



DE RELATIE TUSSEN VERKEERSINTENSITEIT EN VERKEERSVEILIGHEID

BACHELOR EINDOPDRACHT

Josine de Boer
Civiele Techniek, Universiteit Twente
10 november 2008 – 20 februari 2009



DE RELATIE TUSSEN VERKEERSINTENSITEIT EN VERKEERSVEILIGHEID

BACHELOR EINDOPDRACHT

Datum:

20 februari 2009

Uitvoering:

Josine de Boer

Projectcode: VNL9999_921

Status: Definitief

In opdracht van:

VIA

Begeleiding: dhr. ing. E.J.P. Donkers

Universiteit Twente, Civiele Techniek

Begeleiding: dhr. ir. R.J. Lagerweij

SAMENVATTING

Door de registratie van verkeersongevallen en de aanpak door middel van een blackspot benadering is Nederland nu één van de meest verkeersveilige landen ter wereld. Het aantal verkeersongevallen is inmiddels dusdanig laag dat de kwaliteit van de ongevallendatabase afneemt. Ook de registratiegraad van ongevallen vermindert. Om te zorgen dat Nederland het huidige verkeersveiligheidsniveau kan handhaven en verbeteren, is daarom een nieuwe, preventieve verkeersveiligheidsbenadering nodig.

VIA is bij een aantal projecten betrokken waarin wordt gewerkt aan het omschakelen van een reactief naar een preventief verkeersveiligheidsbeleid. Behalve onderzoek naar de relatie tussen wegkenmerken en verkeersveiligheid, is het ook interessant te zoeken naar relaties met de verkeerspsychologie.

In dit onderzoek is de relatie tussen de verkeersintensiteit, het belangrijkste wegkenmerk, en verkeersveiligheid onderzocht. De aard van die relatie is bepaald met behulp van kencijfer- en risicolijnen met meerdere intensiteitsklassen, die samenhang tussen intensiteit en het aantal slachtoffers of het risico laten zien.

Het blijkt dat het aantal ongevallen bij toenemende intensiteit eerst sterk toeneemt en vervolgens weer daalt. Het risico voor de weggebruiker is echter bij lage intensiteit juist het hoogst en daalt wanneer de intensiteit toeneemt. In de verkeerspsychologie is hiervoor een aantal verklaringen gevonden:

- » bij een grote informatiedichtheid, zoals op een drukke weg het geval is, besteedt de bestuurder meer aandacht aan de rijtaak dan op een rustige weg;
- » mensen nemen alleen informatie waar als ze die verwachten en er actief naar uitkijken: op drukke wegen verwacht men sneller een gevaarlijke situatie dan op rustige;
- » op drukke wegen is de perceptie van risico hoger dan het optimaal risiconiveau waardoor de bestuurder veiliger rijgedrag gaat vertonen, terwijl op rustige wegen de bestuurder juist gevaarlijker gaat rijden omdat het waargenomen risico onder het optimale risiconiveau ligt (risico homeostase theorie van Wilde).

Uit bovenstaande verklaringen kan de conclusie getrokken worden dat verkeersveiligheidsmaatregelen moeten voldoen aan de volgende eisen:

- » de maatregel moet ervoor zorgen dat de bestuurder voldoende mentale energie in de rijtaak steekt;
- » verkeersstromen dienen als gevolg van de maatregel meer homogeen te worden;
- » het optimale risiconiveau van de bestuurder dient door de maatregel om laag te gaan.

Het volgende kan naar aanleiding van deze studie nog onderzocht worden:

- » welke wegkenmerken, behalve intensiteit, hebben de meeste invloed op de verkeersveiligheid;
- » en hoe is deze invloed te verklaren vanuit de verkeerspsychologie.

VOORWOORD

Voor u ligt mijn eindrapportage voor de Bachelor Eindopdracht aan de Universiteit Twente. Ondanks veel moeite met de mechanica-vakken heb ik de bacheloropleiding Civiele Techniek met plezier doorlopen. De start van deze stage bij VIA markeerde het punt waarop ik de mechanica achter me kon laten en me kon concentreren op het vakgebied binnen de Civiele Techniek wat me het meeste interesseert: verkeer. VIA is een verkeersadviesbureau met een specialisatie op verkeersveiligheid. Dat trok mij aan en heeft er mede voor gezorgd dat ik een leuke, interessante en leerzame tijd heb gehad gedurende de 10 weken dat ik bij VIA stage liep.

De volgende mensen wil ik graag bedanken voor hun begeleiding tijdens mijn stage. De heer Lagerweij, mijn begeleider van de opleiding Civiele Techniek aan de Universiteit Twente, wil ik bedanken voor zijn sturing en feedback tijdens deze stageperiode. De heer Donkers, mijn begeleider van VIA, wil ik bedanken voor zijn brede en vakinhoudelijke insteek. Adriaan Heino, bedankt voor het uitgebreide antwoord op mijn vragen over gedragsrisicomodellen en verkeerspsychologie en ons gesprek als geheel. Mevrouw Fijan, bedankt voor uw hulp bij het zoeken naar informatie.

En tenslotte wil ik mijn familie en vrienden bedanken voor hun steun en interesse, maar zeker ook voor alle gezelligheid met Kerst en Oud en Nieuw.

Josine de Boer

Vught, 20 februari 2009

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	5
1.1	Context	5
1.2	Aanleiding	7
1.3	Doel- en vraagstelling	7
1.4	Indeling van het rapport	10
2	Theoretisch kader	11
2.1	Risicocijfers en kencijferlijnen	11
2.2	Verkeerspsychologie	15
3	Kencijferlijnen	18
3.1	Verwachtingen	18
3.2	Methode	19
3.3	Resultaten	21
3.4	Conclusies	28
4	Verkeerspsychologie	31
4.1	Theorie	31
4.2	Verklaringen	33
4.3	Resultaten	34
5	Conclusies	36
5.1	Kencijferlijnen	36
5.2	Verkeerspsychologie	37
6	Aanbevelingen	38
6.1	Kencijferlijnen	38
6.2	Verkeerspsychologie	38

Literatuurlijst	40
Artikelen	40
Boeken	40
Gesprekken	41
Overig	41
Rapportages	41
Websites	42
Lijst van bijlagen	44

1 INLEIDING

1.1 Context

Begin jaren '70 is men in Nederland begonnen met het registreren van verkeersongevallen in een database (het BRON-bestand). Daarbij is niet alleen het aantal en het soort ongevallen vastgelegd (Verkeersongevallenregistratiebestand), maar ook de locatie ervan door een koppeling met het Nationaal Wegenbestand, een digitaal geografisch bestand dat vrijwel alle wegen in Nederland bevat. (Donkers & Coppen, te verschijnen; Website van SWOV, 2008)

Hierdoor werd een reactieve blackspot benadering mogelijk, waarbij locaties worden aangepakt waar minimaal 12 ongevallen (waarvan minimaal 6 slachtofferongevallen) hebben plaatsgevonden in de afgelopen drie jaar (Scholten, 2008). Deze aanpak heeft ervoor gezorgd dat Nederland nu één van de meest verkeersveilige landen ter wereld is (Website van Verkeersnet.nl, 2009a).

Om ervoor te zorgen dat dat zo blijft, is echter een nieuwe, preventieve aanpak nodig.

De basis van het traditionele reactieve verkeersveiligheidsbeleid, de verkeersongevallendatabase, daalt in kwaliteit. Dit komt enerzijds doordat minder ongevallen gebeuren, en anderzijds doordat de registratiegraad van ongevallen afneemt. Minder ongevallen worden volledig geregistreerd: hierdoor zijn minder gegevens over oorzaken en knelpunten beschikbaar. (Pieters, Serné & Donkers, 2008; Jorritsma & de Bruijn, 2008)

Tegelijkertijd is de verkeersveiligheidsdoelstelling voor de komende jaren aangescherpt van 900 naar maximaal 580 doden in 2010, en van 17.000 naar 12.250 ziekenhuisgewonden (Website van Nota Mobiliteit, 2007).

Een nieuwe verkeersveiligheidsaanpak is dus nodig, die inspeelt op de verminderde kwaliteit van de database door het herkennen van plekken die onveilig kunnen gaan worden. Dáár kunnen dan maatregelen getroffen worden.

VIA is bezig met en betrokken bij een aantal projecten waarin wordt gewerkt aan het omschakelen van een reactief naar een preventief verkeersveiligheidsbeleid. In onderstaande subparagrafen worden deze projecten kort besproken. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van de ongeval- en verkeergegevens uit de eerste twee projecten. De laatste twee projecten zijn nog niet afgerond, conclusies en aanbevelingen uit dit onderzoek kunnen dienen als input voor deze projecten.

Verkeersveiligheidsanalyse infrastructuur t.b.v. veiligheidsplan gemeente Den Haag

Bij een verkeersveiligheidsanalyse in gemeente Den Haag is gebruik gemaakt van een verkeersrisicokaart (een kaart waarop risicocijfers van wegen zijn weergegeven) en een wegbeeldenkaart (hierop worden veel voorkomende combinaties van wegkenmerken onderscheiden). Door deze twee te combineren is te zien welke wegkenmerken een verhoogde invloed hebben op de verkeersonveiligheid, zowel bij een verkeerssluw als een verkeersintensief gebruik van het wegbeeld. De grens tussen verkeerssluw en –intensief is gesteld op 5.000 mvt/etmaal. (Pieters et al., 2008)

Vanuit wegbeelden en het bijbehorende risicocijfer kan worden afgeleid welke maatregelen op welk type wegen effectief zijn. Ook kan een indicatie van de effectiviteit van maatregelen gegeven worden (Donkers & van Mook, 2007). Beide mogelijkheden dragen bij aan een preventieve verkeersveiligheidsaanpak.

Het verkeersveiligheidsrisico op de Limburgse provinciale wegen

In Limburg is de risicobenadering toegepast op de provinciale wegen, waarbij ook gebruik is gemaakt van kencijferlijnen. De kencijferlijn geeft inzicht in de onderlinge verkeersveiligheidspositie van wegen en kruispunten binnen een bepaalde intensiteitsklasse. In Limburg is een klassengrens van 10.000 mvt/etmaal gebruikt. De lijn vertegenwoordigt de gemiddelde veiligheidspositie, gerelateerd aan de intensiteit. De afstand die een locatie boven de kencijferlijn ligt, wordt als maat voor prioriteitstelling gebruikt. (Donkers & Scholten, 2008a) De kencijferlijn kan gebruikt worden om wegen met hoog en laag risico te vergelijken en een verklaring te zoeken voor het verschil. Hierbij worden wegbeelden vergeleken, maar ook wordt onderzocht of de ongevallen daarmee in verband staan. Dit kan door op wegen met hoog risico te zoeken naar bepaalde typen ongevallen onder bepaalde omstandigheden. (Donkers & Scholten, 2008b)

Verkeersveiligheid in TN/MER

De Dienst Verkeer en Scheepvaart is bezig met de ontwikkeling van een methodiek om de effecten van planstudies op de verkeersveiligheid te bepalen. De effecten op de verkeersveiligheid zijn onder te verdelen in vier groepen:

- » het aantal verkeersongevallen en –slachtoffers;
- » het ongeval- en slachtofferrisico (doordat een relatie wordt gelegd met de verkeersprestatie, kunnen varianten onderling vergeleken worden);
- » maatschappelijke kosten;
- » risicobeïnvloedende factoren in het wegontwerp of in het (weg)gebruik.

Om verschillende varianten in een planstudie op verkeersveiligheid te vergelijken, wordt gebruik gemaakt van risicocijfers (dit cijfer beschrijft de kans om betrokken te raken bij een ongeval). Omdat bij het bepalen van risicocijfers een relatie wordt gelegd met de verkeersprestatie, kunnen verschillende alternatieven met elkaar vergeleken worden, ook al wordt op deze wegen niet dezelfde intensiteit verwacht. (Kranenburg & Beenker, te verschijnen)

Risicoscan Limburg

Op dit moment is VIA bezig met een project om de verkeersveiligheidsknelpunten op het Limburgse wegennet te onderzoeken aan de hand van wegbeelden. Dit is een voortzetting van het onderzoek in Den Haag, alleen worden nu ook wegen buiten de bebouwde kom bij het onderzoek betrokken en is aan de methodiek het één en ander veranderd. In plaats van met twee intensiteitsklassen gaat er gewerkt worden met drie klassen, omdat verschillende intensiteiten variatie geven in de veiligheidssituatie. Bovendien worden omgevingskenmerken op basis van stedelijkheidsgraad gebruikt. Ten slotte wordt per intensiteitsklasse het risicocijfer van een wegbeeld afgezet tegen het gemiddelde risicocijfer. (Scholten, 2008)

1.2 Aanleiding

Nederland is één van de meest verkeersveilige landen ter wereld. Dat is natuurlijk een geweldig feit, maar door een dalend aantal ongevallen en een dalende registratiegraad van ongevallen wordt het ook steeds lastiger om Nederland nóg verkeersveiliger te maken.

Uit bovenstaande paragraaf is gebleken dat er allerlei ontwikkelingen gaande zijn om van een reactief verkeersveiligheidsbeleid om te schakelen naar een preventief verkeersveiligheidsbeleid. Eén manier is om de relatie tussen wegkenmerken en verkeersveiligheid te onderzoeken, aan de andere kant wordt ook gezocht naar relaties met de verkeerspsychologie.

Dit onderzoek speelt daar op in door voor het belangrijkste wegkenmerk, verkeersintensiteit (Reurings & Janssen, 2007), na te gaan wat de invloed is op het aantal slachtoffers en het risico voor de verkeersdeelnemer. Vervolgens wordt in de verkeerspsychologie het gedrag van die verkeersdeelnemer bestudeerd, om tot verklaringen te komen voor de invloed van intensiteit op verkeersveiligheid.

1.3 Doel- en vraagstelling

Doelstelling

Het doel van het onderzoek is tweeledig:

- 1 Onderzoeken van de relatie tussen verkeersintensiteit en verkeersveiligheid, door gebruik van kencijferlijnen.
- 2 Onderzoeken van mogelijke verklaringen voor bovenstaande relatie met behulp van verkeerspsychologie. Aan de hand hiervan zullen infrastructurele maatregelen voor vervolgonderzoek worden aanbevolen.

In de loop van het onderzoek is het eerste deel van de doelstelling veranderd, aangezien eerst de invloed van een bepaald wegkenmerk op de verkeersveiligheid onderzocht zou worden met behulp van kencijferlijnen. Bij het maken van kencijferlijnen wordt het wegkenmerk verkeersintensiteit echter al meegenomen. Een logische eerste stap is dus het onderzoeken van de invloed van verkeersintensiteit op verkeersveiligheid, alvorens de invloed van andere wegkenmerken te onderzoeken.

Vraagstelling

Bij de doelstelling is de volgende onderzoeksvraag opgesteld:

Hoe kan de relatie tussen verkeersintensiteit en verkeersveiligheid verklaard worden met verkeerpsychologie en ingezet worden bij het bedenken van maatregelen op gebied van infrastructuur die de verkeersveiligheid vergroten?

Om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden, zal een antwoord worden gezocht op de volgende deelvragen:

- 1 Hoe is de invloed van intensiteit op de verkeersveiligheid te bepalen?
 - a Welke maten worden gebruikt voor het begrip verkeersveiligheid?
 - b Welke methoden zijn beschikbaar om intensiteit tegen verkeersveiligheid uit te zetten?
- 2 Wat is de relatie tussen intensiteit en verkeersveiligheid?
 - a Welke invloed heeft de verkeersintensiteit op het aantal ongevallen of slachtoffers?
 - b Welke invloed heeft de verkeersintensiteit op het ongevals- of slachtofferrisico van de verkeersdeelnemer?
- 3 Welke verklaringen geeft de verkeerspsychologie voor de relatie tussen intensiteit en verkeersveiligheid?
 - a Uit welke elementen bestaat de rijtaak?
 - b Hoe gaat de verkeersdeelnemer om met risico?
 - c Welke verklaringen geeft de verkeerspsychologie?
- 4 Hoe zijn de verklaringen uit de verkeerspsychologie te gebruiken om te komen tot maatregelen die de verkeersveiligheid vergroten?

Ad 1: kencijferlijnen

Eerst zullen de meest gangbare 'maten' voor het begrip verkeersveiligheid worden besproken: verkeersveiligheid in aantallen ongevallen en verkeersveiligheid uitgedrukt in het risico voor de weggebruiker om betrokken te raken bij een ongeval.

Vervolgens worden methoden besproken om de maten voor verkeersveiligheid uit te zetten tegen intensiteit. Veelal wordt gebruik gemaakt van kencijferlijnen, maar aan deze methode kleven enkele nadelen; vandaar dat onderzocht wordt hoe deze kencijferlijnen verbeterd kunnen worden.

Ad 2: gebruik van gegevens

Voor data van gemeente Den Haag en provincie Limburg worden kencijfer- en risicolijnen getekend. Daarmee wordt de relatie tussen het aantal slachtoffers en de intensiteit en de relatie tussen het risico voor de weggebruiker en de intensiteit weergegeven.

Ad 3: opstellen van mogelijke verklaringen

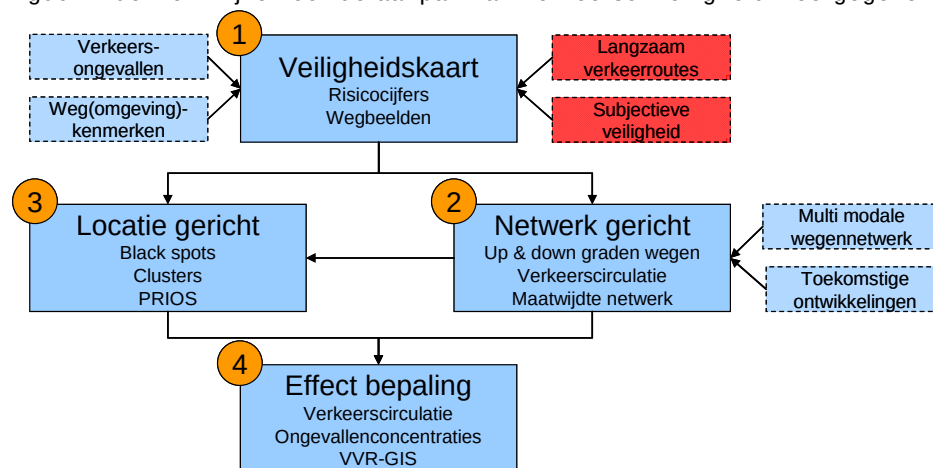
Om verklaringen voor bovengenoemde relatie te vinden in de verkeerspsychologie, wordt in de literatuur informatie gezocht over de elementen van de rijtaak en het omgaan met risico's. Vervolgens worden hypothesen opgesteld die een verklaring kunnen vormen voor de relatie tussen verkeersveiligheid en intensiteit.

Aanbevolen wordt de mogelijke verklaringen te toetsen in vervolgonderzoek op deze studie.

Ad 4: hypothesen richting maatregelen

Vanuit de verklaringen gevonden bij de vorige deelvraag, worden criteria vastgesteld waaraan verkeersveiligheidsmaatregelen zouden moeten voldoen. Enkele maatregelen die aan de criteria voldoen worden besproken.

Om een beter beeld te krijgen van wat er met dit onderzoek bereikt wordt, is in figuur 1 de werkwijze voor de aanpak van verkeersonveiligheid weergegeven.



figuur 1: werkschema opgebouwd uit vier fasen om stapsgewijs te komen tot een verkeersveilig verkeerssysteem (Donkers & Coppens, te verschijnen)

Stap 1 in figuur 1 gaat over het analyseren van verkeersongevallen, zoals ook tijdens het beantwoorden van de eerste onderzoeksvraag zal worden gedaan. Om de tweede onderzoeksvraag te beantwoorden, worden verschillende gedragsmodellen gebruikt om een verklaring te zoeken voor de invloed van intensiteit op het risico voor de verkeersdeelnemer. Hierbij wordt onder andere gebruik gemaakt van het verschil tussen het subjectieve (waargenomen) risico en het objectieve (feitelijke) risico. De input van stap 1 uit figuur 1 wordt gebruikt voor de stappen 2 en 3 in de figuur, omdat maatregelen bedacht kunnen worden aan de hand van de oorzaken voor verkeersonveiligheid die in stap 1 gevonden zijn.

1.4 Indeling van het rapport

In de inleiding is de context waarbinnen dit onderzoek valt behandeld, evenals de aanleiding voor de doel- en vraagstelling en de doel- en vraagstelling zelf.

In *Hoofdstuk 2* wordt een overzicht gegeven van de theorie die te vinden is over kencijferlijnen en het gedrag van verkeersdeelnemers in het verkeer. Het maken en toepassen van een kencijferlijn met meerdere intensiteitsklassen wordt besproken in *Hoofdstuk 3*. Omdat uit de resultaten van dit hoofdstuk blijkt dat bij toenemende intensiteit het risico voor de individuele verkeersdeelnemer daalt, zal daarvoor in *Hoofdstuk 4* een verklaring worden gezocht in de verkeerspsychologie. Aan de hand daarvan wordt aanbevolen het effect van een aantal maatregelen verder te onderzoeken.

De conclusies van dit onderzoek staan in *Hoofdstuk 5* en in *Hoofdstuk 6* worden aanbevelingen voor vervolgonderzoek gepresenteerd.

2 THEORETISCH KADER

2.1 Risicocijfers en kencijferlijnen

Deze paragraaf behandelt de begrippen *risicocijfer* en *kencijferlijn* en de methode om deze te berekenen. Vervolgens wordt de toepassing van kencijferlijnen besproken.

Voor het begrip verkeersveiligheid worden in dit onderzoek twee maten gebruikt. De eerste is het aantal verkeersslachtoffers per kilometer weglengte. De tweede is het risico voor de individuele weggebruiker. Hoe kleiner de kans om slachtoffer te worden, hoe veiliger een wegvak is.

Risicocijfer

Vóórdat een definitie van het begrip *risicocijfer* gegeven kan worden, zal eerst een definitie worden gegeven van het begrip *risico* zelf. Hakkert & Braimaister (2002) noemen een studie van Hauer waarin de volgende definitie voor risico wordt gegeven:

Het begrip *risico* geeft de waarschijnlijkheid weer dat er een verkeersongeval gebeurt.

Voor het onderzoeken van de relatie tussen intensiteit en verkeersveiligheid is een maat nodig waarmee wegvakken met verschillende kenmerken vergeleken kunnen worden. Een veelgebruikte maat voor de onveiligheid van wegvakken is het risicocijfer (Dreesen & Cuyvers, 2003; Hakkert & Braimaister, 2002). Het risicocijfer voor één wegdeel i is als volgt gedefinieerd (Commandeur, Bijleveld, Braimaister & Janssen, 2002):

$$\text{risicocijfer} = \frac{S_i}{E_i}$$

waarin:

- » S_i de schade is op wegdeel i , uitgedrukt in het aantal slachtoffers per km weglengte;
- » E_i de waargenomen expositie (blootstelling aan risicovolle situaties) is, gedefinieerd als $E_i = 365 * \bar{I}_i * L_i$ met $\bar{I}_i$ de gemiddelde etmaalintensiteit en L_i de weglengte in miljoenen km.

Het risicocijfer kan zowel voor een individueel wegvak als voor een groep van N wegdelen berekend worden (Commandeur et al., 2002).

Het *risicocijfer* is de kans om als verkeersdeelnemer slachtoffer te worden per miljoen kilometer deelname aan het verkeer.

Het risicocijfer voor N wegdelen (K) is als volgt gedefinieerd:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^N S_i}{\sum_{i=1}^N E_i}$$

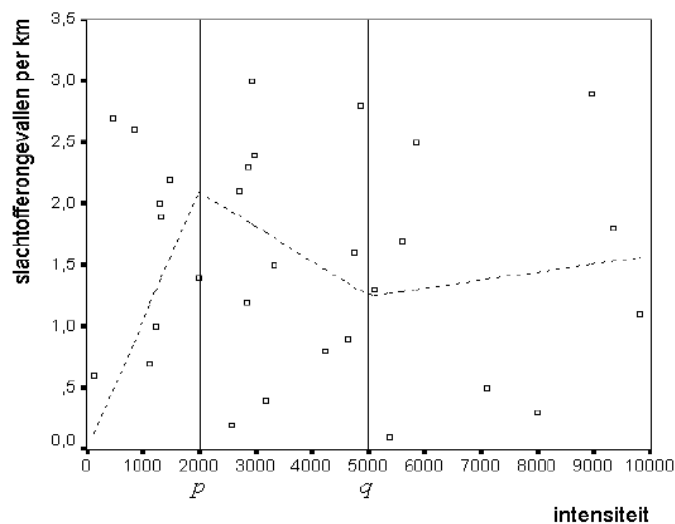
Uit de maat die voor expositie gehanteerd wordt, blijkt dat verkeersintensiteit bij het bepalen van risico grote invloed heeft. Intuïtief voelt men aan dat een rustige weg waarop jaarlijks 3 slachtoffers vallen een veel hoger risico heeft dan een drukke weg waarop jaarlijks 3 slachtoffers vallen. Bij de inrichting van een weg moet dus niet alleen rekening gehouden worden met de toekomstige functie, maar ook met de verwachte drukte (de verkeersintensiteit).

Kencijferlijnen

Er zijn twee methoden beschikbaar om zicht te krijgen op de invloed van intensiteit op de verkeersveiligheid, namelijk: lineaire regressie en kencijferlijnen (Commandeur et al., 2002). Beiden tonen het verband tussen het aantal ongevallen of het aantal slachtoffers per km (ongevaldichtheid of slachtofferdichtheid) en de intensiteit.

Lineaire regressie

Bij klassengebonden lineaire regressie verschilt de samenhang tussen slachtofferdichtheid en intensiteit per intensiteitsklasse. Voor iedere klasse is de best passende regressielijn bepaald, waarbij de regressielijnen elkaar snijden op de klassengrenzen. (Commandeur et al., 2002)



figuur 2: klassengebonden lineaire regressie (Commandeur et al., 2002)

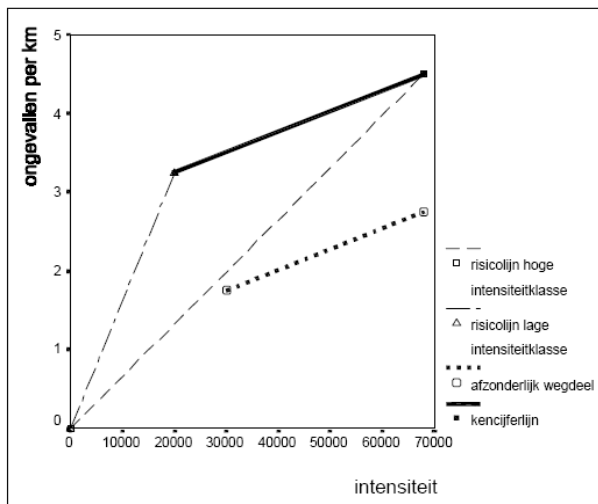
Kencijferlijnen

Kencijferlijnen met twee intensiteitsklassen geven slechts één soort relatie weer tussen slachtofferdichtheid en intensiteit.

Om kencijferlijnen te maken worden geselecteerde wegdelen gesorteerd in oplopende volgorde van intensiteiten en opgesplitst in twee intensiteitsklassen; een lage en een hoge. Er wordt geen rekening gehouden met verschillen in lengte tussen afzonderlijke wegdelen.

Vervolgens wordt voor elk van de twee klassen de gemiddelde intensiteit berekend; de som van de verkeersprestatie (gedefinieerd als weglengte maal intensiteit) van alle wegdelen in die klasse, gedeeld door de som van alle weglengtes in die klasse. Ook de gemiddelde slachtofferdichtheid wordt berekend; de som van het aantal slachtoffers op de wegdelen in die klasse, gedeeld door de som van de weglengtes (in km) in die klasse. (Commandeur et al., 2002)

De gemiddelde intensiteit en de gemiddelde slachtofferdichtheid van iedere klasse worden als coördinaten van een punt uitgezet in een assenstelsel met de gemiddelde etmaalintensiteit op de x-as en slachtofferdichtheid op de y-as, zie figuur 3. De richtingscoëfficiënt van de twee rechte lijnen die worden verkregen door deze twee punten met de oorsprong te verbinden, geeft de risicocijfers van de twee intensiteitsklassen. Door de twee klassenpunten wordt een rechte lijn getrokken. De richtingscoëfficiënt van deze kencijferlijn geeft voor de geselecteerde wegdelen aan hoe slachtofferdichtheid en intensiteit met elkaar samenhangen. (Commandeur et al., 2002)



figuur 3: kencijferlijn (Donkers & Scholten, 2008a)

Uit de kencijferlijn kunnen de risicocijfers per intensiteitsklasse K berekend worden met de formule op p. 12. De *risicolijn* geeft de helling weer van de lijnen die een punt op de kencijferlijn verbinden met de oorsprong.

Keuze

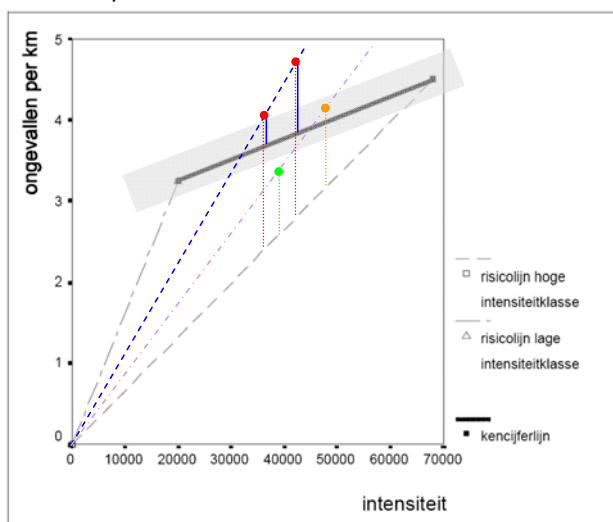
Het nadeel van klassengebonden lineaire regressie is dat het een ingewikkeld en tijdrovend proces is om dit te programmeren, terwijl kencijferlijnen met veel minder werk ook een goede samenhang laten zien tussen slachtofferdichtheid en intensiteit. Door kencijferlijnen met meer dan twee intensiteitsklassen te gebruiken kan namelijk, net als bij lineaire regressie, de samenhang tussen slachtofferdichtheid en intensiteit per klasse verschillen.

VIA werkt al veel met kencijferlijnen. Door de kencijferlijn-methodiek uit te breiden naar lijnen met meerdere intensiteitklassen kan VIA op eenvoudige wijze meer inzicht krijgen in de relatie tussen slachtofferdichtheid en intensiteit.

Toepassing

Er zijn twee belangrijke toepassingen van kencijferlijnen: prioriteren en prognosticeren.

VIA gebruikt kencijferlijnen op dit moment nog vooral om te prioriteren. In de grafiek in figuur 4 is te zien hoe wegen zich verhouden tot de kencijferlijn, die de gemiddelde veiligheidspositie vertegenwoordigd. De afstand die een wegvak boven de kencijferlijn ligt, wordt gebruikt als maat voor de prioriteitstelling. Van bijvoorbeeld de punten op de blauwe lijn in figuur 4 is het meest rechtse punt het gevaarlijkst, omdat de afstand van dit punt tot de kencijferlijn het grootst is. Beide punten kennen wel hetzelfde risico voor de weggebruiker.



figuur 4: toepassing kencijferlijn; prioriteren (Commandeur et al., 2002)

Ook prognosticeren is een belangrijke toepassing van de kencijferlijn. Kencijferlijnen kunnen gebruikt worden om te berekenen wat het risico voor de verkeersdeelnemer is op een nieuw aan te leggen weg, op een weg die verbreed wordt, op een weg met een nieuwe aansluiting; kortom op wegen waarvan de intensiteit verandert. Deze toepassing past goed in het algemene kader van dit rapport; de ontwikkeling van een nieuwe, preventieve verkeersveiligheidsaanpak.

Om tot een preventieve aanpak te komen zal in de ontwerpfase al aandacht besteed moeten worden aan verkeersveiligheid, dus in trajectnota's en milieueffectrapportages (MER). Op dit moment gebeurt dat nog niet op een gestandaardiseerde manier, maar in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat wordt daaraan gewerkt door Kranenburg en Beenker (te verschijnen).

Kranenburg en Beenker (te verschijnen) stellen de volgende manier voor om kencijferlijnen te gebruiken bij het prognosticeren van de verkeersveiligheid.

Het risicocijfer van de weg in de nieuwe intensiteitklasse is gelijk aan het basisrisicocijfer voor hetzelfde wegtype in de hogere intensiteitklasse maal het regionale verschil. Het regionale verschil is het percentage dat een weg boven of onder het basisrisicocijfer van de actuele intensiteitklasse ligt. In bijlage I is een deel van de handleiding voor verkeersveiligheid in de TN/MER fase weergegeven, waarin de methode voor prognosticeren wordt verduidelijkt.

2.2 Verkeerspsychologie

Deze paragraaf gaat in op theorieën en modellen uit de verkeerspsychologie over het gedrag van de verkeersdeelnemer. Achtereenvolgens zullen de gedragsniveaus van de rijtaak, de informatieverwerkingstaak en de automatisering van de rijtaak door ervaring worden besproken.

De verkeerskunde is gebaseerd op het mens-voertuig-omgeving systeem. Het voertuig beweegt zich door de omgeving (hiertoe behoren, behalve weg- en omgevingskenmerken, ook bijv. het weer, tijdstip van de dag, etc.), bestuurd door de mens. Toch is het verkeer van oudsher een zaak van technici, en is het besef dat meer factoren een rol spelen behalve technische, een besef van de laatste paar decennia. Sociale verkeerskunde is de verzamelnaam voor de niet-technische wetenschappen die zich bezighouden met de verkeersproblematiek, zoals psychologie, sociologie, economie en geografie (Wildervanck, 1987). In dit onderzoek wordt vooral ingegaan op verklaringen in de verkeerspsychologie.

Veel onderwerpen en theorieën binnen de verkeerspsychologie zijn gebaseerd op één van of beide volgende metaforen.

Mensen kenmerken zich door hun vermogen zeer uiteenlopende en complexe signalen te verwerken, al dan niet voorbereid. Dit wordt de informatieverwerkingsmetafoor genoemd.

De beslismetafoor gaat over het proces van wikken en wegen op grond van – vaak onzekere of onvolledige – informatie en overtuigingen. De 'perfect rationele beslisser' bestaat niet; mensen nemen op hun best beperkt rationele beslissingen. (Michon, 1989b)

Analyse van de rijtaak

De rijtaak van de verkeersdeelnemer is ingedeeld in de volgende drie gedragsniveaus (Wildervanck, 1994; Godthelp, 1989):

- 1 op *strategisch* niveau spelen taken als modaliteit- en routekeuze een rol;
- 2 op *tactisch* of manoeuvreniveau is de bestuurder bezig met taken die voortvloeien uit verkeerssituaties, zoals inhalen en voorrang geven;
- 3 het *operationeel* of regelniveau is de bestuurder belast met taken die te maken hebben met voertuigbeheersing, zoals schakelen en sturen.

De informatieverwerkingstaak

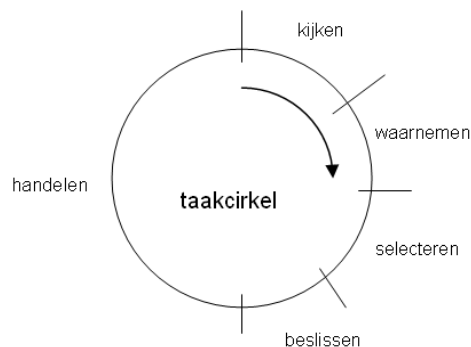
Op operationeel niveau is het besturen van een auto of fiets vooral een taak van fysiek handelen. Daarnaast bestaat de rijtaak op tactisch niveau voor een groot deel uit het verwerken van informatie (Heino, 2004).

Voor het proces van informatie verwerken, worden hieronder twee modellen gepresenteerd. Smiley (1989) verdeelt de informatieverwerkingstaak in drie soorten cognitief gedrag, terwijl Heino (2004) een taakcirkel presenteert met vijf taken.

Er zijn drie soorten cognitief gedrag, namelijk (Smiley, 1989):

- 1 *supervisie* – het selecteren van relevante stimuli uit de grote hoeveelheid stimuli die op de weg worden verwerkt door verkeersdeelnemers;
- 2 *beoordelen* – het maken van schattingen op continue basis, zoals snelheid of volgafstand;
- 3 *beslissen* – het maken van een keuze tussen verschillende acties, zoals inhalen of niet inhalen, uitwijken of stoppen.

Volgens Heino (2004) begint de informatieverwerking met het kijken naar met name visuele informatie, zie figuur 5. Slechts een deel van deze informatie wordt ook echt waargenomen en geselecteerd voor verdere verwerking.



figuur 5: autorijden als informatieverwerkingstaak (Heino, 2004)

De selectie van informatie gebeurt door *top-down* of door *bottom-up* informatieverwerking. Top-down informatieverwerking houdt in dat de verkeersdeelnemer iets ziet (bijvoorbeeld een verkeersbord), omdat hij er actief naar uitkijkt of omdat hij het verwacht. Om te zorgen dat de verkeersdeelnemer ook dingen ziet waar hij niet actief naar uitkijkt, wordt bottom-up informatieverwerking gebruikt; iets moet zo opvallend zijn dat het de aandacht trekt. (Heino, 2004; Vanderbilt, 2008)

Of veranderingen in het verkeer de verkeersdeelnemer opvallen hangt dus niet alleen af van hoe zichtbaar ze zijn, maar ook of hij er gericht naar uitkijkt en of hij de tijd heeft om de informatie te verwerken. (Vanderbilt, 2008)

Op basis van de geselecteerde informatie wordt een beslissing genomen over het uit te voeren gedrag en wordt het gedrag uitgevoerd (Heino, 2004).

Mensen zijn echter geen volledig geïnformeerde en rationele beslissers; ze weten doorgaans niet alle keuzemogelijkheden en kunnen die ook niet volledig rationeel tegen elkaar afwegen. Beslissingen worden dan ook genomen op basis van (enigszins aangepaste) herinneringen uit het verleden of andere heuristieken (vuistregels en ezelsbruggen) die gebaseerd zijn op kennis. (Bötticher & van der Molen, 1989; Michon, 1989a)

Na het uitvoeren van de handeling die bij de genomen beslissing hoort, begint het proces van informatieverwerking weer opnieuw (Heino, 2004).

Automatisering

Voor het bewust verwerken van relevante informatie is 'mentale energie' nodig. Er geldt dat meer mentale energie moet worden geïnvesteerd naarmate meer informatie bewust moet worden verwerkt. De taakcirkel moet dan sneller draaien om de rijtaak naar behoren uit te voeren. (Heino, 2004)

Over het algemeen gebruiken bestuurders maar een deel van hun mentale energie voor de rijtaak. Door ervaring wordt autorijden meer en meer geautomatiseerd, waardoor het minder mentale energie kost. De verkeersdeelnemer kan dan taken uitvoeren zonder er met zijn gedachten bij te zijn. (Heino, 2004)

Aan de ene kant is dat goed, want anders zouden bestuurders zich bij het autorijden nog in dezelfde toestand bevinden als beginnende bestuurders. Aan de andere kant leidt deze automatisering tot gewoontegedrag en de daarbij horende *verstrooidheidsfouten*. Verstrooidheidsfouten komen voor wanneer een taak, zoals autorijden, zeer geautomatiseerd is en ze worden gemaakt in een vertrouwde omgeving. (Smiley, 1989)

Juist vanwege die automatisering is het van belang dat er een grote mate van *compatibiliteit* bestaat tussen de situatie en de te verrichten handeling. Dit houdt in dat de verkeersdeelnemer datgene waarneemt wat hem moet opvallen, op het juiste moment, en met voldoende tijd om de informatie te verwerken en de juiste reactie te bepalen.

Het is echter niet de bedoeling dat de situatie altijd zo eenvoudig en voorspelbaar mogelijk gemaakt wordt. In dat geval zal namelijk de oplettendheid en de reactiesnelheid van de verkeersdeelnemer lager worden. Mensen hebben een zekere mate van complexiteit nodig. (Michon, 1967)

3 KENCIJFERLIJNEN

In Hoofdstuk 2 zijn de begrippen 'risicocijfer' en 'kencijferlijn' toegelicht en is besproken hoe een kencijferlijn met twee intensiteitklassen gemaakt wordt.

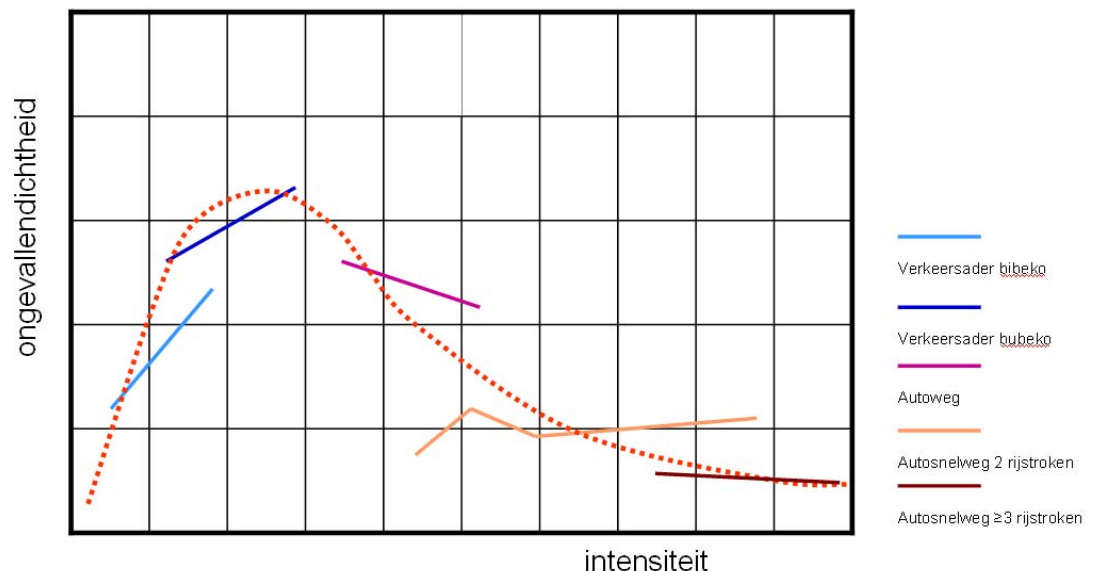
Aan zo'n kencijferlijn kleven echter twee nadelen. Ten eerste is de relatie tussen slachtofferdichtheid en intensiteit over het gehele intensiteitsbereik gelijk, terwijl ongevalgegevens vaak laten zien dat de slachtofferdichtheid bij hoge intensiteiten afneemt, of dat de relatie minder sterk stijgend is bij bepaalde intensiteiten (Reurings & Janssen, 2007). Ten tweede is het bereik van een kencijferlijn met twee intensiteitklassen klein in vergelijking met het totale bereik van de intensiteiten van de selectie weggedelen.

Beide problemen kunnen worden opgelost door meerdere intensiteitklassen te gebruiken. Er zullen dan meerdere rechte kencijferlijnen ontstaan, die wel met elkaar verbonden zijn, maar niet dezelfde relatie tussen slachtofferdichtheid en intensiteit hebben. In dit hoofdstuk wordt een methode gepresenteerd om kencijferlijnen te maken met meerdere intensiteitklassen.

In de eerste paragraaf wordt ingegaan op de verwachtingen van een kencijferlijn met meer dan twee intensiteitklassen. Verschillende mogelijkheden om tot intensiteitklassen te komen zijn beschreven in de methodebeschrijving in §3.2. Bovendien wordt een keuze gemaakt. In §3.3 is de gekozen methode toegepast op data uit gemeente Den Haag en provincie Limburg en tot slot zijn in §3.4 de conclusies weergegeven.

3.1 Verwachtingen

In figuur 6 is het theoretische verband weergegeven tussen ongevaldichtheid en intensiteit door de gestippelde lijn. Lijnen uit de praktijk voor verschillende wegtypen worden weergegeven door de gekleurde, doorgetrokken lijnen.



figuur 6: theoretische kencijferlijn (Donkers, 2008)

Bij toepassing van de kencijferlijnmethode is de verwachting dat de lijnen die volgens de bestaande methode (met twee klassen) gemaakt zijn, zullen lijken op de gekleurde, doorgetrokken lijnen. Kencijferlijnen gemaakt met meerdere intensiteitklassen, zullen meer de vorm aannemen van de stippellijn, ook als deze maar voor één wegtype gelden. Dat komt doordat bij kencijferlijnen met meerdere klassen een groter intensiteitsbereik wordt weergegeven. Zeer drukke verkeersaders binnen de bebouwde kom naderen bijvoorbeeld de lijn voor verkeersaders buiten de kom, waardoor de totale kencijferlijn meer lijkt op de theoretische stippellijn.

3.2 Methode

Bepaling intensiteitklassen

Voor het onderscheiden van intensiteitklassen bestaan verschillende mogelijkheden, waarvan er hieronder drie worden besproken.

Klassen met gelijke breedte

In onderzoek van de SWOV (Janssen, 2004; Reurings & Janssen, 2007) worden de grenzen van intensiteitklassen zo gekozen dat alle intensiteitklassen een gelijke klassenbreedte hebben:

	etmaalintensiteit
1	< 5.000
2	5.000 – 10.000
3	10.000 – 15.000
4	15.000 – 20.000
5	> 20.000

tabel 1: klassenindeling met klassen met gelijke breedte

Ook VIA heeft van deze grenzen (5.000 en 10.000 mvt/etmaal) gebruik gemaakt bij onderzoek in gemeente Den Haag en provincie Limburg. Verder wordt 2.500 mvt/etmaal veel gebruikt als grens.

Het voordeel van deze klassengrenzen is, dat je een groot aantal intensiteitklassen hebt, waardoor de relatie tussen slachtofferdichtheid en intensiteit over het gehele intensiteitsbereik van het onderzochte wegtype wordt weergegeven. Voorwaarde voor de betrouwbaarheid is wel dat elke klasse voldoende waarnemingen bevat. Hiervoor kan een minimale totale lengte van de wegvakken per klasse worden aangehouden, VIA hanteert meestal 5 km (Donkers & van Mook, 2007).

Voor het verloop van de kencijferlijn is het belangrijk te weten of de verschillen tussen de klassenpunten significant zijn en waar de werkelijke kencijferlijn met 95% betrouwbaarheid ligt.

Klassen met gelijk aantal observaties

Bij deze methode worden de intensiteiten ingedeeld in vier klassen, met het 1e kwartiel, de mediaan, en het 3e kwartiel als klassengrenzen. Daardoor bevat elke klasse ongeveer evenveel gegevens, maar de totale weglengte per klasse kan verschillen. Een kleiner intensiteitsbereik wordt meegenomen, waardoor aan het bereik van de kencijferlijn ook het zwaartepunt van de gegevens te zien is.

In onderzoek van Geirt & Nuyts (2005) worden beide methoden (klassen met gelijke breedte en klassen met gelijk aantal observaties) toegepast, waarna de conclusie wordt getrokken dat het gebruik van klassen met dezelfde breedte slechtere resultaten geeft dan klassen met een gelijk aantal observaties.

Klassen op basis van I/C-verhouding

Klassengrenzen kunnen ook gebaseerd worden op een bepaalde I/C-verhouding. De I/C-verhouding is de verhouding tussen de intensiteit op een bepaald wegdeel en de capaciteit (d.w.z. de maximale intensiteit) van dat wegdeel. Deze methode is alleen toepasbaar voor een selectie van wegdelen waarbinnen het wegbeeld niet al te veel varieert, dus bijvoorbeeld voor gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom. De capaciteiten van de verschillende wegen zullen dan niet teveel uiteenlopen.

Klassengrenzen gebaseerd op I/C-verhouding kunnen handig zijn, omdat de ongevallendichtheid dan wordt getoond in relatie met de relatieve (!) drukte op de wegen.

Keuze voor een methode

Bij het bepalen van klassengrenzen op basis van I/C-verhouding ontstaan twee problemen bij de toepassing ervan in de praktijk. Ten eerst wordt de capaciteit van een wegvak berekend uit een standaardwaarde en specifieke kenmerken van dat wegvak. Dit is erg veel werk waarvan het resultaat slechts beperkte waarde heeft. Wegen verwerken soms immers veel meer verkeer dan volgens verkeersmodellen mogelijk is (Vanderbilt, 2008). Ten tweede is de capaciteit van kruispunten zeker binnen de bebouwde kom bepalend voor de capaciteit van een weg. Deze methode is dus alleen toepasbaar voor wegen waar de kruispunten niet te dicht op elkaar volgen, dus voornamelijk buiten de bebouwde kom. Aangezien onder andere data uit gemeente Den Haag wordt geanalyseerd, valt deze methode af.

Er is gekozen voor een combinatie van de eerste twee methoden. Als standaardbreedte worden klassen van 5.000 mvt/etmaal gekozen. Wanneer er bij de hogere intensiteiten veel waarnemingen zijn, wordt een aantal klassen samengenomen. Bij lage en middelhoge intensiteiten worden klassen gesplitst wanneer er erg veel waarnemingen in voorkomen. Hieronder zal de methode worden besproken.

Methodebeschrijving

Eerst wordt de slachtofferdichtheid van alle wegvakken als een puntenwolk uitgezet tegen de intensiteit op die wegvakken. Uit de puntenwolk kan worden afgelezen welke waarden ver buiten de wolk liggen; extreme waarden kunnen buiten de analyse gehouden worden.

De volgende stap is om intensiteitsklassen te maken met klassenbreedtes van 5.000 mvt/etmaal. Aan de hand van het aantal waarnemingen per klasse wordt gekeken of klassen kunnen worden samengevoegd of gesplitst. Hoe de klassenindeling precies wordt gekozen maakt voor de uiteindelijke kencijfer- en risicolijn niet zoveel uit, zie daarvoor de gevoeligheidsanalyse in bijlage II.

De spreiding rondom de kencijferlijn kan worden vastgesteld aan de hand van het totaal aan slachtoffers (Commandeur et al., 2002):

$$K \pm 1,96 \frac{s}{\sqrt{N}} \text{ voor een betrouwbaarheidsinterval van 95\%.}$$

In deze formule is K het risicocijfer, s de standaardafwijking en N de steekproefgrootte. Zie ook §2.1.

De berekening van de significantie van gevonden verschillen wordt beschreven in Commandeur et al. (2002), zie bijlage III.

3.3 Resultaten

In deze paragraaf zal bovenstaande methode worden toegepast op data uit gemeente Den Haag en provincie Limburg (zie §1.1 voor een korte beschrijving van de projecten die hier zijn uitgevoerd).

De gegevens van gemeente Den Haag bestaan uit wegvakken binnen de bebouwde kom, ingedeeld in zes wegbeelden (woonstraat, winkelstraat, gemengd/bedrijvigheid en ontsluitingswegen type I t/m III), ongeval- en slachtofferkenmerken per wegvak, en wegkenmerken, zie bijlage IV.

Van Limburg zijn intensiteiten van wegvakken van de provinciale wegen buiten de bebouwde kom gegeven, gekoppeld aan een beperkt aantal ongevalgegevens. Donkers & Scholten (2008b) hebben van de beschikbare ongevalgegevens 'ernstige slachtoffers' (ziekenhuisgewonden en doden) gebruikt.

Bijzonderheden met betrekking tot de gegevensbestanden

In Den Haag zijn alle drie typen ontsluitingswegen meegenomen bij het maken van de kencijferlijnen (2921 wegvakken). Voor de ongevalgegevens is uitgegaan van aantallen slachtoffers en niet van het aantal ongevallen. (Donkers & van Mook, 2007)

In Limburg zijn alle provinciale wegen buiten de bebouwde kom meegenomen (262 wegvakken) en er is uitgegaan van aantallen ernstige slachtoffers (ziekenhuisgewonden en doden). (Donkers & Scholten, 2008b)

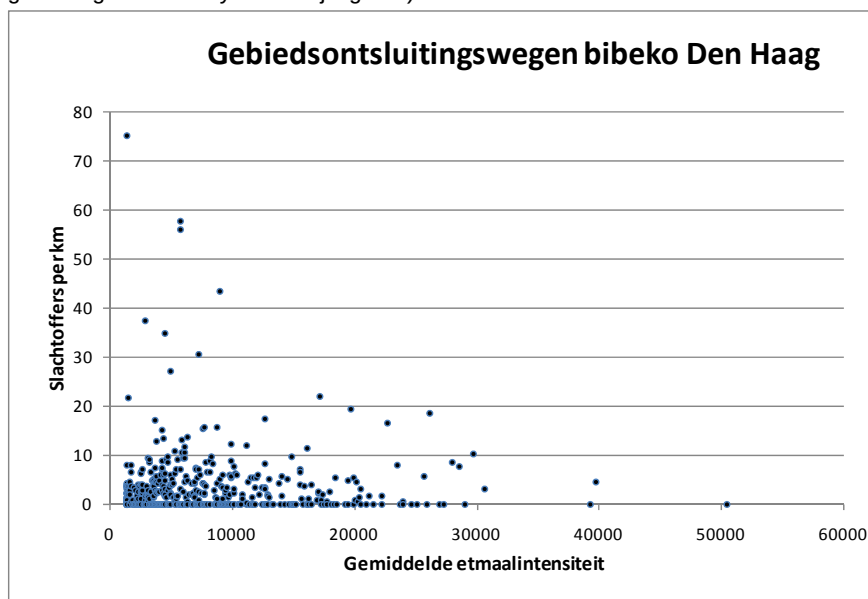
Het aantal wegvakken in Limburg is veel lager dan in Den Haag, omdat de wegvakken anders zijn gedefinieerd. De Limburgse wegvakken gaan van kruispunt tot kruispunt, en zijn over het algemeen langer dan die in Den Haag, waar ook een afslag al een nieuw wegvak markeert.

Er is één wegvak (nr. 160299002) uit de database van Den Haag verwijderd, om de reden dat de lengte erg kort was (6m) en er wel een slachtoffer was gevallen. De slachtofferdichtheid op dit wegvak werd dusdanig hoog dat dit wegvak als uitschieter is bestempeld en weggelaten uit de analyse. In Limburg waren van twee telpunten (nr. 280240 en 293260) geen ongevalgegevens bekend, deze zijn weggelaten uit de analyse.

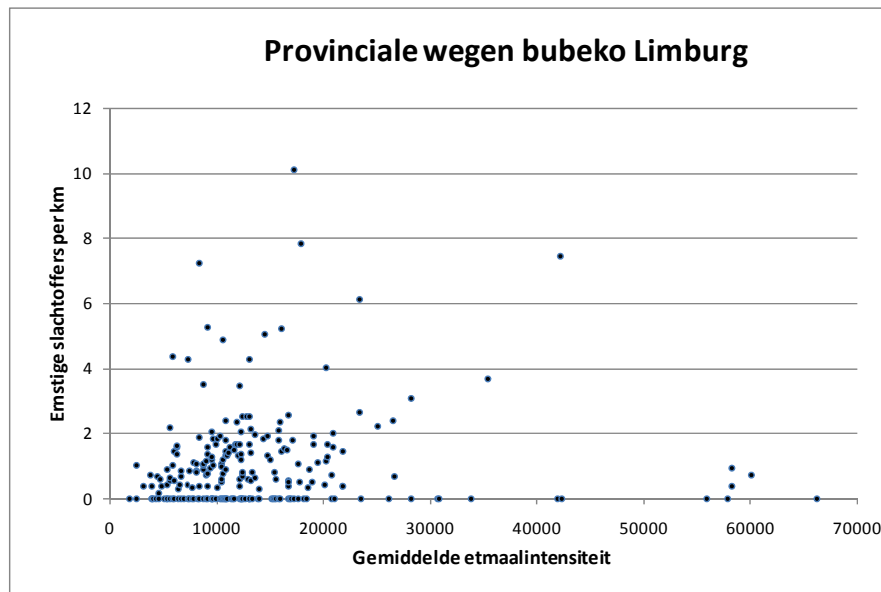
Klassenindeling

In figuren 7 en 8 is de slachtofferdichtheid uitgezet tegen de gemiddelde etmaalintensiteit voor de data uit Den Haag en Limburg. In de puntenwolk zijn geen ‘natuurlijke’ intensiteitklassen te onderscheiden. De meeste datapunten liggen tussen 1.000 en 20.000 mvt/etmaal.

Tabel 2 en tabel 3 geven de gekozen klassenindelingen weer (zie ook de gevoeligheidsanalyse in bijlage II).



figuur 7: slachtofferdichtheid uitgezet tegen gemiddelde etmaalintensiteit, Den Haag



figuur 8: slachtofferdichtheid uitgezet tegen gemiddelde etmaalintensiteit, Limburg

In de tabellen is te zien dat het aantal datapunten binnen elke klasse behoorlijk verschilt, maar de totale weglengte per klasse is steeds groter dan 5 km, de grens die VIA aanhoudt bij sortering naar wegkenmerken (Donkers & van Mook, 2007).

De volgende klassenindelingen zijn gekozen:

Klasse	Gemiddelde etmaalintensiteit [mvt/etmaal]	N	Totale weglengte [km]
1	< 2.500	558	494,0
2	2.500 – 5.000	762	693,5
3	5.000 – 7.500	627	713,8
4	7.500 – 10.000	397	492,1
5	10.000 – 15.000	311	311,8
6	15.000 – 20.000	158	170,5
7	20.000 – 22.500	63	96,3
8	> 22.500	81	81,2

tabel 2: best passende klassenindeling, Den Haag

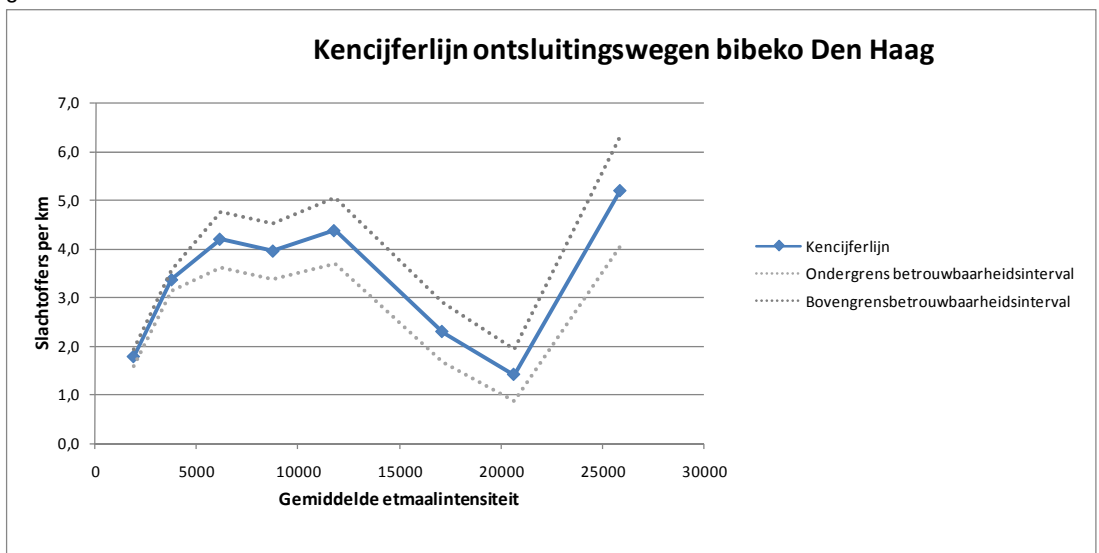
Klasse	Gemiddelde etmaalintensiteit [mvt/etmaal]	N	Totale weglengte [km]
1	< 7.500	50	106,1
2	7.500 – 10.000	42	86,1
3	10.000 – 12.500	67	93,7
4	12.500 – 17.500	54	74,5
5	17.500 – 22.500	26	39,6
6	> 22.500	23	29,4

tabel 3: best passende klassenindeling, Limburg

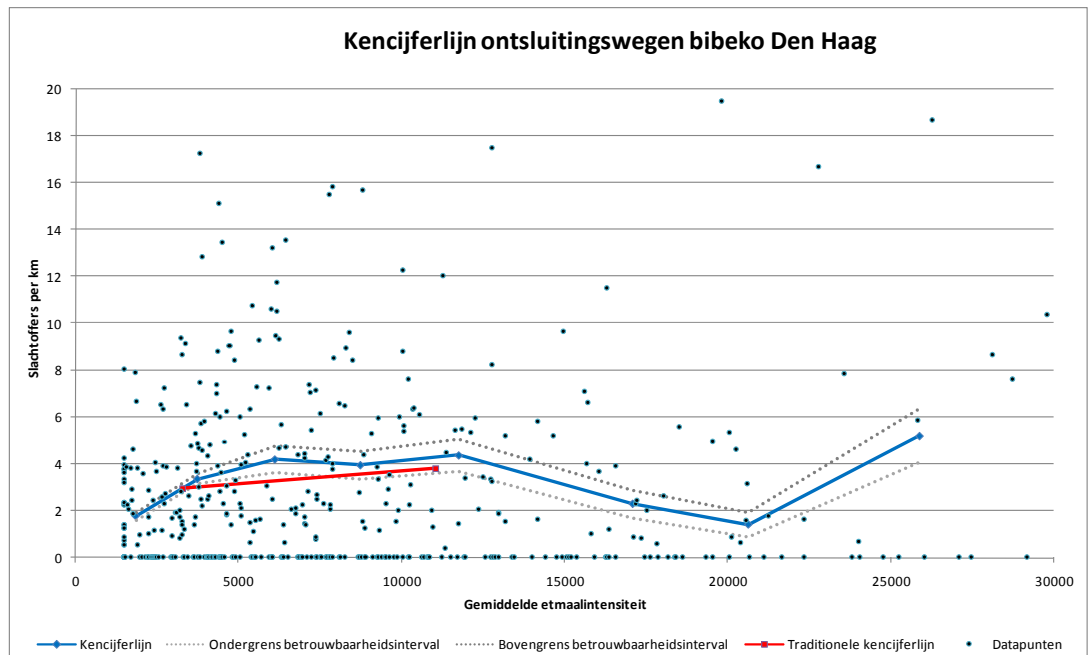
Kencijferlijn en risicolijn, Den Haag

In figuur 9 is de kencijferlijn voor Den Haag getekend op basis van de klassenindeling uit tabel 2. De grijze stippellijnen geven het interval aan waarbinnen de werkelijke kencijferlijn met 95% zekerheid ligt.

Uit figuur 9 blijkt dat de relatie tussen slachtofferdichtheid en intensiteit niet lineair is. Uit een kencijferlijn met twee intensiteitsklassen zou dit niet naar voren zijn gekomen. Ook zou het intensiteitsbereik van de lijn kleiner zijn, omdat alleen het zwaartepunt van de gegevens is vertegenwoordigd. Ter vergelijking is in figuur 10 een grafiek weergegeven waarin zowel de puntenwolk, de kencijferlijn met zeven klassen als de kencijferlijn met twee klassen zijn getekend.

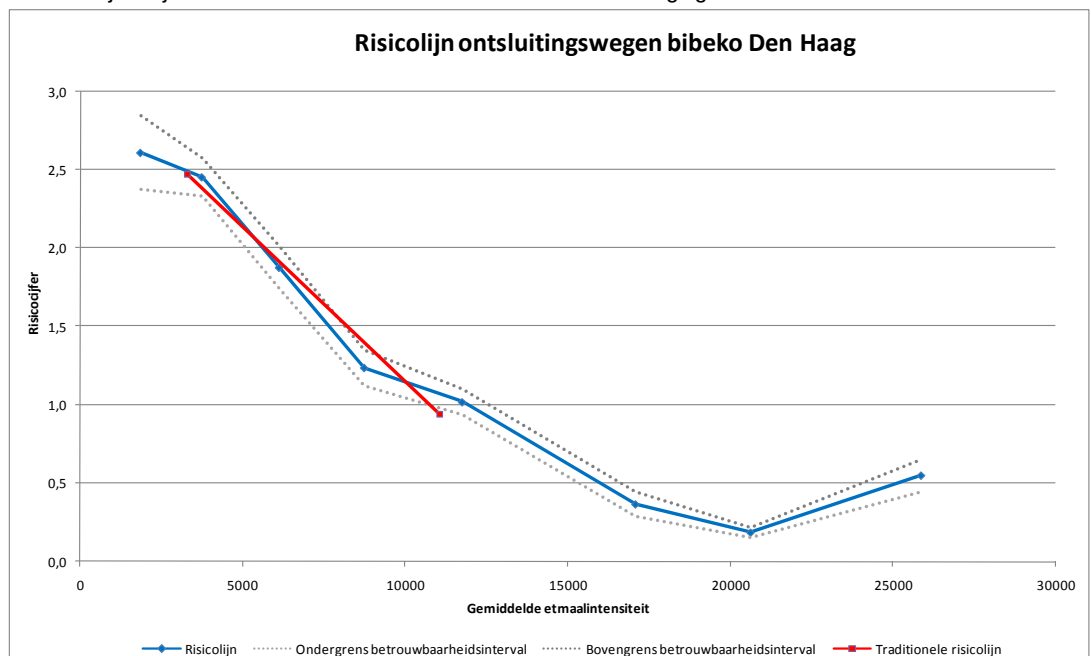


figuur 9: kencijferlijn met zeven klassen, Den Haag



figuur 10: puntenwolc en twee kencijferlijnen, Den Haag

In figuur 11 is de risicolijn behorend bij de kencijferlijn in figuur 9 getekend van de wegdelen in Den Haag. In deze risicolijn zijn de risicocijfers per intensiteitklasse uitgezet tegen de verkeersintensiteit (zie §2.1 voor de definitie van het risicocijfer). De grafiek laat zien wat er gebeurt met het risico voor de individuele weggebruiker bij toenemende intensiteit. De risicolijn behorend bij de kencijferlijn met twee intensiteitklassen is ook weergegeven.



figuur 11: slachtofferrisico uitgezet tegen etmaalintensiteit, Den Haag

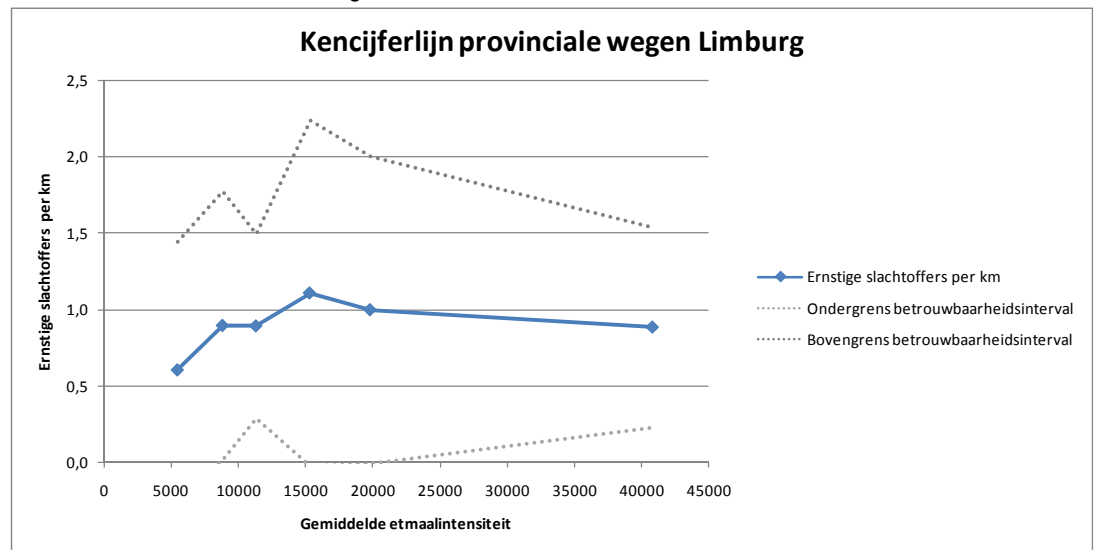
In de risicolijn is te zien dat het risico gestaag daalt tussen ca. 3.000 en 21.000 mvt/etmaal. Op 21.000 mvt/etmaal zit een omslagpunt; de risicolijn gaat dan van dalen over op stijgen.

Uit de *t*-toets die is uitgevoerd om de verschillen in risico op significantie te toetsen (zie bijlage III), blijkt dat statistisch gezien het risico in de 2^e intensiteitklasse niet significant verschilt van het risico in de 1^e klasse. De rest van de verschillen tussen risicocijfers zijn wel significant, dus ook het omslagpunt bij 21.000 mvt/etmaal.

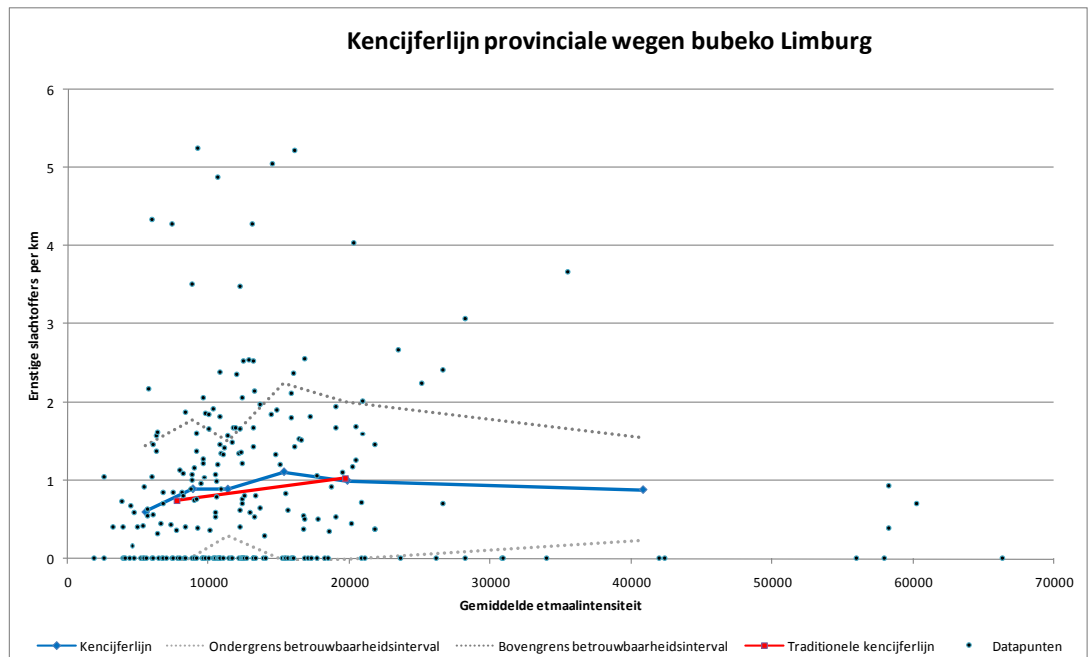
Kencijferlijn en risicolijn, Limburg

In figuur 12 is de kencijferlijn voor Limburg getekend op basis van de intensiteitklassen uit tabel 3.

Hoewel deze kencijferlijn vlakker loopt dan die van Den Haag, is hij niet lineair. De lichte stijging tot ca. 16.000 mvt/etmaal en de daling daarna zijn echter niet statistisch significant. De spreiding rond de kencijferlijn is ook een stuk groter dan bij de kencijferlijn van Den Haag, waarschijnlijk doordat het gegevensbestand van Limburg veel minder data bevat dan dat van Den Haag. In de gegevens van Limburg is net als in die van Den Haag te zien dat een kencijferlijn met twee intensiteitklassen maar een klein deel van het intensiteitsbereik toont, zie figuur 13.



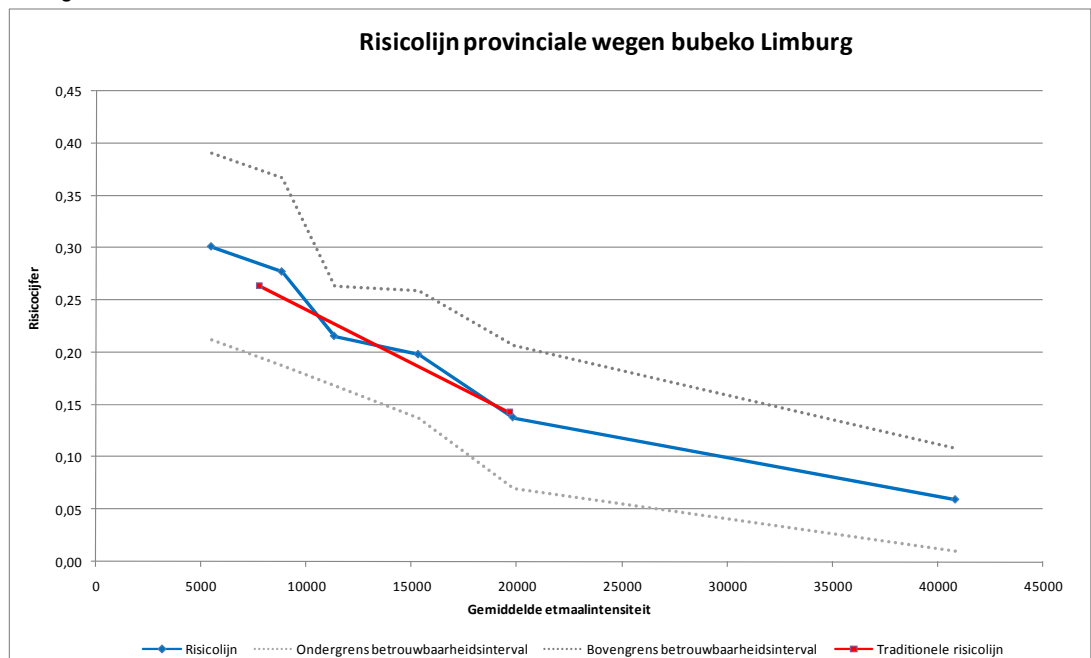
figuur 12: kencijferlijn met vier klassen, Limburg



figuur 13: puntenwolk en twee kencijferlijnen, Limburg

Omdat in Limburg met ernstige slachtoffers wordt gewerkt in plaats van met alle slachtoffers (inclusief lichtgewonden), ligt de kencijferlijn lager dan bij de wegen in Den Haag.

In figuur 14 is de risicolijn behorende bij de kencijferlijn uit figuur 12 uitgezet in een grafiek.



figuur 14: slachtofferrisico uitgezet tegen etmaalintensiteit, Limburg

Net als bij de gegevens uit Den Haag daalt het risico voor de individuele weggebruiker bij toenemende intensiteit. Deze daling is statistisch significant. Het omslagpunt bij ca. 21.000 mvt/etmaal zoals dat bij de risicolijn van Den Haag (figuur 11, p.25) te zien is, is hier echter nergens terug te vinden. Ook valt op dat het spreidingsinterval waarbinnen de werkelijke risicolijn zich bevindt, beduidend groter is dan bij de risicolijn van Den Haag. De dalende trend blijft echter zichtbaar.

Overeenstemming tussen kencijferlijnen en verwachtingen

Voor de kencijferlijn van gemeente Den Haag was de verwachting dat deze zou lijken op de lichtblauwe lijn in figuur 6 (p. 18), terwijl de lijn voor de provinciale wegen in Limburg meer op de donkerblauwe of paarse lijn zou moeten lijken. De vergelijking wordt echter bemoeilijkt door dat in figuur 6 gebruik wordt gemaakt van 'ongevallendichtheid', terwijl VIA in Den Haag gebruikmaakt van 'slachtofferdichtheid' en in Limburg van 'ernstige slachtofferdichtheid'. Om toch tot een vergelijking te kunnen komen wordt aangenomen dat het verloop van de kencijferlijn ongeveer gelijk zal zijn voor de drie soorten ongevalgegevens, maar dat de lijn telkens lager zal liggen: er zijn meer ongevallen dan slachtoffer ongevallen en meer slachtofferongevallen dan ernstige slachtofferongevallen.

De kencijferlijn van Den Haag (figuur 9, p. 24) lijkt bij lage intensiteiten erg op de theoretische lijn, alleen stijgt het aantal slachtoffers vanaf ca. 21.000 mvt/etmaal sterk, terwijl op basis van figuur 6 een voortzetting van de daling verwacht zou worden. Ook de risicolijn (figuur 11, p.25) gaat stijgen vanaf ca. 21.000 mvt/etmaal. Dit kan verschillende verklaringen hebben:

- » Het omslagpunt in figuur 9 kan een bias in de meting zijn, omdat er minder waarnemingen zijn van de hoogste intensiteitsklassen, zie tabel 2;
- » het kan ook zo zijn dat de bestuurder teveel informatie ineens moet verwerken, waardoor zijn taakcirkel (zie §2.2) te snel moet draaien; de bestuurder kan de situatie niet meer overzien en er ontstaan gevaarlijke situaties waardoor het totaal aantal slachtoffers en het slachtoffer risico toenemen.

De kencijferlijn van Limburg (figuur 12, p. 26) heeft veel minder weg van de theoretische lijn. Het is lastig om hierover iets te zeggen, want de verschillen in slachtofferdichtheid tussen de verschillende intensiteitsklassen zijn niet significant. De globale vorm van de Limburgse kencijferlijn lijkt echter wel een beetje op de top van de theoretische lijn: een lichte stijging, gevolgd door een lange dalende lijn.

3.4 Conclusies

In deze paragraaf worden conclusies getrokken ten aanzien van de ontwikkelde methode voor kencijferlijnen met meerdere intensiteitsklassen; de resultaten in Den Haag en Limburg; en de toepassing van de methode bij prognosticeren van risico's op wegen waar de intensiteit verandert.

Methode

Een kencijferlijn met meerdere intensiteitklassen heeft wel degelijk toegevoegde waarde ten opzichte van een kencijferlijn met twee intensiteitklassen.

Het voordeel van een kencijferlijn met twee klassen is dat het zwaartepunt van de intensiteiten bekend is voor de selectie wegvakken waarover de kencijferlijn wordt gemaakt. Echter, de lijn op zich overlapt vrijwel met een kencijferlijn met meerdere klassen, waarbij de kencijferlijn met meerdere klassen een groter intensiteitsbereik heeft. Het belangrijkste voordeel is natuurlijk dat de samenhang tussen slachtoffers per km en intensiteit per intensiteitsklasse kan verschillen.

De belangrijkste conclusie die getrokken kan worden uit de toepassing van kencijferlijnen met meerdere intensiteitklassen, is dat het gebruik van meerdere klassen relevant is, maar ook arbitrair (zie bijlage II). De kencijferlijn is gevoelig voor het gebruik van intensiteitklassen; hierdoor is variatie te zien in de relatie tussen slachtofferdichtheid en intensiteit. Tegelijkertijd is de keuze voor de klassenbreedte redelijk willekeurig. De klassenbreedte mag niet te klein zijn, want de klassen moeten voldoende gegevens bevatten. Tevens mag het aantal klassen niet te klein zijn, omdat dan de variatie in de grafiek verdwijnt en het intensiteitsbereik te klein wordt.

Kencijfer- en risicolijnen Den Haag en Limburg

Met betrekking tot de toepassing van de methode op gegevens uit Den Haag kan het volgende geconcludeerd worden:

- » bij toenemende intensiteit daalt het risico voor de individuele weggebruiker om slachtoffer te worden;
- » bij ca. 3.000 mvt/etmaal vindt een omslag plaats in de risicolijn van stijgend naar dalend. In de kencijferlijn is dit terug te zien doordat het aantal slachtoffers vanaf 3.000 mvt/etmaal veel minder sterk stijgt;
- » bij ca. 21.000 mvt/etmaal vindt een omslag plaats in de risicolijn van dalend naar stijgend: tot ca. 21.000 mvt/etmaal continu daalt, begint licht te stijgen. Dit is ook terug te zien in de slachtofferaantallen: het aantal slachtoffers maakt een omslag van dalen naar stijgen.

Uit de kencijferlijn gemaakt van de data uit Limburg kan het volgende geconcludeerd worden:

- » bij toenemende intensiteit daalt het risico voor de individuele weggebruiker om ernstig slachtoffer te worden, er zijn geen omslagen in de relatie tussen risico en intensiteit;
- » het aantal ernstige slachtoffers blijft over het gehele intensiteitsbereik ongeveer constant.

Zowel in Den Haag als in Limburg is een daling van het risico waargenomen bij toenemende intensiteit. Dit gegeven blijkt ook uit de theoretische kencijferlijn in §3.1. In *Hoofdstuk 4* zal in de sociale verkeerskunde een verklaring gezocht worden voor dit gegeven.

Het omslagpunt in de risicolijn van Den Haag komt niet terug in de lijn van Limburg. Verder onderzoek is nodig om uit vinden of deze omslagpunten inderdaad bestaan.

Vergelijking met de methode voorgesteld door Rijkswaterstaat

In §2.1 en bijlage I is de methode beschreven die Kranenburg & Beenker (te verschijnen) gebruiken om het risico op wegen waar de intensiteit gaat veranderen te prognosticeren.

Kranenburg & Beenker (te verschijnen) werken hierbij met het *regionale verschil*. Dit is het procentuele verschil tussen het risicocijfer op de betreffende weg en het gestandaardiseerde risicocijfer van DVS voor het wegtype en de intensiteitsklasse waar de betreffende weg onder valt.

Wat opvalt aan deze methode is dat een weg niet alleen een lager of hoger risico krijgt wanneer de intensiteit verandert, maar ook een lager of hoger risico ten opzichte van de risicolijn van dat wegtype! Hierbij rijst de vraag waarom een weg bijvoorbeeld veiliger zou worden ten opzichte van het gemiddelde van zijn wegtype, alleen omdat hij een intensiteitsklasse hoger komt? De gekozen methode wordt in de handleiding niet verantwoord.

VIA gebruikt risicolijnen op een andere manier om te prognosticeren. De afstand tussen het risicocijfer van een bepaald wegvak en de risicolijn verandert niet in de methode die VIA gebruikt. Bij een toename van de intensiteit kan het risicocijfer van het wegvak dus wel veranderen, maar ten opzichte van de risicolijn verandert er niets.

Zolang niet verantwoord kan worden waarom het risico van een bepaald wegvak ten opzichte van de risicolijn zou veranderen bij toename van de intensiteit, is het logischer de methode van VIA te gebruiken. Een nauwkeuriger risicolijn kan hierbij helpen, want Kranenburg & Beenker (te verschijnen) gebruiken erg grote intensiteitsklassen (klassengrenzen zijn 20.000, 50.000, 100.000 en 150.000 mvt/etmaal).

4 VERKEERSPSYCHOLOGIE

Uit de kencijfer- en risicolijnen die in *Hoofdstuk 3* gemaakt zijn kon geconcludeerd worden dat voor de individuele verkeersdeelnemer het risico op een verkeersongeval daalt bij toenemende intensiteit. Reurings & Janssen (2007) en Donkers (2008) geven melding van hetzelfde gegeven.

Dit hoofdstuk is gewijd aan de mogelijke verklaringen hiervoor in de verkeerspsychologie. Eerst worden drie belangrijke verkeersrisicomodellen besproken aan de hand waarvan in §4.2 verklaringen worden gezocht. Ook de theorie uit het theoretisch kader in *Hoofdstuk 2* wordt daarbij betrokken. In §4.3 worden criteria opgesteld waaraan verkeersveiligheidsmaatregelen zouden moeten voldoen. Bovendien worden mogelijke maatregelen opgesomd.

4.1 Theorie

In deze paragraaf worden de drie belangrijkste verkeersrisicomodellen besproken: de risico homeostase theorie van Wilde; Näätänen en Summala's risicodrempel-model; en het risicovermijdingsmodel van Fuller. Allereerst wordt echter aandacht geschonken aan definities die voor het begrip van deze modellen van belang zijn.

Definities

In alle drie modellen wordt onderscheid gemaakt tussen subjectief en objectief risico.

Objectief risico – de kans om bij een verkeersongeval betrokken te raken.

Subjectief risico – de inschatting van de verkeersdeelnemer om bij een verkeersongeval betrokken te raken. Een andere term voor subjectief risico is *waargenomen risico*.

(Vlakveld, Goldenbeld & Twisk, 2008)

Het begrip *risicobeleving* speelt ook een rol. Risicobeleving betekent het ervaren van emoties tijdens het rijden.

Verkeersrisicomodellen

Wilde's risico homeostase theorie [1981, 1982, 2001]

De risico homeostase theorie (RHT) van Wilde verklaart verkeersgedrag aan de hand van risicoperceptie, oftewel het subjectief risico (Vlakveld et al., 2008).

Mensen vergelijken het waargenomen risico met hun optimaal risico ('target level of risk'). Het optimaal risico is dat risiconiveau waarbij men gelooft dat het nut van zijn actie maximaal is. Wanneer er een verschil bestaat tussen het waargenomen en het optimale risico, zal de verkeersdeelnemer zijn gedrag aanpassen om het verschil kleiner te maken. Wanneer het waargenomen risico groter is dan het optimale risico zal de bestuurder veiliger gaan rijden, maar wanneer het waargenomen risico lager is dan het optimale risico, zal de bestuurder meer risico gaan nemen om zijn risiconiveau op peil te krijgen.

Het aantal ongevallen wordt bepaald door de voorzichtigheid van de verkeersdeelnemer en die voorzichtigheid wordt weer bepaald door de ervaringen en (bijna-)ongevallen die de verkeersdeelnemer heeft meegemaakt. Uit deze theorie volgt dat nieuwe verkeersveiligheidsmaatregelen alleen effect hebben als ze het optimaal risico van de verkeersdeelnemer weten te verlagen. (Wilde, 1988)

De risico homeostase theorie komt aan zijn naam doordat Wilde de ongevalsverhouding beschouwt als het resultaat van een homeostatisch proces. Een homeostatisch proces is een proces dat ervoor zorgt dat een uitkomst schommelt rond een van tevoren bepaalde streefwaarde: het optimale risico. (Bötticher & van der Molen, 1989)

Näätänen en Summala's risicodrempel-model [1988]

Summala en Näätänen maken onderscheid tussen het objectieve risico, het subjectieve risico en de risicobeleving. Normaliter is de risicobeleving, oftewel de 'subjectief risico monitor (SRM)' gelijk aan nul, want bij normale verkeersdeelname wordt geen risico ervaren. Pas wanneer een dreiging ontstaat, gaat de subjectief risico monitor 'aan' en zal de verkeersdeelnemer de situatie analyseren, voorspellen wat er kan gaan gebeuren, beslissingen nemen en handelingen uitvoeren.

De SRM wordt beïnvloed door perceptie en verwachting, maar ook door motivatie. Wanneer iemand een risicovolle bezigheid leuk vindt, of gedwongen is deze te beoefenen, schat hij het gevaar lager in. (Vlakveld et al., 2008; Bötticher & van der Molen, 1989)

Fuller's risicovermijdingsmodel [1984]

Volgens Fuller kent de verkeersdeelnemer twee motivaties – het rijden naar de bestemming en het vermijden van gevaar – die vaak met elkaar in conflict zijn. Het ervaren van subjectief risico wordt zoveel mogelijk vermeden. Als een bestuurder een potentiële dreiging tegenkomt, schat hij op basis van zijn snelheid, koers en rijvaardigheden in of het nodig is een vermijdingshandeling uit te voeren of niet. De kans op een ongeval (objectief risico) wordt groter naarmate de vermijdingshandeling langer wordt uitgesteld. In het model is de mogelijkheid opengelaten dat de bestuurder de potentiële dreiging niet waarneemt, waardoor hij alleen nog met een uitgestelde vermijdingshandeling kan reageren.

In dit model speelt het subjectieve (waargenomen) risico een ondergeschikte rol, in tegenstelling tot de modellen van Wilde en Summala. (Vlakveld et al., 2008; Bötticher & van der Molen, 1989)

4.2 Verklaringen

Zowel de principes van de sociale verkeerskunde die in *Hoofdstuk 2* zijn beschreven als de verkeersrisicomodellen uit §4.1 kunnen verklaringen geven voor het feit dat een weg met lage intensiteit een hoger risico voor de gebruikers kent dan een weg met een hoge intensiteit. Een uitgebreide lijst met verklaringen is opgenomen in bijlage V, hieronder worden alleen de drie belangrijkste genoemd.

Taakcirkelsnelheid

Wanneer het druk is op de weg, is de informatiedichtheid groter. Om de rijtaak dan naar behoren uit te voeren, moet de taakcirkel sneller draaien. De bestuurder kan twee acties ondernemen om gewenste en actuele taakcirkelsnelheid beter aan te laten sluiten: vaart minderen en meer mentale energie in de rijtaak steken. Beide acties zorgen voor een lager risico voor de bestuurder. Op rustige wegen wordt minder mentale energie in de rijtaak gestoken en meer in andere dingen, waardoor het risico voor de bestuurder toeneemt.

Omgaan met onverwachte situaties

Mensen zijn niet goed in het verdelen van de aandacht tussen meerdere dingen. Of en wanneer een onverwachte, en potentieel gevaarlijke situatie wordt opgemerkt, is afhankelijk van drie factoren: de opvallendheid van de informatie, of de bestuurder actief naar informatie uitkijkt, en of hij de informatie verwacht. Op een drukke weg kijkt de bestuurder actief uit naar informatie en verwacht hij mogelijk ook meer onverwachte gebeurtenissen dan op een rustige weg.

Ook de 'wet van de grote aantallen' (Vanderbilt, 2008) gaat op in drukke situaties. Terwijl een bestuurder op een rustige weg bijvoorbeeld flink kan schrikken van een fietser die opeens oversteekt, is die schrikreactie op een drukke weg veel minder heftig. De reden is dat er dan veel meer fietsers zijn, waardoor de bestuurder ze verwacht en actief gaat uitkijken naar eventuele onverwachte bewegingen.

De risico homeostase theorie van Wilde

Volgens Wilde (1988) heeft de mens een bepaald optimaal risiconiveau, waaraan hij zijn subjectieve risiconiveau gelijkstelt. Dit levert hem het meeste voordeel op. Op drukke wegen ervaart de verkeersdeelnemer een waargenomen risico dat hoger is dan het optimaal risico, en zal hij zijn gedrag aanpassen (veiliger rijden), om het waargenomen risico weer gelijk te krijgen aan het optimaal risico. Op rustige wegen is de perceptie van risico juist erg laag, waardoor de verkeersdeelnemer gevaarlijker rijgedrag zal vertonen om de twee risiconiveaus weer gelijk te krijgen. Dit gevaarlijke rijgedrag verhoogt het objectief risico voor de bestuurder.

Behalve de verklaringen die in deze paragraaf aan bod zijn gekomen, kunnen ook andere factoren een rol spelen, zoals de inrichting van de weg en economische omstandigheden.

Los van het feit dat onderzocht zou moeten worden of bovenstaande verklaringen gerechtvaardigd zijn, zal in §4.3 alvast een voorzet worden gegeven voor maatregelen die helpen het risico op rustige wegen te verlagen. Vervolgonderzoek kan dan ingaan op de vraag of de voorgestelde maatregelen helpen het risico te verlagen en of de verklaringen plausibel zijn.

4.3 Resultaten

Het risico voor bestuurders neemt af wanneer de verkeersintensiteit toeneemt. In §4.2 hebben de verschillende theorieën en modellen laten zien dat hiervoor verschillende mogelijke verklaringen bestaan. In deze paragraaf zullen de verklaringen uit de vorige paragraaf vertaald worden naar maatregelen die de verkeersveiligheid kunnen verbeteren.

Criteria voor maatregelen

Uit §4.2 volgen enkele criteria waaraan verkeersveiligheidsmaatregelen volgens de modellen en theorieën moeten voldoen.

Taakcirkelsnelheid

Heino (2004) stelt dat maatregelen effectief zijn wanneer ze de bestuurder helpen zijn aandacht bij de rijtaak te houden. Daarbij is vooral het lokaliseren van momenten waarop de aandacht afdwaalt van belang. Vaak is dat aan het begin en aan het einde van de rit.

Op wegen met hoge intensiteit zijn de verkeersstromen meer homogeen dan op wegen met lagere intensiteit. De snelheidsverschillen zijn kleiner, omdat men door de drukte niet hard kan rijden. Hierdoor is de taakcirkelsnelheid vanzelf langzamer, wat bevorderlijk is voor de veiligheid. Maatregelen die zorgen voor meer homogene verkeersstromen zullen dus effectief zijn.

Omgaan met onverwachte situaties

Mensen nemen waar wat ze verwachten te zien, oftewel: aan de perceptie gaat een verwachtingspatroon vooraf dat beïnvloedt wat je ziet (Vanderbilt, 2008). Op wegen met lage verkeersintensiteit verwachten bestuurders dat ze door kunnen rijden. Een obstakel waarvoor moet worden afgeremd (zoals werk aan de weg of een scherpe bocht), moet dus op tijd worden aangegeven om te zorgen dat bestuurders adequaat reageren.

Wilde's 'Risico-homeostase theorie'

Verkeersveiligheidsmaatregelen hebben alleen zin als ze ervoor zorgen dat het optimaal risiconiveau van de bestuurder wordt verlaagd. Dat kan bijvoorbeeld door subjectief en objectief risico beter overeen te laten komen, want mensen schatten risico's vaak te laag in. (Wilde, 1988)

Bepaalde verkeersveiligheidsmaatregelen kunnen een averechtse invloed hebben op een bestuurder. Deze compenseert soms zoveel voor de betreffende maatregel dat de resulterende verkeersveiligheid na verloop van tijd lager is in plaats van hoger. (Bötticher & van der Molen, 1989)

Conclusie

Kortom, verkeersveiligheidsmaatregelen moeten bereiken dat:

- » de bestuurder voldoende mentale energie aan de rijtaak besteedt;
- » verkeersstromen meer homogeen worden;
- » het optimale risiconiveau van de bestuurder omlaag gaat:
 - subjectieve gevoelens van (on)veiligheid moeten beter overeenkomen met het werkelijke risico dat de bestuurder loopt;
 - verwachtingen van bestuurders moeten beter zijn afgestemd op de werkelijke verkeerssituatie.

Maatregelen

In bijlage VI wordt een aantal mogelijke maatregelen opgesomd. Deze hebben betrekking op de weginrichting, omdat VIA daar het meeste aan heeft. Maatregelen op het gebied van educatie, wetgeving en systemen in voertuigen worden kort behandeld in bijlage VII. Verder onderzoek is echter nog nodig om het effect van deze maatregelen in de praktijk te bepalen.

Het verkeerssysteem is een evenwicht, en de meeste maatregelen die de verkeersveiligheid moeten verbeteren, verstoren dat evenwicht (Heino, 2009). Op de lange termijn ontstaat wel weer een nieuw evenwicht, maar het is niet altijd duidelijk of de maatregel de verkeersveiligheid nu heeft bevorderd of heeft tegengewerkt. Het model van Wilde (en in mindere mate ook dat van Summala en Fuller) is dus een goed hulpmiddel om bij het plannen van verkeersmaatregelen ook na te denken over hoe mensen daarop gaan reageren.

De belangrijkste maatregelen worden hier kort genoemd:

- » *Shared space* is een interessante, en nog vrij nieuwe maatregel ter bevordering van de verkeersveiligheid. Het is één van de weinige maatregelen waarbij het gevoel van subjectieve onveiligheid toeneemt en daardoor meer overeenkomt met de objectieve onveiligheid. Dit is tegelijk ook de reden waarom voorzichtig moet worden omgegaan met *shared space*: de situatie wordt ook echt onveiliger. Dit gaat goed binnen de bebouwde kom bij lage snelheden, maar door de hoge snelheden buiten de bebouwde kom kan het daar niet worden toegepast.
- » Voldoende *variatie in het verloop van de weg en de wegomgeving* zorgt ervoor dat de bestuurder niet teveel wordt afgeleid en voldoende aandacht bij de rijtaak houdt.
- » Een *terughoudend gebruik van verkeersborden* zorgt ervoor dat bestuurders wél letten op wat er op die paar aanwezige verkeersborden staat. Waarschuwborden kunnen dynamisch worden uitgevoerd om te zorgen dat bestuurders slechts gewaarschuwd worden wanneer ook echt 'gevaar' dreigt.
- » *Bundelen van verkeer*, een goede *herkenning van de wegfunctie* en zo mogelijk het aanhouden van een *langzame maar constante snelheid* zorgen voor homogene verkeersstromen, die niet alleen de verkeersveiligheid gunstig beïnvloeden, maar ook de doorstroming.

5 CONCLUSIES

Aan de hand van de onderzoeksvragen uit §1.3 zal in dit hoofdstuk de hoofdvraag beantwoord worden.

Hoe kan de relatie tussen verkeersintensiteit en verkeersveiligheid verklaard worden met verkeerspsychologie en ingezet worden bij het bedenken van maatregelen op gebied van infrastructuur die de verkeersveiligheid vergroten?

5.1 Kencijferlijnen

Hoe is de invloed van intensiteit op de verkeersveiligheid te bepalen?

Voor het begrip verkeersveiligheid worden twee maten gebruikt: het aantal verkeersslachtoffers per kilometer weglengte en het slachtofferrisico voor de individuele weggebruiker.

Er is gekozen om de relatie tussen intensiteit en verkeersveiligheid weer te geven door middel van kencijferlijnen met meerdere intensiteitklassen. Deze hebben meerwaarde ten opzichte van kencijferlijnen met twee klassen, want het intensiteitsbereik is groter en de relatie tussen ongeval- of slachtofferdichtheid hoeft niet over het gehele intensiteitsbereik gelijk te zijn. De keuze voor het aantal intensiteitklassen en de klassenbreedte is relevant maar arbitrair. De keuze voor aantal en breedte hangt sterk samen met de beschikbare data. Aanbevolen wordt om een standaardbreedte te gebruiken van 5.000 mvt/etmaal en de klassen smaller of breder te maken als er erg weinig of juist erg veel gegevens beschikbaar zijn.

Wat is de relatie tussen verkeersintensiteit en verkeersveiligheid?

Uit de risicolijnen van Den Haag en Limburg kan geconcludeerd worden dat het risico voor de individuele weggebruiker daalt wanneer de intensiteit toeneemt. De kencijferlijnen komen niet geheel overeen met wat op grond van de theorie werd verwacht. In Den Haag stijgt bijvoorbeeld de slachtofferdichtheid sterk bij hoge intensiteiten, waar eigenlijk een daling werd verwacht. Verder onderzoek is nodig om hiervoor een goede verklaring te vinden.

Verder moet worden opgemerkt dat slachtoffers en ernstige slachtoffers slechts een zeer klein deel vormen van alle incidenten of conflicten die op de weg plaatsvinden. Voor onderzoek naar gevaarlijke locaties kan het zeer waardevol zijn die incidenten en conflicten te bestuderen.

Kencijfer- en risicolijnen worden vooral gebruikt om prognoses te maken voor wegen waarvan de intensiteit op de een of andere manier gaat veranderen. Het is aan te bevelen om de intensiteitklassen in dat geval niet te groot te maken, zodat de variatie in risico goed te zien is. Ook wordt aanbevolen de afstand van het risico van een bepaalde weg tot de risicolijn gelijk te houden wanneer de weg overgaat naar een andere intensiteitsklasse.

5.2 Verkeerspsychologie

Welke verklaringen geeft de verkeerspsychologie voor de relatie tussen intensiteit en verkeersveiligheid?

Volgens het taakcirkelmodel van Heino (2004) bestaat de rijtaak uit de elementen kijken, waarnemen, selecteren, beslissen en handelen.

Van de drie belangrijkste verkeersrisicomodellen (risico homeostase theorie, risicodrempel model en risicovermijdingsmodel) is de risico homeostase theorie van Wilde de belangrijkste voor dit onderzoek. Volgens de risico homeostase theorie vergelijken mensen het waargenomen risico met hun optimaal risico. Het optimaal risico is dat risiconiveau waarbij men gelooft dat het nut van zijn actie maximaal is. Wanneer er een verschil bestaat tussen het waargenomen en het optimale risico, zal de verkeersdeelnemer zijn gedrag aanpassen om het verschil kleiner te maken. (Wilde, 1988)

Er zijn veel verschillende verklaringen te vinden in de sociale verkeerskunde voor het gegeven dat het risico voor de weggebruiker daalt wanneer de intensiteit toeneemt.

De belangrijkste verklaringen zijn:

- » bij een grote informatiedichtheid, zoals op een drukke weg het geval is, besteedt de bestuurder meer aandacht aan de rijtaak dan op een rustige weg;
- » mensen nemen alleen informatie waar als ze die verwachten en er actief naar uitkijken: op drukke wegen verwacht men sneller een gevaarlijke situatie dan op rustige;
- » op drukke wegen is de perceptie van risico hoger dan het optimaal risiconiveau waardoor de bestuurder veiliger rijgedrag gaat vertonen, terwijl op rustige wegen de bestuurder juist gevaarlijker gaat rijden omdat het waargenomen risico onder het optimale risiconiveau ligt (RHT van Wilde).

Hoe zijn de verklaringen uit de verkeerspsychologie te gebruiken om te komen tot maatregelen die de verkeersveiligheid vergroten?

De conclusie kan getrokken worden dat verkeersveiligheidsmaatregelen moeten voldoen aan de volgende eisen:

- » de maatregel moet ervoor zorgen dat de bestuurder voldoende mentale energie in de rijtaak steekt (voldoende variatie in het verloop van de weg en de wegomgeving, terughoudend gebruik van verkeersborden);
- » verkeersstromen dienen als gevolg van de maatregel meer homogeen te worden (verkeer bundelen);
- » het optimale risiconiveau van de bestuurder dient door de maatregel om laag te gaan (shared space).

Aanbevolen wordt het model van Wilde (en in mindere mate ook dat van Summala en Fuller) te gebruiken als hulpmiddel om bij het plannen van verkeersmaatregelen ook na te denken over hoe mensen daarop gaan reageren.

6 AANBEVELINGEN

In dit hoofdstuk worden aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek. Eerst zullen op het gebied van kencijferlijnen aanbevelingen gedaan worden, vervolgens worden aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek in de sociale verkeerskunde.

6.1 Kencijferlijnen

Dit onderzoek is een aanzet voor de methodiekontwikkeling van een nieuwe, preventieve verkeersveiligheidsaanpak. Er is onderzocht hoe kencijfer- en risicolijnen met meerdere intensiteitklassen gemaakt kunnen worden en de toepassing ervan is besproken.

Om tot een preventieve verkeersveiligheidsaanpak te komen, is nog verder onderzoek nodig:

- » is de waargenomen daling van risico bij toenemende intensiteit algemeen geldend in Nederland?
- » zijn er structurele verschillen tussen verschillende wegtypen en/of -functies (zoals het omslagpunt in risico bij hoge intensiteiten bij gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom)?
- » welke weg- en omgevingskenmerken behalve intensiteit (zie bijlage IV, maar denk ook aan bijvoorbeeld stedelijkheidsgraad) hebben veel invloed op het risico voor de weggebruiker, en wat is die invloed?

De meerwaarde van een preventieve verkeersveiligheidsaanpak gebaseerd op wegkenmerken is in *Hoofdstuk 1* besproken. Op dit gebied is echter nog meer onderzoek nodig:

- » hoe is te onderzoeken wat de invloed is van één bepaald wegkenmerk of wegbeeld op de verkeersveiligheid?
- » kan men zich in het onderzoek naar de onveiligheid van wegen niet beter richten op conflictobservatie en het melden van incidenten in plaats van op statische wegkenmerken? (Ernstige) slachtoffers vormen namelijk slechts een klein deel van alle incidenten in het verkeer; namelijk dat deel waar het niet goed ging. Het grootste deel van de conflicten of incidenten loopt goed af. Kennis van deze incidenten kan een waardevol hulpmiddel zijn bij het bepalen van (kenmerken van) onveilige situaties. (Heino, 2009)

6.2 Verkeerspsychologie

Vervolgonderzoek op deze studie zou zich in eerste instantie moeten richten op het verklaren van de invloed die andere wegkenmerken dan intensiteit hebben op de verkeersveiligheid. Vanuit die verklaringen zal nieuw inzicht worden verkregen in het soort verkeersveiligheidsmaatregelen dat het meeste effect heeft.

Bij de gevonden maatregelen speelt shared space een belangrijke rol. Dit is echter nog een vrij nieuw concept, waarbij gebruik wordt gemaakt van het vergroten van de subjectieve veiligheid om de objectieve veiligheid te vergroten. Het is belangrijk om te onderzoeken of het voordeel van een grotere objectieve veiligheid wel opweegt tegen het onveilige gevoel van verkeersdeelnemers.

Ook kan onderzocht worden welke elementen van shared space wel effect kunnen hebben op de verkeersveiligheid op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom.

Voor alle voorgestelde maatregelen zal nog verder onderzocht moeten worden wat de effecten ervan zijn. De eventuele ontwikkeling van nieuwe gedragstheorieën en verkeersrisicomodellen zal hierbij in de gaten moeten worden gehouden.

LITERATUURLIJST

Artikelen

- » Jorritsma, W. & Bruijn, I. de (2008). Van ongevalcijfers naar risicocijfers; Wegbeelden als nieuwe basis voor verkeersveiligheid. *ROV Magazine* 3, p.12. Regionaal Ondersteuningsbureau Verkeersveiligheid Zuid-Holland (ROV-ZH).
- » Heino, A. (2004). Schaderisico schuilt in verslachte aandacht voor verkeer: Effectieve handvatten voor schadepreventie. NVVC 2004.
- » Michon, J.A. (1967). De psychologie van het menselijk gedrag. Stichting Postakademiale Vorming Verkeerskunde, Delft.
- » Pieters, J., Serné, W. & Donkers, E. (2008). Wegbeelden als basis voor verkeersveiligheid; Optimalisering gemeentelijk verkeersveiligheidsbeleid door analyse van risicocijfers en wegbeelden. NVVC 2008.
- » Wilde, G.J.S. (1988). Accident countermeasures and behavioural compensation: the position of risk-homeostasis theory. *Journal of Occupational Accidents*, 10, p.267-292.
- » Wildervanck, C. (1994). De bestuurder op weg. *Bestuurskunde*, 3(2), 50-57.

Boeken

- » Bötticher, A.M.T. & Molen, H.H. van der (1989). Risicomodellen van verkeersdeelnemers. In Knippenberg, C.W.F. van, Rothengatter, J.A. & Michon, J.A. (Eds.). *Handboek Sociale Verkeerskunde* (p. 255-272). Verkeerskundig Studiecentrum, Rijksuniversiteit Groningen.
- » Godthelp, H. (1989). De rijtaak in een auto. In Knippenberg, C.W.F. van, Rothengatter, J.A. & Michon, J.A. (Eds.). *Handboek Sociale Verkeerskunde* (p. 233-253). Verkeerskundig Studiecentrum, Rijksuniversiteit Groningen.
- » Michon, J.A. (1989a). Modellen van bestuurdersgedrag. In Knippenberg, C.W.F. van, Rothengatter, J.A. & Michon, J.A. (Eds.). *Handboek Sociale Verkeerskunde* (p. 207-231). Verkeerskundig Studiecentrum, Rijksuniversiteit Groningen.
- » Michon, J.A. (1989b). Sociale verkeerskunde: een plaatsbepaling. In Knippenberg, C.W.F. van, Rothengatter, J.A. & Michon, J.A. (Eds.). *Handboek Sociale Verkeerskunde* (p. 1-10). Verkeerskundig Studiecentrum, Rijksuniversiteit Groningen.
- » Smiley, A. (1989). Cognitieve vaardigheden van autobestuurders. In Knippenberg, C.W.F. van, Rothengatter, J.A. & Michon, J.A. (Eds.). *Handboek Sociale Verkeerskunde* (p. 351-370). Verkeerskundig Studiecentrum, Rijksuniversiteit Groningen.
- » Vanderbilt, T. (2008). *Traffic: waarom wij rijden zoals wij rijden (en wat dat over ons zegt)*. Amsterdam: De Bezige Bij.
- » Wegman, F. & Aarts, L. (2005). *Door met Duurzaam Veilig. Nationale Verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 2005-2020*. SWOV, Leidschendam.

- » Wildervanck, C. (1987). Mens en verkeer; Inleiding in de sociale verkeerskunde. Regionaal Orgaan Verkeersveiligheid Groningen.
- » Wonnacott, T.H. & Wonnacott, R.J. (1990). Introductory Statistics. Fifth Edition. John Wiley & Sons, New York.

Gesprekken

- » Donkers, E.J.P. (2009). *[Stagevoortgangsgesprek] 22 januari 2009*. VIA, Vught.
- » Heino, A. (2009). *[Vraaggesprek] 21 januari 2009*. 's-Hertogenbosch.
- » Scholten, J. (2008). *[Informeel werkoverleg]*. VIA, Vught.

Overig

- » Donkers, E.J.P. (2008). Kencijferlijn. VIA, Vught.
- » Provincie Fryslân (2005). Shared Space: Ruimte voor iedereen. Een nieuwe visie op de openbare ruimte.

Rapportages

- » Commandeur, J.J.F., Bijleveld, F.D., Braimaister, L.G. & Janssen, S.T.M.C. (2002). De analyse van ongeval-, weg- en verkeerskenmerken van de Nederlandse rijkswegen. R-2002-19. SWOV, Leidschendam.
- » Donkers, E.J.P. & Coppen, H.J.E. (te verschijnen). Selectie ongevallenlocaties; Methode om ongevallenlocaties te selecteren waar infrastructurele maatregelen kansrijk zijn bij het verbeteren van de verkeersveiligheid. VIA, Vught. [in voorbereiding]
- » Donkers, E.J.P. & Mook, H.M. van (2007). Verkeersveiligheidsanalyse infrastructuur; t.b.v. veiligheidsplan gemeente Den Haag. VNL0518_701-R04. VIA, Vught.
- » Donkers, E.J.P. & Scholten, J. (2008a). Risicobenadering Provincie Limburg. VNL3105_805-D03. VIA, Vught.
- » Donkers, E.J.P. & Scholten, J. (2008b). Het verkeersveiligheidsrisico op de Limburgse provinciale wegen; Stand van zaken 2007. VNL3105-806-R02. VIA, Vught.
- » Dreesen, A. & Cuyvers, R. (2003). Risicoanalyse op basis van wegkenmerken: een literatuurstudie. RA-2003-13. Steunpunt Verkeersveiligheid, Diepenbeek.
- » Geirt, F. van & Nuyts, E. (2005). Risicoanalyse op autosnelwegen. Deel 3 – Ongevallenmodellen voor Vlaamse autosnelwegen. RA-2005-70. Steunpunt Verkeersveiligheid, Diepenbeek, België.
- » Goldenbeld, Ch., Schagen, I.N.L.G. van & Drupsteen, L. (2006). De invloed van weg- en persoonskenmerken op de geloofwaardigheid van 80-km/uur-limieten. Een verkennend onderzoek. R-2005-13. SWOV, Leidschendam.
- » Hakkert, A.S. & Braimaister, L. (2002). The uses of exposure and risk in road safety studies. R-2002-12. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

- » Janssen, S.T.M.C. (2004). Veiligheid op kruisingen van verkeersaders binnen de bebouwde kom. Vergelijking van ongevallenrisico's. R-2003-36. SWOV, Leidschendam.
- » Kessels, J. (2005). Verkeersveiligheid: Subjectief?! Een verkennend onderzoek naar de mogelijkheden voor overheden om aandacht te geven aan subjectieve verkeersveiligheid in relatie tot hun verantwoordelijkheden. Rijkswaterstaat. Adviesdienst Verkeer en Vervoer.
- » Kranenburg, A. & Beenker, N. (te verschijnen). Verkeersveiligheid in TN/MER. Handleiding. D01011/CE8/0V4. Ministerie van Verkeer en Waterstaat; Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat; Dienst Verkeer en Scheepvaart, Delft.
- » Reurings, M.C.B. & Janssen, S.T.M.C. (2007). De relatie tussen verkeersintensiteit en het aantal verkeersongevallen voor verschillende wegtypen. Een overzicht van verkeersmodellen op basis van wegen in het stadsgewest Haaglanden en de provincies Gelderland en Noord-Holland. R-2006-22. SWOV, Leidschendam.
- » Vlakveld, W.P., Goldenbeld, Ch. & Twisk, D.A.M. (2008). Beleving van verkeersonveiligheid. Een probleemverkenning over subjectieve veiligheid. R-2008-15. SWOV, Leidschendam.
- » Wijnen, W. (2006). Economie en verkeersveiligheid. Een omgevingsverkenning. R-2006-30. SWOV, Leidschendam.

Websites

- » Website van Amparo Solutions (2008). SeeMe – A real-time warning system for vulnerable road users. High impact – low cost. http://www.amparosolutions.se/fileadmin/downloads/Amparo_SeeMe_Product_Sheet_English.pdf.pdf. Site bezocht op 22 januari 2009.
- » Website van Nota Mobiliteit. (2007). Verkeersveiligheid: elke verkeersdode of –gewonde is er één teveel. <http://www.notamobiliteit.nl/content.php?pid=5>. Site bezocht op 8 december 2008.
- » Website van SWOV (2008). Nationaal Wegenbestand (NWB). Site bezocht op 15 december 2008. http://www.swov.nl/nl/research/kennisbank/inhoud/90_gegevensbronnen/inhoud/nwb.htm.
- » Website van Verkeersnet.nl (2008). Shared space maakt Haren veiliger. Verkeersnet.nl. Dagelijks nieuws over verkeer en vervoer. Informatie verkregen op 18 december 2008 van: <http://www.verkeersnet.nl/verkeersveiligheid/shared-space-maakt-haren-veiliger/>.
- » Website van Verkeersnet.nl (2009a). Nederland, Zweden en Engeland verkeersveiligste landen. Verkeersnet.nl. Dagelijks nieuws over verkeer en vervoer. Informatie verkregen op 20 januari 2009 van: <http://www.verkeersnet.nl/verkeersveiligheid/nederland-zweden-en-engeland-verkeersveiligste-landen/>.

- » Website van Verkeersnet.nl (2009b). GSM piept bij gevaarlijke situaties. Verkeernet.nl Dagelijks nieuws over verkeer en vervoer. Informatie verkregen op 23 januari 2009 van: <http://www.verkeersnet.nl/verkeersveiligheid/gsm-piept-bij-gevaarlijke-situaties/>.

LIJST VAN BIJLAGEN

- I Rekenrisico bij autonome groei
- II Gevoeligheidsanalyse indeling intensiteitsklassen
- III Significantie gevonden verschillen
- IV Wegkenmerken gemeente Den Haag
- V Verklaringen voor de vermindering van het risico bij toename van de verkeersintensiteit
- VI Infrastructurele verkeersveiligheidsmaatregelen
- VII Niet-infrastructurele verkeersveiligheidsmaatregelen

I Rekenrisico bij autonome groei

p.27-28 uit Kranenburg & Beenker (te verschijnen).

Scenario 2: niet aangepaste wegen

Voor wegen die niet worden aangepast, wordt in principe het actuele risicocijfer gebruikt als referentie risicocijfer.

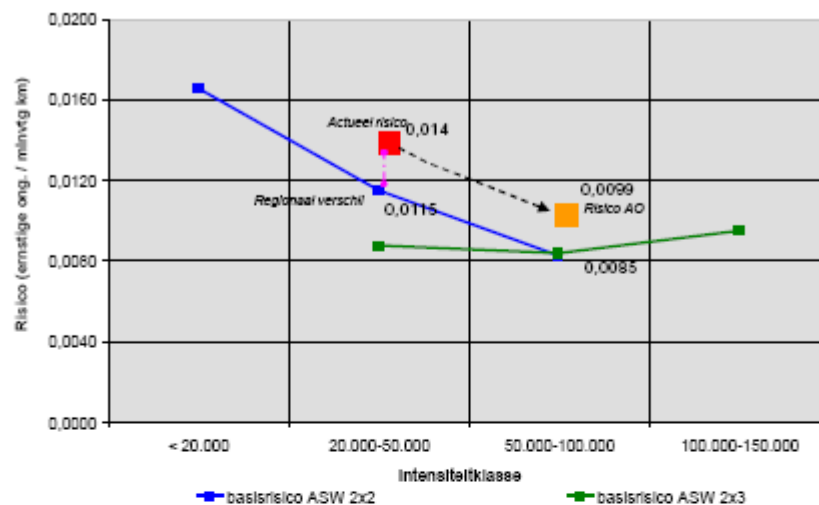
Indien echter de intensiteit een klassegrens overschrijdt, dan wordt het risicocijfer van de nieuwe klasse wel van hetzelfde wegtype gebruikt. Hierbij wordt het regionaal verschil meegenomen. Dit om een zo optimale prognose van het aantal ernstige ongevallen te kunnen maken in 2020. Afgesproken is daarom de basisrisicocijfers (landelijk) te ijken met het actuele risicocijfer per intensiteitsklasse. Het verschil dat hieruit voorkomt, wordt het regionale verschil genoemd. Zie voorbeeld 8 voor een toelichting.

Wat als een ontwerpvariant een wegtype bevat dat niet in het DVS basisbestand 2007 is opgenomen?

In dat geval wordt aangeraden op basis van expert judgement een risicocijfer te bepalen/af te leiden van bestaande cijfers. Als experts kunnen hiervoor personen worden gebruikt die als klankbordgroep voor deze handleiding hebben gefungeerd.

figuur 15: rekenrisico voor niet aangepaste wegen (Kranenburg & Beenker, te verschijnen, p.27)

Voorbeeld 8: Bepalen rekenrisico autonome situatie



In dit voorbeeld wordt een wegvak niet omgebouwd. Het betreft de autonome situatie. Het actuele risico is 0,014. In de huidige situatie behoort het wegvak tot de intensiteitsklasse 20.000 tot 50.000 mvt/etmaal. In de autonome situatie, 2020, stijgt de intensiteit naar de klasse 50.000-100.000 mvt/etmaal. Als rekenrisico wordt in deze situatie het basisrisicocijfer van DVS gebruikt voor de ASW 2x2 intensiteitsklasse 50.000-100.000 plus het regionale verschil (17%) tussen het Actuele risico en het basisrisico van DVS ASW 2x2.

Het actuele risico wordt als volgt bepaald:

Het Actueel Risicocijfer voor het wegtype ASW 2x2 bij een intensiteitsklasse 50.000-100.000 bedraagt 0,0140 ernstige ongevallen / mln vtgkm.

- het basisrisicocijfer uit het DVS basisbestand voor hetzelfde wegtype = 0,0115 ernstige slachtofferongevallen/mln vtgkm
- het basisrisicocijfer voor de nieuwe intensiteitsklasse bedraagt: 0,0085
- het regionale verschil is dan 17% $(0,0115 - 0,0140) / 0,0140$
- het rekenrisico = dan $0,0085 * 1,17 = 0,0099$

figuur 16: bepalen rekenrisico autonome situatie (Kranenburg & Beenker, te verschijnen, p.28)

II Gevoeligheidsanalyse indeling intensiteitklassen

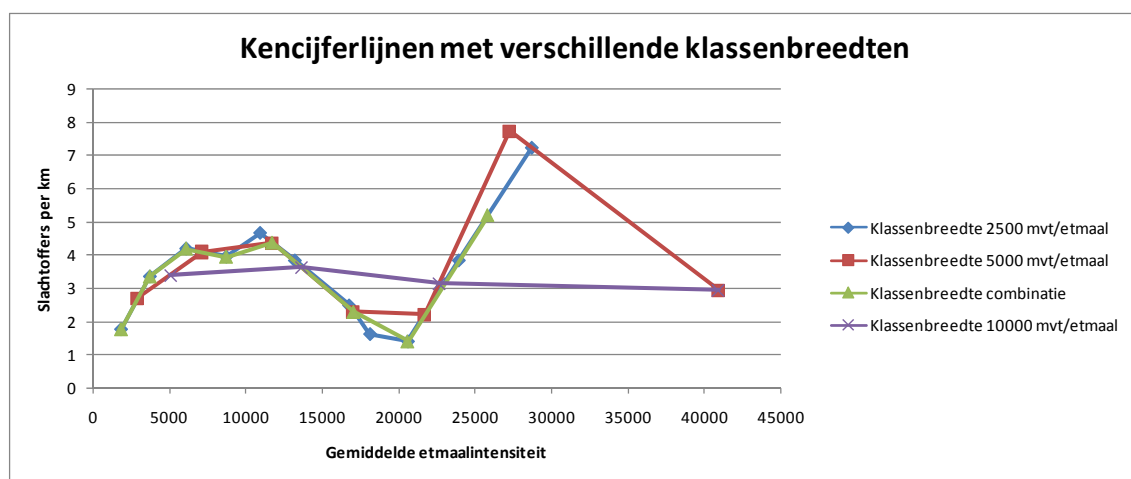
Om te toetsen wat de gevoeligheid van de kencijfer- en risicolijnen is voor intensiteitklassen, is gekeken naar lijnen met verschillende klassenbreedten.

Voor Den Haag loopt het intensiteitsbereik bij een klassenbreedte van 2.500 mvt/etmaal van < 2.500 mvt/etmaal tot > 25.000 mvt/etmaal. De lijn met klassenbreedten van 5.000 mvt/etmaal loopt van < 5.000 mvt/etmaal tot > 30.000 mvt/etmaal. Gegevens van de combinatie van klassenbreedten zijn in tabel 4 weergegeven. De laatste lijn laat grote klassenbreedten van 10000 mvt/etmaal zien.

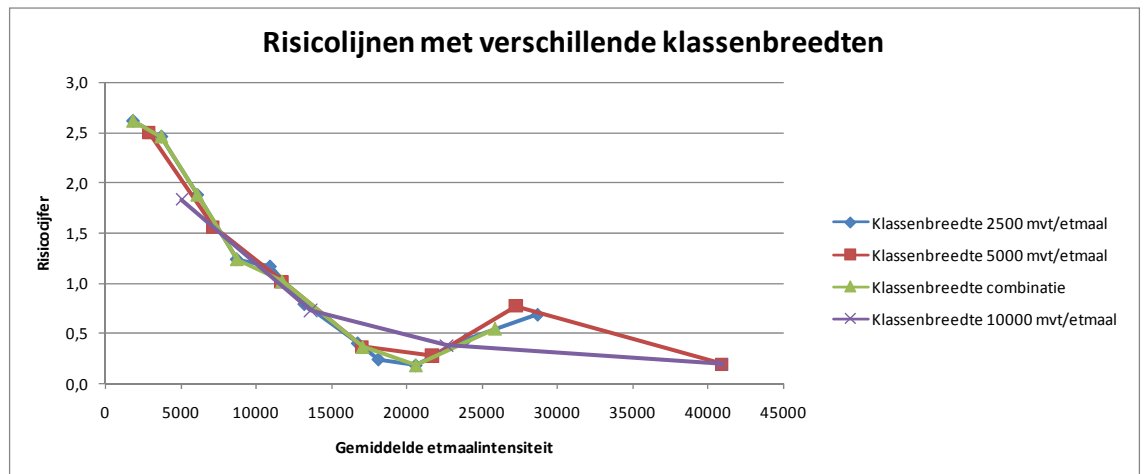
Klasse	Gemiddelde etmaalintensiteit [mvt/etmaal]	N	Totale weglengte [km]
1	< 2.500	558	494,0
2	2.500 – 5.000	762	693,5
3	5.000 – 7.500	627	713,8
4	7.500 – 10.000	397	492,1
5	10.000 – 15.000	311	311,8
6	15.000 – 20.000	158	170,5
7	20.000 – 22.500	63	96,3
8	> 22.500	81	81,2

tabel 4: combinatie van klassenbreedten, Den Haag

In de figuren 17 en 18 zijn de verschillende kencijfer- en risicolijnen weergegeven voor gemeente Den Haag.



figuur 17: kencijferlijnen met verschillende klassenbreedten, Den Haag



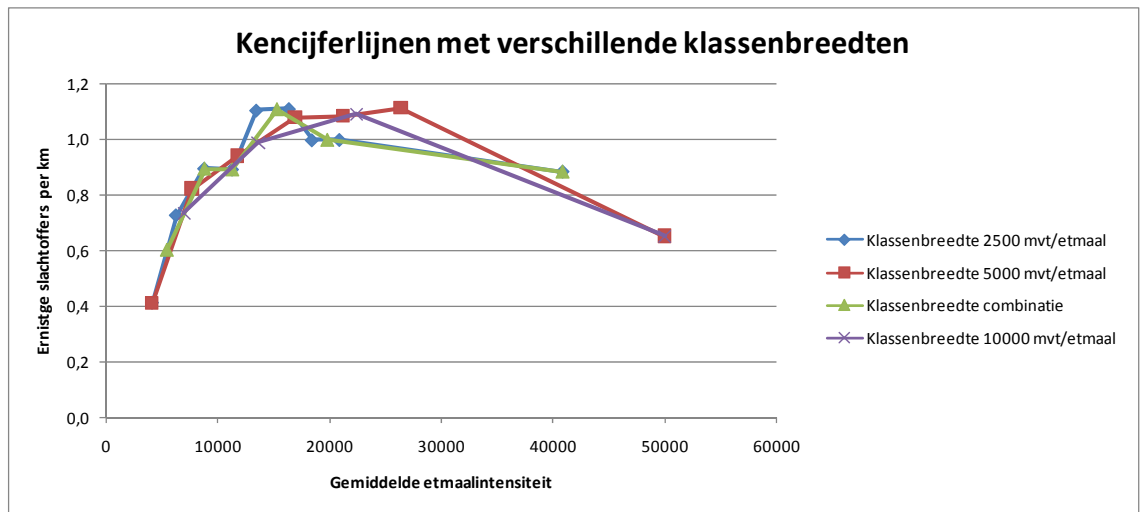
figuur 18: risicolijnen met verschillende klassenbreedten, Den Haag

Voor de wegen in de provincie Limburg loopt het intensiteitsbereik bij een klassenbreedte van 2.500 mvt/etmaal van < 5.000 mvt/etmaal tot > 22.500 mvt/etmaal. De lijn met klassenbreedten van 5.000 mvt/etmaal loopt van < 5.000 mvt/etmaal tot > 30.000 mvt/etmaal. Gegevens van de combinatie van klassenbreedten zijn in tabel 5 weergegeven. De laatste lijn laat wederom grote klassenbreedten van 10000 mvt/etmaal zien.

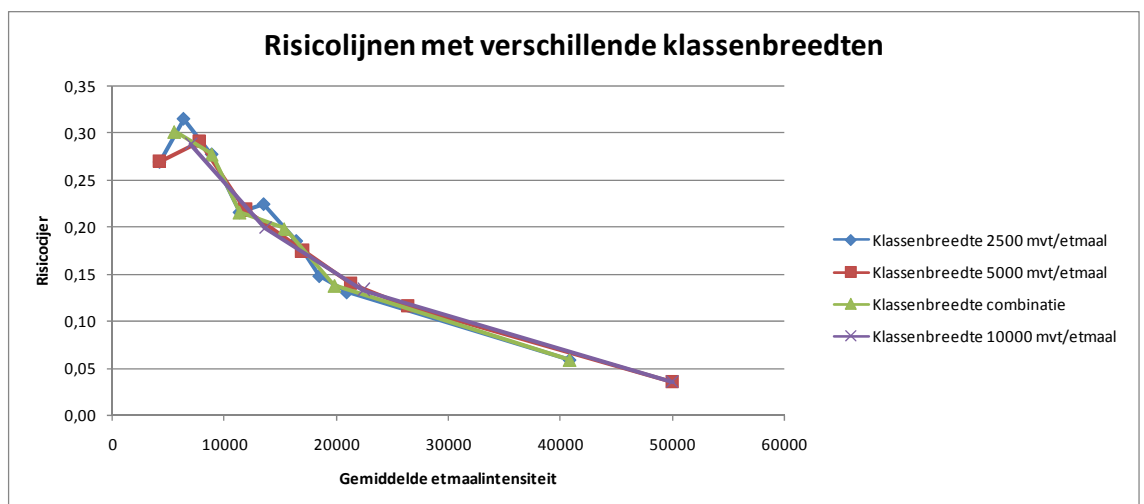
Klasse	Gemiddelde etmaalintensiteit [mvt/etmaal]	N	Totale weglengte [km]
1	< 7.500	50	106,1
2	7.500 – 10.000	42	86,1
3	10.000 – 12.500	67	93,7
4	12.500 – 17.500	54	74,5
5	17.500 – 22.500	26	39,6
6	> 22.500	23	29,4

tabel 5: combinatie van klassenbreedte, Limburg

In de figuren 19 en 20 zijn de verschillende kencijfer- en risicolijnen weergegeven voor provincie Limburg.



figuur 19: kencijferlijnen met verschillende klassenbreedten, Limburg



figuur 20: risicolijnen met verschillende klassenbreedten, Limburg

Uit de figuren 8, 9, 11 en 12 in paragraaf 3.3 blijkt al dat kencijferlijnen en risicolijnen met meerdere intensiteitsklassen voordeel hebben ten opzichte van kencijfer- en risicolijn met twee klassen. Uit bovenstaande figuren 17 - 20 blijkt dat de zowel de kencijfer- als risicolijnen niet erg gevoelig zijn voor de plaatsing van de klassengrenzen. De verschillende lijnen lijken sterk op elkaar. In figuren 17 en 18 van Den Haag loopt de rode lijn wel een stuk verder door dan de andere twee lijnen, maar dat komt doordat de klassenbreedte van de laatste klasse slechts 6 (van totaal 2921) waarnemingen bevat.

In de data van Den Haag is ook te zien dat naarmate de klassen groter worden, de kencijfer- en risicolijnen vlakker gaan lopen.

III Significantie gevonden verschillen

De afwijking van het gemiddelde wordt uitgedrukt in de standaarddeviatie (Commandeur et al., 2002):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N E_i \left(\frac{S_i}{E_i} - K \right)^2}{\sum_{i=1}^N E_i}}$$

waarbij E = verkeersprestatie; S = ernstige slachtofferongevallen; K = gewogen gemiddelde risicocijfer.

In de formule voor de verkeersprestatie wordt de weglengte uitgedrukt in miljoenen kilometers.

$$E_i = \frac{365 * \bar{I}_i * L_i}{1.000.000}$$

$$K = \frac{\sum_{i=1}^N S_i}{\sum_{i=1}^N E_i}$$

Het verschil tussen twee kencijfers kan getoetst worden door middel van de volgende *t*-toets:

$$t_{obs} = \frac{K_1 - K_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}}$$

Wanneer een significantieniveau van 5% wordt gehanteerd, en de volgende twee hypothesen:

$$H_0 : K_1 = K_2,$$

$$H_1 : K_1 \neq K_2$$

dan is de tweezijdige toets significant wanneer gevonden wordt dat $|t_{obs}| \geq 1,96$; het absolute verschil tussen de twee kencijfers is dan significant

op 5%-niveau. Als gevonden wordt dat $|t_{obs}| \leq 1,96$, dan luidt de conclusie dat de kencijfers niet van elkaar verschillen. (Commandeur et al., 2002)

Voor een 99%-betrouwbaarheidsniveau ($\alpha = 0,005$) geldt dat $|t_{obs}| \geq 2,58$ wanneer de toets significant wordt gevonden, en voor een 99,9%-betrouwbaarheidsniveau geldt ($\alpha = 0,0005$) geldt $|t_{obs}| \geq 3,29$. (Wonnacott & Wonnacott, 1990)

IV Wegkenmerken gemeente Den Haag

Donkers & van Mook (2007) hebben in Den Haag de volgende wegkenmerken meegenomen.

Kenmerk	Omschrijving
wegtype	aantal rijbanen en –stroken
snelheid	maximum snelheid
fietsvoorziening	geen, fietsstrook, fietspad
parkeervoorziening	parkeren langs de rijbaan
rijrichtingscheiding	geen, markering, fysiek
verharding	asfalt of half open
kantmarkering	aanwezigheid
parallelvoorziening	aanwezigheid
geslotenverklaring	aanwezigheid
tram	aanwezigheid
type gebied	wonen, winkelen, bedrijven

tabel 6: wegkenmerken verkeersveiligheidsanalyse gemeente Den Haag

V Verklaringen voor de vermindering van het risico bij toename van de verkeersintensiteit

In deze bijlage worden verklaringen gegeven voor het feit dat het risico voor de individuele bestuurder daalt wanneer de verkeersintensiteit toeneemt. Allereerst worden verklaringen genoemd die voortvloeien uit het proces dat tijdens de rijtaak wordt doorlopen (zie §2.2). Vervolgens worden verklaringen besproken aan de hand van de verkeersrisicomodellen zoals die in §4.1 zijn beschreven. Tenslotte komen nog enkele andere interessante verklaringen aan bod, die echter niets met verkeerspsychologie te maken hebben.

Verklaringen volgend uit het proces dat tijdens de rijtaak wordt doorlopen

Wanneer het druk op de weg is, zal de bestuurder meer informatie bewust moeten verwerken. De taakcirkel (zie *Hoofdstuk 2*) moet dan sneller draaien om de rijtaak goed uit te voeren. De bestuurder kan de actuele taakcirkelsnelheid op twee manieren aanpassen aan de gewenste taakcirkelsnelheid. Ten eerste kan de gewenste taakcirkelsnelheid verlaagd worden door langzamer te gaan rijden. Ten tweede kan de actuele taakcirkelsnelheid worden verhoogd door extra mentale energie te investeren oftewel zich extra te concentreren op de rijtaak en geen aandacht meer te besteden aan andere dingen (Heino, 2004). Beide mogelijkheden: een lagere snelheid en meer aandacht voor het rijden, zorgen ervoor dat het risico voor de bestuurder afneemt.

Hoe rustiger een weg wordt, hoe minder mentale energie de autorijtaak in beslag zal nemen – de bestuurder zal dus vaker met zijn aandacht ergens anders zijn. Wanneer er dan iets onverwachts gebeurt, is de kans groot dat de bestuurder niet snel genoeg meer kan anticiperen. Het risico voor de bestuurder is dus hoger dan op een drukke weg.

Het is echter niet waarschijnlijk dat het risico voor de bestuurder op de weg altijd kleiner wordt als de intensiteit toeneemt. Op een gegeven moment kan het zo zijn dat de actuele taakcirkelsnelheid al maximaal is, terwijl de gewenste taaksnelheid blijft stijgen, zonder dat die makkelijk verlaagd kan worden. In dat geval zal het risico voor de bestuurder om betrokken te raken bij een ongeval weer stijgen. Aan de andere kant kan bij grote drukte ook file ontstaan, waardoor de rijnsnelheid laag is en de gewenste taakcirkelsnelheid ook weer lager wordt. Het risico voor de bestuurder wordt dan niet hoger.

Mensen kunnen zich niet goed op twee dingen tegelijk concentreren. Informatie wordt dus alleen verwerkt wanneer ze daar actief naar uitkijken of informatie verwachten, anders moet iets zo opvallend zijn dat het de aandacht trekt. Op een drukke weg met veel verkeersdeelnemers verwachten bestuurders sneller dat er iets onverwachts gebeurt dan op een rustige weg, en ook dit draagt eraan bij dat een bestuurder op een drukke weg sneller kan anticiperen op onverwachte situaties dan op een rustige weg.

Op drukke wegen zijn er veel meer verkeersdeelnemers, niet alleen automobilisten, maar ook fietsers en voetgangers. De 'wet van de grote aantallen' (Vanderbilt, 2008) zegt dat op rustige wegen een automobilist misschien schrikt van een enkele fietser of voetganger, terwijl hij op drukke wegen meer rekening houdt met deze kwetsbare verkeersdeelnemers, omdat ze in grote getale aanwezig zijn. Het risico op drukke wegen is dus, zeker voor kwetsbare verkeersdeelnemers lager dan op rustige wegen.

Op een rustige weg zal een bestuurder niet alleen zijn aandacht op andere zaken dan de rijtaak richten, maar ook verveling gaan ervaren. Dit kan resulteren in gevaarlijker rijgedrag, zoals in de volgende paragraaf wordt uitgelegd, maar ook in een verminderde oplettendheid en in het in slaap vallen achter het stuur. Op drukke wegen bestaat dit gevaar veel minder.

Op wegen met hoge intensiteit zijn de verkeersstromen doorgaans meer homogeen dan op wegen met lagere intensiteit. De snelheidsverschillen zijn kleiner, omdat men door de drukte niet hard kan rijden. Hierdoor is de taakcirkelsnelheid vanzelf langzamer, wat bevorderlijk is voor de veiligheid. Tegelijkertijd is de situatie op een drukke weg in zekere zin voorspelbaarder dan op een rustiger weg. Dat komt doordat voor verkeersdeelnemers maar een beperkt aantal manoeuvres mogelijk is. Hard optrekken bij het op groen springen van een verkeerslicht heeft geen zin, omdat er tientallen auto's voor je staan. Het licht is vaak alweer rood vóór je door kunt rijden, of het kruispunt is nog niet ontruimd terwijl de lichten voor een andere richting alweer op groen springen. Ook inhalen is minder goed mogelijk vanwege de drukte. Dat komt allemaal doordat het gedrag van verkeersdeelnemers bij grote drukte zo sterk beïnvloed wordt door omgeving, dat niemand onafhankelijk keuzes kan maken. De verkeerssituatie wordt dus voorspelbaarder.

Verklaringen volgend uit de verkeersrisicomodellen

Met alle drie in §4.1 besproken verkeersrisicomodellen kan verklaard worden waarom het risico voor de verkeersdeelnemer op drukke wegen lager is dan op rustige wegen.

Uit de RHT van Wilde volgt dat de verkeersdeelnemer door zijn gedrag te veranderen zijn waargenomen risico gelijk houdt met het optimaal risico. Op drukke wegen ervaart de verkeersdeelnemer een waargenomen risico dat hoger is dan het optimaal risico. Daarom past hij zijn gedrag aan en gaat hij veiliger rijden. Op rustige wegen is de perceptie van risico juist erg laag, onder het optimaal risico. Om het waargenomen risico weer gelijk te krijgen met het optimaal risico zal de verkeersdeelnemer meer risico zoeken en gevaarlijker gaan rijden (bijvoorbeeld harder rijden, inhalen op tweebaans wegen, etc.). Vanderbilt (2008) geeft hiervan een mooi voorbeeld. Toen Zweden in 1967 overschakelde van links rijden op rechts rijden, werden de wegen veiliger, ondanks talloze voorspellingen van het tegendeel. Niet een paar dagen of weken, maar pas na een jaar waren de ongevalstatistieken weer op hetzelfde niveau. De reden was dat de Zweden op wegen moesten gaan rijden die nu veel minder veilig voelden. Daarom ging men voorzichtiger rijden, tot men aan de nieuwe situatie gewend was.

Wanneer het waargenomen risico hoger is dan het optimale risico kan de verkeersdeelnemer deze twee weer op gelijk niveau brengen door meer interactie met zijn medeweggebruikers. Dit is een vorm van 'veiliger rijden'. Hierdoor is de verkeersdeelnemer beter in staat te anticiperen op onverwachte situaties. Op rustige wegen zijn weinig medeweggebruikers, waardoor ook weinig interactie kan plaatsvinden. Voor het detecteren van een potentieel gevaarlijke situatie is de verkeersdeelnemer dus volledig op zichzelf aangewezen.

Volgens het risicodrempel model van Summala en Näätänen wordt de subjectief risico monitor (SRM) in drukke verkeerssituaties sneller geactiveerd dan op rustige wegen. Om de SRM weer uit te zetten, past de bestuurder zijn gedrag aan naar veiliger rijgedrag. Op rustige wegen wordt de SRM niet of veel minder snel geactiveerd, omdat de aandacht verslapt (de verkeersdeelnemer steekt veel minder mentale energie in de rijtaak). Hierdoor zijn rustiger wegen minder veilige wegen.

Wanneer je met het risicovermijdingsmodel van Fuller het verminderde risico voor verkeersdeelnemers op drukke wegen wilt verklaren, kom je opnieuw uit bij het gegeven dat de verkeersdeelnemer minder energie in de rijtaak steekt wanneer een weg rustig is en er geen risico wordt ervaren. Het gevolg daarvan is een vertraagde reactiesnelheid, waardoor een vermijdingshandeling om een potentiële dreiging weg te nemen, niet of te laat wordt uitgevoerd.

Andere verklaringen voor het verminderde risico voor verkeersdeelnemers op drukke wegen

Een mogelijke verklaring die niet met de sociale verkeerskunde te maken heeft, is de volgende. Aan drukke wegen wordt over het algemeen door verkeerskundigen veel aandacht besteed om ze veiliger te maken. Omdat daar absoluut gezien de meeste verkeersongevallen gebeuren, is daar de meeste winst te behalen. Het risico op rustige wegen kan dus hoger zijn, omdat minder aandacht is besteed aan de inrichting van de weg. Hierdoor kan een weg bijvoorbeeld verwaarloosd zijn of onbedoeld zijn ingericht op een groter verkeersaanbod. (Reurings & Janssen, 2007)

Weer een andere mogelijke verklaring ligt in de invloed die economie en verkeersveiligheid op elkaar hebben. Deze invloed is echter niet eenduidig. Wijnen (2006) stelt dat wanneer het goed gaat met de economie - dat wil zeggen hoge inkomens en lage werkloosheid - de mobiliteit toeneemt. Door de toegenomen drukte op de wegen gebeuren meer ongevallen. Er is dan echter ook meer geld voor ongevallenpreventie.

Heino (2009) zegt echter dat de bereidheid om risico te nemen afneemt wanneer het minder gaat met de economie. De kosten voor bijvoorbeeld snelheidsboetes zijn veel minder makkelijk te betalen. Men gaat dus voorzichtiger rijden, waardoor minder ongevallen gebeuren.

VI Infrastructurele veiligheidsmaatregelen

Shared space

De Nederlander Hans Monderman heeft het 'shared space' concept uitgevonden. Het basisprincipe luidt dat de openbare ruimte twee gebruikers kent: de mens en het verkeer. Verkeer hoort thuis op de snelweg, want deze is onpersoonlijk en gestandaardiseerd. De snelweg is erop gemaakt de informatieverwerkingstaak voor de bestuurder bij hoge snelheden te vereenvoudigen. De verkeersdeelnemer weet precies wat hij kan verwachten en hoe hij daarop moet reageren.

De ruimte voor de mens moet er echter uitzien als een dorp waar de auto te gast is. De straat heeft behalve voor het verkeer ook vele andere functies, en hoe de straat wordt gebruikt hangt dus af van het moment. Abstracte regels zijn hier niet nodig, mits mensen met elkaar blijven communiceren. (Vanderbilt, 2008)

In de praktijk komt shared space erop neer dat er voor de verschillende verkeersdeelnemers geen aparte plek op de weg meer beschikbaar is en dat verkeersborden zoveel mogelijk verdwijnen (Provincie Fryslân, 2005). Verkeersdeelnemers moeten steeds met medeweggebruikers onderhandelen over hun plaats op de weg. Hun gevoel van subjectieve onveiligheid neemt toe, maar hun perceptie van risico wordt daardoor wel realistischer. Het optimale risiconiveau zal dalen, waardoor men veiliger rijgedrag gaat vertonen en minder ongelukken gebeuren.

Deskundigen wijzen echter ook op nadelen van shared space. Op plaatsen waar het aantal ongevallen daalt na een herinrichting volgens het shared space principe is het doorgaande autoverkeer omgeleid via een andere route. Op die route gebeuren dan méér ongelukken dan voorheen. (Website van Verkeersnet.nl, 2008) Het risico voor de verkeersdeelnemer hoeft echter niet omhoog te gaan op die andere route, want de intensiteit wordt daar hoger. Volgens de risicolijnen uit *Hoofdstuk 3* wordt de route dan veiliger.

Een ander punt van kritiek is dat het gevoel van onveiligheid bij kwetsbare verkeersdeelnemers, zoals ouderen, dusdanig groot wordt dat ze niet meer langs een plek durven die volgens het shared space principe is ingericht (Website van Verkeersnet.nl, 2008). Heino (2009) brengt hier echter tegenin dat dat geen probleem hoeft te zijn; enerzijds omdat dit gedrag de doorstroming bevordert, en anderzijds omdat het veiliger is voor ouderen om hun waargenomen risiconiveau gelijk te houden met hun optimale risiconiveau in plaats van een misplaatst gevoel van veiligheid te hebben.

Shared space is een verkeersveiligheidsaanpak (die daar oorspronkelijk niet voor bedoeld was; het doel was een verbetering van de leefbaarheid in woongebieden) die uitgaat van de risico homeostase theorie van Wilde.

Shared space past ook goed in het taakcirkelmodel van Heino (2004), want onderhandelen met anderen over zijn positie op de weg zorgt dat de verkeersdeelnemer veel van zijn mentale energie in de rijtaak moet stoppen en geen andere dingen kan gaan zitten doen.

Tenslotte kunnen in gebieden die ingericht zijn volgens het shared space principe onverwachte situaties gebeuren. Het feit dat er geen borden, belijning, etc. is, zorgt er echter voor dat verkeersdeelnemers op hun hoede zijn, dat ze onverwachte gebeurtenissen als het ware verwachten. Op strak ingerichte straten met zebra's en fietsstroken voelen verkeersdeelnemers zich veilig, waardoor iemand die naast de zebra oversteeft opeens veel meer risico loopt omdat niemand dat verwacht.

Shared space is eigenlijk alleen toepasbaar binnen de bebouwde kom, in woongebieden. Op stroomwegen is een gestandaardiseerde vormgeving veiliger, vanwege de hoge snelheden. Buiten de bebouwde kom op erftoegangswegen kan echter nog wel gebruik gemaakt worden van het concept. Daarvoor kunnen verkeersborden verwijderd worden, en vervangen door bijvoorbeeld opvallende, korte wegversmallingen vlak voor een kruising, opdat bestuurders vaart minderen.

Andere maatregelen om de aandacht van de bestuurder bij de weg te houden

In woongebieden is shared space waarschijnlijk een effectieve maatregel om de aandacht van de bestuurder bij de weg te houden en zo ongelukken te voorkomen. Op gebiedsontsluitingswegen is echter nog veel winst te behalen. De functie van deze wegen is niet eenduidig, er vinden zowel woongerelateerde als verkeersgerelateerde activiteiten plaats.

Er is een aantal maatregelen dat kan helpen om dit soort wegen, ook als het minder druk is, veiliger te maken:

- » verhogen van de structuurdichtheid van de wegomgeving. Doordat meer informatie op de bestuurder af, waardoor hij zich beter op de rijtaak gaat concentreren;
- » vermijden van te lange rechtstanden van wegen;
- » zorgen voor variërende wegomgeving. De vorm van de weg zelf moet echter hetzelfde blijven, anders ontstaat verwarring over bijvoorbeeld de maximumsnelheid;
- » verwijderen van overbodige verkeersborden.

(Vanderbilt, 2008; Goldenbeld, van Schagen & Drupsteen, 2006)

Het verwijderen van overbodige verkeersborden zorgt ervoor dat nuttige verkeersborden beter opvallen. Een aantal borden, zoals een waarschuwbord voor spelende kinderen, is helemaal niet nuttig. Ten eerste zal de bestuurder zijn gedrag niet aanpassen wanneer hij dat bord ziet, omdat hij geen kinderen ziet. Ten tweede zal de bestuurder hoogstwaarschijnlijk al vóór het bord remmen als hij wél spelende kinderen ziet. Een waarschuwbord zou dus eigenlijk alleen zichtbaar moeten zijn als het 'gevaar' ook aanwezig is. Daarvoor heeft Amparo Solutions (2008) een systeem ontwikkeld: SeeMe. Een waarschuwingslicht gaat aan op het moment dat er kinderen (of andere kwetsbare verkeersdeelnemers) in de buurt zijn. Zo wordt de automobilist alleen gewaarschuwd als dat nodig is.

Het effect van parkeervoorzieningen op de verkeersveiligheid is tweeledig. Aan de ene kant verhoogt zoekend rondrijden de kans op een aanrijding, omdat de aandacht van de verkeersdeelnemers bij het parkeren is en niet bij het verkeer. Aan de andere kant zorgen parkeervoorzieningen langs de rijbaan wel voor een fysieke barrière tussen voetgangers en auto's. Ook rijden automobilisten langzamer wanneer er langs een weg geparkeerd wordt, door de hogere structuurdichtheid.

Maatregelen om verkeersstromen meer homogeen te maken

Een bekende maatregel om rustige wegen veiliger te maken, is door verkeer te bundelen (Donkers, 2009). Verkeer dat over twee of meer rustige wegen gaat, wordt voortaan gebundeld over één van die wegen, waarbij de andere wegen worden ingericht als erftoegangsweg. De gebiedsontsluitingsweg die overblijft wordt dan drukker en de verkeersstromen op die weg worden homogener, waardoor het risico voor de weggebruiker omlaag gaat.

Er bestaat een spanningsveld tussen de doorstroming van het verkeer en verkeersveiligheid (Heino, 2009). Files – waar bepaald geen doorstroming is – zijn een zegen voor de verkeersveiligheid. Aan de andere kant bestaat er ook een gemeenschappelijk belang tussen deze twee. Het aanhouden van een langzame maar constante snelheid is zowel goed voor de doorstroming als voor de verkeersveiligheid. De verkeersstromen worden namelijk meer homogeen. Deze maatregel zal werken doordat de taakcirkelsnelheid van bestuurders wordt verlaagd door de langzamere snelheid. Waar deze maatregel wordt toegepast is het doorgaans druk, waardoor men niet bang hoeft te zijn dat verkeersdeelnemers hun mentale energie teveel op andere zaken gaan richten.

Een herkenbare vormgeving van de weg kan ook helpen verkeersstromen meer homogeen te maken. (Wegman & Aarts, 2005)

Maatregelen die de gevolgen van een ongeval helpen verminderen

Vangrails, obstakelvrije berm, draagkrachtige berm, etc. zijn maatregelen die helpen de gevolgen van een ongeval te verminderen. Bestuurders zullen hierop *onbewust* anticiperen door minder veilig te gaan rijden, maar het netto effect is positief (Heino, 2009). Zie ook bijlage VII.

Maatregelen die géén effect hebben

Het is een misvatting dat wegen veiliger worden voor de verkeersdeelnemer door ze onveiliger te laten lijken (Wilde, 1988). Op de korte termijn zullen deze maatregelen wel helpen, maar op de lange termijn krijgt men door dat het gevoel van onveiligheid niet overeenkomt met de werkelijkheid. Vervolgens zal men weer risicovoller gaan rijden tot het actuele niveau van risico weer gelijk is aan het optimale risiconiveau. Voorbeelden van dit soort maatregelen zijn: aanleggen van scherpere bochten, versmallen van de rijbaan, etc.

Het is wel waarschijnlijk dat deze maatregelen ervoor zorgen dat de bestuurder meer mentale energie in de rijtaak steekt, daarom zou het toch kunnen dat deze maatregelen zorgen voor veiliger wegen.

Een confronterende aanpak kan wel effectief zijn. Zo gingen automobilisten in Colorado pas langzamer rijden toen onderzoekers een dood hert naast een waarschuwingsbord neerlegden. (Vanderbilt, 2008)

Het omgekeerde komt ook voor. Bomen worden (vooral langs gebiedsontsluitingswegen) weggehaald, omdat er mensen (vooral risicozoekers) tegenaan botsen. Dit leidt niet tot een vergroting van de verkeersveiligheid, omdat de bomen er juist voor zorgden dat het gros van de mensen een gevoel van onveiligheid ervoer waardoor ze zich aan de maximumsnelheid hielden. Een hoge structuurdichtheid langs de weg (zoals bomen, huizen, etc.) zorgt ervoor dat het lijkt alsof je harder rijdt dan je rijdt (Vanderbilt, 2008). Wanneer de bomen worden weggehaald, gaan behalve risicozoekers ook anderen harder rijden.

Het is dus belangrijk de weg te ontwerpen voor het gros van de mensen. Er zullen altijd groepen zijn die een veel groter gevoel van onveiligheid ervaren, maar er zullen ook altijd groepen zijn die het risico blijven zoeken. Deze laatste groep zal moeten leren door ervaring. Een vergevingsgezinde weg (Wegman & Aarts, 2005) is dan een goede verkeersveiligheidsmaatregel.

VII Niet-infrastructurele veiligheidsmaatregelen

Educatie

Educatie en voorlichting kunnen mensen bewust maken van het risico, waardoor de risicoacceptatie daalt (Wilde, 1988). Ervaring is echter de beste leermeester.

Educatie kan ook worden toegepast om te zorgen dat de bestuurder zich bewust wordt van de momenten waarop zijn aandacht *niet* bij de rijtaak is. Vanuit deze bewustwording kunnen dan oplossingen bedacht worden om dat te voorkomen.

Wetgeving

Wetgeving – zoals boetes – en beloningen kunnen bestuurders een sterke impuls geven om zich veilig te gedragen. Voorwaarde is echter dat deze wetten door de bevolking algemeen geaccepteerd en gerespecteerd worden.

Zowel Summala & Näätänen als Wilde geloven dat de motivatie om zich gevaarlijk te gedragen minder wordt als er kans is op een boete. De gevoelsmatige pakkans moet dus groot zijn, wil het systeem werken. (Vanderbilt, 2008)

Systemen in voertuigen

Behalve infrastructurale maatregelen die de gevolgen van ongelukken helpen te verkleinen, zijn er ook systemen in voertuigen die daartoe dienen. Voorbeelden zijn antiblokkeersystemen (ABS), adaptive cruise control (ACC), etc. Ook hier geldt dat bestuurders onveilig gaan rijden, maar het netto effect zal positief zijn.

Onderzoek in Nieuw Zeeland wees uit dat de gevaren van mobiel bellen in de auto afnemen als piepjes via de gsm de bestuurder waarschuwen voor gevaarlijke situaties (Website van Verkeersnet.nl, 2009b). Zo'n waarschuwingssysteem hoeft natuurlijk niet via de gsm te gaan; ook trillingen in de stoel of iets dergelijks kunnen de waarschuwing geven.

