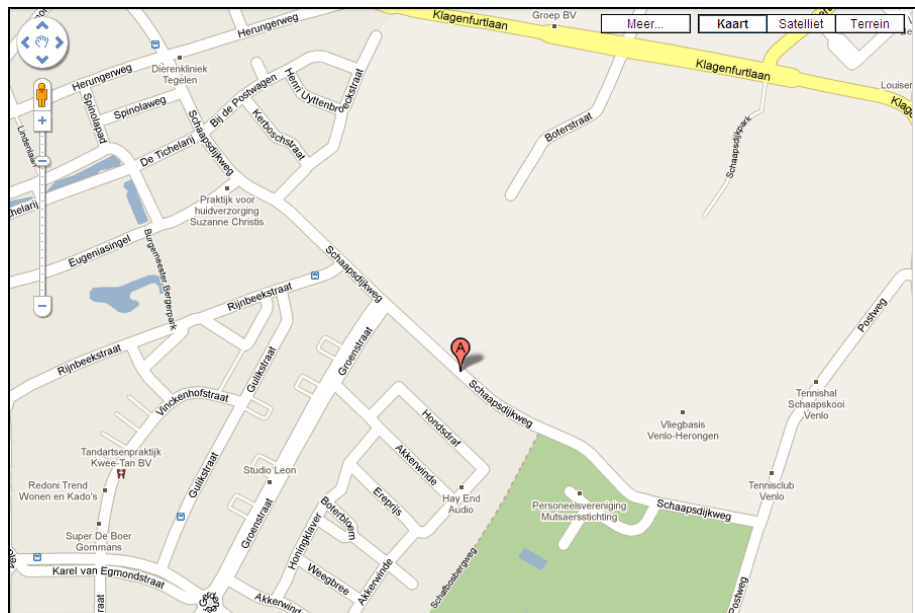
Wegman, F. & Aarts, L. (2005). *Door met Duurzaam Veilig; Nationale Verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 2005-2020*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Bijlage 1

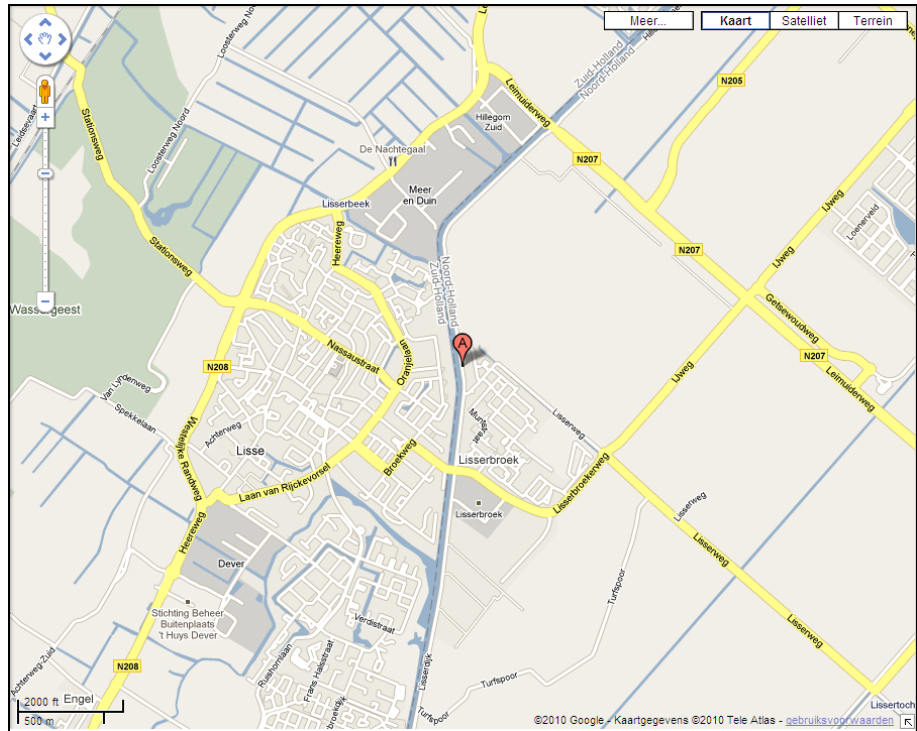
Wegen waarvan de data zijn gebruikt



Afbeelding A.1. Locatie van het telpunt in Mijdrecht, Anselmusstraat, met een snelheidslimiet van 30 km/uur. De hoogte van het meetpunt is onbekend. Foto uit 'Google street view'.



Afbeelding A.2. Locatie van het telpunt in Venlo, Schaapsdijkweg, met een snelheidslimiet van 30 km/uur. De teller heeft hier op een hoogte van 3m boven de grond gehangen. Foto uit 'Google maps'.



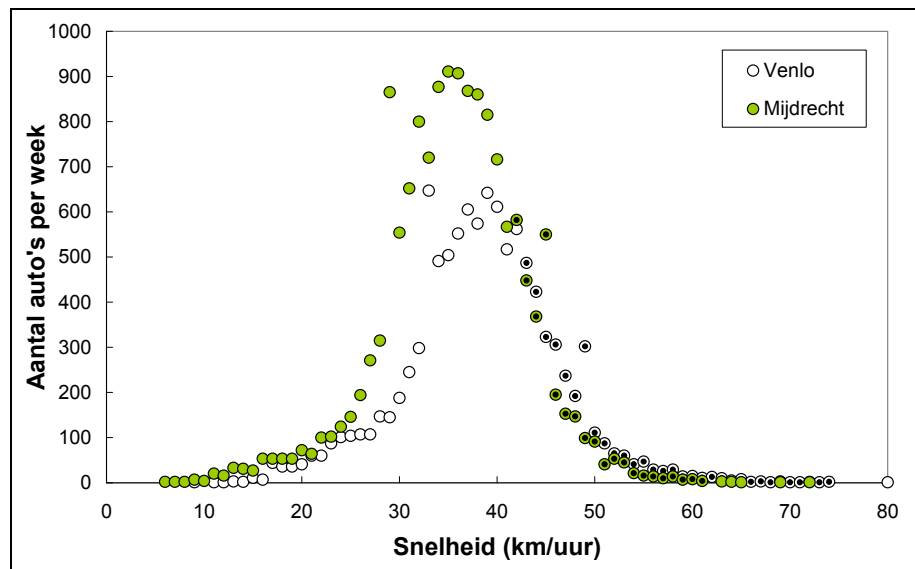
Abbeelding A.3. Locatie van het telpunt in Lisserbroek, Hillegommerdijk, met een snelheidslimiet van 50 km/uur. De teller heeft hier op een hoogte van 3,10 m gehangen. Foto uit 'Google maps'.



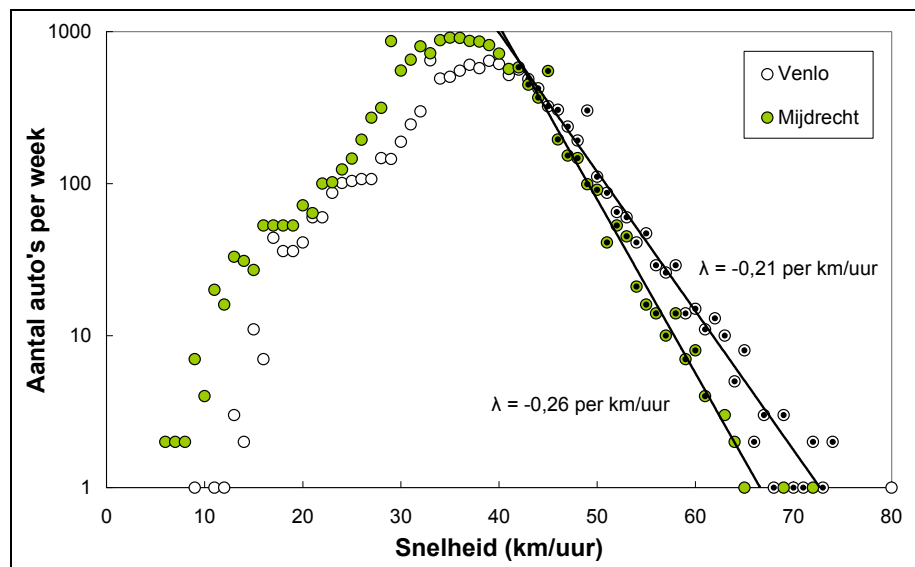
Abbeelding A.4. Locatie van het telpunt in Den Haag, Mient, met een snelheidslimiet van 50 km/uur. De teller heeft hier op een hoogte van 3m boven de grond gehangen. Foto uit 'Google street view'.

Bijlage 2

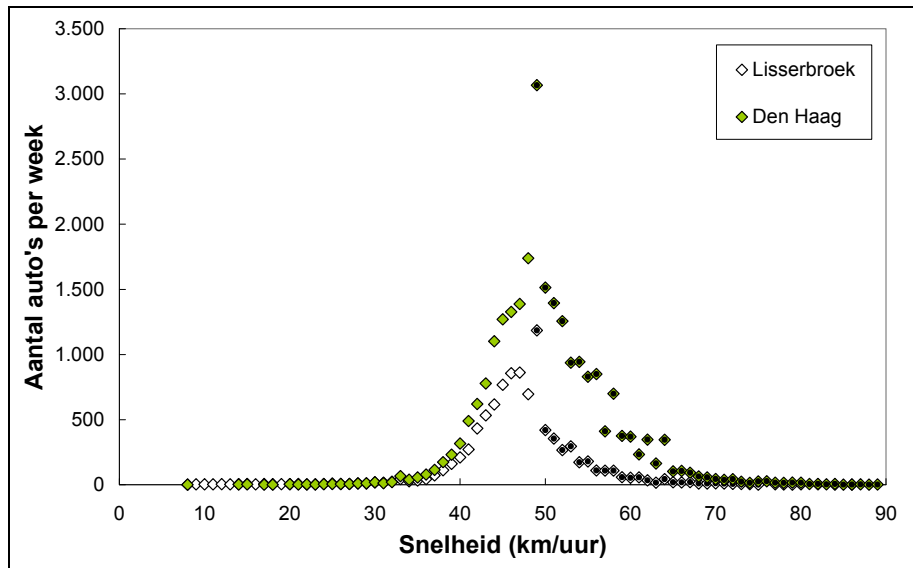
Snelheidsverdeling op de vier locaties



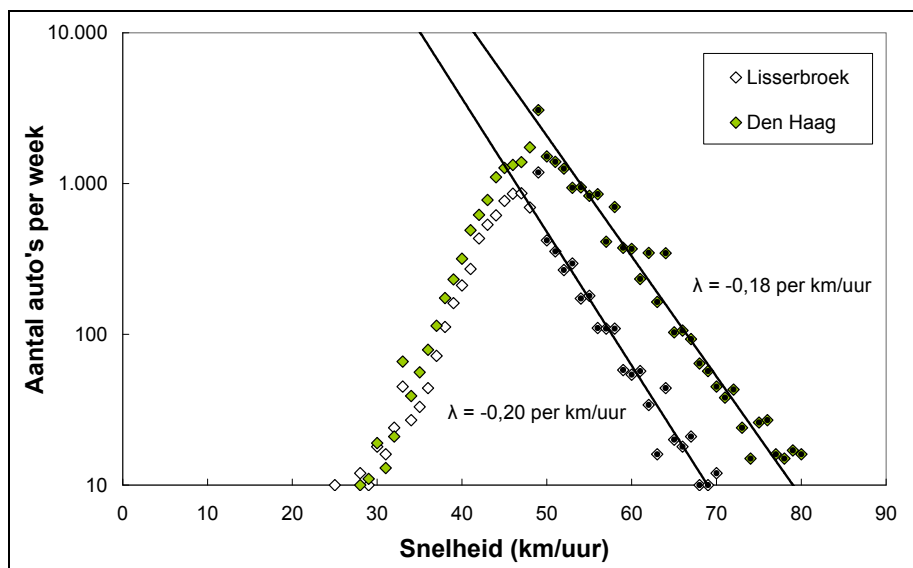
Afbeelding B.1. Aantal voertuigpassages in de meetweek bij Mijdrecht en Venlo (limiet 30 km/uur, lengte tussen 3,5 en 6,5 m), lineaire verticale as.



Afbeelding B.2. Aantal voertuigpassages in de meetweek bij Mijdrecht en Venlo (limiet 30 km/uur, lengte tussen 3,5 en 6,5 m), logaritmische verticale as.



Afbeelding B.3. Aantal voertuigpassages in de meetweek bij Lisserbroek en Den Haag (limiet 50 km/uur, lengte tussen 3,5 en 6,5 m), lineaire verticale as.



Afbeelding B.4. Aantal voertuigpassages in de meetweek bij Lisserbroek en Den Haag (limiet 50 km/uur, lengte tussen 3,5 en 6,5 m), logaritmische verticale as.