

Haalbaarheid kencijfers voor lagere-orde-wegen en langzaam verkeer, deel 2

Beschrijving van de aard van de kencijfers

R-98-23 II

Dr. ir. L.G. Braimaister & drs. ing. T. Hummel

Leidschendam, 1998

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

Documentbeschrijving

Rapportnummer: R-98-23 II
Titel: Haalbaarheid kencijfers voor lagere-orde-wegen en langzaam verkeer, deel 2
Ondertitel: Beschrijving van de aard van de kencijfers
Auteur(s): Dr. ir. L.G. Braimaister & drs. ing. T. Hummel
Onderzoeksmanager: Ir. S.T.M.C. Janssen
Projectnummer SWOV: 55.227
Projectcode opdrachtgever: BPVL 97.906
Opdrachtgever: De inhoud van dit rapport berust op gegevens die zijn verkregen in het kader van een project, dat is uitgevoerd in opdracht van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat.

Trefwoord(en): Danger, secondary road, low traffic road, accident rate, statistics, analysis (math), Netherlands.

Projectinhoud: Al geruime tijd bepaalt de SWOV 'kencijfers verkeersveiligheid', die het niveau van onveiligheid op verschillende wegtypen beschrijven. Tot op heden heeft men zich daarbij gericht op het hoofdwegennet binnen en buiten de bebouwde kom, waar de meeste verkeersslachtoffers vallen. Gegevens over zogenoemde 'lagere-orde-wegen' (woonstraten, woonerven en plattelandswegen) zijn in de kencijfers doorgaans niet vertegenwoordigd. Hetzelfde geldt voor gegevens over langzaam verkeer. In deel I van deze rapportage (R-98-23 I) zijn de kosten en baten geïnventariseerd die verbonden zijn met het toevoegen van deze kencijfers aan de steekproef waarmee thans wordt gewerkt. Het onderhavige, tweede deel van de rapportage geeft een nadere beschrijving van de aard van de toe te voegen kencijfers.

Aantal pagina's: 24 + 19 blz.
Prijs: f 22,50
Uitgave: SWOV, Leidschendam, 1998

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV
Postbus 1090
2260 BB Leidschendam
Telefoon 070-3209323
Telefax 070-3201261

Samenvatting

Sinds 1988 publiceert de SWOV kencijfers verkeersveiligheid die het niveau van onveiligheid op verschillende wegtypen beschrijven. Bij de laatste actualisatie van de kencijfers in 1995 waren kencijfers van lagere-orde-wegen (woonstraten, woonerven en plattelandswegen) evenals gegevens over het langzame verkeer niet vertegenwoordigd.

Ook voor lagere-orde-wegen kunnen kencijfers voor de verkeersveiligheid echter wel degelijk een belangrijke meerwaarde hebben. Voor de indicatie van relatieve knelpunten in het wegennet, maar ook voor de vergelijking van verschillende vormgevings- en inrichtingsvormen, kunnen kencijfers waardevolle informatie geven.

Ook de toevoeging van gegevens over langzaam verkeer heeft een meerwaarde, omdat door deze toevoeging nauwkeuriger risicocijfers kunnen worden bepaald en knelpunten voor het langzaam verkeer kunnen worden bepaald.

In het (afzonderlijk gepubliceerde) het eerste deel van deze rapportage zijn de kosten en baten van deze kencijfers geïnventariseerd. Om bij deze kosten/baten-analyse een duidelijk beeld te hebben van de uiteindelijke kencijfers en van de benodigde data en bewerkingen hiervan, is in de onderhavige rapportage een gedetailleerde beschrijving van (mogelijke) verschijningsvormen en berekeningsmethoden van de kencijfers gegeven. In het rapport wordt uitgebreid ingegaan op de omvang van de benodigde gegevensbestanden, statistische overwegingen bij de gegevensverzameling en mogelijke bewerkingstechnieken.

Summary

The feasibility of key risk indexes for lower-order roads and slow traffic; Part 2: A description of the nature of the key risk indexes

Since 1988, the SWOV Institute for Road Safety Research has been publishing key risk indexes for road safety that describe the level of safety on various types of roads. In the most recent updating of key risk indexes in 1995, key risk indexes for lower-order roads (residential roads, roads in pedestrian precincts, and rural roads), as well as data about slow traffic, were not represented.

Key risk indexes for lower-order roads, however, could actually play an important part in improving road safety. Not only could they be used to indicate anticipated problems in the road network, but such figures could also provide valuable information for comparing various types of layouts and designs. Key risk indexes on slow traffic would provide additional insight. After all, once these figures would be used to supplement existing key risk factors, more precise risk figures could be calculated, and problems involving slow traffic could be determined.

The first part of this report (published separately) lists the costs and benefits for obtaining these key risk indexes. In order to use this cost benefit analysis to obtain a clear picture of the final key risk indexes and the required data and processing of them, this report (Part 2) provides a detailed description of possible forms and calculation methods for the key risk indexes. This report provides a detailed examination of the size of the needed databases, statistical considerations involved in the gathering of data, and possible processing techniques.

Inhoud

1.	<i>Inleiding</i>	6
2.	<i>Gebruiksdoelen van de kencijfers voor lagere-orde-wegen en langzaam verkeer</i>	7
2.1.	Algemene gebruiksdoelen	7
2.2.	Normatieve betekenis	7
2.3.	Nieuwe beleidslijn	8
2.4.	Grote mate van diversiteit	8
2.5.	Duurzaam-veilige infrastructurele maatregelen	8
3.	<i>Doelgroepen</i>	10
4.	<i>Beschrijving van de kencijfers lagere-orde-wegen / langzaam verkeer</i>	11
4.1.	Opbouw kencijfers	12
4.1.1.	Kencijfers lagere-orde-wegen	13
4.1.2.	Kencijfers langzaam verkeer	13
4.2.	Empirische informatie en aggregatieniveau	16
4.3.	Expositiemetingen langzaam verkeer	17
4.4.	Verantwoorde reductie van noodzakelijke steekproeven	18
4.4.1.	'Normale', probleemgerichte en duurzaam-veilige kencijfers	19
4.5.	Kencijfers met spreidingswaarden	19
	<i>Literatuur</i>	22
	<i>Bijlagen 1 t/m 3</i>	25

1. Inleiding

Sinds 1985 stelt de SWOV kencijfers vast voor de meest typerende wegsoorten. In 1996 is de SWOV ertoe over gegaan deze kencijfers te bepalen met behulp van het rekenprogramma KenPro, dat een steekproef bevat van hoofdwegen binnen en buiten de bebouwde kom.

Deze nieuwe werkwijze is een uitvloeisel van een kencijferproject dat de SWOV in de periode 1994-1996 heeft uitgevoerd in opdracht van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV) van Rijkswaterstaat. In het kader van dit project zijn indertijd de nieuwe noodzakelijke steekproeven van weg- en verkeersgegevens verzameld. Grotendeels is daarbij gebruik gemaakt van bestaande meetgegevens, die door de wegbeheerders beschikbaar waren gesteld.

In de geactualiseerde set kencijfers van 1996 zijn de wegen van de tweede en de derde orde minder gerepresenteerd dan in de vorige set kencijfers uit 1986. De oorzaak van het gebrek aan informatie over deze wegcategorieën is beschreven in BIS-V, het BeleidsInformatieSysteem-Verkeersveiligheid van de SWOV.

“Verondersteld was dat over de categorie tweede-en derde-orde-wegen bij veel wegbeheerders (provincies, regionale directies) bruikbare informatie vastgelegd zou zijn. De verscheidenheid in actualiteit van de gegevens, in het soort gegevens, in de uitgebreidheid, in de mate van detail, en in de wijze van vastlegging, bleek echter groot. Een aantal wegbeheerders had de activiteiten echter aan één bureau uitbesteed, waardoor toch een voldoende aantal wegvakken beschikbaar kwam.

Het bleek dat veel van de wegen die verzameld zijn door gebruik te maken van deze beheersituatie in feite binnen de bebouwde kom gelegen waren. Er bleken dus minder wegen buiten de bebouwde kom beschikbaar te zijn dan verondersteld.” (SWOV, BIS-V, 1997-3)

Om deze situatie te verbeteren heeft AVV de SWOV gevraagd te onderzoeken of risico-evaluatie voor de lagere-orde-wegen op een efficiënte manier gerealiseerd zou kunnen worden.

Ook het feit dat in de huidige situatie risico-evaluatie van langzaam verkeer niet mogelijk is, is door AVV aangekaart. Het tweede deel van de vraag die aan de SWOV is voorgelegd heeft dan ook betrekking op de haalbaarheid van kencijfers voor langzaam verkeer.

In deel I van deze rapportage (R-98-23 I) zijn de kosten en baten geïnventariseerd die verbonden zijn met het toevoegen van deze kencijfers aan de steekproef waarmee thans wordt gewerkt.

Het onderhavige tweede deel van de rapportage geeft een nadere beschrijving van de aard van de toe te voegen kencijfers.

De activiteit ‘Haalbaarheid van het ontwikkelen van kencijfers voor lagere orde wegen (LOW) en voor langzaam verkeer (LV)’ wordt uitgevoerd in het kader van de overeenkomst ‘Realisatie van het onderzoeksjaarplan verkeersveiligheid voor 1997’ (AV-3072).

2. Gebruiksdoelen van de kencijfers voor lagere-orde-wegen en langzaam verkeer

Gebruiksdoelen van de kencijfers voor lagere-orde-wegen en voor langzaam verkeer kunnen vanuit verschillende gezichtspunten benaderd worden. Een volledige benadering moet alle belangrijke facetten van de zaak belichten, met name: (1) de algemene gebruiksdoelen van de kencijfers, (2) hun normatieve betekenis, (3) de ontwikkeling van de kencijfers in het kader van een nieuwe beleidslijn naar decentralisatie van infrastructurele projecten, (4) het bijzondere karakter van deze categorie kencijfers in verband met grote mate van diversiteit van lagere-orde-wegen, en (5) het gebruik van de kencijfers voor duurzaam-veilige maatregelen. Hieronder worden deze punten kort toegelicht.

2.1. Algemene gebruiksdoelen

De algemene doelen van de kencijfers zijn al eerder door de commissie-RONA vastgesteld. Volgens de commissie-RONA (1992) dienen de SWOV-kencijfers om:

- vergelijkingen uit te voeren;
- ontwikkelingen in de verkeersveiligheid te volgen;
- aandachtsgebieden aan te geven voor maatregelen en voor onderzoek op het gebied van de verkeersveiligheid;
- effecten van verkeersmaatregelen vast te stellen;
- verkeersveiligheid af te wegen tegen andere positieve en negatieve effecten van de maatregelen.

2.2. Normatieve betekenis

De commissie-RONA (1992) stelt het volgende met betrekking tot de normatieve betekenis van de SWOV-kencijfers:

“Een verdere uitbreiding van de gemiddelde kencijfers met spreidingswaarden per weg- of kruispunttype zou aan de kencijfers een normatieve betekenis kunnen geven. Op dit moment wordt nog niet over dergelijke veiligheidsnormen per wegcategorie beschikt. Er wordt gewerkt aan een methode voor de detectie van verkeersonveilige situaties binnen de onderscheiden weg- en kruispunttypen. Zodra deze methode operationeel is, zal die binnen het ontwerpproces van wegen van groot nut zijn.”
(RONA, 1992).

De aanvankelijk gehanteerde SWOV-kencijfermethodiek is in de periode 1995-1996 verbeterd (behalve de schatting van het gemiddelde ongevalsrisico worden ook de spreidingswaarden geleverd). De verbeterde methodiek geeft dus een statistisch verantwoorde normatieve basis voor vergelijking, evaluatie en prognose van verkeers(on)veiligheid.

De verbeterde methodiek is veelzijdig getest met gebruikmaking van het interactieve computerprogramma KenPro.

Wanneer een representatieve steekproef voor de kencijfers voor lagere-orde-wegen en langzaam verkeer beschikbaar zou zijn, ontstaat de mogelijkheid om een relevante normatieve basis op te bouwen.

2.3. Nieuwe beleidslijn

De rijksoverheid streeft naar een toename van regionale verantwoordelijkheid voor de verkeersveiligheid. Deze beleidslijn is aangekondigd op het NVVC 1996. In de nabije toekomst zal deze nieuwe koers leiden naar meer zelfstandigheid bij het uitvoeren van infrastructurele projecten op regionaal niveau. Hieruit volgt dat bij het ontwikkelen van regionale projecten de wegbeheerders behoefte hebben aan een methode om de effectiviteit van alternatieve infrastructurele maatregelen (inclusief ‘duurzaam-veilig’-maatregelen) te kunnen voorspellen.

2.4. Grote mate van diversiteit

Theoretisch-statistische overwegingen geven aan dat de te verwachten variantie voor de kencijfers betreffende lagere-orde-wegen en langzaam verkeer groter zal zijn dan die voor de meest veilige soorten wegen en vervoerswijze. Dat is ook logisch, want de snelwegen tonen nauwelijks verschillen tussen locaties wat de vormgeving en het uiteindelijke risico betreft.

De wegen van lagere orde vertonen niet alleen verhoogd risico, maar ook grote verschillen qua vormgeving en functie. Daarom zijn de nadere categorisering en indeling noodzakelijk. Dit betekent dat de voor de representatieve steekproef benodigde aantallen metingen voor kencijfers inzake lagere-orde-wegen en langzaam verkeer groter zullen zijn dan voor kencijfers inzake wegen van hogere orde en veiliger vervoerswijzen.

2.5. Duurzaam-veilige infrastructurele maatregelen

De belangrijkste motivatie voor het bepalen van kencijfers voor lagere-orde-wegen en langzaam verkeer is de praktische behoefte van wegbeheerders aan een accurate effectiviteitschatting voor duurzaam-veilige infrastructurele maatregelen. Voor een deel zijn op de lagere-orde-wegen reeds duurzaam-veilige maatregelen toegepast. Er zijn geen kencijfers beschikbaar die in dit kader met langzaam verkeer rekening houden.

De indicatieve ‘duurzaam-veilig’-kencijfers zijn door de SWOV voor een aantal wegsoorten en kruispunttypen al eerder gepubliceerd. Deze cijfers vormen een belangrijk referentiekader voor de wegbeheerders.

De kencijfers in kwestie werden afgeleid uit de tabellen van kencijfers voor bestaande wegen en uit theoretische overwegingen. “Het meest nauwkeurig zijn de waarden die betrekking hebben op weg-elementen die ook nu reeds voorkomen, zoals wegvakken van autosnelwegen en rotondes” (citaat uit BIS-V). Deze indicatieve kencijfers geven echter nog niet voldoende ondersteuning bij de beleidsvorming en projectontwikkeling van ‘toekomstige’ soorten wegen. Ook de nauwkeurigheid van de indicatoren is niet bekend (geen spreidingswaarden).

Wegvakken van de lagere-orde-wegen die aan de ‘duurzaam-veilig’-eisen voldoen, dienen te worden geïnventariseerd om een informatiebasis te vormen voor deze bijzondere kencijfers. De grote diversiteit van de wegvakken zou tot een grote variantie in ongevalsrisico leiden. Daarom juist is het zo belangrijk om de risico-ontwikkeling op dergelijke wegvakken te monitoren en te zoeken naar verklaringen voor verschillen in ongevalsrisico.

2.6. Toegevoegde waarde kencijfers lagere-orde-wegen / langzaam verkeer

De kencijfers zoals deze al geruime tijd door de SWOV worden gepubliceerd, bestaan uit een onveiligheidsindicator en een gebruiksindicator. Als onveiligheidsindicator wordt het aantal ongevallen of slachtoffers gebruikt. Het gebruik van een weg werd tot op heden tot uitdrukking gebracht als het produkt van weglengte en de motorvoertuigintensiteit. Het kencijfer geeft aldus het aantal ongevallen/slachtoffers per afgelegde motorvoertuigkilometer weer. Met dit verhoudingsgetal zijn wegen onderling te vergelijken.

De expositie, of blootstelling aan gevaar, is in het algemeen afhankelijk van:

- Het aantal ontmoetingen van voertuigen met obstakels en andere wegkenmerken. Het gevaar uit zich in het aantal zogenoemde enkelvoudige ongevallen.
- Het aantal ontmoetingen van voertuigen met voetgangers en van voertuigen onderling. Dit gevaar wordt weergegeven in het aantal meervoudige ongevallen.
- Het aantal voertuigsoorten met verschillende bewegingskarakteristieken en kwetsbaarheid. Dit gevaar manifesteert zich in het aantal ongevallen waarbij bepaalde voertuigsoorten betrokken zijn.
- De manoeuvres van voertuigen die binnen de vormgeving en regelgeving van bepaalde verkeerssituaties mogelijk zijn. De aantallen ongevallen kunnen naar diverse gevaarlijke manoeuvres ingedeeld worden.
- De menselijke factoren die risicoverhogend werken, zoals dan kan worden afgemeten aan het aantal ongevallen met bestuurders die alcohol gebruikt hebben, geringe ervaring hebben of tot een kwetsbare leeftijdsgroep behoren.
- De lichtgesteldheid en de weersomstandigheden. Onder bepaalde omstandigheden neemt het gevaar toe, getuige het aantal ongevallen bij regen, mist, ijzel en dergelijke.

Het tot uitdrukking brengen van het gebruik van de weg met uitsluitend het aantal motorvoertuigkilometers, houdt een vereenvoudiging in van de werkelijke situatie. Het aantal motorvoertuigen heeft een belangrijke invloed op de verkeersveiligheid en is relatief eenvoudig vast te stellen. In een nauwkeuriger maat voor het gebruik zullen echter ook intensiteiten van het langzaam verkeer moeten worden betrokken. Op deze manier kunnen risicocijfers worden bepaald die een betere indicatie van de werkelijke veiligheidssituatie geven.

Bij de bepaling van kencijfers is de aandacht tot op heden primair gericht op het hoofdwegennet, waar het grootste deel van het totale aantal ongevallen plaatsvindt. Hier valt ook de grootste verkeersveiligheidswinst te behalen. Het gebruik van kencijfers voor lagere orde wegen kan echter wel degelijk interessante en nuttige informatie opleveren. Voor de indicatie van relatieve knelpunten in het wegennet, maar ook voor de vergelijking van verschillende vormgeving- en inrichtingsvormen, kunnen de kencijfers zeer waardevolle informatie geven.

Daar waar alle overige wegtypen met kencijfers te vergelijken zijn, mag een kencijfer voor de laagste wegcategorie niet ontbreken. Met name bij de monitoring van effecten van duurzaam-veilige maatregelen, is het belangrijk inzicht te krijgen in de effecten in de directe woonomgeving.

3. Doelgroepen

In de activiteitbeschrijving is vastgelegd dat de SWOV met de belangrijke groeperingen uit de verkeersveiligheidspraktijk gesprekken voert. De volgende organisaties zijn benaderd voor gesprekken over de behoefte aan en de haalbaarheid van kencijfers voor lagere orde wegen en langzaam verkeer.

Overheidsinstanties:

- gemeenten, provincies;
- Regionale Organen voor Verkeersveiligheid;
- Regionale Directies van Rijkswaterstaat (inclusief adviseurs);

Georganiseerd overleg:

- Periodiek Overleg van Consulents;
- de Stuurgroep Stedelijke Verkeersveiligheid (VNG);
- overleg van BIS-V-coaches (RD's en SWOV);
- vakberaad Verkeer en Vervoer van de Adviesgroep Infrastructuur en Transport (IPO);

FOURTUNE (organisatie van verkeerskundige software productie):

- Grontmij;
- DHV Milieu & Infrastructuur;
- AGV;
- Goudappel Coffeng;

Andere belangrijke organisaties:

- afdeling Basisgegevens van AVV;
- VIA Verkeersadvisering (software d'Ongeval);
- Fietserbond ENFB;
- Voetgangersvereniging VBV;
- Hofstra Verkeersadviseurs (software EVV).

De gevoerde gesprekken hebben een belangrijke bijdrage aan de richting en inhoud van de haalbaarheidsstudie gegeven.

4. Beschrijving van de kencijfers lagere-orde-wegen / langzaam verkeer

De kencijfers voor langzaam verkeer vormen een nieuw aandachtsgebied. Bij de opbouw van een dergelijk nieuw aandachtsgebied heeft de te hanteren kencijfermethodiek de volgende karakteristieken:

- Doelstelling van de risicoanalyse en vragen die aan de hand van de toepassing van methodiek beantwoord dienen te worden (nodige informatie over het object).
- Hanteerbare ongevallenfrequenties en expositiematen ten behoeve van presentatie van te beantwoorden vragen (secundaire informatie over het object, probleem).
- Theoretisch schema van de analyse en de analysetechniek (algoritme voor het transformeren van primaire informatie naar secundaire).
- Flexibiliteit van de methodiek (ontwikkelingsmogelijkheden van algoritme).
- Methoden van verificatie van de uitkomsten, die rekening houden met toevallige fluctuaties en de algemene trend over de tijd en (on)betrouwbaarheid van gegevens: (a) algoritme van verificatie; (b) overeenkomst tussen de nauwkeurigheid van beschikbare gegevens en nauwkeurigheid van de toepasbare technieken.
- Kwaliteit en hoeveelheid van de te verzamelen gegevens over verkeersbelasting, invloedsfactoren en wegkenmerken (primaire informatie over het object).

In de praktijk zal de kencijfermethodiek beperkingen kennen. De meeste daarvan hangen samen met de kosten en de beschikbaarheid van primaire informatie. In dit verband zijn er twee praktische vragen aan de orde:

1. Hoe wordt de te verzamelen primaire informatie binnen een vast budget geoptimaliseerd? Alle bovengenoemde karakteristieken van de methodiek moeten zo aangepast worden, dat binnen het beschikbare budget maximaal aan de doelstelling van de methodiek wordt voldaan. Dat wil zeggen: het in relatie tot de doelstelling bereiken van zoveel mogelijk relevante secundaire informatie voor de doelstelling.

Om de primaire informatie te optimaliseren moet men een sequentiële procedure toepassen. Eerst moet een proef-verzameling van de primaire informatie samengesteld worden. Deze proef moet gebruikt worden voor de grove schatting van de variantie van de vast te stellen parameters. Deze kennis laat de toekomstige informatie-verzameling bijsturen in de zin van het minimaal nodige aantal metingen voor een bepaalde nauwkeurigheid van de parameters. Ideaal gesproken moet naar gebalanceerde steekproef gestreefd worden op basis van een factoriel schema. Dat wil zeggen dat voor iedere combinatie van te schatten invloedsfactoren moet worden gestreefd naar gelijke gerandomiseerde celvulling.

2. Hoe worden de uitkomsten van de methodiek (secundaire informatie) geoptimaliseerd, uitgaande van de beperking dat alleen de reeds beschikbare primaire informatie gebruikt kan worden?

Deze situatie komt vaak in de praktijk voor. Men moet dus met de niet-gebalanceerde steekproef te maken hebben. Dit betekent ook dat alle karakteristieken van de methodiek aangepast moeten worden om binnen de beschikbare primaire informatie maximaal relevante secundaire informatie te leveren voor de doelstelling. Daarbij moet men het aggregatieniveau van de kencijfers op de beschikbare informatie afstemmen.

4.1. **Opbouw kencijfers**

Zoals eerder aangegeven bevatten kencijfers waarmee de veiligheid van wegtypen kan worden vergeleken naast een onveiligheidsindicator ook een gebruiksindicator. Als onveiligheidsindicator dient het aantal ongevallen of slachtoffers. Het gebruik wordt tot uitdrukking gebracht in het produkt van weglengte en (motor-)voertuigintensiteit.

Zien we het gebruik als maat voor de verkeersproduktie en ongevallen/slachtoffers als fouten in dit produktieproces, dan levert het quotiënt van beide grootheden een verhoudingsgetal op waarmee de wegen onderling te vergelijken zijn.

Uit eerder onderzoek is gebleken dat er duidelijke verschillen in verkeers-onveiligheid bestaan tussen verschillende typen wegen. Bij de bepaling van kencijfers voor verschillende wegtypen is uitgegaan van de constatering dat verschillen tussen typen wegen tot uiting komen in verschillen en veiligheid en dat binnen een type het aantal ongevallen/slachtoffers wordt bepaald door het gebruik.

Per wegtype wordt bij de bepaling van kencijfers onderscheid gemaakt tussen wegvakken en kruispunten.

Men moet de drie volgende groepen risicoschatting onderscheiden:

1. alle ongevallen (risico-evaluatie door de routebenadering);
2. ongevallen op de wegvakken (risico-evaluatie van de voor de wegcategorie inherente wegkenmerken);
3. ongevallen op kruispunten (risico-evaluatie van de voor de kruispunttype inherente wegkenmerken).

Bij de hanteerbare ongevallenfrequenties zijn de volgende tellers ten behoeve van de kencijfers mogelijk:

- aantal letselongevallen;
- aantal doden;
- aantal ernstige slachtoffers (doden en ziekenhuisopnamen bij elkaar);
- totaal aantal slachtoffers.

Met de volgende dimensieloze ratio's wordt de ernst van gevolgen van ongevallen uitgedrukt:

- ernstige slachtoffers (%);
- ratio slachtoffers / letselongeval;
- overleden slachtoffers (%);

Bij de hanteerbare expositiematen zijn de volgende noemers ten behoeve van de kencijfers mogelijk:

- de wegvaklengte (km);
- prestatie (motorvoertuigkm's);
- kruispuntpassages (aantal voertuigen of PAE's)¹

¹ PAE: PersonenAutoEquivalent

4.1.1. *Kencijfers lagere-orde-wegen*

Voor het lagere-orde-wegennet kunnen de kencijfers op dezelfde wijze worden bepaald als voor de andere wegtypen is gedaan. Voor wegvakken en kruispunten wordt dan het quotiënt van het aantal ongevallen of slachtoffers en het aantal afgelegde voertuigkilometers bepaald.

Overwogen kan worden voor het lagere-orde-wegennet een andere methodiek te hanteren, waarbij de kencijfers niet per wegvak/kruispunt worden bepaald, maar voor een gebied. Kencijfers worden op deze manier per type woon-/verblijfsgebied bepaald. Gezocht zal dan moeten worden naar een geschikte categorisering van verschillende typen gebieden, waarbij gedacht kan worden aan een onderverdeling naar uitvoeringsvorm (woonerven, 30 km/uur-gebied enzovoort) of naar de periode (jaar) waarin het betreffende gebied is gerealiseerd.

Een dergelijke gebiedsgewijze benadering biedt met name voordelen wanneer voor de inventarisatie van verkeersintensiteiten gebruik wordt gemaakt van een verkeerstoedelingsmodel. Dergelijke verkeersmodellen geven namelijk in de regel geen intensiteiten voor het onderliggende wegennet weer, maar beschouwen gebieden met lagere orde wegen als geheel als voedingslinks voor het hogere orde wegennet. Door gebruik te maken van de 'binnengebieden' die de mazen in het netwerk van het verkeersmodel vormen, kunnen wel ramingen voor de verkeersbelasting in gebieden worden bepaald.

4.1.2. *Kencijfers langzaam verkeer*

Op welke wijze de kencijfers voor langzaam verkeer worden bepaald, moet nog nader worden vastgesteld. In deel I van dit rapport (R-98-23 I) is aangegeven dat het langzaam verkeer zal worden beperkt tot fietsverkeer. Kencijfers voor het langzaam verkeer kunnen worden gezien als het quotiënt van het aantal fietsongevallen of -slachtoffers van fietsongevallen en het afgelegde aantal fietskilometers.

Een andere wijze waarop met de toevoeging van fietsintensiteiten kan worden omgegaan is om niet alleen de kencijfers uitgedrukt in ongevallen/slachtoffers per motorvoertuigkilometer te bepalen, maar ook kencijfers uitgedrukt in ongevallen/slachtoffers per voertuigkilometer en fietskilometer.

Tweedimensionele expositiematen

De eenduidige tweedimensionele expositiematen, die rekening houden met zowel de intensiteiten van snelverkeer (SI) als met de intensiteiten van langzaam verkeer (LI), zijn niet bekend.

Er zijn diverse aanpakken te overwegen, evenals nader onderzoek met gebruik van de experimentele gegevens. Voorbeelden hiervan zijn:

1. Een formule uit theoretische overwegingen (zie hiernavolgende schema). Uit de overweging van relatieve bijdrage aan het risico kan men ook rekening houden met een factor, die als ratio van indexcijfers (risico naar vervoerswijze) berekend kan worden (zie bijvoorbeeld *Bijlage 1*). Het risico per reizigerskilometer is voor fietsers 5,4 maal zo groot als voor automobilisten (dodelijke ongevallen). De fietsintensiteiten kunnen met deze factor 5,4 worden vermenigvuldigd om het hogere risico tot uitdrukking te brengen, zoals aangegeven met de factor IC in de eerste formule in onderstaand schema. Ook bij de twee andere formules in de tabel kunnen de intensiteiten van het langzaam verkeer op deze wijze worden gecorrigeerd.

Overweging	Benadering	Commentaar
Beide expositiematen zijn gelijkwaardig voor de risicovorming	SI + LI of SI + IC*LI	Op deze manier wordt geen rekening gehouden met interactie van expositiematen
Risicograad is proportioneel met produkt (interactie) van twee expositiematen	SI * LI	Kan relevant zijn voor de categorie ongevallen: snelverkeer versus langzaam verkeer. Niet relevant voor andere categorieën ongevallen.
De effecten van beide expositiematen zijn onafhankelijk van elkaar	$\sqrt{(SI^2 + LI^2)}$	Totale expositie als modulus van een complex getal.

2. Motorvoertuigprestatie en (brom)fietsprestatie als twee aparte variabelen in een regressiemodel.

In deze aanpak wordt naar een regressieverband gezocht tussen enerzijds ongevallenfrequentie en anderzijds motorvoertuigintensiteit als (brom)fietsintensiteit. In dit geval wordt het kencijfer niet door een getal, maar door een formule weergegeven.

Met het model van VTI wordt bijvoorbeeld de relatie tussen aantallen letselongevallen op kruispunten enerzijds en intensiteiten anderzijds op de volgende wijze geschat:

$$\text{CACCPERYEAR} = 0,0000180 \times \text{TOTINC}^{0,52} \times \text{TOTCYC}^{0,65}$$

waarin:

CACCPERYEAR = totaal aantal letselongevallen op kruispunten;

TOTINC = totaal aantal kruispuntpassages;

TOTCYC = kruispuntpassages van fietsers.

De nauwkeurigheid van dit soort regressiemodellen is niet hoog. De correlatie tussen waargenomen en berekende ongevallenfrequenties is gering (0,3-0,6) en blijkt op zijn beurt afhankelijk te zijn van de intensiteitsklasse. De geringe nauwkeurigheid van het nonlineaire stochastische verband tussen ongevallenfrequenties en twee intensiteiten beperkt de praktische waarde van nonlineaire modellen.

Het theoretisch schema van de kencijfersbenadering voor de lagere-orde-wegen/langzaam verkeer is een multivariaat regressiemodel (zie *Bijlage 3*).

Enkele klassen totale intensiteit (m) vermenigvuldigd met enkele intensiteitsklassen van (brom)fietsers (n) kunnen de uitkomsten van het non-lineaire model weergegeven zonder de nauwkeurigheid te verminderen. Dit betekent het volgende: in het geval dat de uitkomsten van het regressiemodel op basis van 'ruwe' en gegroepeerde gegevens gelijk zijn, kan men voor de praktische toepassingen de volgende tabel gebruiken:

$$\| \| K_{ij}, S_{ij} \| \|_{(m \times n)}$$

waarin:

K_{ij} - gewogen gemiddelde kencijfer met standaardafwijking S_{ij} ;

i - intensiteitsklasse totaal

j - intensiteitsklasse (brom)fietsers

Per wegcategorie/selectie		Intensiteitsklassen, (brom)fietsers			
		1	2	...	n
Intensiteitsklassen, totaal	1	K_{11}, S_{11}	K_{1n}, S_{1n}
	2

	m	K_{m1}, S_{m1}	K_{mn}, S_{mn}

De empirische kencijfers met spreidingswaarden moeten per cel berekend worden. Vervolgens moet men een homogeniteitsanalyse toepassen.

Voor de uitkomst van de homogeniteitsanalyse moet de tabel van homogene klassen verkregen worden. Daarvoor wordt een theoretische tabel (die achter een regressiemodel zit) gerealiseerd in een concrete vorm (zie een fictief voorbeeld in onderstaande tabel):

		Intensiteitsklassen, (brom)fietsers			
		1	2	3	4
Intensiteitsklassen, totaal	1		K_{12}, S_{12}	K_{13}, S_{13}	
	2	$K_{2,1-2}, S_{2,1-2}$			
	3			$K_{3-4,2-4}, S_{3-4,2-4}$	
	4				

Flexibiliteit van de methodiek

Niet alleen is het nodig om over hanteerbare wegcategorieën te beschikken, ook moet het ook mogelijk zijn om op een flexibele manier de afwijkende wegkenmerken vast te stellen.

Bovendien moeten effecten van de nieuwe ‘duurzaam-veilige’ wegkenmerken geschat kunnen worden. Dat houdt in dat het bestand behalve een ‘standaard’-deel, ook een flexibel deel moet hebben voor de aanvullende kenmerken. In dit geval kunnen de inventarisatierecords via het ‘standaard’-deel aan elkaar geplakt worden met daarbij uitgebreide informatie over de aanvullende wegkenmerken.

Nauwkeurigheid van de risicoschatting

De nauwkeurigheid van de risicoschatting is afhankelijk van de beschikbare ongevalsfrequentie en expositie. Ook omgekeerd is de uitspraak waar. Hoe nauwkeuriger de uitspraak moet zijn, hoe groter de benodigde steekproeven moeten zijn. Het aantal decimalen achter de komma dat nodig is en de hanteerbare betrouwbaarheidsdrempel bepalen de noodzakelijke omvang van de steekproeven.

Kwaliteit en hoeveelheid

Om de kwaliteit en hoeveelheid van de te verzamelen gegevens vast te stellen, moet men consequent de volgende activiteiten uitvoeren:

1. Vaststellen welke beleidsvragen beantwoord moeten kunnen worden (lijst).
2. Vaststellen wat de vorm en noodzakelijke nauwkeurigheid is van de risicoschatting (tabel lijst beleidsvragen x risicoschatters).
3. Vaststellen welke weg- en verkeerskenmerken de wegsituaties beschrijven die relevant zijn voor de vastgestelde beleidsvragen.

4. Met betrekking tot pilotmetingen weg- en verkeerskenmerken: berekenen van de gemiddelde waarden en spreidingswaarden van de pilot-risicoschatters.
5. Berekenen van de omvang van de steekproef voor het bereiken van de noodzakelijke nauwkeurigheid van de risicoschatters.
6. Uitwerken van een factoriële plan van experimentele metingen (informatieverzameling)

4.2. Empirische informatie en aggregatieniveau

De kencijfers worden noodzakelijkerwijs op de empirische gegevens gebaseerd. Voor alle duidelijkheid moet worden opgemerkt dat de schattingen en evaluaties op basis van extrapolatiemodellen ook de empirische gegevens moeten gebruiken met als doel een *vergelijking* te kunnen maken.

De kwestie van de benodigde empirische informatie en de kosten daarvan zijn bepalend voor de informatievoorzieningen. Het is bijna nooit mogelijk (en ook niet nodig) om de relevante informatie over alle weglocaties volledig te verzamelen. De juiste procedures van de steekproeftrekking zijn in naslagwerken beschreven.

Het is duidelijk dat de mogelijke vergelijkingen *van tevoren afgesproken moeten worden*. Stel dat men wil weten hoe sterk de invloed is van de baanbreedte op de wegvakken of aanwezigheid van een 'linksafvak' op de kruisingen op ongevalsrisico. Vanzelfsprekend moet men dan voldoende observaties hebben zowel op de weglocaties *met* te analyseren kenmerk als op controle-weglocaties, die 'als contrast' fungeren voor een dergelijke vergelijking.

Sommige wegkenmerken kunnen in principe een sterkere invloed op het risico hebben dan het wegtype.

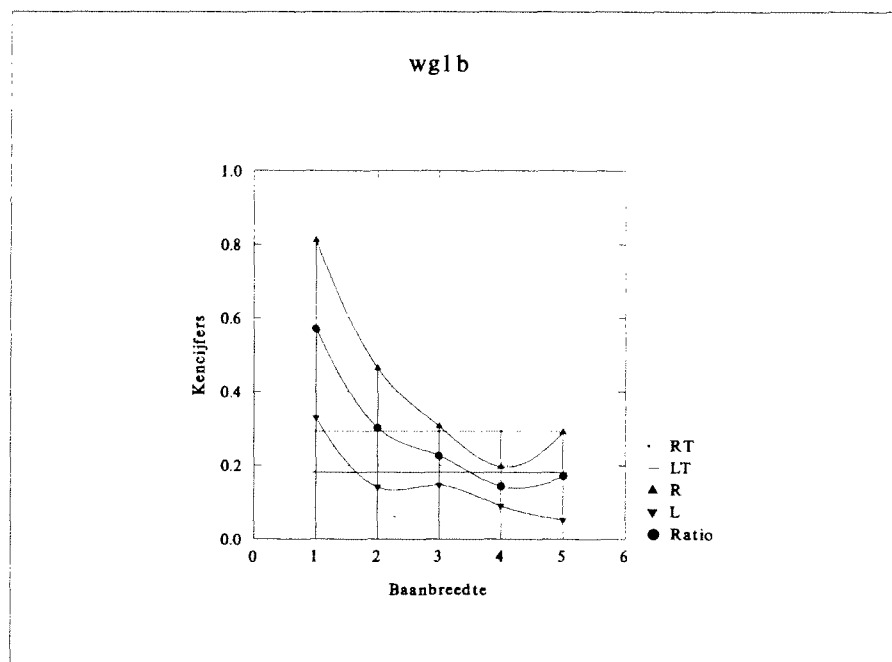
Hoe bepaalt men 'de noodzakelijke wegkenmerken voor de kencijfers'? Onder andere moet men die kenmerken meenemen die verbeterd kunnen worden met infrastructurele maatregelen. Op zich is het niet interessant om losse informatie omtrent wegkenmerken, die nooit veranderd kan worden te verzamelen.

Ook de kenmerken die van grote (potentiële) invloed zijn, moeten geïncordeerd worden. Uiteindelijk wordt de keuze bepaald door de behoefte aan informatie en de financiële beperkingen.

Het benodigde aggregatieniveau van de kenmerken is óók afhankelijk van de informatiebehoefte van de eindgebruikers. Voor een project dat gaat over verbreding van smalle wegen is het wel belangrijk om te weten hoe sterk het risico veranderd kan worden (zie *Afbeelding 4.1*). Voor andere gevallen kan natuurlijk de invloed van deze kenmerken niet van belang zijn. Dit betekent dat één optimaal aggregatieniveau van kencijfers niet kan bestaan. Het bekende multivariate probleem!

Voor de vergelijking van de wegbermen is het desbetreffende aggregatieniveau nodig. Voor vergelijking tussen twee wegtypen juist weer niet. Afhankelijk van referentiekader moeten de relevante risicoschattingen gemaakt kunnen worden.

Het is nooit mogelijk om de vaste kant-en-klare kencijfers te hebben, die relevant voor een bepaalde beleidsvraag zullen zijn, mits daarvoor van tevoren tijdens dataverzameling gezorgd wordt.



Afbeelding 4.1. Invloed van baanbreedte op het risico (wegtype is enkelbaans met geslotenverklaring).

Weg type	Obs (aantal wegvakken)	Lets. ong.	Weg lengte, km	Mvtkm, miljoen	Kencijfer: lets.ong / mvtkm	St.afw	Betrouwbaarheidsinterval	
							L	R
wg1b	160	110	109	713,96	0,1541	0,2594	0,1135	0,1947
w2s	279	380	198	1136,32	0,3344	1,1327	0,2007	0,4681
w1s	126	135	78	622,76	0,2168	0,3231	0,1598	0,2738
totaal	565	625	385	2473,04	0,2527	0,9738	0,2822	0,3409
wg1b - enkelbaans weg, gesloten verklaring w2s - tweestrooks weg voor alle verkeer w1s - eenstrooks weg voor alle verkeer								

Tabel 4.1. Kencijfers met spreidingswaarden berekend op basis van de steekproef tweede- en derde-orde-wegen, SWOV (1986).

4.3. Expositiemetingen langzaam verkeer

Landelijke expositiegegevens over de intensiteiten van het langzaam verkeer ontbreken. Wel zijn hier en daar in de gemeenten tellingen uitgevoerd. Sommige gegevens zijn uit SWOV-onderzoek beschikbaar. De meeste bekende metingen vonden plaats binnen de bebouwde kom. De gemeten fietsintensiteiten buiten (nabij) de bebouwde kom bij daglicht variëren van 20 tot 30 per uur t/m 400 tot 500 (zie Van Minnen & Braimaister, 1994). Bijzonder hoge intensiteiten worden gemeten rond het begin/einde van de schooluren.

Gebrek aan uitgebreide gegevens vereist de volgende stappen voor de expositiemetingen:

- inventarisering van beschikbare databestanden met betrekking tot de expositie langzaam verkeer uit eerder uitgevoerd onderzoek en lokale metingen;
- uitwerking van een volledig meetschema inclusief een factoriel plan van observaties op karakteristieke wegen waar het (brom)fietsverkeer merkbaar vertegenwoordigd is;
- opslag van beschikbare gegevens en zonodig pilot-metingen van (brom)fietsintensiteiten (in eerste instantie) op karakteristieke, lagere-orde-wegen met zowel doorstroomfunctie als ontsluitingsfunctie: zowel nabij de bebouwde kom als wat verder daar vandaan, op de rijbaan, op de fietsstroken op de rijbaan, op de parallelvoorzieningen, enzovoort;
- homogeniteitsanalyse van de pilot-steekproef met het doel om de weg-categorieën met uiteenlopende waarden van de (brom)fietsintensiteiten vast te stellen;
- produceren van een verantwoord landelijk databestand over de expositie van het langzaam verkeer (de beste manier is om dit bestand als een attributen-bestand voor GIS-omgeving te maken).

4.4. Verantwoorde reductie van noodzakelijke steekproeven

De omvang van de noodzakelijke steekproef is een functie van de geïnventariseerde informatiebehoefte. Een andere belangrijke factor voor de omvang en dus de totale kosten is het aantal vrijheidsgraden van de gekozen kenmerken.

Men moet *'statistisch zuinig'* denken en bij voorkeur alleen normale en *'afwijkende'* waarden registreren. Stel dat 90% van een bepaald soort wegen een verharde berm heeft. Dan is het aan te raden alleen op de afwijkende locaties dit kenmerk te registreren.

In veel gevallen is het helemaal niet nodig om de kenmerken *nauwkeurig* te inventariseren. Er moet gestreefd worden naar een verdeling in twee à drie groepen en bij voorkeur niet meer dan vier groepen.

Bijvoorbeeld :

- obstakels op de berm:
 - . ja;
 - . nee
- baanbreedte volgens hanteerbare normen (8,5-9 m):
 - . ja;
 - . nee, smaller;
 - . nee, breder

Een statistisch zuinige beschrijving van de informatiebehoefte kan veel inventarisatiekosten besparen en de steekproeftrekking verantwoord en realiseerbaar maken.

4.4.1. *'Normale', probleemgerichte en duurzaam-veilige kencijfers*

Als het mogelijk is moeten de relevante wegkenmerken bij voorkeur aldus ingedeeld worden:

1. standaard, meest gebruikelijk voor wegtype;
2. afwijkend slecht (problematisch);
3. afwijkend goed (toekomstige standaard, duurzaam-veilig).

Een dergelijke indeling van de kenmerken geeft de mogelijkheid om behalve de gebruikelijke kencijfers ook twee nieuwe soorten kencijfers te schatten en uiteindelijk waar mogelijk drie soorten kencijfers te produceren:

1. standaard-kencijfers voor de meerderheid wegvakken van het desbetreffende het wegtype;
2. probleemgerichte kencijfers (ongunstige afwijkingen van gehanteerde normen);
3. 'Duurzaam-veilig'-kencijfers (gunstige afwijkingen van het wegtype voor de kenmerken waarvan de waarden met de 'duurzaam-veilig'-eisen overeenkomen).

In de toekomst wanneer duurzaam-veilige ontwikkelingen een norm zullen worden, zal dat betekenen dat de 'duurzaam-veilig'-kencijfers 'normale' kencijfers zullen vervangen. En ook dat wat eerder normaal was, 'probleematisch' zal worden.

4.5. Kencijfers met spreidingswaarden

De per wegtype berekende kencijfers moeten naar *homogeniteit* onderzocht worden. Op die manier kan men vaststellen of de gemeten verschillen niet toevallig zijn. De verzameling van de wegvakken is homogeen wanneer variantie van het risico 'binnen' de groep (bijvoorbeeld wegtype) minder is dan variantie 'tussen' de verschillende groepen. Twee formeel berekende kencijfers voor twee formeel verschillende wegtypen kunnen in feite uit dezelfde populatie komen wat risico per afgelegde kilometer betreft. Aanwezigheid van toevallig verschillende gemiddelde risicoschatters (met onbekende nauwkeurigheid) zegt nog niet dat het risico voor deze wegtypen verschillend is.

Een korte uitleg van de homogeniteitanalyse met betrekking tot de kencijfers voor tweede en derde orde wegen (inclusief ongevallen met langzaam verkeer, op basis van de steekproef uit 1986) is in *Bijlage 3* weergegeven. De spreidingswaarden van de kencijfers ('upper' en 'lower' marges voor 'overall-risk-ratio') worden in het kader van een multivariaat Poisson-model geschat met gebruikmaking van SAS/GENMOD (zie desbetreffende literatuur, 1993).

Uit deze analyse is onder andere gebleken dat de kencijfers voor wegtypen wa2s en wa1s (letselongevallen per miljoen motorvoertuigenkilometers) niet onderscheidend zijn. Wel heeft het wegtype (wgl1b) met gesloten verklaring een significant lager risico en dus een apart kencijfer.

Voor homogene groepen kan men vervolgens het gewogen gemiddelde kencijfer en de standaardafwijking berekenen.

Er zijn twee typen kencijfers:

- type 1: rekenkundig gemiddelden;
- type 2: gewogen gemiddelden.

Het principiële verschil tussen deze twee soorten schatters is dat een gewogen gemiddelde een groepering en/of normering van de primaire informatie eist. De behoefte van groepering van gegevens is ontstaan vanwege het bekende *probleem van lage frequenties*. Meestal zijn de modale en gemiddelde aantallen van geregistreerde ongevallen per locatie te gering en standaardafwijkingen te groot om betrouwbare onderlinge vergelijkingen op het *primaire niveau* uit te voeren, alleen in *extreme gevallen* is het mogelijk om de enkele qua risico significant afwijkende locaties te detecteren.

In het algemeen is het kencijfer type 1 een rekenkundig gemiddelde van de per locatie (aantal locaties = n) berekende ratio van ongevalskenmerk O_i , gedeeld door expositie E_i (formule 1):

$$k_1 = \frac{1}{n} * \sum_1^n \frac{O_i}{E_i} \quad (1)$$

$$\sigma_{k_1} = \sqrt{\frac{\sum_1^n \left(\frac{O_i}{E_i} - k_1\right)^2}{n}} \quad (1a)$$

De standaardafwijking van het kencijfer type 1 wordt berekend volgens de volgende formule (1a):

De kencijfers worden voor de ‘homogene’ locaties (gelijksoortige wegvakken of kruispunten) berekend. Het begrip ‘homogene locaties’ verdient commentaar (los van type kencijfer).

Elke locatie is op een of andere manier ‘uniek’. Er zijn geen twee kruispunten (of wegvakken), waarvan alle weg- en verkeerskenmerken gelijk zijn. ‘Homogene locaties’ bestaan dus in die zin dat een beperkt aantal kenmerken van deze locaties gelijk is. Dit betekent dat men te maken heeft met het bepalen van een beperkt aantal *relevante* weg- en verkeerskenmerken. Homogeniteit van locaties kan getoetst worden met gebruikmaking van een of andere multivariate technieken.

Men moet bijvoorbeeld de homogeniteit beoordelen van de wegvakken binnen een wegtype. De nulhypothese van de homogeniteit van locaties binnen het wegtype luidt dan als volgt: er zijn geen extra wegkenmerken die de variantie van ongevalskenmerken vergroten, welke door de expositie is verklaard. Is dat het geval, dan is het geaggregeerde kencijfer voor het wegtype van toepassing. Zo niet, dan moet men aparte kencijfers berekenen voor de wegkenmerken, die een significante invloed op de te verklaren variantie van ongevalskenmerken hebben.

De schatting van het rekenkundig gemiddelde en variantie worden voor de kencijfers type 1 berekend op de metingen vanuit aparte locaties, die bij het wegtype horen.

De geaggregeerde kencijfers (type 2) worden voor de homogene locaties berekend met gebruikmaking van de volgende formule (2):

$$k_2 = \frac{\sum_1^n O_i}{\sum_1^n E_i} \quad (2)$$

Het kencijfer type 2 is een ratio van twee sommen: ongevalenfrequentie en totale expositie van aan elkaar gekoppelde wegvakken.

De inhoud van de kencijfers van respectievelijk type 1 en type 2 is verschillend. Het eerste type schatter is bedoeld om de *gemiddelde* relatie tussen ongevallen en expositie *per locatie* te schatten, bijvoorbeeld per wegvak of kruispunt.

Het tweede type schatter is bedoeld om de *gemiddelde* relatie tussen ongevallen en expositie *per eenheid expositie voor de groep van locaties* te schatten.

Het is mogelijk om de spreiding van de kencijfers type 2 op een exacte wijze te schatten. Voor de opgeschreven situatie is het kencijfer type 2 niets anders dan een *gewogen (per eenheid expositie) gemiddelde*: formule (3).

$$k_2 = \frac{\sum_1^n \frac{O_i}{E_i} * E_i}{\sum_1^n E_i} \quad (3)$$

Met andere woorden: dit betekent dat elk wegvak i met zijn in het algemeen unieke verkeersprestatie E_i als 'groep' i wordt beschouwd. Het risico-aandeel O_i / E_i in het totale risico wordt door zijn aandeel in expositie gewogen.

$$\sigma_{k_2} = \sqrt{\frac{\sum_1^n \left(\frac{O_i}{E_i} - k_1\right)^2 * E_i}{\sum_1^n E_i}} \quad (4)$$

Dit betekent dat de standaardafwijking van het kencijfer type 2 met een 'gewogen standaardafwijking' geschat kan worden: formule (4) waarin k_1 is het kencijfer type 1.

Literatuur

Braimaister, L.G. (1996a). *Opbouw database kencijfers; Data-dictionary en interactief programma ten behoeve van risicoschatting op verkeersaders, gebaseerd op een steekproef in 1995*. D-96-20. SWOV, Leidschendam.

Braimaister, L.G. (1996b). *Risico's onderscheiden naar wegtypen: methodiek van berekenen en voorbereiding; Deelrapportage in het kencijferproject uit het Onderzoekjaarplan 1995*. R-96-66A. SWOV, Leidschendam.

Braimaister, L.G. (1996c). *Risico's onderscheiden naar wegtypen: methodiek van berekenen en voorbereiding (Bijlagen)*; R-96-66B. SWOV, Leidschendam.

Dijkstra, A. (1989a). *Probleemsituaties op verkeersaders in de bebouwde kom; Eerste fase: Verkenning*. R-89-9. SWOV, Leidschendam.

Dijkstra, A. (1989b). *De onveiligheid op weggedeelten met bromfietzers op de rijbaan en fietsers op het fietspad. Bijdrage aan de werkgroep 'Bromfietzers op het fietspad?' van de Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek C.R.O.W.* R-89-58. SWOV, Leidschendam.

Janssen, S.T.M.C. (1987). *Voorlopige kencijfers verkeersveiligheid voor het wegennet 1985, ten behoeve van het Structuurschema Verkeer en Vervoer (SVV) en het Meerjarenprogramma Personenvervoer (MPP); Resultaten van berekeningen van voorlopige kencijfers voor de verkeersveiligheid van het Nederlandse wegennet; vergelijkingsjaar 1985*. R-87-14. SWOV, Leidschendam.

Janssen, S.T.M.C. (1988). *De verkeersveiligheid van wegtypen in 1986 en 2010. Resultaten van berekeningen voor een beleidsscenario uit het Structuurschema Verkeer en Vervoer*. R-88-3. SWOV, Leidschendam.

Janssen, S.T.M.C. (1993a). *De kencijfermethodiek in vervoerregionale studies; Reactie op een veiligheidsscenario voor de vervoerregio Eemland*. R-93-40. SWOV, Leidschendam.

Janssen, S.T.M.C. (1993b). *Kencijfers voor de verkeersveiligheid van wegen; Actualisering van steekproefgegevens*. A-93-39. SWOV, Leidschendam.

Kars, V. (1989a). *Kencijfers van weggedelen in het tweede- en derde-orde wegennet*. R-89-31. SWOV, Leidschendam.

Kars, V. (1989b). *Kencijfers van kruispunten in het tweede- en derde-orde wegennet*. R-89-32. SWOV, Leidschendam.

Kars, V. (1993). *Data dictionary: Kencijfers voor tweede- en derde-orde wegennet*. SWOV, Leidschendam.

Koornstra, M.J. et al. (1991). *Naar een duurzaam veilig wegverkeer. Nationale Verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 1990/2010*. SWOV, Leidschendam.

Minnen, J. van (1987). *De keuze van de steekproef ten behoeve van het SWOV-project 'Kencijfers voor de verkeersveiligheid van wegen'*. R-87-15. SWOV, Leidschendam.

Oppe, S. (1992). *A comparison of some statistical techniques for road accident analysis*. In: *Accid. Anal. & Prev.* 24(4), pp 397-423.

Pline, J.L. (1992). *Traffic Engineering Handbook, Fourth Edition*. Institute of Transportation Engineers. Prentice Hall, 07632, 481 pp.

Poppe, F. (1997). *Verkeersmodellen, binnengebieden en verkeersonveiligheid*. R-97-10. SWOV, Leidschendam.

RONA (1992). *Richtlijnen voor het ontwerpen van niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom; Voorlopige richtlijnen Basiscriteria*. Commissie RONA, SDU Uitgeverij, 's-Gravenhage.

SAS Institute Inc.(1990a). *SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition, Volume 1,2 Cary*. NC:SAS Institute Inc., 1990.

SAS Institute Inc.(1993). *SAS Technical Report p-243, SAS/STAT Software: The GENMOD Procedure, Release 6.09, Cary*. NC:SAS Institute Inc., 1993. 88 pp

Minnen, J. van & Braimaister, L. (1994). *De voorrangregeling voor fietsers op rotondes met fietspaden; Een studie naar de meest geschikte voorrangregelingen voor rotondes, met speciale aandacht voor de fietsers op vrijliggende fietspaden*. R-94-73. SWOV, Leidschendam.

Shestokas, V.V. & Samoilov, D.C. (1987). *Conflictsituaties en verkeersveiligheid in de steden*. Moskou: *Transport 1987*; (Шестокас В.В., Самойлов Д.С. Конфликтные ситуации и безопасность дорожного движения в городах. - М.: Транспорт, 1987). [in het Russisch].

Smeed (1955). *Accident Rates*. In: *International Road Safety Review*, 3(2).

Thomas, G.B. & Upchurch, P.E. (1994). *Effect of geometric Characteristics on Approach Based Accident Rates*. TRB Preprint # 940421, 1994.

Tromp, J.P.M. (1993). *Verkeersveiligheid en drainerend asfaltbeton (ZOAB)*. R-93-35. SWOV, Leidschendam.

Bijlagen 1 t/m 3

1. *Kencijfers en verkeersrisico 's*
2. *Ontwikkelingen en verkeersrisico 's*
3. *Homogeniteitanalyse kencijfers per wegtype*

Kencijfers per wegtype 1986	Letselgevallen per mln mvtg km	Slachtoffers per letselgeval	Doden per slachtoffer
ASW > 4 stroken	0,07	1,43	0,04
ASW 4 stroken	0,07	1,57	0,05
Autoweg 2 banen	0,15	1,53	0,06
Autoweg 1 baan	0,10	1,40	0,13
Ruraal 2b gesl. verkl.	0,27	1,22	0,07
Ruraal 1b gesl. verkl.	0,30	1,37	0,05
Ruraal 2 stroken / alle verkeer	0,51	1,25	0,06
Ruraal 1 strook / alle verkeer	0,85	1,26	0,06
Verkeersader (urbaan)	1,33	1,09	0,02
Woonstraat	0,76	1,30	0,01
Woonerf / 30km/uur-straten	0,20	1,20	0,01

Kencijfers per wegvaktype 1988-1994	Letselgevallen per mln mvtg km	Slachtoffers per letselgeval	Doden per slachtoffer
ASW 3-4 stroken (incl aansluitingen)	0,07	1,5	0,02
ASW 2 stroken (incl aansluitingen)	0,06	1,44	0,04
Enkelbaans, gesloten verkl (bubeko)	0,18	1,22	0,06
Enkelbaansl, alle verkeer (bubeko)	0,21	1,43	0,05
Dubbelbaans, gesloten verkl (bibeko)	0,22	1,23	0,04
Dubbelbaans, alle verkeer (bibeko)	0,42	1,06	0,05
Enkelbaans, gesloten verkl (bibeko)	0,45	1,18	0,02
Enkelbaans, alle verkeer (bibeko)	0,58	1,14	0,01

Tabel 1. *Kencijfers per type weg (1986) en wegvaktype (1988-1994). Bron: BIS-V, SWOV, 12-1997.*

'Duurzaam-veilig' -kencijfers

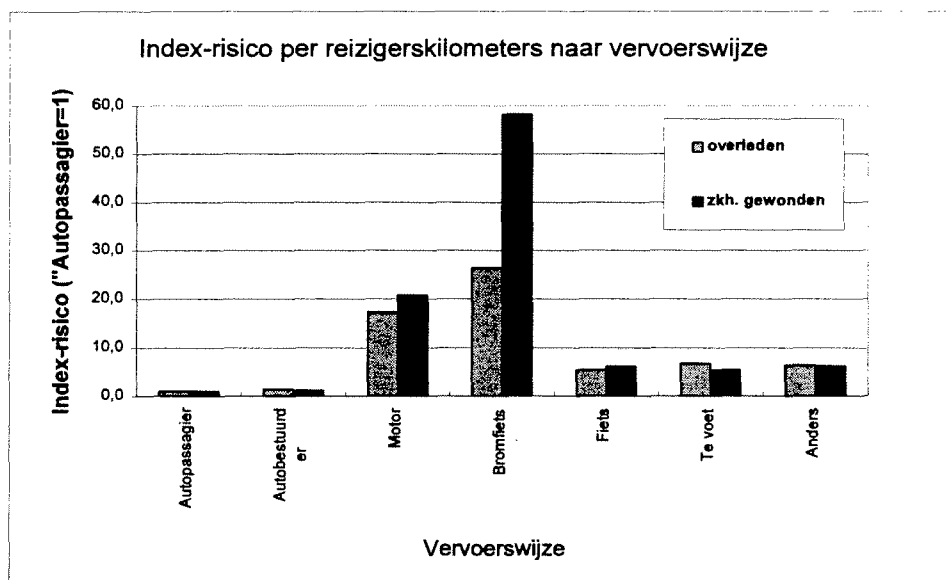
Kencijfers wegvakken (in slachtoffers per miljoen mvtkm)

autosnelwegen - ASW	0,05
semi-snelwegen - SSW	0,04
ontsluitingswegen IIa	0,07
ontsluitingswegen IIb	0,10
toegangswegen	0,25

Kencijfers kruispunten (in slachtoffers per miljoen mvt-passages)

semi-snelweg - ontsluitingsweg (ongelijkvloers)	0,10
semi-snelweg - ontsluitingsweg (idem met 'bril')	0,05
ontsluitingswegen onderling (rotonde met fietspad)	0,04
ontsluitingsweg met toegangsweg (voorrangs-T-kruising)	0,12
toegangswegen onderling (geen regeling)	0,20

Tabel 2. (Slop, ir. M., J. van Minnen & A. Blokpoel. Pilotontwerp duurzaam- veilig wegennet Arnhem-Nijmegen. R-94-33, SWOV).



Brongegevens - CBS (1995)

Vervoerswijze	Reizigerskilometers, mird	Absolue aantallen:		Per mird. reizigerskilometers:	
		overleden	zkh. gewonden	overleden	zkh. gewonden
Autopassagier	51,6	192	1572	3,72	30,47
Autobestuurder	86,5	465	3206	5,38	37,06
Motor	1,4	90	886	64,29	632,86
Bromfiets	1,2	118	2129	98,33	1774,17
Fiets	13,2	267	2499	20,23	189,32
Te voet	5,6	142	920	25,36	164,29
Anders	2,5	60	476	24,00	190,40
Totaal	162	1334	11688	8,23	72,15

INDEX: Autopassagier=1

	overleden	zkh. gewonden
Autopassagier	1,0	1,0
Autobestuurder	1,4	1,2
Motor	17,3	20,8
Bromfiets	26,4	58,2
Fiets	5,4	6,2
Te voet	6,8	5,4
Anders	6,5	6,2

Grafiek 1. Indexcijfers risico naar vervoerswijze, op basis van CBS-gegevens (1995)
Zie brontabellen CBS in deze bijlage

Bijlage 2 Ontwikkelingen en verkeersrisico's

Kerncijfers CBS / Verkeer en vervoer (<http://www.cbs.nl/ned/kfig/index.htm>)

Laatste update: 29 oktober 1997

Verkeersprestatie op het
Nederlands wegennet

	1986	1993	1994	1995	1996
	<i>x mln km</i>				
<i>Voertuigkilometers binnen Nederland</i>					
MOTORVOERTUIGEN	84.528	104.431	108.578	110.131	110.778
Personenauto's	72.391	85.336	89.094	89.973	89.661
Bestelauto's	5.356	10.146	10.456	10.975	11.769
Vrachtauto's	3.365	3.943	3.720	3.899	3.802
Trekkers	1.719	2.741	2.759	3.018	3.138
Specialevoertuigen	393	293	271	292	327
Autobussen	581	621	622	644	646
Motorfietsen	723	1.351	1.656	1.330	1.435
<i>Voertuigkilometersop</i>					
Autosnelwegen	25.761	38.210	39.738	41.246	42.117
Provincialewegen	12.932	16.828	16.985	17.568	18.130
<i>Index van de verkeersintensiteit</i>					
	1986=100				
Buitenbebouwde kom	100	136	139	144	147
Autosnelwegen	100	141	146	151	155
Provincialewegen	100	120	126	125	129

Copyright © Centraal Bureau voor
de Statistiek, Voorburg/Heerlen,
1997

Voor nadere informatie:
Sector Verkeer en Vervoer
Divisie Handel, Transport en Dienstverlening
Tel.: 045-5706439
E-mail: fmls@cbs.nl

Laatste update: 27 maart 1997

Gemiddelde kilometrage personenauto's naar diverse kenmerken

	1992	1993	1994	1995	1996
	<i>km</i>				
Totaal	16 870	16 550	16 600	16 560	16 270
<i>Gereden in</i>					
Binnenland	15 560	15 230	15 450	15 350	15 030
Buitenland	1 310	1 310	1 150	1 210	1 240
<i>Brandstof</i>					
Benzine	13 870	13 790	13 650	13 580	13 530
Diesel	29 070	28 500	28 820	29 540	29 020
LPG	28 330	27 880	31 070	31 950	29 830
<i>Motief</i>					
Woon-werk	4 130	4 060	4 300	4 080	4 110
Zaken	3 590	3 370	3 140	3 490	3 190
Vakantie	1 230	1 460	1 320	1 240	1 260
Overig	7 920	7 650	7 840	7 750	7 710

Copyright ©
C e n t r a a l
Bureau voor de
S t a t i s t i e k ,
Voorburg/Heer
len, 1997

Publicaties

Het bezit en gebruik van personenauto's, 1996

Prijs: f 21,50

Kengetal: N-18/1996

Periodiciteit: Jaarlijks

ISBN: 903572453 4

Voor nadere informatie:

Analysegroep Mobiliteit

Divisie Handel, Transport en Dienstverlening

Tel.: 045 - 570 65 28

E-mail: rkon@cbs.nl

Last update: 10/31/1996

Road traffic accidents and injuries

	1986	1993	1994	1995
Accidents				
With fatal injuries	1,401	1,148	1,191	1,227
With injuries with hospital admission	12,963	10,079	10,278	10,210
Injuries				
Fatal injuries	1,529	1,252	1,298	1,334
Drivers of cars	519	428	437	465
Passengers in cars	222	187	177	192
Motorcyclists	64	106	112	90
Mopedriders	134	92	98	118
Cyclists	312	244	269	267
Occupants of other vehicles	62	48	81	60
Pedestrians	216	147	124	142
Injuries with hospital admission	14,704	11,562	11,735	11,688
Drivers of cars	3,567	3,042	3,006	3,206
Passengers in cars	2,044	1,550	1,552	1,572
Motorcyclists	723	887	975	886
Mopedriders	2,963	1,890	1,929	2,129
Cyclists	3,419	2,609	2,682	2,499
Occupants of other vehicles	390	511	544	476
Pedestrians	1,598	1,073	1,047	920

Copyright © Statistics Netherlands,
Voorburg/Heerlen, 1996

Explanatory notes

Data on road traffic accidents is being registered by the police and is imported in a database of the "Adviesdienst Verkeer en Vervoer". in a database of the "Adviesdienst Verkeer en Vervoer".

For statistical reasons information is published only of fatal accidents with hospital admission of at least one of the victims.

Publication

Price exclusive of postage

Statistiek van de verkeersongevallen op de openbare weg 1995 (only in Dutch)

Price: Dfl. 27,50

Periodicity: Yearly

Key figure: N-14/1995

ISBN: 903571901 8

For further information:

Department of Traffic and Transportation

Division of Trade, Transport and Services

Tel.: +31 45 570 6444

E-mail: mhas@cbs.nl

Laatste update: 30 oktober 1997

Verkeersongevallen en -slachtoffers op de openbare weg

	1994	1995	1996
Verkeersongevallen			
Metodelijke afloop	1 191	1 227	1 099
Metziekenhuisopname	17 820	18 000	17 480
Verkeersslachtoffers			
Verkeersdoden	1 298	1 334	1 180
Gewonden met ziekenhuisopname	19 480	20 000	19 420

Copyright © Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg/Heerlen, 1997

Toelichting

Met ingang van verslagjaar 1996 wordt de statistiek van de verkeersongevallen samengesteld op basis van een nieuwe, geïntegreerde methodiek. In deze opzet zijn de basisgegevens afkomstig uit diverse bronnen en wordt de kwaliteit van de informatie gewaarborgd door onderlinge koppeling van de beschikbare bronnen.

Gegevens over dodelijke verkeersongevallen zijn afkomstig uit de registratie van de Verkeersongevallen Registratiedienst (VOR) en gebaseerd op ongevalsrapporten die door de politie zijn opgemaakt. De VOR is onderdeel van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV) van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

Informatie over verkeersslachtoffers met ziekenhuisopname is gebaseerd op het bestand van de Landelijke Medische Registratie (LMR). De LMR wordt beheerd door de Stichting Informatiecentrum voor de Gezondheidszorg (SIG). Als een patiënt is opgenomen vanwege de gevolgen van een verkeersongeval wordt dit als zodanig in het LMR-bestand gecodeerd.

In de jaartabellen van de Statistiek van de verkeersongevallen is tevens informatie opgenomen over de overige categorieën verkeersongevallen en -slachtoffers.

Verkeersgewonden die behandeld zijn op de EHBO-afdeling van een ziekenhuis worden geregistreerd in het Letsel Informatie Systeem (LIS) in beheer bij de Stichting Consument en Veiligheid (SCV).

Door gebruik te maken van VOR, LMR en LIS zijn de ernstige verkeersongevallen (dodelijke afloop en gewonden met ziekenhuisopname en/of EHBO-behandeling) goed in beeld te krijgen. Wat nog ontbreekt is inzicht in de ongevallen met lichtgewonden (behandeld door een huisarts of geen behandeling nodig) en de ongevallen zonder gewonden. Om inzicht te krijgen in de omvang van de laatste twee genoemde categorieën is een nieuwe waarneming opgezet. Eind 1996 is het CBS gestart met de enquête Ophoogkader Verkeersongevallen (OVO), een enquête die inzicht moet verschaffen in de totale omvang van het aantal verkeersongevallen. De telefonische enquête wordt gehouden onder huishoudens, met een netto steekproef van ongeveer 75 000 huishoudens per jaar.

Door integratie van de gegevens van de VOR, LMR, LIS en OVO kan een compleet beeld worden verkregen over het voorkomen en de gevolgen van verkeersongevallen. Elk van de vier systemen is hoofdbron voor een bepaald deel van de verkeersongevallen, maar levert ook, zij het iets minder nauwkeurige, informatie over andere categorieën ongevallen. Zo kunnen in de verwerking van de gegevens allerlei controle mechanismen worden ingebouwd die voor een consistente waarneming moeten zorgen.

Voor meer uitgebreide informatie over de nieuwe, geïntegreerde aanpak van de statistische verwerking van verkeersongevallen wordt verwezen naar de Statistiek van de verkeersongevallen op de openbare weg, 1996 (kengetal N-14/96).

Voor nadere informatie:
Sector Verkeer en Vervoer
Divisie Handel, Transport en Dienstverlening
Tel.: 045-5706444
E-mail: mhas@cbs.nl

Voor de multivariate homogeniteitanalyse is algoritme van canonische correlatie toegepast (procedure CANCORR van SAS). Hiermee werden vier soorten ongevallenfrequenties onderzocht:

- totaal aantal letselongevallen;
- letselongevallen met uitsluitend snelverkeer;
- letselongevallen snelverkeer versus langzaamverkeer;
- letselongevallen met uitsluitend langzaamverkeer.

De genoemde ongevallenfrequenties worden in CANCORR gebruikt als afhankelijke variabelen van verkeersprestatie, wegtype en alle beschikbare wegkenmerken.

CANCORR geeft de mogelijkheid om de variabelen van verschillende aard (numerieke en nominale) in een set te combineren. Het doel van de analyse in het kader van canonische correlatie is de sets van wegkenmerken vinden, die de verklaarde variantie van ongevallenfrequenties vergroten. Uit de uitkomsten van CANCORR blijkt het volgende:

Correlaties tussen oorspronkelijke weg- en ongevallskenmerken zijn matig of zwak. De grootste tussen-set correlaties zijn de correlatie tussen 'ongevallen met uitsluitend snelverkeer' en verkeersprestatie (0.4771) en de correlatie tussen hetzelfde ongevalskenmerk en wegtype (-0.3066). Wegtype en verkeersprestatie vertonen een zwakke binnen-set correlatie. De grootste binnen-set correlatie is waargenomen voor wegkenmerk 'Parallelvoorzieningen, vluchtstroken' (0.6235). Het is te verwachten want de vluchtstroken zijn kenmerkend voor de wegen met grote verkeersprestaties. Verhardingsbreedte heeft een matige correlatie met verkeersprestatie (0.3234). De nul-hypothese van canonische analyse luidt als volgt: alle canonische correlaties zijn '0'. De nul-hypothese is niet verworpen, met een zeer hoge betrouwbaarheidsdrempel (0.0001) maar een definitieve uitspraak dat deze hypothese is bewezen is ook niet terecht.

De waarde van de betrouwbaarheidsdrempel is in CANCORR correct als onafhankelijke variabelen een multivariate normale verdeling hebben. Dit is niet het geval in de gehanteerde steekproef, omdat binnen wegtype sommige wegkenmerken ook verschillende modale waarden hebben. Bijvoorbeeld geen vluchtstroken en parallelle voorzieningen voor (brom)fietsers op wegen voor alle verkeer, maar wel op wegen met gesloten verklaring. Voor andere wegkenmerken zijn te weinig metingen beschikbaar om de significante correlaties waar te nemen. Daarom is het toch van belang om de waarden van canonische correlatie met de correlaties van de oorspronkelijke variabelen te vergelijken om een indicatie van potentiële mogelijkheden van de gebruikte wegkenmerken te bekijken (in het geval dat de wegkenmerken voldoende gemeten zijn).

De eerste canonische correlatie is 0.562176, wat niet aanzienlijk groter blijkt te zijn dan de grootste tussen-set correlatie (0.4771). In de eerste en de tweede canonische sets speelt de verkeersprestatie de grootste rol in het verklaren van variantie van ongevallenfrequenties. Wegtype speelt een ondergeschikte rol. Wat de wegkenmerken betreft spelen in de eerste set (meer dan 90% verklaarde variantie) naast de verkeersprestatie de volgende kenmerken een rol : 'Aansluiting ten behoeve van bebouwing', 'Aansluiting

ten behoeve van overige' en 'Vrije bermbreedte'. In de tweede set (8% van te verklaren variantie) speelt wegkenmerk 'Parallelvoorzieningen, vluchtstroken' de grootste rol (verschijnsel van relatief veilige wegen met hoge prestaties). De effecten van de derde set weg- en verkeerskenmerken zijn marginaal.

Variantie-analyse wegkenmerken en verkeerskenmerken - canonische correlatie 2/3 orde wegvakken

Canonical Correlation Analysis

NOTE: The correlation matrix for the Letselongevallen is less than full rank. Therefore, some canonical correlations and coefficients will be zero.

Test of H0: The canonical correlations in the current row and all that follow are zero

	Canonical Correlation	Adjusted Canonical Correlation	Approx Standard Error	Squared Canonical Correlation	Eigenvalue	Difference = CanRsqr/(1-CanRsqr)	Proportion
1	0.593191	0.591153	0.009938	0.351876	0.5429	0.4992	0.9072
2	0.204615	0.196618	0.014692	0.041867	0.0437	0.0318	0.0730
3	0.108208	0.096182	0.015154	0.011709	0.0118	.	0.0198

	Cumulative	Likelihood Ratio	Approx F	Num DF	Den DF	Pr > F
1	0.9072	0.61371774	49.9530	45	12584.86	0.0001
2	0.9802	0.94691411	8.3677	28	8474	0.0001
3	1.0000	0.98829113	3.8623	13	4238	0.0001

Multivariate Statistics and F Approximations

S=3 M=5.5 N=2117

Statistic	Value	F	Num DF	Den DF	Pr > F
Wilks' Lambda	0.61371774	49.9530	45	12584.86	0.0001
Pillai's Trace	0.40545213	44.1517	45	12714	0.0001
Hotelling-Lawley Trace	0.59845897	56.3172	45	12704	0.0001
Roy's Greatest Root	0.54291467	153.3915	15	4238	0.0001

NOTE: F Statistic for Roy's Greatest Root is an upper bound.

Variantie-analyse wegkenmerken en verkeerskenmerken - canonische correlatie - 2/3 orde wegvakken

Canonical Correlation Analysis

Standardized Canonical Coefficients for the "Weg- en verkeerskenmerken (weg1 - weg4)"

	WEG1	WEG2	WEG3	WEG4	
MVTKM	0.8074	-0.4966	-0.3371	-0.1019	{Verkeersprestatie milj. mvtkm}
TYPE	-0.0855	0.0319	-0.1917	-0.1498	Indeling naar rijbanen en rijstroken
BOCHT	0.0124	0.0248	-0.0417	-0.0865	Bochtigheid
BREEDB	-0.1185	-0.1351	-0.3740	0.9702	Vrije bermbreedte
BREEDH	0.0589	0.4256	0.7102	0.1106	Verhardingsbreedte
BREEDV	-0.0233	-0.0075	0.2339	-0.0008	Vrije baanbreedte
ERFBOUW	0.1558	0.4790	0.0780	0.1227	Aansluiting t.b.v. bebouwing
ERFOV	0.1346	0.1187	-0.5002	0.0311	Aansluiting t.b.v. overige
ERFWEG	-0.0352	-0.0172	0.3113	-0.0031	Aansluiting t.b.v. onverharde weg
ERFWEI	0.0233	-0.1394	0.3775	-0.0274	Aansluiting t.b.v. wei/bouwland
OBSTK	0.0480	0.1088	0.2286	0.0308	Aard van de obstakels
PARFB	0.0817	-0.1469	-0.1466	-0.0309	Parallelvz. fiets/brom
PARV	0.0007	0.1690	-0.1333	0.0383	Parallelvz. voetgangers
PARVLU	-0.0246	0.7108	-0.2289	0.1628	Parallelvz. vluchtstroken
VERHARDB	0.0288	-0.1158	0.0537	-0.0248	Soort verharding

Standardized Canonical Coefficients for the Letselongevallen

	ONG1	ONG2	ONG3	ONG4	
LET	1.2453	-0.9357	-2.5334	0.0000	Letselongevallen, totaal
LET1	-0.1278	0.2696	2.3838	0.0000	Letselongevallen met uitsluitend snelverkeer
LET2	-0.2403	1.3766	0.9113	0.0000	Letselongevallen snel vs langzaamverkeer
LET3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Letselongevallen met uitsluitend langzaam verkeer

In de eerste canonische set voor ongevalskenmerken speelt ongevalsfrequentie "Letseleongevallen, totaal" de grootste rol. In de tweede set is ongevalsfrequentie - "Letseleongevallen snel vs langzaamverkeer" van grootst belang. Er is geen variantie van ongevalsfrequenties "Letseleongevallen met uitsluitend langzaamverkeer" verklaard door de weg en verkeerskenmerken.

Dit kan als bewijs gebruikt worden dat dit soort ongevallen niet per miljoen mvtkm genormeerd kunnen worden, dus zo'n kencijfer "Aantal letseleongevallen met uitsluitend langzaamverkeer per miljoen motorvoertuigkilometers" kan niet van toepassing zijn.

Er zijn geen veelbelovende multivariate effecten in het kader van canonische correlatie-analyse gevonden. De wegkenmerken voegen weinig toe aan de door verklaarde door verkeersprestatie verklaarde variantie van ongevalskenmerken.

De povere uitkomsten van canonische correlatie-analyse kunnen door het karakter van de multivariate verdeling veroorzaakt zijn. De meest waarschijnlijke oorzaak is dat de te vergelijken multivariate combinaties van wegkenmerken te kleine ongevalsfrequenties hebben voor het vaststellen van betrouwbare effecten.

De multivariate verdeling van ongevalsfrequenties

De bedoeling van de analyse is het vaststellen van multivariate combinaties van wegkenmerken die voldoende cumulatieve ongevalsfrequenties hebben om betrouwbaar met elkaar vergeleken te kunnen worden.

De povere resultaten van CANCORR laten vermoeden dat er niet veel combinaties met voldoende frequentie zijn. Het schatten van multivariate verdeling is belangrijk om de volgende vragen te beantwoorden:

- bestaan er multivariate combinaties, die voldoende ongevalsfrequentie hebben?
- zo ja kunnen dan meer fijne dan CANCORR multivariate technieken toegepast worden, die aparte contrasten kunnen toetsen.

Voor de analyse zijn uit alle beschikbare wegkenmerken de volgende geselecteerd (vet gedrukt). De andere kenmerken worden uit de selectie gehaald.

1 TYPE: Indeling naar rijbanen en rijstroken

2 BOCHT: Bochtigheid

3 BREEDB: Bermbreedte

4 BREEDH: Verhardingsbreedte

* BREEDV: Baanbreedte: sterk gecorreleerd (0.785) met BREEDB en dus redundant)

* ERFBOW: Aansluiting t.b.v. bebouwing: te veel vrijheidsgraden (meer dan 60) maar de verklaarde variantie is in orde van die van BREEDB met 3 vrijheidsgraden. Het groeperen zonder ontbrekende aanvullende gegevens uit 1986 is niet mogelijk. Men moet over twee á vier groepen beschikken van het aantal aansluitingen geen; weinig; matig; veel (per km weg), of bij voorkeur over twee á drie groepen van verkeersaanbod vanwege aansluitingen (weinig;matig;hoog). Een los getal van het aantal aansluitingen dat achteraf niet genormeerd kan worden drukt te weinig uit.

*ERFOV: Aansluiting t.b.v. overige - idem ERFBOW;

*ERFWEG: Aansluiting t.b.v. onverharde weg - idem ERFBOW;

*ERFWEI: Aansluiting t.b.v. wei/bouwland - idem ERFBOW;

*OBSTK: Aard van de obstakels: relevant alleen voor 11-13% van de letseleongevallen, dus te weinig kansen op een aselechte steekproef, die niet speciaal voor dit soort ongevallen is bedoeld;

*PARF: Parallelvz. fiets: in 99.6% steekproef niet aanwezig. Wil men het effect van zo weinig gepresenteerde wegkenmerken schatten, dan moet men typerende steekproeven trekken;

5 PARFB: Parallelvz. fiets/brom
 *PARV: Parallelvz. voetgangers: in 98.7% niet aanwezig;
 *PARVLU: Parallelvz. vluchtstroken: in 99.8% niet aanwezig;
 6 VERHARDB: Soort verharding

Log-lineair Poisson model

In ons geval is dit het meest geschikte model. Onderstaande argumenten zijn hierbij van belang:

- de onafhankelijke variabelen zijn van verschillende aard: verkeersprestatie is numeriek en wegkenmerken zijn nominaal.
- de afhankelijke variabele is een telling (aantal letselongevallen), die theoretisch uit de Poisson-verdeling afkomstig is (praktisch wordt deze aanname tijdens het uitvoeren van de analyse geverifieerd en getoetst);
- de hoofdvoorspeller is de expositie (aantal motorvoertuigkilometers), die als "offset" gebruikt kan worden.

In het algemeen ziet het Poisson-model voor de i -observatie er zo uit:

$$\log(\mu_i) = \log(N_i) + \beta_0 + \sum_{j=1}^{I_a} A_i(j) * \beta_j + \dots + \sum_{j=I_b+1}^{I_a+I_b, \dots} B_i(j) * \beta_j + \dots ; (26)$$

Waarin :

μ_i - verwachting (in ons geval aantal letselongevallen);
 N - numerieke onafhankelijke variabele (in ons geval aantal motorvoertuigkilometers;
 A..B.. - classificerende variabelen in ons geval: wegtype, bermbreedte etc.);

I_a - aantal niveaus van de variabele A;
 I_b - aantal niveaus van de variabele B;

β_{\dots} - parameters van het model:
 β_0 - constant (intercept);
 β_j - parameter: gewicht van niveau j van wegkenmerk A,B,... in het model .

In bovenstaande formule, betekent de notatie: $A_i(j)$, $B_i(j)$... het volgende:

$A_i(j) = 1$ als $A_i = j$;
 $A_i(j) = 0$ als $A_i \neq j$;

De volgende wegkenmerken zijn in het model opgenomen

(3 x 3 x 4 x 11 x 3 x 3 = 3564 cellen):

- 1 TYPE: Indeling naar rijbanen en rijstroken;
- 2 BOCHT: Bochtigheid;
- 3 BREEDB: Bermbreedte;
- 4 BREEDH: Verhardingsbreedte;
- 5 PARFB: Parallelvz. fiets/brom;
- 6 VERHARDB: Soort verharding;

Een SAS GENMOD-procedure, (zie SAS Institute Inc, 1993) geeft de mogelijkheid een Poisson-model te toetsen. Dit model is een SAS-realisatie van een WPM-achtig algoritme. Dit model verbindt het gemiddelde van een populatie met de lineaire classificerende factoren, via een non-lineaire verbindingsfunctie (logaritme). Nul-hypothese van het model luidt als volgt: het toevoegen van het effect van factoren en/of hun interacties en contrasten voegt niets toe aan de door een numerieke variabele (in ons geval expositie) verklaarde variantie van het gemiddelde (in ons geval ongevalskenmerk).

Het Poisson-model geeft de mogelijkheid de effecten te toetsen, die de classificerende variabelen op μ uitoefenen. Naast de effecten kan hiermee ook een onbeperkt aantal "contrasten" getoetst worden. Onder het contrast verstaat men een significant verschil tussen de verwachtingen μ_1 en μ_2 die voor de twee verschillende niveaus (of hun combinaties) van een wegkenmerk bepaald zijn. De contrasten worden door een regel van de design-matrix aan het model toegevoegd.

Bijvoorbeeld door een regel in de design-matrix:

Contrast 'Berm <100 cm vs berm 101-200 cm 'BREEDB 1 -1 0 0

worden twee verwachtingen met elkaar vergeleken:

- μ_1 , voor bermbreedte, die is <100 cm (de eerste niveau van BREEDB);
- μ_2 , voor bermbreedte, die is 101-200 cm (de tweede niveau van BREEDB);

De significante parameters van het model worden op basis van een iteratieve schatting van de "log-likelihood"-waarde geschat. Voor elke parameter is het mogelijk naast de "estimate"-waarde ook de "lower"- en "upper"-waarde te schatten voor een bepaalde tweezijdig betrouwbaarheidsdrempel.

De schatting van het kencijfer type 2 (μ/N) voor een bepaalde combinatie van significante parameters kan dus uit het model op de volgende manier berekend worden :

$$\log(\mu) = \log(N) + \beta_0 + \dots + \beta_1 + \dots + \beta_j + \dots + \beta_k$$

$$\mu/N_{\text{estimate}} = e^{\beta_0 + \dots + (\beta_{1,1} + \dots + \beta_{j,1} + \dots + \beta_{k,1})}$$

$$\mu/N_{\text{lower}} = e^{\beta_0 + \dots + (\beta_{1,2} + \dots + \beta_{j,2} + \dots + \beta_{k,2})}$$

$$\mu/N_{\text{upper}} = e^{\beta_0 + \dots + (\beta_{1,3} + \dots + \beta_{j,3} + \dots + \beta_{k,3})}$$

Waarin:

matrix $\beta(k,3)$ de respectievelijke waarden voor de wegkenmerken aangeeft, en β_0 de verwachting is van het intercept van het model.

In het kader van de multivariate analyse wordt naar de "beste beschrijving van de homogene wegsituaties" door de wegkenmerken gezocht.

Hieronder worden de resultaten van het toepassen van het model weergegeven voor de gehanteerde wegkenmerken en hun combinaties.

Wegtype

Als eerste is de wegkenmerk wegtype onderzocht. De nul-hypothese luidt: het wegkenmerk WEGTYPE speelt geen rol in de verklaring van het ongevalsrisico. D.w.z. het wegtype voegt niets toe aan de verklaring van de variantie van de ongevallenfrequentie door de expositie. De contra-hypothese is dat het risico per wegtype significant verschillend is.

De volgende ongevallenfrequenties zijn onderzocht:

Totaal aantal letselongevallen (T);

Aantal letselongevallen met uitsluitend snelverkeer (S);

Aantal letselongevallen snelverkeer vs langzaamverkeer (SL);

Aantal letselongevallen met uitsluitend langzaamverkeer (L).

Als expositie (offset van het model) is de verkeersprestatie gebruikt.

Behalve de nul-hypothese zijn ook de volgende contrasten getoetst:

- wglb vs andere wegtypen (wa2s en wals samen);
- wegtype wa2s vs wals;
- wegtype wglb vs wa2s;
- wegtype wglb vs wals.

Tabel Uitkomsten van het Poisson-model

Contrasten	T	S	SL	L
De meeste variantie wordt door de expositie verklaard	x	x	x	-
Contrast (verschil) tussen het risico op de wegtype wglb en andere wegtypen is significant (hoog)	x	x	x	-
Contrast (verschil) tussen het risico op de wegtype wa2s en wegtype wals is significant (matig)	-	-	x	-
Contrast (verschil) tussen het risico op de wegtype wglb en wegtype wa2s is significant (hoog)	x	x	x	x
Contrast (verschil) tussen het risico op de wegtype wglb en wegtype wals is significant (matig)	x	x	x	x

Totaal aantal letselongevallen (T)

Aantal letselongevallen met uitsluitend snel verkeer (S)

Aantal letselongevallen snelverkeer vs langzaam verkeer (SL)

Aantal letselongevallen met uitsluitend langzaam verkeer (L)

Het contrast tussen twee wegtypen wa2s en wals heeft lage significantie (kans van overschrijding 7.5%) voor het totaal aantal letselongevallen per miljoen mvtkm. De parameter voor de wegtype wa2s heeft matige significantie. Van de andere kant is het contrast tussen de wegtype wglb en beide wegtypen wa2s en wals hoog significant.

Dit betekent dat men mag op grond van deze steekproef geen aparte kencijfers voor de wegtypen wa2s en wals hanteren voor totaal aantal letselongevallen. Het is wel mogelijk voor letselongevallen type SL.