

Risicoanalyse op basis van wegkenmerken: een literatuurstudie

RA-2003-13

An Dreesen, Rob Cuyvers

Onderzoekslijn infrastructuur en ruimte



DIEPENBEEK, 2012.
STEUNPUNT VERKEERSVEILIGHEID BIJ STIJGENDE MOBILITEIT.

Documentbeschrijving

Rapportnummer: RA-2003-13
Titel: Risicoanalyse op basis van wegkenmerken: een literatuurstudie

Auteur(s): An Dreesen, Rob Cuyvers
Promotor: Rob Cuyvers
Onderzoekslijn: infrastructuur en ruimte
Partner: Provinciale Hogeschool Limburg
Aantal pagina's: 49
Trefwoorden: verkeersveiligheid, infrastructuur, risicoanalyse, wegkenmerken, risico, expositie

Projectnummer Steunpunt: 2.2.1
Projectinhoud: Efficiëntie van infrastructurele verkeersveiligheidsmaatregelen
Partners in het Steunpunt: Limburgs Universitair Centrum (BMA)
Limburgs Universitair Centrum (DAM)
Provinciale Hogeschool Limburg
VITO
Vrije Universiteit Brussel, Menselijke Ecologie

Uitgave: Steunpunt Verkeersveiligheid bij Stijgende Mobiliteit, april 2003.

Steunpunt Verkeersveiligheid bij Stijgende Mobiliteit
Universitaire Campus
Gebouw D
B 3590 Diepenbeek

T 011 26 81 90
F 011 26 87 11
E info@steunpuntverkeersveiligheid.be
I www.steunpuntverkeersveiligheid.be

Samenvatting

In dit rapport wordt beschreven wat er verstaan wordt onder risicoanalyse en het verband met wegkenmerken.

Hiervoor wordt eerst het begrip risicomaat of ongevalrisico beschreven. Om een risicomaat op te stellen zijn een aantal basisgegevens nodig als het aantal verkeersongevallen of verkeersdoden. Daarnaast is het bepalen van de blootstelling of expositie van verschillende verkeersdeelnemers belangrijk. Er wordt aangegeven welke moeilijkheden er zijn bij het gebruik van basisgegevens als bepalen van deze expositie.

In het derde hoofdstuk wordt de methodiek van risicoanalyse toegelicht. Hierbij wordt vooral het belang van de risicoanalyse aangehaald, waaruit de gehanteerde risicomaten volgen.

In het vierde hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van verschillende methodes die gebruikt worden in het buitenland om een risicoanalyse op te stellen wat betreft verkeersveiligheid. Er wordt nagegaan welke gegevens hiervoor verzameld worden, en voor welke doeleinden deze risicoanalyses gebruikt worden.

Tenslotte wordt in het vijfde hoofdstuk nagegaan wat de huidige stand is van risicoanalyse in Vlaanderen. Op basis van de onderzochte studies in het buitenland, worden aanbevelingen voor verdere risicoanalyse in Vlaanderen gedaan.

Inhoudsopgave

1.	INLEIDING	7
1.1	Aanleiding	7
1.2	Onderzoekopzet	7
	1.2.1 Definiëring begrippen	7
	1.2.2 Risicoanalyse in het buitenland.	7
	1.2.3 Risicoanalyse in Vlaanderen.....	8
2.	BEGRIPPEN	9
2.1	Inleiding	9
2.2	Begripsbepaling risico.....	10
	2.2.1 Definities	10
	2.2.2 Gangbare risicomaten	10
2.3	Bepalende factoren	11
2.4	Basisvariabelen	12
	2.4.1 Ongevallencijfers	12
	2.4.2 Ongevaltype	12
	2.4.3 Locatietype.....	13
	2.4.4 Aandachtspunten bij het gebruik van ongevalgegevens.....	13
2.5	Expositie	14
	2.5.1 Betekenis	14
	2.5.2 Afgelegde weg als expositie.....	14
	2.5.3 Bevolkingsgegevens als expositie	15
	2.5.4 Andere expositiematen	15
	2.5.5 Bijzondere expositiematen	16
	2.5.6 Aandachtspunten bij het bepalen en gebruik van expositiematen	17
2.6	Risicomaten: beperkingen en valkuilen.....	17
2.7	Aanbevelingen.....	19
3.	RISICOANALYSE.....	20
3.1	Algemeen	20
3.2	Risicoanalyse en wegkenmerken.....	20
3.3	Gebruiksmogelijkheden van risicoanalyse	21
	3.3.1 Algemeen.....	21
	3.3.2 Kennis vergroten en begrijpen	21
	3.3.3 Vergelijken	22
	3.3.4 Evolutie en trends	23
	3.3.5 Gebruik binnen beleid	23
3.4	Aanbevelingen.....	25

4.	RISICOANALYSE IN HET BUITENLAND	26
4.1	Inleiding	26
4.2	Risicoanalyse: begrijpen en kennis onveiligheid vergroten	26
	4.2.1 <i>Nederland: onveiligheid op basis van wegtypes</i>	26
	4.2.2 <i>Groot-Brittannië: overstekende voetgangers</i>	27
	4.2.3 <i>Verenigde Staten: gegevensverzameling voor risicobepaling</i>	27
	4.2.4 <i>Nieuw-Zeeland: uitgebreide analyses</i>	28
4.3	Risicoanalyse om te vergelijken	28
	4.3.1 <i>EuroRAP: sterrenbeoordeling voor Europese wegen</i>	28
	4.3.2 <i>Nederland: vergelijken van risico's voor verschillende activiteiten</i>	29
	4.3.3 <i>Australië: vergelijken van risico's voor verschillende vervoerswijzen</i>	29
4.4	Risicoanalyse als trendbepaling	30
	4.4.1 <i>Zweden: permanente risicometing</i>	30
	4.4.2 <i>Canada: permanente monitoring</i>	30
	4.4.3 <i>Duitsland: voorspellingen en varianten</i>	30
4.5	Risicoanalyse als beleidsstrategie	31
	4.5.1 <i>Groot-Brittannië: bepalen van beleidsprioriteiten</i>	31
	4.5.2 <i>Verenigde Staten: weglengte als expositie voor prioriteitsbepaling</i>	33
	4.5.3 <i>Canada: vastleggen speerpunten in beleid</i>	33
	4.5.4 <i>Australië: zwarte-punten aanpak</i>	33
	4.5.5 <i>Nieuw-Zeeland: sociale kosten bepalen prioriteiten</i>	33
4.6	Overzicht	34
4.7	Gehanteerde wegkenmerken	36
	4.7.1 <i>Europa</i>	36
	4.7.2 <i>Nederland</i>	36
	4.7.3 <i>Groot-Brittannië</i>	36
	4.7.4 <i>Zweden</i>	36
	4.7.5 <i>Canada</i>	37
	4.7.6 <i>Duitsland</i>	37
	4.7.7 <i>Verenigde Staten</i>	37
	4.7.8 <i>Nieuw-Zeeland</i>	37
	4.7.9 <i>Australië</i>	38
4.8	Samenvatting	38
4.9	Aanbevelingen	38
5.	RISICOANALYSE IN VLAANDEREN ?	40
5.1	Algemeen	40
5.2	Huidige stand van risicoanalyse in Vlaanderen	40
	5.2.1 <i>Algemeen</i>	40

5.2.2	<i>Beschikbare gegevens</i>	40
5.3	Aanbevelingen.....	42
5.3.1	<i>Stap 1: Vaststellen dat er iets moet gebeuren.</i>	42
5.3.2	<i>Stap 2: Vaststellen waar er iets moet gebeuren.</i>	43
5.3.3	<i>Stap 3: Vaststellen wat daar moet gebeuren.</i>	44
6.	LITERATUURLIJST	45

1. INLEIDING

1.1 Aanleiding

Om een beeld te krijgen van de toestand van de verkeers(on)veiligheid in Vlaanderen per wegtype, moet er een methode opgezet worden om deze onveiligheid in cijfers uit te drukken. Een manier om dit te doen, is een risicoanalyse op te maken waarbij men beïnvloedende factoren als wegkenmerken mee in rekening brengt. Hierdoor kan men proberen na te gaan wat de invloed is van de bepalende factoren als wegkenmerken op het risico.

Om dit te kunnen doen, is het eerst nodig om enkele begrippen, die als risico-indicatoren gehanteerd worden, te verduidelijken. Wegkenmerken kunnen als bepalende factoren voor deze indicatoren of kencijfers aangebracht worden. Het schetsen van dit algemeen kader gebeurt in hoofdstuk 2.

Risicoanalyse past in het geheel van mobiliteitsmanagement, waarbij men probeert een vat te krijgen op de onveiligheid in het verkeer waarbij men nagaat hoe deze in de toekomst evolueert, met of zonder maatregelen. Risicoanalyse op basis van wegkenmerken heeft daarbij zijn eigen randvoorwaarden en beperkingen. Uiteindelijk kunnen de resultaten ingezet worden om te vergelijken tussen regio's, te vergelijken in de tijd, of om beleidsbeslissingen te nemen voor de toekomst. In 'Hoofdstuk 3. Risicoanalyse' worden deze elementen besproken.

Bestaande studies kunnen een inzicht geven in gehanteerde methoden en gebruikte inrichtingskenmerken. In 'hoofdstuk 4. Risicoanalyse in het buitenland' worden een aantal van deze studies vermeld en onderzocht.

Op basis van deze methodes kan dan nagegaan worden op welke wijze er in Vlaanderen risicoanalyse kan gebeuren en wat hiervoor nodig is. In 'Hoofdstuk 5. Risicoanalyse in Vlaanderen?' wordt een eerste aanzet gegeven voor de mogelijkheid tot risicoanalyse op basis van wegkenmerken in Vlaanderen.

1.2 Onderzoekopzet

1.2.1 *Definiëring begrippen*

Doelstelling: Het doel van dit gedeelte is het bepalen van relevante noodzakelijke begrippen als blootstelling, ongevalrisico...

Methode: Literatuurstudie

Onderzoeksvraag: 1. Wat wordt in de literatuur begrepen onder risico?

1.2.2 *Risicoanalyse in het buitenland.*

Doelstelling: Het geven van een overzicht van risicoanalyses in het buitenland, waarbij rekening gehouden wordt met wegkenmerken. Inventarisatie van kenmerken, gegevensverzameling, wegtypologieën, gebruiksmogelijkheden.

Methode: Literatuurstudie

Onderzoeksvragen: 2. Welke methodieken worden in het buitenland gebruikt om aan risicoanalyse te doen?

3. Welke gegevens worden er gebruikt, welke wegtypen worden gehanteerd, hoe worden deze gegevens verkregen?

4. Voor welke doeleinden worden deze bekomen risicomaten gebruikt?

1.2.3 *Risicoanalyse in Vlaanderen.*

Doelstelling: Het uiteindelijk doel van deze studie is nagaan in welke mate het mogelijk is om het risico per wegtype te bepalen in Vlaanderen.

Methode: Literatuurstudie.

Onderzoeksvragen:

5. Hoe wordt er momenteel aan risicoanalyse gedaan in Vlaanderen?
6. Wat zijn de beschikbare gegevens en kenmerken?
7. Wat zijn de aanbevelingen voor een risicoanalyse op basis van wegkenmerken in Vlaanderen?
8. Voor welke doeleinden kunnen deze bekomen risicomaten gebruikt?

2. BEGRIPPEN

2.1 Inleiding

Om de mate van verkeersveiligheid uit te drukken, heeft men vaak niet genoeg aan absolute gegevens, zoals het aantal doden of ongevallen per jaar in een bepaald land. Het heeft weinig zin om vergelijkingen te maken tussen landen met een totaal verschillende bevolkingsdichtheid, een ander netwerk van wegen, of een lagere ontwikkelingsgraad. Vergelijkt men bijvoorbeeld het aantal verkeersongevallen met slachtoffers van Frankrijk en België, dan lijkt België met ongeveer 49.000 ongevallen in 2000 het beter te doen dan Frankrijk met ongeveer 121.00 ongevallen. Normeert men deze getallen echter per bevolkingsaantal of per aantal gereden kilometers, dan blijkt België heel wat onveiliger te zijn.

	<i>Totaal aantal ongevallen</i>	<i>Aantal ongevallen per 100.000 inwoners</i>	<i>Aantal ongevallen per miljoen voertuigkilometers</i>
België	49.065	479	0,54
Frankrijk	121.223	205	0,23

Bron: International Road Traffic and Accident Database, April 2002

Ook is het aantal ongevallen op een wegvak of kruispunt in hoge mate afhankelijk van weglengte en verkeersstromen (Barker & Baguley, 2001). Of: men verwacht in het algemeen meer ongevallen op een lange weg met een hoge verkeersintensiteit dan op een korte weg met lage intensiteit. Voor een voetganger zal de kans op een ongeval ook stijgen naarmate hij zich langer in het verkeer bevindt. In al deze gevallen is het aspect 'expositie' belangrijk, en daarom moet dit best meegenomen worden bij het uitvoeren van een risicoanalyse.

Daarom spreekt men vaak over de ongevalkans, of de ongevalratio, waarmee bedoeld wordt de kans die een verkeersdeelnemer loopt op een ongeval, afhankelijk van zijn vervoerswijze, de plaats waar hij zich beweegt, de tijd die hij zich in het verkeer bevindt... Meestal wordt de kans op een ongeval uitgedrukt als een kans voor een bepaalde bevolkingsgroep, of voor bepaalde voertuigen. Dit is afhankelijk van de bepalende factor die men onderzoekt. Hierbij is men vaak niet geïnteresseerd in een gemiddelde waarde van dit risico, maar wel voor een bepaalde subcategorie als leeftijdsgroep of voertuigtype.

Natuurlijk bepaalt ook de uitkomst van een ongeval het risico dat een verkeersdeelnemer loopt. Als het resultaat een dodelijke afloop kent, zal dit risico hoger zijn dan als er enkel blikschade te betreuren valt. Het uiteindelijke objectieve risico is dus ook afhankelijk van de ernst van het ongeval.

In onderstaande paragrafen worden deze begrippen en bepalende factoren verder besproken.

2.2 Begripsbepaling risico

2.2.1 Definities

Algemeen worden de volgende definities voor indicatoren voor verkeersveiligheid aanvaard:

Ongevalkans of ongevalratio = aantal ongevallen / eenheid van blootstelling

Ernst = aantal doden / aantal ongevallen

Risico = ernst van het ongeval x ongevalkans

In die zin kan risico ook gezien worden als

Risico = ernst x ongevalkans

= ernst x aantal ongevallen / eenheid van expositie

= (aantal doden / aantal ongevallen) x (aantal ongevallen / eenheid van expositie)

= aantal doden / eenheid van expositie

In sommige publicaties wordt het begrip risico (aantal doden per expositie) en de ongevalkans (aantal ongevallen per expositie) anders gedefinieerd, zodat men steeds de gebruikte definitie in het achterhoofd moet houden (Roszbach, 1998).

Haight (1986) onderscheidt hiernaast ook nog de 'verwachte waarde' als typedefinitie van risico. De verwachte waarde is daarbij de kans op een gebeurtenis x het gevolg. Men zou binnen deze definitie kunnen zeggen: de verwachte waarde is 5 letselongevallen per miljoen voertuigkilometer. Op die manier kan men bekomen 'verwachte waarden' ook optellen. Anderzijds gelden de regels van de statistiek niet meer als men deze definitie hanteert. De voorwaarden voor het bepalen van deze verwachte waarden zijn echter identiek als bij het bepalen van de kans, het is enkel de interpretatie die verschilt.

Uiteindelijk komt risicobepaling neer op een 'normering' van de onveiligheid, waarbij de expositie een vergelijkingsbasis is.

2.2.2 Gangbare risicomaten

Volgens Ogden (1994) zijn de meest gebruikte indicatoren wat betreft verkeersveiligheid: doden per 100.000 inwoners, doden per 10.000 voertuigen, en doden per 100 miljoen voertuigkilometers. Elke indicator heeft zijn eigen gebruik, maar geen enkel kan op zich een begrijpbaar beeld geven van de verkeersdoden.

Halperin (1993) geeft in zijn onderzoek aan dat de gebruikte risicomaten afhankelijk zijn van de achtergrond of het beroep van diegene die rapporteert. Autoconstructeurs gebruiken vooral het aantal geregistreerde wagens of hoeveelheid afgelegde weg als expositiemaat, terwijl de medische wereld vooral kijkt naar demografische gegevens, zodat daar vooral het aantal doden per 100.000 inwoners gebruikt wordt.

Roszbach (1998) geeft aan dat de beslissing over welke risicomat gebruikt zou moeten worden, bepaald wordt door het doel van de gedane risicoanalyse.

2.3 Bepalende factoren

Een model voor ongevallen werd oorspronkelijk in de jaren '60 door Dr. William Haddon ontwikkeld (Walsh & Shelton, 1995). Dit model blijkt nog steeds bruikbaar om de bepalende factoren te distilleren. In een ongeval kan men drie verschillende sequenties beschouwen: de pre-crashfase, de crashfase, en de post-crashfase. In elk van deze fasen kan men drie bepalende factoren onderscheiden: de mens, het voertuig en de omgeving.

	<i>Mens</i>	<i>Voertuig</i>	<i>Omgeving</i>
Pre-crash	O n g e v a l k a n s		W e g - k e n m e r k e n
Crash			
Post-crash			

Tabel 1: Model voor ongevallen naar Haddon (Walsh & Shelton, 1995)

De kans om in een ongeval betrokken te raken, wordt vooral bepaald door factoren in de pre-crashfase. Wat betreft de menselijke factoren, kan men stellen dat eigenschappen als leeftijd van de bestuurder en zijn gemoedsgesteldheid een belangrijke rol spelen. Duur van het rijbewijsbezit en rijvaardigheid zijn andere menselijke kenmerken die van belang zijn. Ook eigenschappen van het voertuig zijn van belang: aantal kilometers, type auto, onderhoud en uitrusting zijn zeker bepalend voor het risico dat men loopt op een ongeval. Tenslotte bepaalt ook de omgeving in ruime zin met zijn kenmerken de mate waarin men een ongeval kan verwachten: het wegtype, de bevolkingsdichtheid, de drukte op dat moment...

Uiteraard is het aantal keer dat men zich in een pre-crash-fase bevindt, een belangrijke basis voor de totale ongevalkans. Dit aantal bepaalt de blootstelling of expositie van een verkeersdeelnemer.

De ernst van een ongeval wordt vaak bepaald door factoren tijdens de crash. Menselijke eigenschappen zoals leeftijd spelen hierin een rol: letsels bij bejaarde autobestuurders zullen eerder dodelijk zijn dan bij jongere bestuurders. Anderzijds zijn ook de voertuig- en omgevingskenmerken belangrijk. Het gebruik van de autogordel kan tijdens de botsing heel wat letsels vermijden; obstakels langs de weg zijn daarentegen vaak de oorzaak van secundaire botsingen.

Eenmaal een ongeval gebeurd is, bepalen dezelfde factoren de uitkomst ervan. De bouw van een wagen kan bepalen hoe snel men slachtoffers er uit kan bevrijden (voertuigeigenschap), de alertheid van de niet-gewonde bestuurder kan de snelheid bepalen waarmee eventueel EHBO wordt toegediend (menselijke factor), en tenslotte kan de nabijheid van een praatpaal op de snelweg bepalen hoe vlug hulpdiensten gewaarschuwd worden (omgevingsfactor).

Men kan stellen dat wat betreft de omgeving, deze een bepalende factor is tijdens alle drie de fasen van een ongeval. Uiteraard zijn wegkenmerken bepalend tijdens de pre-crash-fase. Zo zullen wegen met middenberm het aantal conflicten tussen auto's en het tegemoetkomende verkeer beperken, en dus ook het aantal frontale botsingen verminderen. Tijdens de botsing, zullen objecten als verlichtingspalen en vangrails de ernst van het ongeval beïnvloeden. Als het onvermijdelijke dan toch gebeurd is, dan

bepaalt de weginrichting ook hoe snel hulpdiensten ter plaatse kunnen komen, en hoe snel mensen professionele hulp kunnen krijgen.

Nagaan in welke mate de weginrichting het risico bepaalt, kan dus bijdragen tot het inzicht in welke kenmerken best wel of best niet toegepast kunnen worden bij toekomstige planning.

Een ander denkkader om ongevallen en wegkenmerken te positioneren, vindt men bij Wang et al. (1999). Volgens deze publicatie zijn er bepaalde analytische dimensies die fundamenteel zijn bij het bepalen van effecten van interventies of verkeersveiligheidsmaatregelen. Wang onderscheidt vier dimensies: ongevaltype, voertuigtype, omvang van het probleem (in aantal ongevallen en slachtoffers), en omvang van het referentiekader (aantal inwoners, aantal voertuigkilometers). Wat betreft het ongevaltype, hanteert deze studie kenmerken als kop-staart-botsingen, rijstrookwijzigingen, linksaf-draaien. Onder deze parametergroep kunnen de inrichtingskenmerken van de omgeving geklasseerd worden.

Het referentiekader waarnaar Wang verwijst, is de expositie of de blootstelling aan ongevallen.

2.4 Basisvariabelen

2.4.1 *Ongevallencijfers*

Het is duidelijk dat de basis van onveiligheid bestaat uit het totale aantal 'negatieve gebeurtenissen' dat voorkomt. Hiermee wordt vaak het totaal aantal ongevallen, het totaal aantal licht- of zwaargewonden, of ook het aantal doden bedoeld.

Soms wordt er een combinatie gemaakt van deze basisgegevens om een kencijfer te bepalen voor een wegvak of een kruispunt. Hierbij wordt, op basis van de gevolgen van een ongeval, een wegingsfactor toegekend aan elk mogelijk gevolg. Voor Vlaanderen, zoals beschreven in het Ontwerp Mobiliteitsplan Vlaanderen (Mobiliteitscel, 2001) gebeurt dat momenteel aan de hand van volgende factoren:

$$\text{Kencijfer wegvak of kruispunt} = 1 \times \text{aantal lichtgewonden} + 3 \times \text{aantal zwaargewonden} + 5 \times \text{aantal doden op deze plaats.}$$

Op die manier kan een rangschikking gemaakt worden, waarbij de plaatsen met een hoog kencijfer als 'zwarte punten' bekend zijn. "Zwarte punten" worden daarbij gedefinieerd als plaatsen waar dit kencijfer minstens 15 bedraagt, en waar de laatste drie jaar 3 ongevallen of meer gebeurden.

Janssen (2002) onderscheidt deze cijfers als 'absolute kencijfers', dit in tegenstelling met 'relatieve kencijfers', waarbij een normering per expositie-eenheid gebeurt.

Pogingen om het aantal 'near misses' (bijna-ongevallen) te bepalen, stuiten onvermijdelijk op grote praktische problemen. Nochtans zou dit misschien een betere maat kunnen zijn voor het bepalen van het begrip 'negatieve gebeurtenis'. Pogingen om dit te doen gebeuren onder andere in Nederland, met de DOCTOR-techniek (Kraay & van der Horst, 1986). Echter, subjectieve beoordelingen van observatoren zijn bij het gebruik van deze techniek niet altijd uit te sluiten.

2.4.2 *Ongevaltype*

Het type van een conflict kan ook een rol spelen bij het bepalen van de negatieve gebeurtenissen die zich kunnen voordoen in het verkeer. Door de specifieke inrichting van autosnelwegen bijvoorbeeld, zijn frontale botsingen daar zo goed als uitgesloten. Janssen (2002) maakt ook een onderscheid in de ongevallen met snel of langzaam verkeer, en in het aantal voertuigen dat in het ongeval betrokken was.

Schoon & Bos (2002) onderscheiden de volgende ongevaltypen:

- Inhaalongevallen, oversteekongevallen op wegvakken door voetgangers en (brom)fietsers, aanrijdingen tegen geparkeerde auto's, obstakelongevallen;
- Bromfietsongevallen;
- Kruispuntongevallen.

De indeling van deze ongevallentypen is gebaseerd op de principes van 'Duurzaam Veilig', waarbij verwacht wordt dat er per groep een andere beïnvloeding is door invoering van duurzaam-veilige maatregelen.

Als het risico op een bepaald ongevaltype op een bepaalde weg relatief hoog is, is het duidelijk dat er specifieke maatregelen voor dit type ongeval moeten uitgevoerd worden.

2.4.3 *Locatietype*

Janssen (2002) haalt als extra basisvariabele de locatie aan. Hiermee onderscheidt hij 'wegvakken' van 'kruisingen'. In zijn rekenmethode om kencijfers van de nieuwe duurzaam-veilige wegtypen te schatten, worden 'deekencijfers' bepaald voor combinaties van ongevaltype, weglocatie, en wegtype.

2.4.4 *Aandachtspunten bij het gebruik van ongevalgegevens*

Het gebruik van deze cijfers brengt een aantal aandachtspunten met zich mee.

De definitie van 'verkeersdode' of 'gewonde' is verschillend in bijna elk land, zodat vergelijkingen van de bijbehorende risicocijfers weinig zin heeft. Op Europees niveau, binnen de internationale database IRTAD¹, bijgehouden door het Duitse BAST², probeert men deze definities gelijk te schakelen.

Zelfs in één regio, waar men dezelfde definities en methoden hanteert, zijn er nog problemen met de betrouwbaarheid van de beschikbare cijfers.

Eerst en vooral blijkt er een aanzienlijke onderschatting te zijn van alle geregistreerde ongevallen. Deze onderschatting is nog groter wat betreft ongevallen met enkel blikshade. Ook ongevallen met zwakke weggebruikers blijken voortdurend onderschat te worden. Hierdoor wordt het overeenkomstige risicocijfer voor fietsers en voetgangers systematisch te laag ingeschat.

Verder blijkt gedetailleerde informatie over ongevallen nog al eens te ontbreken. De precieze locatie, die interessant is om een relatie met wegkenmerken te kunnen onderzoeken, is soms niet correct.

Tenslotte blijft het probleem van de 'kleine aantallen' ook hier gelden. Ongevallen met doden zijn nog steeds 'schaarse gebeurtenissen', ook al komen ze te vaak voor. Differentiatie op basis van wegkenmerken of andere gegevens blijkt dan statistisch niet haalbaar. Ongevallen met gewonden, die minder schaars zijn, worden dan weer slechter geregistreerd, zodat ook daar gedifferentieerde risicomaten met een korrel zout genomen moeten worden.

Bij vergelijkingen van ongevalgegevens in de tijd, wordt voorbijgegaan aan de gewijzigde mobiliteit, veranderingen in de modal split, verkeersintensiteiten... Daarom is het belangrijk om ook bij deze vergelijkingen zowel de mobiliteitsgegevens als expositie mee te nemen.

¹ IRTAD = International Road Traffic and Accident Database

² BAST = Bundesanstalt für Straßenwesen

2.5 Expositie

2.5.1 *Betekenis*

Zoals eerder vermeld, is niet alleen het verzamelen van ongevalgegevens belangrijk om de graad van verkeersveiligheid te meten, ook de expositie moet gekwantificeerd worden.

Met de ongevalratio probeert men eigenlijk de 'kans op een gebeurtenis' te voorspellen, of een verwachte waarde te bepalen voor een bepaalde gebeurtenis binnen een referentiekader. Bepalen van de expositie betekent dus eigenlijk 'het operationaliseren van de blootstelling aan gevaar'.

Er zijn verschillende eenheden van expositie, variërend van bevolkingsaantallen tot gedetailleerde informatie over verplaatsingspatronen. Elk expositiemodel definieert zijn eigen overeenkomstig risico.

2.5.2 *Afgelegde weg als expositie*

Dit is de meest gehanteerde eenheid van expositie voor motorvoertuigen. Voor het aantal ongevallen per voertuigkilometer gebruikt men vaak de term *risicocijfer*.

Voor voertuigen worden deze gereden kilometers dikwijls bepaald aan de hand van intensiteitstellingen, die voor wegen van hoge categorie (snelwegen e.d.) vaak automatisch gebeuren door middel van camera's of inductielussen. Een onderverdeling in voertuigtype is soms mogelijk, zelfs bij automatische tellingen. Nieuwe technologieën zullen deze tellingen in de toekomst nog meer gedetailleerd maken.

Als benadering voor voertuigkilometers, zou men het totale aantal voertuigen per type kunnen nemen (Hakkert & Braimaster, 2002). Natuurlijk is dit een ruwe benadering, waarbij voor elk voertuig een gemiddeld aantal kilometers afgelegde weg verondersteld wordt. Maar het is vaak eenvoudiger het aantal geregistreerde voertuigen te achterhalen, dan het aantal afgelegde kilometers, wat deze ruwe schatting toch soms bruikbaar maakt als er weinig andere gegevens voorhanden zijn.

Een andere benaderingswijze voor het schatten van voertuigkilometers, gaat uit van de verbruikte hoeveelheid brandstof. Door een gemiddeld verbruik per voertuigtype aan te nemen, kan een schatting gemaakt worden van het totaal aantal gereden kilometers.

Voor voetgangers en fietsers stelt het vaststellen van de verplaatsingsafstand een groter probleem. Hakkert & Braimaster (2002) geven aan dat er een verschil moet zijn in voetgangers die langs de rijweg lopen, en voetgangers die oversteken. Voor de eerste groep voetgangers is de verplaatsingsafstand een juiste expositie maat, voor de overstekende voetgangers is het aantal oversteken belangrijk. De juiste kwantificering van de verplaatsingsafstand voor voetgangers is de volgende moeilijkheid. Verkeerstellingen gebeuren enkel lokaal en zijn dus niet bruikbaar om te extrapoleren. Door onderzoeken naar verplaatsingsgedrag, waarbij een groep personen een dagboek bijhoudt, kunnen toch deze expositiegegevens bepaald worden.

Het bepalen van de blootstelling aan de hand van intensiteiten op een kruispunt, is duidelijk van een andere aard dan op een wegvak. Het lijkt logisch dat er een combinatie nodig is van de intensiteiten op de toekomstige wegen. Dit kan door gewoon te sommeren, maar vermenigvuldiging van de intensiteiten lijkt redelijker (Hakkert & Braimaster, 2002). Een kruispunt A, waar 1 voertuig vanuit de ene weg komt, en 999 voertuigen uit de dwarse weg, en een kruispunt B, met 500 voertuigen zowel vanuit de ene weg als vanuit de dwarsende weg, hebben beide een gesommeerde intensiteitindex van 1000. Multiplicatief heeft kruispunt A echter een intensiteitindicatie van 999, terwijl kruispunt B aan 25.000 komt, wat intuïtief logischer lijkt. In verschillende studies worden volgende maten gebruikt: het product van de dagintensiteiten van beide wegen, en de som van de producten van uurintensiteiten van beide wegen (Hakkert & Braimaster, 2002).

In sommige modellen worden andere combinaties voorgesteld (Hauer, 1997; Greile 2003; Mahler & Summersgill, 1996; Mountain & Fawaz, 1996). Heeft men een kruispunt met twee toekomstige wegen met respectievelijk intensiteit I_1 en I_2 , dan wordt het kengetal voor dit kruispunt als volgt berekend:

$$\lambda = p_1 \times (I_1)^{m_1} \times (I_2)^{m_2}$$

waarbij de machten m_1 en m_2 telkens kleiner zijn dan 1. Op die manier komt men tot meer redelijke kencijfers.

Het bepalen van de expositie op rotondes en kruispunten geregeld door verkeerslichten, heeft uiteraard ook zijn eigen kenmerken, die weer anders zijn dan een 'normaal' kruispunt.

2.5.3 *Bevolkingsgegevens als expositie*

Als men het risico van een bepaalde bevolkingsgroep ten opzichte van andere groepen bekijkt, of ten opzichte van andere doodsoorzaken, dan wordt meestal als expositie maat het totale aantal inwoners genomen.

Voor meer gedetailleerde resultaten wordt vaak gedifferentieerd naar leeftijdscategorie, leeftijd, duur van het rijbewijsbezit,

Een goede eigenschap van deze expositie maat, is dat deze gegevens vrij betrouwbaar zijn en redelijk accuraat, en dat ze meestal beschikbaar zijn. Een risicomaat gebaseerd op het aantal inwoners, geeft een eerste globaal beeld van de verkeersonveiligheid; om de onveiligheid echter te begrijpen, zijn meer gedetailleerde gegevens nodig.

Maar deze expositie maat kan aanleiding geven tot een vertekend beeld als men kleinere geografische gebieden beschouwt. Een gemeente met een groot percentage doorgaand verkeer, kan een hoog risico, uitgedrukt in aantal ongevallen per inwoner, hebben. Dit heeft dan vermoedelijk meer te maken met het feit dat het doorgaande verkeer een groot gedeelte van de ongevallen voor zijn rekening neemt, zodat het risico voor de inwoners zelf in werkelijkheid minder hoog ligt. Aan de andere kant is deze maat wel heel bruikbaar om vergelijkingen tussen grote gebieden of landen uit te voeren, omdat enerzijds de gegevens hiervoor accuraat zijn, en dat effecten zoals doorgaand verkeer of toeristische attracties minder voelbaar zijn in een groot gebied.

2.5.4 *Andere expositiematen*

Halperin (1993) haalt als derde belangrijke risicomaat de 'registration death rate' aan. Hierbij wordt het aantal doden afgewogen tegenover het geregistreerde aantal voertuigen. Deze expositie maat kan gebruikt worden als men landen of regio's met een verschillende ontwikkelingsgraad met elkaar wil vergelijken.

Soms normeert men het aantal ongevallen per tijdseenheid die men in het verkeer doorbrengt. De snelheid waarmee een voetganger zich verplaatst, is natuurlijk van een andere orde dan waarmee een motorvoertuig zich voortbeweegt. Intuïtief voelt men aan dat een voetganger door zijn trage verplaatsing tijdens zijn wandeling, risicovoller bezig is dan een wagen die dezelfde afstand aflegt. Daarom wordt soms voorgesteld om de verplaatsingsafstand te vermenigvuldigen met de gemiddelde snelheid, zodat men een risicomaat bekommt als aantal ongevallen of doden per uur expositie. Een tijdseenheid als expositie maat wordt soms gebruikt als alternatief voor de afgelegde weg, waarbij er rekening gehouden wordt met de snelheid.

Soms wordt ook het aantal ongevallen per kilometer weglengte gebruikt. Voor deze ongevallendichtheid heeft men gegevens nodig over de weglengte per wegtype, waarbij de intensiteit van de verkeersstroom een variërende factor is. Deze expositie maat wordt soms gebruikt indien men al infrastructurele maatregelen in het achterhoofd heeft. De kostprijs van deze maatregelen wordt vaak uitgedrukt per kilometer weglengte, zodat men voor het risico en voor de oplossing hetzelfde referentiekader gebruikt.

In sommige studies wordt ook het risico per verplaatsing afgewogen (Halperin, 1993). Deze expositiemaat wordt gebruikt in studies over zwakke weggebruikers.

Nog andere risicomaten gaan uit van zeer specifieke expositiegegevens. Om het risico te bepalen dat een voetganger loopt wanneer hij oversteekt, kan de expositie uitgedrukt worden in aantal oversteekbewegingen (Ward et al., 1994). Dit kan dan opgesplitst worden naar het type oversteekplaats, zoals lichtgeregelde oversteekplaatsen, of plaatsen waar een gemachtigd opzichter aanwezig is. Dat het vergaren van deze gegevens tijdrovend en duur is, lijdt geen twijfel. Daarboven wordt, bij het vastleggen van deze expositiemaat, nog geen rekening gehouden met de intensiteiten op de weg die overgestoken wordt (Hakkert & Braimaster, 2002).

Halperin (1993) haalt ook nog het 'geaggregeerd overlidensrisico' aan (aggregated fatality risk). Hierbij wordt het aantal verkeersdoden afgezet ten opzichte van het totaal aantal doden per jaar. Op die manier kan men bijvoorbeeld voor jongeren een risicofactor bepalen waarbij uitgedrukt wordt wat de kans is dat ze sterven in een verkeersongeval, dit ten opzichte van jongeren die aan een andere oorzaak overlijden.

2.5.5 Bijzondere expositiematen

Golias & Yannis (2001) bespreken een alternatief voor blootstelling als er geen verkeersgegevens beschikbaar zijn. Zij benoemen dit als een geïnduceerde blootstelling. Dit alternatief gaat uit van de veronderstelling dat bij een botsing van twee verkeersdeelnemers, er één bestuurder de veroorzaker is en de andere bestuurder onschuldig is. De 'onschuldige' bestuurder kan dan gezien worden als een willekeurige bestuurder uit de totale populatie van bestuurders, en hij reflecteert dus de blootstelling van elke specifieke populatie van bestuurder, gebaseerd op bepaalde kenmerken. Wat dus belangrijk is, is de identificatie van de veroorzakende bestuurder. Een ongevalindex wordt dan bepaald als de verhouding tussen het percentage veroorzakers met bepaalde karakteristieken, en het percentage onschuldigen met dezelfde karakteristieken. Een relatieve betrokkenheidsratio (RIR, relative involvement ratio) is dan de verhouding van twee van deze ongevalindices. Een ratio groter dan 1 geeft aan dat bestuurdergroep in de teller relatief gezien meer ongevallen veroorzaakt dan de groep in de noemer.

Voordeel van deze methode is natuurlijk het feit dat er geen blootstellingsgegevens bepaald moeten worden. Anderzijds zijn deze ratio's enkel op te stellen voor bestuurders, en niet voor voetgangers of fietsers, en gelden alleen voor ongevallen waarbij twee voertuigen betrokken zijn.

Een voorbeeld uit Griekenland illustreert deze betrokkenheidsfactor:

	< 0.5 g/lt	> 0.5 g/lt	Totaal
'Veroorzakende' bestuurder	916	675	1591
	58%	42%	100%
'Onschuldige' bestuurder	1421	170	1591
	89%	11%	100%
Relatieve ongevalindex	0.645	3.971	

Tabel 2: Relatieve ongevalindex van bestuurders betrokken in ongevallen in Griekenland, op basis van bloedalcoholpercentage (1995). (bron: Golias & Yannis, 2001).

Het gebruik van deze expositiemaat vergt wel een kanttekening. Men kan zich ethische vragen stellen bij het gebruik van 'schuldige' en 'onschuldige' bestuurders. Niet alleen kan men dit vaak moeilijk bepalen uit gegevens die beschikbaar zijn op het ongevalformulier, er is ook niet altijd duidelijk een 'schuldige' aan te wijzen bij een ongeval.

2.5.6 *Aandachtspunten bij het bepalen en gebruik van expositiematen*

Voor sommige verkeersdeelnemers is de expositie aan ongevallen moeilijk te bepalen. Vooral voor voetgangers en andere 'kleine' groepen verkeersdeelnemers als kinderen en bromfietzers, is het niet zo eenvoudig na te gaan in welke mate zij blootgesteld worden aan ongevallen. Hierdoor zal de bij de bepaling van het overeenkomstige risico een onderschatting gemaakt worden.

Iedere expositiemaat heeft een overeenkomstige risicomaat. Welke expositiemaat gebruikt moet worden op welk moment, is afhankelijk van de gewenste risicomaat, die op zich bepaald wordt door het doel van het onderzoek.

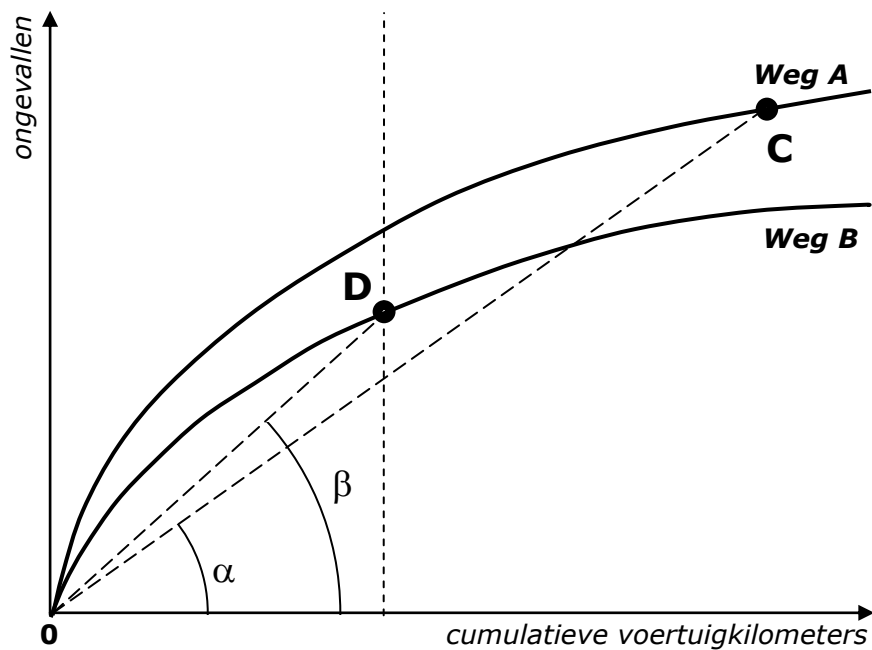
2.6 Risicomaten: beperkingen en valkuilen

Het feit dat risico bepaald wordt door het normeren van het aantal ongevallen per eenheid expositie, maakt dat een wijziging in de expositie het risico beïnvloedt. Als men werkt met een risicomaat van aantal ongevallen per voertuigkilometer, dan zou dit kunnen betekenen dat het risico daalt als er meer kilometers gemaakt worden. Op die manier lijkt het alsof het veiliger wordt als enkel de mobiliteit stijgt.

Hakkert en Braimaster (2002) geven aan dat men daarom, vooral bij het implementeren van infrastructurele maatregelen, moet werken met 'Safety Performance Functions' of SPF. De ongevallenratio wordt daar gedefinieerd als

A_r = verwacht aantal ongevallen gedurende een bepaalde tijd / expositie over deze tijd

Nu is het zo dat het aantal ongevallen meestal stijgt met de hoeveelheid expositie. Nochtans is deze relatie niet lineair. Algemeen wordt aangenomen dat deze functie exponentieel is (Hakkert & Braimaster, 2002; Hauer, 1997).



Figuur 1: De relatie tussen het aantal ongevallen en de cumulatieve voertuigkilometers. Uit: Hakkert & Braimaster, 2002.

Iedere weg heeft zijn eigen SPF-curve. In bovenstaande figuur kan men zo twee curves onderscheiden, voor weg A en weg B. De ongevalsratio voor situatie C (op weg A) en D (op weg B) wordt in deze figuur voorgesteld door respectievelijk hoek α en hoek β .

Een verbetering in veiligheid wordt aanzien als een daling in het aantal ongevallen bij gelijkblijvende expositie. In de figuur is weg B 'veiliger' dan weg A. Als men de twee punten D en C echter vergelijkt, dan blijkt dat het punt C een lagere ongevalsratio heeft (hoek α) dan het punt D (hoek β). Dit betekent dat voor de individuele verkeersdeelnemer het risico in de situatie C lager is dan in situatie D. Nochtans werd hierboven ook gesteld dat weg B 'veiliger' is als weg A.

Hieruit blijkt dat de betekenis van 'veilig' verschillend is voor de weg als geheel en de individuele verkeersdeelnemer.

Bij het gebruik van risicomaten, moet men volgens Hauer (2001) erover waken dat men, bij de bepaling van een risicomaat, de 'eenheid' in teller en noemer over dezelfde entiteit handelen. Spreekt men over voertuigexpositie in de noemer (vb. vrachtwagenkilometers), dan moet men in de teller ook het aantal vrachtwagens nemen dat in ongevallen betrokken raakt. Indien er twee vrachtwagens botsen, wil dit zeggen dat het aantal vrachtwagens met twee stijgt. In veel gevallen wordt – foutief – in de teller het aantal ongevallen met vrachtwagens genomen, wat in dit geval slechts met 1 zou verhogen. Bij dit foutief bepalen van het risicocijfer, bekomt men onverwachte resultaten voor ongevalcijfers, die niet stroken met de expositiemaat.

Anderzijds waarschuwt Hauer (2001) er ook voor, dat over-representatie tot foute interpretaties kan leiden. Een hoog absoluut aantal doden bij een bepaalde groep verkeersdeelnemers, wil niet noodzakelijk zeggen dat deze verkeersdeelnemers vaker betrokken zijn in een dodelijk ongeval. Deze 'over-representatie' kan veroorzaakt

worden door een mix van de volgende drie factoren: de kans van die verkeersdeelnemers om betrokken te raken in een ongeval (of de expositie), maar ook de mate waarin deze ongevallen geregistreerd worden, en de kans op deze afloop. Hakkert & Braimaster (2002) geven in deze context het volgende voorbeeld van een studie in Zweden: het aantal dodelijke slachtoffers dat het gevolg is van een ongeval met vrachtwagens, is erg groot in verhouding met wat men zou verwachten gebaseerd op het totale aantal vrachtwagens. Dit is echter niet alleen een gevolg van een hogere expositie (vrachtwagens presteren in het algemeen meer kilometers per jaar), maar ook door hun specifieke massa en traagheid, waardoor het aantal dodelijk ongevallen met andere weggebruikers relatief hoog ligt. Doordat dit aandeel dodelijke ongevallen zo hoog is, wordt het aandeel geregistreerde ongevallen met vrachtwagens ook hoger.

2.7 Aanbevelingen

De definitie van het begrip risico kan verschillen van studie tot studie. Vaak wordt het 'risico' gedefinieerd als

Risico = ernst x aantal ongevallen / expositie-eenheid.

Andere definities zijn evenwaardig, maar het is natuurlijk aanbevolen aan te geven welke definitie er gebruikt wordt.

Bepalende factoren voor het risico kunnen verdeeld worden in factoren die te maken hebben met de verkeersdeelnemer zelf, eigenschappen van het voertuig en omgevingskenmerken. Het is vooral de invloed van omgevingskenmerken die belangrijk is bij het bepalen welke infrastructurele maatregelen men best neemt om de verkeersveiligheid te verbeteren.

Bij het bepalen van het risico, en dus het invullen van teller (aantal ongevallen, ernst) en noemer (expositie), moet men er voor zorgen de juiste cijfers te gebruiken.

Gebruikte cijfers over ongevallen en de ernst ervan moeten zo correct mogelijk zijn. Bijsturing van de gegevens verstrekt door het NIS is daarom nodig. Niet alleen de totale aantallen zouden gecorrigeerd moeten worden, ook de beschikbare gegevens per ongeval moeten aangepast zijn om gedifferentieerde risicomaten te kunnen opstellen. Als men meer informatie heeft over het wegtype, het ongevaltype en de weglocatie, kan men achteraf sneller patronen ontdekken.

Expositiegegevens moeten de werkelijke blootstelling van de verkeersdeelnemers weergeven. Welke expositiemaat gebruikt moet worden, en dus ook welke risicomaat berekend gaat worden, hangt af van het doel van de risicoanalyse.

Bij het gebruik van het begrip risico moet men ook het begrip 'veilig' goed definiëren. Als het risico laag is voor een bepaald type verkeersdeelnemers, wil dit zeggen dat het 'veilig' is voor deze personen. Anderzijds is een weg 'veilig' als er, bij elke intensiteit, minder ongevallen gebeuren als op een andere weg. De twee definities van veiligheid kunnen tegenstrijdig zijn. In het geval van risicoanalyse met infrastructurele bedoelingen, is het logisch van de veiligheid van de weg, en dus het risico, in zijn geheel te bekijken.

3. RISICOANALYSE

3.1 Algemeen

Op verschillende terreinen is het gebruik van risicoanalyse al langer ingeburgerd. Vooral binnen luchtvaart, opwekking van kernenergie, ... zijn veiligheidskwesties van belang (Roszbach, 1998).

Risicoanalyse past ook binnen het proces van mobiliteitsmanagement. Tijdens dit hele proces, ontstaat er een stroom van gegevens, die op verschillende momenten een antwoord kunnen bieden op vragen. Eén van deze vragen is de vraag naar een kwantificering van de verkeersonveiligheid. Om deze gegevens in de tijd of tussen regio's te kunnen vergelijken en interpreteren, moeten deze gegevens genormeerd worden volgens een bepaalde vergelijkingsbasis.

Volgens Vincent (Vincent, ed, 1996) verloopt het dataproces tijdens dit management langs deze stappen: vergelijken, begrijpen, beleid.

Een andere invulling van risicoanalyse is te vinden bij Roszbach (1998). In deze studie wordt aangegeven hoe de invulling van een 'nieuwe' risicoanalyse moet gebeuren. Er wordt een getrapte aanpak voorgesteld, met als doel een antwoord te vinden op de volgende vragen:

1. vaststellen dat er iets moet gebeuren;
2. vaststellen waar er iets moet gebeuren;
3. vaststellen wat daar moet gebeuren.

Daarbij geldt dat, *'een risicomaatstaf slechts relevant is voor het gebruiksdoel dat er mee gediend wordt, en niet anders'*. (Roszbach 1998, p. 14). De gehanteerde risicomaten volgen uit het doel en het onderzoeksonderwerp van de risicoanalyse. In die zin moet steeds dit doel voor ogen gehouden worden, zodat de uiteindelijke risicomaten niet hun doel voorbijschieten en enkel het normeren van cijfers overblijft.

3.2 Risicoanalyse en wegkenmerken

Eén van de bepalende factoren van de onveiligheid, is zoals eerder vermeld (zie "2.3

Bepalende factoren”) de omgeving. In dit rapport worden vooral het gebruik van de weg- en omgevingskenmerken onder de loep genomen.

Wegkenmerken die op het eerste zicht de onveiligheid beïnvloeden, zijn aantal rijstroken, wegbreedte, aanwezigheid van vangrails en middenberm, vrij- of aanliggende fietspaden, Omgevingskenmerken die bepalend kunnen zijn voor de (on)veiligheid, zijn bebouwingsdichtheid, diepte bouwlijn,

In principe zouden de wegkenmerken bepaald moeten worden door de categorisering van de weg. De idee achter categorisering van wegen is dat een weg op basis van zijn klasse ingericht moet worden, zodat er per categorie een uniform wegbeeld verwacht mag worden. Helaas is dat in vele landen (nog) niet het geval. Niet alleen is in sommige landen een categorisering nog niet doorgevoerd, maar bij landen die deze wel al uitgedacht hebben, is de uitvoering zeker nog niet compleet. Dit betekent concreet dat het wegtype (nog) niet bepaalde inrichtingskenmerken impliceert, en dat een risicoanalyse op basis van wegtypen, geen zicht geeft op de bepalende invloed van de eigenlijke inrichtingskenmerken.

3.3 Gebruiksmogelijkheden van risicoanalyse

3.3.1 Algemeen

Het doel van de risicoanalyse bepaalt op welke manier de risicoanalyse uitgevoerd zal worden. Daarom is het belangrijk eerst vast te stellen wat het beoogde doel is. In de volgende paragrafen worden een aantal verschillende doelstellingen geschetst. Maar een indeling in verschillende groepen wil niet zeggen dat er geen verband zou kunnen zijn tussen de verschillende bijhorende risicoanalyses. Het lijkt niet onlogisch dat er ook opeenvolgende stappen zijn binnen een bepaald tijdsbestek: een land kan van start gaan met een risicoanalyse om na te gaan waar er zich problemen stellen binnen zijn verkeersnetwerk. Door te vergelijken met andere activiteiten of zich te positioneren ten opzichte van andere landen, kan men ontdekken dat er verbeteringen nodig zijn voor bepaalde groepen. Er kan nagegaan worden hoe de trend zich zou voortzetten indien er niets zou veranderen, of bepalen welke effecten nieuwe maatregelen zouden kunnen hebben. Uiteindelijk kan het land zijn taakstellingen en zijn beleid hierop baseren. Resultaten uit risicoanalyses kunnen dan ook bruikbaar zijn voor andere stappen.

3.3.2 Kennis vergroten en begrijpen

Eén van de belangrijke redenen van risicoanalyse, is het vergroten van de kennis van de verkeersonveiligheid en het zoeken naar de redenen hiervoor. Door analyse van de risicocijfers, kan men proberen na te gaan wat de invloed is van de bepalende factoren van het risico. Een analyse op basis van wegkenmerken, kan inzicht geven in de invloed van specifieke kenmerken op het risico.

Heeft men een risicoanalyse per wegtype, dan kan men vergelijken tussen verschillende inrichtingsprincipes, zodat men een aanduiding krijgt over welke weg ‘veiliger’ is. Hiervoor kunnen de SPF-curven gebruikt worden zoals voorgesteld in Hakkert & Braimaster (2002) (zie ook 2.6 Risicomaten: beperkingen en valkuilen). Door analyse van de gevonden gevaarlijke gebieden kan men proberen de reden te achterhalen van het grote aantal ongevallen op die plaats. Hieruit kan men dan conclusies trekken om bepaalde infrastructurele aanpassingen te maken.

Het verband tussen intensiteiten en ongevallen blijkt niet lineair te zijn (Barker & Baguley, 2001; Hakkert & Braimaster, 2002), waaruit volgt dat men wegen met een totaal verschillende intensiteit best niet samen bestudeert. Omdat gedetailleerde gegevens over intensiteiten niet altijd beschikbaar zijn, kan men, als een goed alternatief, wegen groeperen uit dezelfde klasse.

3.3.3 Vergelijken

a. Vergelijken tussen plaatsen of regio's

De veiligheidsmaten die men bekomt na een risicoanalyse in een bepaald gebied, geven een beeld van de verkeers(on)veiligheid in dat gebied. Door risicocijfers van verschillende landen met elkaar te vergelijken, kan men een beeld krijgen van de relatieve positie van een land tussen zijn buurlanden. Vergelijkingen tussen landen gebeuren meestal op basis van het kencijfer dat het risico uitdrukt in aantal ongevallen of doden per 100.000 inwoners. Natuurlijk kan men enkel vergelijkingen uitvoeren op basis van deze risico-indicator, als de graad van motorisering of ontwikkeling ongeveer gelijklopend is. BAST, de organisatie die de internationale database IRTAD bijhoudt, probeert vergelijkingen te maken rekening houdend met deze feiten.

In een studie van de ERF³ (ERF, 2002), worden risicomaten gebruikt als middel om zwarte punten te bepalen. Niet alleen het aantal ongevallen op een bepaald plaats worden in rekening gebracht, maar ook intensiteiten worden mee verrekend. Op die manier kan men verschillende methodes opstellen om als gevaarlijk beschouwde wegvakken of kruispunten te vergelijken.

b. Vergelijken tussen activiteiten

Het vergelijken van risico's van verschillende activiteiten, kan enkel als men vergelijkbare blootstellingsgegevens gebruikt. In Wesemann et al. (1998), wordt een vergelijking gemaakt tussen de onveiligheid van wonen, verkeer, arbeid en sport. Om een vergelijkbare risicomaat te bekomen, moet men een vergelijkbare expositie bepalen. In dit geval werd gekozen voor het aantal uur dat men deze activiteit uitoefent.

c. Vergelijken tussen groepen verkeersdeelnemers

Ook in Hakkert & Braimaster (2002) wordt aangegeven dat, bij het vergelijken van risicomaten, de expositiemaat van belang is. Risicogegevens uit een publicatie van het ETSC (1999) voor Europa, laten zien dat risicomaten per vervoerwijze duidelijk verschillen naargelang de gebruikte expositiemaat.

<i>Vervoermodus</i>	<i>Risico per afgelegde afstand (aantal doden per 10 miljoen personenkilometer)</i>	<i>Risico per tijdsduur (aantal doden per 10 miljoen uur)</i>
WEG		
Totaal	1.1	3.3
Bus	0.08	2
Auto	0.8	30
Te voet	7.5	30
Fiets	6.3	90
Motorfiets	16.0	500
TREIN	0.04	2
FERRY	0.33	10.5
VLIEGTUIG	0.08	36.5

³ ERF = European Union Road Federation

Tabel 3: Risico per afstand en per tijdsduur voor verschillende vervoerswijzen in de Europese Unie. ESTC (1999).

Als men vergelijkt per afgelegde afstand, lijkt een vliegtuig beter te scoren wat betreft risico dan een verplaatsing over de weg. Maar vergelijkt men per uur dat men zich voortbeweegt, dan blijkt vervoer per vliegtuig een hoger risico te hebben. Dit is natuurlijk te wijten aan de hoge snelheid van vliegtuigen ten opzichte van wegvervoer. Toch blijkt dat in beide risicomaten, motorfietsers een hoog risico lopen ten opzichte van andere weggebruikers... .

d. Nadelen bij het vergelijken van risicocijfers

Men kan, zoals Halperin (1993) stellen dat de perceptie van een risico afhankelijk is van de gebruikte risicomaat. Hanteert men bijvoorbeeld het aantal verkeersslachtoffers per aantal (levende) inwoners, dan lijkt dit minder 'ernstig', omdat het cijfer laag ligt. Zet men daarentegen het aantal doden in het verkeer uit ten opzichte van het aantal doden door andere oorzaken, dan lijkt het onveiligheidsprobleem in het verkeer veel groter. Ook Roszbach (1998) geeft aan dat de waardering van een risicocijfer verschillend kan zijn naargelang de maatschappelijke context.

3.3.4 Evolutie en trends

Men kan ook een zelfde regio of bevolkingsgroep volgen door de tijd heen. Op die manier krijgt men een goed zicht op de evolutie van de verkeersveiligheid, en kan men nagaan in welke mate bepaalde verkeersveiligheidsmaatregelen effect hebben. Er kan onderzocht worden hoe de trend is voor de volgende x aantal jaren, met of zonder invoering van maatregelen.

Bij het bepalen van effecten op basis van een gewijzigd aantal ongevallen of doden, moet men echter een aantal aandachtspunten, zoals regression-to-the-mean, in het achterhoofd houden. In Nuyts & Cuyvers (2002) worden deze verder besproken.

3.3.5 Gebruik binnen beleid

a. Gebruik binnen taakstellingen

Als een land of een regio taakstellingen vastlegt om iets te doen aan verkeersveiligheid, is dat meestal in termen van absolute aantallen, maar soms ook met behulp van risicocijfers.

In het verslag van de Staten-Generaal (2002) wordt de doelstelling overgenomen uit het Ontwerp Mobiliteitsplan Vlaanderen (Mobiliteitscel, 2001), waarbij voor Vlaanderen gesteld wordt dat in het jaar 2010, het volgende gerealiseerd moet worden:

- Een vermindering met meer dan 50 % van het aantal doden 30 dagen; (*absoluut*)
- Een vermindering met meer dan 50 % van het aantal ernstig gewonden; (*absoluut*)
- Een vermindering met meer dan 60% van het aantal doden 30 dagen per 1.000.000 jongeren van minder dan 26 jaar; (*risicocijfer*)
- Een vermindering met meer dan 30 % van het aantal licht gewonden per 100 miljoen voertuigkilometers. (*risicocijfer*)

Binnen deze taakstellingen kan risicoanalyse helpen om bepaalde speerpunten van het beleid vast te stellen, zoals dat gebeurd is binnen het Ontwerp Mobiliteitsplan. De doelgroep jongeren van minder dan 26 jaar blijkt een hoge risicofactor te hebben (uitgedrukt in aantal doden per 1.000.000 jongeren), en wordt dus apart als een taakstelling geformuleerd.

b. Sturing van het beleid

Het resultaat van een risicoanalyse kan ook gebruikt worden om het beleid te sturen.

Aangezien het risico afhangt van de volgende drie aspecten: de blootstelling, de kans op een ongeval per expositiehoeveelheid, en de kans op (levensbedreigende) letsels indien een ongeval gebeurt (of de ernst van een ongeval), kan men maatregelen bedenken die op één of meer van deze elementen inspeelt (Hakkert & Braimaster, 2002).

Het individu kan zelf beslissen zich minder te verplaatsen en dus zijn expositie te verminderen, maar het beleid kan ook sturend optreden door bijvoorbeeld op lange termijn een lokatiebeleid te voeren zodat het aantal verplaatsingen of de afstand van sommige verplaatsingen gewijzigd wordt.

Het aantal ongevallen zelf kan door andere acties verminderen, zoals maatregelen die inwerken op snelheid, of op het beperken van het aantal conflicten tussen deelnemers (zoals rijbaanscheiding of vermindering van het aantal kruispunten).

Maatregelen als het verplicht invoeren van airbags proberen de ernst van het ongeval te verminderen.

Afhankelijk van de gevonden risicomaat, kan men beslissen om bepaalde maatregelen al dan niet in te voeren, waarbij men die elementen die een grote risicofactor induceren, het eerst probeert aan te pakken. De meeste maatregelen zijn bedoeld voor een bepaald onveiligheidsaspect. Om een maximum effect te resulteren, moeten ze dus ingezet worden op die plaatsen waar dit aspect vooral speelt.

Bij het kiezen van een strategie over welke problemen eerst opgelost moeten worden, zijn er verschillende mogelijkheden (Barker & Baguley, 2001). Bij de 'zwarte punten'-aanpak, werkt men enkel op basis van ongevalgegevens, en beschouwt men eerst die plaatsen waar een groot aantal ongevallen gebeurt, waarbij de ernst van de ongevallen gewogen wordt. In de studie van de ERF (ERF, 2002) worden, naast ongevalgegevens, ook de gegevens over expositie mee verrekend. Zeven methodes om zwarte punten (of HARRS, High Accident Rate Road Sections) te definiëren worden besproken, waarvan bij een groot aantal de expositie belangrijk is.

Een andere strategie kan erin bestaan om eerst die plaatsen te behandelen waar het risico op een bepaald type ongeval hoog ligt. Hier gebeuren niet noodzakelijk een groot aantal ongevallen, maar het zijn wel die plaatsen waar een specifieke maatregel een groot potentieel aandeel kan hebben in het totale aantal vermeden ongevallen. Men kan zich best voorstellen dat op een verkeersader met 1 rijstrook per rijrichting en met hoge intensiteiten, het aantal frontale botsingen bijna tot nul kan herleid worden bij het invoeren van rijrichtingscheiding, bijvoorbeeld door middel van een centrale vangrail.

Hakkert en Braimaster (2002) citeren in deze context Hauer, die een verschil maakt in het gebruik van risicomaten en absolute aantallen bij het bepalen van 'zwarte punten'. Het gehanteerde doel van een studie zou het kencijfer moeten bepalen op basis waarvan plaatsen gerangschikt worden. Als het doel van de studie economische efficiëntie is, waarbij die plaatsen eerst aangepakt moeten worden waar maatregelen kostenefficiënt kunnen doorgevoerd worden, of anderzijds het bepalen van verantwoordelijkheden, dan is het absolute aantal ongevallen de basis van de rangschikking. Als het doel van de studie echter eerder ethisch van aard is, dan moet men rangschikken gebaseerd op het risico dat verkeersdeelnemers op die plaatsen lopen.

Binnen de SWOV (Bijleveld, 2000) werd op basis van een pilootproject een strategie voorgesteld die de keuze voor maatregelen laat afhangen van een

risicomaat: bij overschrijden van een soort 'drempel' kan dan besloten worden om een wegvak aan te passen. Op basis van een kosten-batenbenadering wordt een strategie geformuleerd die aangeeft welke de volgorde van uitvoeren van maatregelen is. De beperktheid van het pilootproject wat betreft gegevens en afmetingen van het proefgebied, maakt dat deze methode enkel bruikbaar is voor maatregelen op kleine schaal met zeer lokale effecten.

Ten slotte kan men ook, door het vergelijken van de onveiligheid van het verkeer met andere activiteiten, zoals in Wesemann et al. (1998) gebeurde, prioriteiten stellen voor veiligheidsmaatregelen binnen deze sectoren.

3.4 Aanbevelingen

Risicoanalyse is een onderdeel van mobiliteitsmanagement. Het doel van de analyse bepaalt de manier waarop dit zou moeten gebeuren, en de daarbij gehanteerde risicomaten. De uitwerking van een analyse moet op een getrapte manier gebeuren, waarbij men volgende vragen tracht te beantwoorden:

1. vaststellen dat er iets moet gebeuren;
2. vaststellen waar er iets moet gebeuren;
3. vaststellen wat daar moet gebeuren.

Een risicoanalyse op basis van wegkenmerken kan inzicht geven in het bepalend aspect van de weginrichting. Omdat de categorisering pas op lange termijn doorgevoerd kan worden, zal men zich voorlopig moeten baseren op een inventaris van inrichtingskenmerken van de huidige toestand van het wegennetwerk.

Risicoanalyse kan op verschillende gebieden nuttig zijn.

Eerst en vooral is het interessant om de verkeersonveiligheid te kwantificeren. Het bepalen van risicocijfers voor verschillende verkeersdeelnemers en vooral verschillende wegtypen, geeft een duidelijk beeld van de verdeling van het risico.

Daarnaast kan men door te vergelijken tussen groepen deelnemers, tussen verschillende wegtypen of regio's, nagaan waar er een onredelijk hoog risico is en waar men dus best zijn aandacht op richt.

Ook kan het resultaat van risicoanalyse ook gebruikt worden om accenten te kunnen leggen binnen een beleid. Vooral wanneer men onredelijke hoge risicocijfers vindt voor bepaalde situaties of activiteiten, kan men deze gebruiken om binnen taakstellingen accenten te leggen en bepaalde maatregelen prioriteit te geven.

4. RISICOANALYSE IN HET BUITENLAND

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt nagegaan op welke manier er een risicoanalyse per wegtype gebeurt, voor een aantal specifieke landen. Sommige van deze landen behoren tot de best presterende landen in Europa (zoals Nederland, Zweden, Groot-Brittannië), of werden geselecteerd omdat ze een expliciet gebruik maken van wegkenmerken in hun ongevalanalyse. Europa werd toegevoegd, omdat er hier overkoepelende organisaties zijn die zich bezig houden met het vergelijken van risicomaten in verschillende lidstaten, waarbij ook verschillende wegtypen gehanteerd worden. Gegevens voor het bepalen van de risicocijfers werden hierbij op verschillende manieren verzameld.

Er werd een indeling gemaakt op basis van het doel van de risicoanalyse. Zoals al gesteld, bepaalt het doel de gebruikte expositie en overeenkomstige risicomaten. Uit de literatuurstudie blijkt dat dit de meest voorkomende gebruiksdoeleinden van risicoanalyse zijn: kennis vergaren over onveilige situaties, vergelijken tussen regio's, onderzoek naar trends in verkeersveiligheid, en de sturing van het beleid of het bepalen van de volgorde van invoering van maatregelen.

4.2 Risicoanalyse: begrijpen en kennis onveiligheid vergroten

4.2.1 Nederland: onveiligheid op basis van wegtypes.

De SWOV in Nederland behandelde in 2002 het project "ongevalspatronen en ongevalsrisico's per wegtype". Dit leverde een aantal interessante rapporten op.

Schoon en Bos (2002) onderzochten ongevalpatronen van bestaande wegen. Er werd nagegaan welke ongevaltypen voorkomen op de verschillende wegtypen en hoe de verdeling is naar botspartners, type manoeuvre en ongevalernst. In deze studie werden geen risicomaten gehanteerd, maar de methode kan interessant zijn bij het bepalen van ongevalpatronen.

Davidse et al. (2002) ging na of verschillen in veiligheid van wegtypen verklaard kunnen worden vanuit verkeerskundige en verkeerspsychologische benadering. Binnen de verkeerskundige benadering, wordt de risicomaat aantal ongevallen per kilometer weglengte gehanteerd.

In de studie van Commandeur et al. (2002) werd een analyse gemaakt van ongeval-, weg- en verkeerskenmerken van de bestaande Nederlandse Rijkswegen. Er werd een combinatie gemaakt van gegevens uit verschillende databanken: gegevens over ongevallen, beheerkenmerken, weg- en intensiteitskenmerken van de betreffende rijksweg werden gecombineerd om er risicocijfers uit te kunnen halen. Gebruikte risicomaten zijn uitgedrukt in slachtofferongevallen/voertuigkilometer, en slachtofferongevallen/kilometer weglengte.

Door het statistisch vergelijken van verschillende typen van rijkswegen op hun verschillende risicocijfers, wordt door Commandeur et al. (2002) onder andere aangetoond dat autosnelwegen met twee rijstroken, gemiddeld een lager slachtofferongevalrisico hebben dan snelwegen met drie rijstroken. Anderzijds wordt in deze studie ook nagegaan wat de samenhang is tussen intensiteit en ongevallendichtheid binnen een bepaald wegtype.

Janssen (2002) ontwikkelde een methodiek om kencijfers te berekenen van de nieuwe wegtypen zoals voorgesteld in Duurzaam Veilig. In deze studie werden zowel voertuigkilometers als weglengte als expositiemaat gebruikt, zodat de risicokencijfers uitgedrukt werden in aantal letselongevallen per miljoen voertuigkilometers of per kilometer weglengte. De methodiek bestaat uit een rekenmethode die op basis van kencijfers van 'oude' wegtypen, de kencijfers van de nieuwe wegtypen probeert te

schatten. Deze nieuwe wegtypen zullen ontstaan na de invoering van maatregelen die passen binnen het 'Duurzaam Veilig'-beleid zoals gehanteerd in Nederland. De rekenmethode baseert zich daarbij op schattingen van effecten van duurzaam-veilige maatregelen.

In deze methode wordt getracht patronen te herkennen door 'deelcijfers' op te stellen voor iedere mogelijke combinatie van ongevaltype, weglocatie, en wegtype.

4.2.2 *Groot-Brittannië: overstekende voetgangers.*

Een opmerkelijke studie in Groot-Brittannië (Ward et al., 1994), onderzocht het risico voor voetgangers. Gedurende twee jaar werden in de stad Northampton verplaatsingen van voetgangers nagegaan, om op die manier een methodologie te bepalen om het risico van voetgangers te kunnen kwantificeren. Voor verschillende groepen van voetgangers en voor een aantal verschillende omstandigheden, werd het risico bepaald. Op die manier werd onder andere gevonden dat er 411 slachtoffers per 100 miljoen voertuigkilometers waren, of 66 slachtoffers per 100 miljoen overgestoken wegen. Wat ook uit deze studie bleek, was dat wijken met voetpaden afgescheiden van de rijbaan, minder risico betekende voor de voetgangers.

4.2.3 *Verenigde Staten: gegevensverzameling voor risicobepaling*

De studie van Wang et al. (1999) gebruikt risicomaten als aantal ongevallen per voertuigkilometer en aantal ongevallen per geregistreerd voertuig om de dimensies van het verkeersveiligheidsprobleem vast te leggen. Op basis daarvan worden potentiële voordelen bepaald van bepaalde interventies. Hierbij wordt de kostprijs van een ongeval in het achterhoofd gehouden. Ook om vergelijkingen te kunnen maken tussen verschillende voertuigen, wordt de blootstelling in rekening gebracht.

De National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) houdt zich sinds geruime tijd bezig met het bepalen van risicofactoren in de Verenigde Staten. Ondanks de verschillen in iedere staat, probeert de NHTSA toch een algemeen risico te bepalen, uitgesplitst in verschillende bepalende factoren (Walsh & Shelton, 1995). De waaier van gebruikte risicomaten bij Walsh & Shelton is groot: doden per 100.000 inwoners, doden per 100.000 rijbewijsbezitters, doden per 100.000 geregistreerde voertuigen, en doden per 100 miljoen voertuigkilometers.

Walsh & Shelton beschrijven ook hoe de nodige expositiegegevens verzameld worden. De NHTSA verzamelt ongevalgegevens in drie verschillende gegevenssystemen. De basis van alle verzamelde data is het PAR, het "police accident report", of het ongevalformulier zoals de politie dit invult. In het FARS (Fatal Accident Reporting System) worden alle dodelijke ongevallen in de Verenigde Staten verzameld. De informatie uit het PAR wordt hier gecombineerd met registratie- en medische gegevens. Het GES (National Accident Sampling System General Estimates System) bestaat uit een staal van ongevallen met zowel licht-, zwaargewonde als gedode slachtoffers. In het CDS (NASS Crashworthiness Data System) wordt een staal genomen van ongevallen met lichtgewonden, waarbij de gegevens uitgebreid worden met gegevens van onderzoekers die ter plaatse gaan.

Het aantal voertuigkilometers wordt verzameld door de Federal Highway Administration. Iedere staat rapporteert ieder jaar het aantal kilometers per wegklasse. Dit aantal kilometers werd vroeger uitsluitend bepaald door de verbruikte brandstof te vermenigvuldigen met een gemiddeld aantal kilometer per liter brandstof. Tegenwoordig worden de voertuigkilometers bepaald door automatische telsystemen per wegklasse die ook het type voertuig in kaart brengt.

Een Nationwide Personal Transportation Survey (NPTS) wordt iedere 7 jaar telefonisch gehouden, waarbij verplaatsingen opgevraagd worden per persoon. Een onderverdeling gebeurt aan de hand van kenmerken als geslacht, leeftijd en vervoermiddel. Patronen worden gezocht door de ondervraagden zowel één volledige dag te laten beschrijven, als de verplaatsingen over twee weken. Het aantal ondervraagde personen schommelt tussen 10.000 en 25.000.

Door deze gegevens kunnen risicomaten uitgesplitst worden naar al de ondervraagde kenmerken.

Verplaatsingskilometers worden ook gecontroleerd op basis van verbruikte energie. Het Department of Energy voert regelmatig telefonische onderzoeken uit naar het verbruik van energie door het voertuig van het gezin. Op deze manier wordt voor verschillende voertuigen als minibussen, personenwagens en pick-ups het risico bepaald.

Gegevens over vrachtwagenkilometers komen dan weer via het US Census Bureau, dat vijfjaarlijks een groep vrachtwageneigenaars een formulier laat invullen.

Sinds 1995 wordt er ook onderzoek gedaan naar het reisgedrag, waarbij personen geïnterviewd worden over verplaatsingen van meer dan 100 mijl. Tegelijkertijd worden deze gegevens opgesplitst per demografische groep of economische kenmerken.

Buiten de voertuigkilometers, wordt er jaarlijks statistieken opgemaakt van rijbewijsbezit, geregistreerde voertuigen, en bevolkingsgegevens.

4.2.4 *Nieuw-Zeeland: uitgebreide analyses*

Frith, W. (2000) beschrijft de methode van risicoanalyse in Nieuw-Zeeland. Sinds 1995 wordt daar het CAS (Crash Analysis System) gebruikt om verkeersonveiligheid te analyseren. In dit systeem worden ongevalgegevens en wegkenmerken geïntegreerd in een GIS-omgeving. Deze gegevensbank speelt een cruciale rol in de pogingen van Nieuw-Zeeland om het aantal verkeersslachtoffers te verminderen.

Met dit systeem, opgezet door de Land Transport Safety Authority (LTSA), kan informatie op verschillende manieren gevisualiseerd worden. Details van ongevallen kunnen opgevraagd worden, beelden van ongevalrapporten kunnen bekeken worden, ongevallen kunnen gegroepeerd worden, trends van de ongevallen op specifieke locaties worden nagegaan,

Ongevalgegevens, zoals die verzameld worden door de politie, worden verzameld in de gegevensbank van het CAS-systeem. Hierbij worden ook diagrammen ingescand, waarbij in een schets de ongevalsituatie voorgesteld wordt.

Deze gegevens worden in een GIS-omgeving gecombineerd met gegevens over de weginrichting. Deze data worden geleverd door de wegbeheerder, en verzameld in het elektronische RAMM-systeem (Road Maintenance and Management System). In deze gegevensbank worden door alle wegbeheerders fysische karakteristieken van de weg bijgehouden.

Naast dit RAMM-systeem bestaat er ook het Road Geometry Data Acquisition System (RGDAS). Dit in Australië ontwikkeld systeem, bestaat uit een voertuig dat het alignement van de weg automatisch detecteert. De autosnelwegen van Nieuw-Zeeland werden op deze manier in kaart gebracht. Het Side-force Co-efficient Routine Investigation Machine (SCRIM) levert dan weer gegevens over de schuifweerstand van de rijbaan.

De risicomaten die vooral gebruikt worden zijn aantal ongevallen per voertuigkilometer, en het aantal ongevallen per kilometer weglengte.

4.3 Risicoanalyse om te vergelijken

4.3.1 *EuroRAP: sterrenbeoordeling voor Europese wegen.*

Meest opvallende voorbeeld van vergelijkingen tussen regio's is het werk dat geleverd wordt op Europees niveau.

Binnen Europa werd EuroRAP (Schouten, 2002) opgezet als het zusterprogramma van EuroNCAP, het crash test programma dat na crash tests een beoordeling op basis van sterren geeft aan auto's. Het doel van EuroRAP bestaat erin een beoordeling te geven

van de veiligheid van de wegen in Europa. Eén van de wijzen om dit duidelijk te maken, is het lokaliseren van dodelijke en ernstige ongevallen in Europa, om zo aan te geven waar het risico het grootst is. Daarnaast worden wegen geïnspecteerd om na te gaan in welke mate zij de verkeersdeelnemers beschermen tegen ongevallen, en in welke mate zij bescherming bieden tegen letsels in het geval een ongeval toch gebeurt.

Momenteel concentreert het programma zich op hoofdwegen buiten bebouwde gebieden, omdat op deze wegen 40 % van de verkeersdoden valt in Europa. Deze wegen worden beoordeeld op basis van een sterrenrating. Verder worden verbeteringen voorgesteld die het aantal ongevallen zouden verminderen en de ernst van de ongevallen doen dalen.

EuroRAP baseert zich op gegevens uit IRTAD. Deze database werd in de jaren '80 in Duitsland opgezet door het federale onderzoeksinstituut voor autosnelwegen (BAST), in samenwerking met de Europese Commissie. IRTAD werd opgericht om internationale vergelijkingen te kunnen maken tussen verschillende landen wat betreft verkeersveiligheid. Er wordt getracht om het aantal en de kwaliteit van de gegevens van de leden te verhogen, en deze data internationaal beschikbaar te maken, om op die manier aan de noden van verschillende onderzoekscentra te kunnen voldoen.

Momenteel bevat de database gegevens van alle landen die lid zijn van de OECD⁴. Deze gegevens omvatten:

- Bevolkingsgegevens, gesplitst per leeftijdsgroep;
- Voertuigenpark, opgedeeld naar voertuigtype;
- Voertuigkilometers per netwerk en per voertuigtype;
- Aantal letselongevallen per netwerktype (wegcategorie);
- Aantal slachtoffers per wegintensiteit, leeftijd en netwerktype;
- Zwaargewonden per wegintensiteit, leeftijd en netwerktype;
- Weglengte per netwerk;
- Gegevens over modal split (vervoerwijzeverdeling);
- Oppervlaktegegevens;
- Risicomaten: ongevallen, letselongevallen en slachtoffers per bevolkingseenheid of per voertuigkilometer.

4.3.2 *Nederland: vergelijken van risico's voor verschillende activiteiten*

In Nederland houdt de SWOV zich bezig met risicoanalyse. Eind jaren 90 werd het begrip risico onderzocht, en gesitueerd binnen het begrip risico van andere activiteiten (Wesemann et al, 1998; Roszbach, 1998). Om een vergelijking te kunnen maken tussen verschillende sectoren, werden afspraken gemaakt over de te hanteren onveiligheidsindicatoren en aan te brengen onderverdelingen. Wat betreft verkeersveiligheid, werden risicomaten als aantal ongevallen per afgelegde kilometer en aantal ongevallen per uur gehanteerd.

Op basis van de verkregen risicocijfers werden eerst en vooral verklaringen en gemeenschappelijke problemen gezocht. Als tweede doelstelling kan men aan de hand daarvan samenhangende maatregelen ontwikkelen, zoals voor bepaalde doelgroepen. Op die manier kan ook het beleid gestuurd worden bij het stellen van prioriteiten.

4.3.3 *Australië: vergelijken van risico's voor verschillende vervoerswijzen*

Het Australische ATSB publiceert monografieën, waarin het risico uitgesplitst wordt naar verschillende elementen. Zo wordt bijvoorbeeld in een discussion paper (ATSB, 2002) het risico van de verschillende vervoerswijzen vergeleken, waarbij rekening gehouden

⁴ OECD = Organization for Economic Co-operation and Development, Parijs

wordt met het verschil in expositie tussen deze verschillende modi. Voor deze vergelijking worden verschillende risicomaten gebruikt: doden per afgelegde weg, per geregistreerd voertuig, per voertuigkilometer en per trip.

De ATSB vergaart gegevens over slachtoffers in verkeersongevallen. ABS, het Australische Bureau voor Statistiek, verzamelt gegevens over registratie van voertuigen.

Voor verplaatsingsgegevens worden ieder jaar twee grote onderzoeken gedaan in twee Australische provincies. Het laatste nationale onderzoek dateert van 1985, uitgevoerd door de voorloper van ATSB, FORS.

4.4 Risicoanalyse als trendbepaling

4.4.1 Zweden: permanente risicometing

Zweden heeft de doelstelling vooropgesteld om tegen 2007 een reductie van 50% van het aantal verkeersdoden en gewonden te hebben. Dit beleid steunt op Vision Zero, waarbij iedere dode of zwaargewonde op de weg als één te veel wordt beschouwd.

Door het VTI (Swedish National Road and Transport Research Institute) wordt sinds 1992 permanent nagegaan hoe het risico evolueert voor de verschillende verkeersdeelnemers (Thulin & Kronborg, 2002). De analyse houdt zich bezig met de componenten expositie, risico en consequenties. Hierbij wordt het risico uitgedrukt als aantal ongevallen of doden per personenkilometer. Telkens wordt een opsplitsing gemaakt voor verschillende situaties en verkeersdeelnemers.

De nodige gegevens over verplaatsingen komen uit periodiek onderzoek naar verplaatsingsgedrag dat jaarlijks opgezet wordt sinds 1992. De uitvoering wordt gedaan door het VTI, gesponsord door Swedish National Road Administration.

4.4.2 Canada: permanente monitoring

Het Ministerie van Transport in Ontario heeft een geïntegreerd management systeem ontwikkeld om het monitoren en evalueren van verkeersinfrastructuur en verbeteringsprojecten te vereenvoudigen. De basis is een inventaris van routes van snelwegen, referentiepunten, structuur van snelwegen en geografische eigenschappen (topologische componenten). Hierop worden wegcondities en ongevalgegevens uitgezet. Om deze informatie te kunnen raadplegen en onderling te combineren, werd het IHIS-systeem (Hall & Gushue, 1996) in het leven geroepen.

Transport Canada, in samenwerking met het CCMTA (Canadian Council of Motor Transport Administrators) verkrijgt ongevalgegevens via provinciale en regionale instellingen, and slaat deze informatie op in een eigen ongevallen-gegevensbank TRAIID (Traffic Accident Information Database).

Het CCMTA publiceert regelmatig rapporten met de risicocijfers per staat, waarbij ze als risicomaat het aantal ongevallen per geregistreerd voertuig nemen. Cijfers voor geregistreerde voertuigen komen van het nationaal bureau voor statistiek (Statistics Canada). Risicocijfers per leeftijdscategorie worden ten opzichte van de bevolkingsdichtheid uitgezet, waarbij ook de demografische gegevens uit nationale statistieken komen.

Statistics Canada doet regelmatig onderzoek naar verplaatsingsgedrag om de expositie van verschillende verkeersdeelnemers te kunnen bepalen. Momenteel is er onderzoek bezig, gefinancierd door Transport Canada, naar het ontwikkelen van een gegevensbank waar cijfers over de expositie van verkeersdeelnemers in verzameld kunnen worden.

4.4.3 Duitsland: voorspellingen en varianten

Om een prognose te doen van het aantal verkeersslachtoffers in Duitsland in 2010, werd gebruik gemaakt van berekende risicomaten van voorbijgaande jaren (Ratzenberger, 2000). Een aantal determinerende factoren van verkeersveiligheid worden besproken en

voorspeld, zoals het inwonersaantal, het aantal geregistreerde voertuigen en het aantal voertuigkilometers. Op basis van deze determinanten probeert men ook voorspellingen te doen wat betreft het ongevalrisico. Als men zich houdt aan de huidige acties op gebied van verkeersveiligheid, dan stelt deze studie dat het risico (aantal ongevallen per voertuigkilometer) gevoelig zal dalen.

Op deze voorspellingen gebeurden in deze studie ook varianten. Voorspellingen naar het aantal ongevallen werden ook gedaan waarbij men enerzijds de risicomaat constant hield en het aantal voertuigkilometers naar verwachting liet stijgen, en anderzijds de voorspelling waarbij men de risicomaat liet variëren en het aantal voertuigkilometers constant hield. Op deze manier kon de invloed van beide cijfers nagegaan worden op traditionele voorspellingen van het aantal ongevallen. Uiteindelijk bleek dat wat betreft hun invloed op het aantal ongevallen, de dalende risicocijfers van groter belang zijn dan het stijgen van het aantal voertuigkilometers.

In 1990 en 1993 werden uitgebreide enquêtes gedaan naar verplaatsingen (Hautzinger, 1995). Deze ondervraging bestond uit verschillende elementen: schattingen van het aantal gereden kilometers per geregistreerd voertuig, voertuiggebruik op basis van dagboekjes, steekproeven aan de grens om het aantal gereden kilometers in het buitenland te schatten, en verkeerstellingen. Combinaties van deze onderzoeken en schattingen worden gebruikt om gegevens in categorieën uit te splitsen.

Het aantal gereden kilometers per voertuig werd ondervraagd door twee korte rondvragen te doen met een tussentijd van 10 weken. Op basis hiervan kon een schatting gemaakt worden van het aantal gereden kilometers, uitgesplitst in een aantal voertuigcategorieën.

4.5 Risicoanalyse als beleidsstrategie

4.5.1 Groot-Brittannië: bepalen van beleidsprioriteiten

In Groot-Brittannië worden resultaten van risicoanalyse gebruikt tijdens het beslissingsproces bij het nemen van maatregelen. Het moment waarop men beslist maatregelen te nemen in een bepaalde situatie, wordt bepaald door een op voorhand vastgestelde numerieke waarde van het kencijfer van een weg, zoals het aantal ongevallen per jaar, of het aantal ongevallen per voertuigkilometers. Daarbij wordt nagegaan wat de trends zijn in deze kencijfers, rekening houdende met de wijzigingen in mobiliteit.

De risicomaten worden in Groot-Brittannië daarnaast gebruikt om prioriteiten te kunnen vastleggen in de volgorde van aanpak van verkeersonveilige wegen en plaatsen. Omdat in het verleden een strategie van zwarte punten toegepast werd in Groot-Brittannië, werden de 'zwartste' punten meestal al aangepakt. Een strategie als massa-aanpak, aanpak per wegtype of regionale aanpak wordt momenteel als meest aangewezen bestempeld.

Om de effecten van bepaalde maatregelen in te schatten en het resultaat van ingrepen te monitoren, worden er in de MOLASSES⁵-database gegevens bijgehouden over ongevallen op sites waar een bepaalde maatregel ingevoerd werd.

In Groot-Brittannië werden de activiteiten van het DETR (Department of the environment, Transport and the Regions) eerst verplaatst naar het DTLR (Department for Transport, Local Government and the Regions), en onlangs gedeeltelijk overgenomen door het nieuwe DfT (Department for Transport). Deze overheidsdienst beschrijft de nationale verkeersveiligheidsstrategie en de doelstellingen voor 2010 (DETR, 2000).

⁵ MOLASSES = Monitoring Of Local Authority Safety SchemES. Gegevensbank actief sinds 1991.

In hun 'A Road Safety Good Practice Guide' (Barker & Baguley, 2001) wordt aangegeven hoe lokale overheden hun lokale plannen kunnen opstellen na een bepaling van de verkeersonveiligheid. Lokale overheden moeten accurate gegevens verzamelen, en de nationale gegevens als achtergrond of vergelijkingsbasis gebruiken. De meer traditionele aanpak van zwarte punten-analyse (of AIP, Accident Investigation and Prevention approach), wordt nu meer en meer aangevuld met de nieuwe strategische aanpak waarbij risicoanalyse per wegtype en vervoerswijze gebeurt.

De methode die daarbij gevolgd wordt, is als volgt:

- Nagaan van ongevalldata voor een periode van 3 tot 5 jaar, waarbij de gegevens in een GIS-omgeving gebracht worden;
- Onderzoeken van patronen in ongevallen, afhankelijk van het wegtype, locatie, en andere bepalende factoren, waarbij zowel ongevalaantallen als het risico beschouwd wordt voor elke wegklasse;
- Nagaan wat de trends zijn en zoeken naar significante wijzigingen in deze gegevens, rekening houdend met wijzigingen in mobiliteit;
- Prioriteiten vastleggen welke wegen eerst aangepakt worden.

Om tot een goede vaststelling van prioriteiten te komen, worden de risicocijfers tegelijk gebruikt om lokale gegevens te vergelijken met nationale cijfers en om trends te bepalen. De keuze van de risicomaat voor de geschetste methode, is afhankelijk van het doel van de studie.

Op nationaal niveau worden in Groot-Brittannië verschillende gegevens verzameld (Broughton, 1995).

a. Gegevens over intensiteiten:

Regelmatig wordt er een "National road traffic survey" uitgevoerd om details te verkrijgen over de verkeersstroom op het nationale wegennetwerk. Er worden schattingen gemaakt van de verkeersstromen per voertuigtype en per wegtype.

De uitvoering van dit onderzoek gebeurt op verschillende manieren, waarbij men zowel automatische als regelmatige handmatige tellingen doet. Deze tellingen worden gecombineerd met de lengte van de wegen om schattingen voor verkeersstromen te krijgen (in voertuigkilometers).

Het nadeel van deze werkwijze is dat de schattingen voor secundaire wegen (wegens handmatige tellingen) en minder voorkomende vervoerswijzen (motorfietsen en fietsers) niet nauwkeurig zijn. Hierdoor is het verschil tussen bebouwde en onbebouwde wegen weggevallen, wat het analyseren van ongevallen moeilijker maakt.

b. Nationaal onderzoek naar verplaatsingen:

The National Travel Survey is een onderzoek dat uitgevoerd wordt om meer details over de bestuurders te verkrijgen. Op onregelmatige intervallen worden een groot aantal mensen ondervraagd over hun verplaatsingsgewoonten, op basis van het bijhouden van dagboeken. Met deze informatie kan men bijvoorbeeld door het combineren van gegevens over de leeftijd van bestuurders en het aantal autokilometers, en anderzijds het geschatte totale aantal voertuigkilometers, de variatie nagaan over de leeftijd van de bestuurder en het risico op een ongeval per voertuigkilometer.

c. Andere gegevens:

Bij het bepalen van gegevens werd echter een belangrijk nadeel ondervonden: de betrouwbaarheid van de resultaten is sterk afhankelijk van de grootte van de steekproef, die vaak te klein is. Onzekerheidsmarges zijn vaak te groot voor kleine groepen als motorrijders. Toch werden er studies ondernomen om deze aantallen te kunnen kwantificeren. Er werd onder andere een methodologie

ontwikkeld (Ward et al., 1994) om de expositie van voetgangers te kunnen bepalen. Hierdoor werden risicomaten als aantal ongevallen per voetgangerskilometer, en aantal ongevallen per oversteekbeweging. Gegevens hierover werden bepaald aan de hand van een studie naar verplaatsingspatronen van voetgangers in stedelijke gebieden.

Door het vergelijken van verkeersveiligheid in verschillende regio's werd heel wat ervaring opgedaan binnen het DTRL over de noodzaak aan deze data. Indien men enkel met ongevalgegevens werkt, zonder de graad van blootstelling mee in rekening te brengen, kan men maar beperkte conclusies trekken, zoals het nagaan van de evolutie of verdeling van de ongevallen in de tijd. In alle gevallen stelt het DTRL het gebruik van de gegevens afhankelijk van de kwaliteit en betrouwbaarheid van de expositie-data.

4.5.2 Verenigde Staten: weglengte als expositie voor prioriteitsbepaling

In de Verenigde Staten wordt gesteld dat risicoanalyse op basis van wegtype een bruikbaar instrument kan zijn om prioriteiten te kunnen leggen bij het bepalen van de maatregelen (Halperin & Redman, 1993). Hierbij worden de risicomaten doden per kilometer weglengte en doden per passagierskilometer besproken.

Helaas wordt deze methode nog niet in praktijk gebruikt in de Verenigde Staten. Dit is volgens hen te wijten aan het feit dat gewoontegetrouw de gebruikelijke risicomaten als doden per bevolkingseenheid, per voertuigkilometer of per geregistreerd voertuig worden gebruikt. Nochtans menen zij dat wat betreft wegtype, de expositiemaat best uitgedrukt wordt in kilometer weglengte.

4.5.3 Canada: vastleggen speerpunten in beleid

In Canada werden doelstellingen vastgelegd wat betreft verkeersveiligheid die tegen 2010 behaald moeten worden. De gehanteerde risicomaten worden gebruikt om actiepunten vast te leggen om het aantal slachtoffers in het verkeer te beperken.

In het actieplan van deze visie op verkeersveiligheid, uitgebracht door het CCMTA (2002), worden verschillende speerpunten vastgelegd. Op basis van risicocijfers van jonge bestuurders en commerciële voertuigen (uitgedrukt in aantal ongevallen per voertuigkilometer) worden deze groepen als prioriteit behandeld.

4.5.4 Australië: zwarte-punten aanpak

De Australian Transport Council (2001) gebruikt het resultaat van risicoanalyse als een taakstelling. Het doel is om het aantal doden per 100.000 inwoners drastisch naar beneden te halen tegen 2010. Op federaal niveau werd hiervoor een zwarte-punten aanpak opgezet. Zowel kruispunten als wegvakken kunnen beschouwd worden als een zwart punt, waarbij voor een wegvak het aantal dodelijke ongevallen per kilometer weglengte boven een bepaalde limiet moet liggen.

4.5.5 Nieuw-Zeeland: sociale kosten bepalen prioriteiten

Zoals Frith (2000) aangeeft, wordt de informatie in Nieuw-Zeeland, zoals die verzameld wordt met het CAS-systeem, gebruikt om de verkeersveiligheid te analyseren en te bepalen welke investeringen nuttig zijn. Ook om doelstellingen van verschillende maatregelen te kunnen bepalen en de effecten van maatregelen te evalueren, zijn deze gegevens uiterst nuttig. Het systeem wordt ook als basis gebruik bij de zwarte-punten-aanpak van Nieuw-Zeeland.

In Nieuw-Zeeland is de drijvende kracht achter het verkeersveiligheidsbeleid, de totale sociale kostprijs van ongevallen. Omdat wegkenmerken meegenomen worden in analyses, kan het wegennetwerk geclassificeerd worden in termen van sociale kosten, om op die manier prioriteiten te leggen in het maatregelenpakket (Frith, 2000). De crash-density (aantal ongevallen, of sociale kost, per kilometer weglengte) wordt hiervoor als uitgangspunt genomen.

4.6 Overzicht

Land/regio	Begrijpen	Vergelijken	Trend	Beleid		Risicomaat
				taakstelling	strategie	
Europa		EuroRAP				Ongevallen/bevolkings-eenheid slachtoffers/bevolkingseenheid ongevallen/voertuigkilometer slachtoffers/voertuigkilometer
Nederland	Davidse et al. (2002)					Ongevallen/km weglengte
	Janssen (2002)					Ongevallen/voertuigkilometer Ongevallen/km weglengte
	Commandeur et al. (2002)					Ongevallen/voertuigkilometer Ongevallen/km weglengte
		Wesemann et al. (1998)				Ongevallen/afgelegde kilometer ongevallen/uur
Groot-Brittannië	Ward et al. (1994)					Slachtoffers/voertuigkilometer slachtoffers/overgestoken weg
			Door DfT	Door DfT: prioriteiten stellen	Door DfT: grenswaarde voor ingrijpen, effecten maatregelen	Ongevallen/voertuigkilometer
	Barker & Baguley (2001): lokale plannen	Barker & Baguley (2001): lokale plannen	Barker & Baguley (2001): lokale plannen	Barker & Baguley (2001): lokale plannen	Barker & Baguley (2001): lokale plannen	(afhankelijk van het doel)
Zweden			Thulin & Kronborg (2002)			Ongevallen/personenkm Doden/personenkm
	Yahya (2001)					Ongevallen/rijbewijsbezitter
	Carlsson et al. (2003)					Doden/passerende voertuigas
Canada			CCMTA (2002)	CCMTA (2002)	CCMTA (2002)	Ongevallen / geregistreerd voertuig ongevallen / voertuigkilometer

Land/regio	Begrijpen	Vergelijken	Trend	Beleid		Risicomaat
				taakstelling	strategie	
Verenigde Staten	Wang et al. (1999)				Wang et al. (1999): Voordelen van maatregelen	Ongevallen / voertuigkilometer ongevallen / geregistreerd voertuig
	Walsh & Shelton (1995)					Doden / bevolkingseenheid doden / rijbewijsbezitters doden / geregistreerd voertuig doden / voertuigkilometer
					Halperin & Redman (1993): volgorde maatregelen	Doden / km weglengte doden / passagierskilometer
Duitsland		Heidemann et al. (1998)				Ongevallen / voertuigkilometer
				Ratzenberger (2000)		Ongevallen / voertuigkilometer
Australië	Drummond & Ozanne-Smith (1991)					Ongevallen / uur
		ATSB (2002)				doden / afgelegde weg doden / geregistreerd voertuig doden / voertuigkilometer doden / trip
				Australian Transport Council (2001)		Doden / bevolkingseenheid
Nieuw- Zeeland	Frith (2000)			Frith (2000)	Frith (2000): volgorde van maatregelen, effecten maatregelen	Ongevallen / voertuigkilometer ongevallen / km weglengte

Tabel 4: Overzicht risicoanalyse buitenland

4.7 Gehanteerde wegkenmerken

4.7.1 *Europa*

EuroRAP concentreert zich vooral op hoofdwegen buiten bebouwde gebieden. Hierin wordt onderscheid gemaakt tussen snelwegen en hoofdwegen 'klasse A'. Maar de keuze om een weg bij klasse A in te delen, wordt door het land zelf gedaan, en kan verschillen van land tot land. Sommige landen houden rekening met het verkeersvolume om een bepaalde categorie te kiezen, waarbij een bepaald type weg, met een hoger volume, hoger geklasseerd wordt als hetzelfde type weg met een lager volume. Er wordt daarom niet altijd rekening gehouden met de eigenlijke inrichtingskenmerken.

Veelgebruikte klassen zijn:

- Autosnelwegen
- Wegen 'klasse A', met twee rijstroken per rijrichting
- Wegen 'klasse A', met één rijstrook per rijrichting
- Gelijkvloerse kruisingen
- Ongelijkvloerse kruisingen.

Voorlopig werden hierin door EuroRAP enkel de gegevens van Groot-Brittannië, Zweden en Nederland verzameld.

4.7.2 *Nederland*

In de studie van Commandeur et al. (2002) werden rijkswegen geïnventariseerd en opgesplitst in wegdelen waarbinnen kenmerken gelijk bleven. Volgende kenmerken werden genoteerd:

- Lengte van het wegdeel;
- Wegcategorie;
- Maximumsnelheid;
- Type verharding;
- Aantal rijstroken;
- Type verlichting;
- Type van de bermen;
- Type signalering.

4.7.3 *Groot-Brittannië*

De volgende wegtypes gebruikt bij het verzamelen van de intensiteiten:

- Bebouwd – niet bebouwd (afhankelijk van de snelheidslimiet boven of onder 60 km/u);
- Hoofdwegen = snelwegen en klasse A-wegen (A onderverdeeld in nationale wegen en lokale wegen);
- Secundaire wegen = klassen B en C, en ongeklasseerde wegen.

4.7.4 *Zweden*

In Zweden worden verschillende wegkenmerken ingerekend afhankelijk van de beoogde doelstelling van de studie.

Carlsson et al. (2003) deed onderzoek naar ongevallen op rijkswegen. Op de semi-snelwegen (wegen met beperkte toegang, met 1 rijstrook per rijrichting en ongelijkgrondse kruisingen) en 'gewone 13-meter wegen' werden ongevallen

geanalyseerd, waarbij vooral ongevallen met tegenliggers tijdens het voorbijsteken, en eenzijdige ongevallen bekeken werden. Als blootstelling werd de intensiteit genomen, met als eenheid het aantal passerende voertuigassen. Op basis van deze cijfers kan men een verwacht aantal slachtoffers berekenen.

Op een aantal van deze onderzochte wegen werden aanpassingen gedaan, waarbij vooral de rijbaanscheiding van belang was. Het verwachte aantal slachtoffers werd vergeleken met het feitelijke aantal, om op deze manier het effect te kunnen schatten van de invoering van de rijbaanscheiding.

4.7.5 Canada

Een studie uitgevoerd door Transport Canada (2001) over ongevallen met motors, gebruikt de volgende indeling:

Urban roads: wegen in stedelijke bebouwing, of met een snelheidslimiet van 60 km/u of minder;

Rural roads: primaire of secundaire wegen, of wegen met een snelheidslimiet hoger dan 60 km/u.

Verder wordt er in Canada weinig gebruik gemaakt van specifieke inrichtingskenmerken, op de bebouwing na.

4.7.6 Duitsland

In een studie van Heidemann et al. (1998) wordt het risico vergeleken tussen autosnelwegen met of zonder pechstrook. Hier wordt ook het aantal ongevallen per voertuigkilometer vergeleken tussen wegvakken met een pechstrook en wegvakken zonder. Verdere studies over verschillen in het risico op basis van wegkenmerken zijn niet bekend.

4.7.7 Verenigde Staten

Gehanteerde wegklassen bij het meten van intensiteiten, zijn (Walsh & Shelton, 1995):

<i>Landelijk</i>	<i>Stedelijk</i>
Interstate	Interstate
Andere hoofdstroomwegen	Andere snelwegen en expreswegen
Andere stroomwegen	Andere hoofdstroomweg
Belangrijke verzamelweg	Stroomweg
Verzamelweg	Verzamelweg
Lokale weg	Lokale weg

In de studie van Halperin & Redman (1993) wordt het risico geanalyseerd per wegtype in Erie County, Pennsylvania. Hier wordt enkel per wegnummer gewerkt, een directe link met de precieze inrichtingskenmerken van deze wegen wordt niet gemaakt.

4.7.8 Nieuw-Zeeland

Wegkenmerken als alignement ('hellend' of 'vlak') en gladheid van de rijbaan zijn beschikbaar voor alle snelwegen.

Per ongeval worden ook wegkenmerken bijgehouden als kruispunttype (rotonde, ...), aantal rijbanen en rijstroken, markeringen, voorrangregeling...

4.7.9 Australië

In hun studie naar de expositie van voetgangers en fietsers, gebruiken Drummond & Ozanne-Smith (1991) het onderscheid tussen 'arterial roads' and 'local streets' of secundaire stroomwegen en lokale wegen. Dit zegt echter weinig over de hierbij horende inrichtingsprincipes.

4.8 Samenvatting

Uit bovenstaande blijkt dat er geen 'universele' methode is om aan risicoanalyse te doen. Meestal wordt het onderzoek beperkt tot een specifiek wegkenmerk of een bepaalde klasse van wegen. Deze klassen zijn zeker niet altijd vertaalbaar naar de Vlaamse situatie. Algemene principes van de methodiek kunnen wel overgenomen worden, zoals in de onderstaande aanbevelingen beschreven wordt.

Bij de onderzochte risicoanalyses wordt een waaier van verschillende risicomaten gebruikt, afhankelijk van het onderwerp. De risicomaten aantal ongevallen of slachtoffers per voertuigkilometer, of het aantal slachtoffers per 100.000 inwoners, worden het vaakst gehanteerd. Deze expositiegegevens zijn meestal beschikbaar, en daarnaast geven risicomaten per bevolkingseenheid snel een globaal beeld van de verkeersonveiligheid in een groot gebied.

Expositiegegevens over verplaatsingsafstanden zijn moeilijker te bepalen. Schattingen op basis van aantal geregistreerde voertuigen of verbruikte hoeveelheid brandstof zijn slechts ruwe schattingen, en er kan niet altijd een opsplitsing gemaakt worden naar type voertuig of wegkenmerken. Voor bepalen van afgelegde afstanden van fietsers en voetgangers zijn deze methodes natuurlijk niet bruikbaar.

Onderzoek naar verplaatsingsgedrag voor het verkrijgen van deze gegevens, vergt veel tijd en geld, en worden slechts periodiek uitgevoerd in sommige landen.

Er blijkt echter dat er weinig rekening gehouden wordt met wegkenmerken. Er wordt wel een opsplitsing gemaakt per wegklasse, maar deze klassen zijn meestal niet gedefinieerd op basis van hun inrichting. Van autosnelwegen en hoofdstroomwegen kan meestal wel een uniform beeld gemaakt worden, maar vooral de wegen van "lagere" klassen zijn hoofdzakelijk op basis van hun functie of intensiteit bij deze klasse ingedeeld. Op deze manier kan men aan de klasse niet zien welke de inrichtingskenmerken van deze klasse is.

Het begrijpen van bepalende factoren van risico, kan enkel als er voldoende gedetailleerde, accurate en consistente gegevens over blootstelling beschikbaar zijn. Zowel de gegevens over ongevallen, blootstelling als wegkenmerken moeten gecombineerd worden om de invloed van deze wegkenmerken op het risico te bepalen.

4.9 Aanbevelingen

De strategie zoals die in Groot-Brittannië en Nieuw-Zeeland gevolgd wordt, lijkt een bruikbaar praktisch voorbeeld voor Vlaanderen:

- verzamelen ongevalgegevens, vastleggen in een GIS-omgeving;
- Onderzoeken van patronen in ongevallen, afhankelijk van het wegtype, locatie, en andere bepalende factoren, waarbij zowel absolute ongevalaantallen als het risico beschouwd wordt voor elke wegklasse;
- Nagaan wat de trends zijn en zoeken naar significante wijzigingen in deze gegevens, rekening houdend met wijzigingen in mobiliteit;
- Prioriteiten vastleggen welke wegen eerst aangepakt worden.

Om ongevalpatronen te herkennen, lijkt de methode van Janssen (2002) goed geschikt: door het verdelen van ongevallen per ongevaltype, weglocatie, en wegtype, kunnen

'deelkencijfers' opgemaakt worden, zodat patronen sneller te herkennen zijn. Om dit te kunnen doen zijn echter gedetailleerde ongevalkenmerken nodig.

Op basis van de algemene methodiek zoals voorgesteld door Roszbach (1998), de Britse praktische uitwerking, en de methode van Janssen (2002), moet het mogelijk zijn om in Vlaanderen een bruikbare risicoanalyse op te stellen. Gedetailleerde aanbevelingen zullen gegeven worden in het volgende hoofdstuk.

5. RISICOANALYSE IN VLAANDEREN ?

5.1 Algemeen

In dit deel wordt nagegaan op welke manier men een risicoanalyse voor verkeersveiligheid kan doen in Vlaanderen, waarbij gezocht wordt naar de invloed van wegkenmerken als bepalende factoren.

Eerst wordt kort nagegaan wat er aan risicoanalyse al gebeurd is in Vlaanderen. Daarna wordt aangegeven hoe dit kan uitgebreid of verbeterd worden.

Uitgangspunt is daarbij de stelling dat het type van de risicoanalyse, de gebruikte gegevens en de gehanteerde risicomaat bepaald worden door het onderzoeksonderwerp. Het onderzoeksonderwerp kan daarbij best beperkt worden tot een specifiek wegkenmerk of een bepaalde klasse van wegen. Daarbij is het belangrijk om aandacht te schenken aan correcte gegevens, zowel wat betreft de teller van de risicomaat (aantal ongevallen, aantal slachtoffers, ..) als de noemer (expositiegegevens).

Aanbevelingen worden gedaan op basis van de aanbevelingen die per hoofdstuk als belangrijk aangestipt werden.

5.2 Huidige stand van risicoanalyse in Vlaanderen

5.2.1 Algemeen

In het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen wordt de verkeersonveiligheid beschreven in Vlaanderen (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 1998). Hierin wordt als risicomaat vooral gebruik gemaakt van het aantal letselongevallen of doden per miljoen voertuigkilometers, uitgesplitst naar verschillende wegen (autosnelwegen, gewest- en provincie-wegen, gemeentewegen). Op basis van deze cijfers wordt vergeleken met de cijfers van andere Europese landen, om op die manier een zicht te krijgen op de plaats van Vlaanderen in Europa, wat betreft de verkeersonveiligheid.

Verder worden, om het begrip 'mobiliteit' uit te drukken, naast de indicator voertuigkilometers, in het RSV ook nog personenkilometer gebruikt.

Het BIVV hanteert zowel ongevalcijfers als aantal doden/gewonden per 100.000 inwoners, per 100.000 motorvoertuigen, en per miljard voertuigkilometers. Om te vergelijken met andere Europese landen, wordt ook het aantal doden per vierkante kilometer landoppervlakte bepaald (BIVV, 2000).

Het begeleidingscomité van de Staten-Generaal (2002) stelt als indicator om te kunnen vergelijken het aantal doden 30 dagen per 100.000 inwoners voor. Als streefdoel wordt daarbij gesteld dat deze risicomaat een maximum waarde van 7 mag bereiken voor België tegen 2010.

5.2.2 Beschikbare gegevens

a. Verplaatsingen:

Onderzoeken naar verplaatsingsgedrag worden regelmatig uitgevoerd. Er zijn op dit moment gegevens beschikbaar over Vlaanderen (1994 en 2000), de Vlaame rand rond Brussel (2003) en de stadsgewesten Antwerpen (1998), Hasselt-Genk (1998), Gent (2000), Leuven (2003), Mechelen (2003), Aalst (2003).

b. Ongevalgegevens:

Gegevens worden nationaal verzameld door het NIS, zonder de ongevallen met enkel materiële schade. Ze zijn gebaseerd op de aangifte van ongevallen met gekwetsten door politie en rijkswacht. Hierbij worden ongevallen met louter

materiële schade niet meegeteld. Het aantal ongevallen kan worden opgedeeld naar de aard van de weggebruiker, tijdstip, leeftijd en geslacht.

c. Ongevalgegevens per wegtype:

De gegevens van het NIS van ongevallencijfers kunnen ook uitgesplitst worden naar wegtype en bebouwing. Momenteel worden deze types gehanteerd:

- Autosnelwegen en verkeerswisselaars
- Gewestwegen en Provinciewegen, binnen bebouwde kom
- Gewestwegen en Provinciewegen, buiten bebouwde kom
- Gemeentewegen, binnen bebouwde kom
- Gemeentewegen, buiten bebouwde kom

Er worden echter geen inrichtingsprincipes vermeld, zodat er in uiterlijke kenmerken niet noodzakelijk een verschil is tussen een gewest- of een gemeenteweg binnen een bebouwde kom.

Daarnaast is er binnen het gewest een wegendatabank opgezet, waarin voor gewestwegen inrichtingskenmerken bijgehouden worden.

d. Relatie tussen ongevalgegevens en locatie:

Binnen AWV zou een project opgezet worden waarbij ongevallen gelokaliseerd worden binnen een GIS-omgeving. Hierbij zouden ook gegevens staan over kruispuntsoorten.

Andere onderzoeken, zoals projecten binnen de verschillende Vlaamse provincies om ongevallen te lokaliseren, zijn ook beschikbaar (Hannes et al. 2001).

e. Gehanteerde wegtypen

In het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 1998) worden verschillende wegtypes onderscheiden. Deze types zijn vooral op basis van hun huidige structuurbepalende eigenschappen ingedeeld:

- Autosnelwegen: wegen met een internationale verbindingsfunctie, uitgerust met op- en afrittencomplexen, 2x3 of 2x2 rijstroken...
- Type 1: inrichting als autosnelweg of autoweg, eventueel met gelijkvloerse kruisingen, met beperkte verbindingsfunctie tussen snelwegen en ontsluitingsfunctie
- Type 2: gebiedsontsluitende wegen vanuit steden naar autosnelwegen
- Type 3: gebiedsontsluiting van steden en verbinding naar hoofdwegennet
- Type 4: gebiedsontsluitende functie en lokale verbinding naar hoofdwegennet bij lineaire stadsontwikkeling (vb kust).

De doelstelling in het RSV echter, is het komen tot een "gewenste situatie", waarbij de indeling van wegen zal gebeuren op basis van hun functionaliteit. Hierbij wordt de bereikbaarheid afgewogen ten opzichte van de leefbaarheid, dus een categorisering. De functies die onderscheiden worden in deze nieuwe typering, zijn verbinden, verzamelen, toegang geven. Op die manier ontstaan de verschillende nieuwe categorieën van wegen:

<i>Categorie</i>	<i>Hoofdfunctie</i>	<i>Aanvullende functie</i>	<i>Inrichting</i>
Hoofdweg	Verbinden (internationaal niveau)	Verbinden op Vlaams niveau	Autosnelweg

Primaire weg Categorie 1	Verbinden (Vlaams niveau)	Verzamelen op Vlaams niveau	Autosnelweg, stedelijke autosnelweg, autoweg, weg met gescheiden verkeersafwikkeling
Primaire weg Categorie 2	Verzamelen (Vlaams niveau)	Verbinden op Vlaams niveau	Autoweg, weg met gescheiden verkeersafwikkeling
Secundaire weg	Verbinden en/of verzamelen op lokaal en bovenlokaal niveau)	Toegang geven	Weg (niet noodzakelijk gescheiden verkeersafwikkeling) , doortochten in bebouwde kom
Lokale weg	Toegang geven		Weg (2x1) met gemengde verkeersafwikkeling

*Tabel 5: overzicht wegcategorieën
(bron: RSV, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 1998)*

5.3 Aanbevelingen

Resultaten van risicoanalyse zijn nog beperkt aanwezig in Vlaanderen, zeker wat betreft onderzoek naar bepalende factoren als wegkenmerken.

Op basis van specifieke vraagstellingen kan voor bepaalde wegkenmerken of wegtypes een risicoanalyse uitgevoerd worden. Dergelijke risicoanalyses kunnen een goed hulpmiddel zijn om speerpunten vast te leggen binnen het beleid. Als er keuzes gemaakt moeten worden wat betreft het uitvoeren van maatregelen, kan een doorgedreven risicoanalyse hulp bieden.

De stappen die daarbij gevolgd kunnen worden, zijn de volgende:

1. vaststellen dat er iets moet gebeuren;
2. vaststellen waar er iets moet gebeuren;
3. vaststellen wat daar moet gebeuren.

5.3.1 Stap 1: Vaststellen dat er iets moet gebeuren.

Door vergelijkingen van Vlaanderen met landen die een vergelijkbare ontwikkelingsgraad hebben zoals Nederland, blijkt dat we duidelijk achterop hangen in Europa wat betreft verkeersveiligheid. Dit werd al gedaan in het ontwerp Mobiliteitsplan Vlaanderen (Mobiliteitscel, 2001). Hierin werd vergeleken met andere Europese landen, en vastgesteld dat er binnen Vlaanderen nog heel wat werk is aan verkeersveiligheid.

5.3.2 Stap 2: Vaststellen waar er iets moet gebeuren.

Het vaststellen WAAR er iets moet gebeuren, moet gebeuren op basis van gedifferentieerde cijfers. Dit lijkt een stap die in Vlaanderen dringend uitwerking nodig heeft.

Om dit uit te werken, werd de praktische toepassing zoals voorgesteld in Groot-Brittannië overgenomen en aangepast.

- Inventarisatie gegevens

Eerst en vooral is het belangrijk om een inventaris op te maken van beschikbare gegevens. Daarnaast is het belangrijk na te gaan in welke mate deze beschikbare gegevens correct zijn, of bijgestuurd moeten worden.

Na vaststelling van de huidige beschikbare gegevens, moet onderzocht worden welke bijkomende gegevens nodig zijn voor een bruikbare risicoanalyse. Het zijn vooral de gegevens over specifieke wegkenmerken die voorlopig nog ontbreken voor heel wat wegen.

Als de categorisering van de wegen op lange termijn in Vlaanderen doorgevoerd wordt, hangen inrichtingskenmerken van de weg samen met het type weg. Het groeperen van wegen in typen is dan voldoende om de bijhorende wegkenmerken te kennen. Op korte termijn echter zal men zich voorlopig moeten baseren op een inventaris van inrichtingskenmerken van de huidige toestand van het wegennetwerk, onafhankelijk van het type waartoe iedere weg op dit moment behoort.

Om later patronen in ongevallen te kunnen onderzoeken, is het ook nodig dat er voldoende gegevens per ongeval beschikbaar zijn.

- Gegevens relateren in een GIS-omgeving

Als men infrastructurele maatregelen wil uitvoeren, dan is het belangrijk om wegkenmerken te relateren aan risicocijfers. Een eerste fase hiervan is het lokaliseren van zowel wegkenmerken als ongevallen en dit binnen een GIS-omgeving. Voorlopig zijn de pogingen om deze relatie te leggen nog beperkt.

Ongevalgegevens worden momenteel al per provincie in kaart gebracht.

Lokaliseren van wegkenmerken staat voorlopig nog in de kinderschoenen. Wat betreft gewestwegen zijn er al gegevens beschikbaar bij AWV, voor lokale wegen zal er nog heel wat werk verricht moeten worden. Dit inventariseren van wegkenmerken en geografische locatie is een werk dat pas op lange termijn afgewerkt kan worden.

Het combineren van verzamelde wegkenmerken én ongevalgegevens in een GIS-omgeving is daarna noodzakelijk. Hierin liggen dan ook nieuwe opportuniteiten: de combinatie van bestaande databanken van ongevalgegevens en wegkenmerken zou een basis kunnen zijn om gedetailleerde analyses te kunnen uitvoeren. Ook dit is echter pas mogelijk op lage termijn.

Anderzijds kan er ook op kortere termijn een aanzet gegeven worden om de relatie tussen wegkenmerken en risico's te kwantificeren. Analyses die zich beperken tot een specifiek netwerk zoals autosnelwegen en tot beperkte regio's, kunnen op korte termijn resultaten geven die richting kunnen geven in het beleid. Wat dit betreft wordt aanbevolen om te starten met een pilootproject.

Een voorstel voor zo een pilootproject zou er in kunnen bestaan om na te gaan of het mogelijk is de bestaande gegevens van ongevallen op gewestwegen en inrichtingskenmerken voor gewestwegen te combineren in een GIS-omgeving. Op die manier kan er een risicoprofiel opgesteld worden voor dit gedeelte van het wegennetwerk.

- Onderzoeken van patronen in ongevallen.

Het zoeken van patronen in ongevallen bestaat er in na te gaan wat de belangrijkste bepalende factoren zijn in de voorkomende ongevallen. Hierbij moeten zowel absolute ongevalaantallen als het risico beschouwd worden voor elke wegklasse.

Om patronen te kunnen zoeken is het aangewezen om deelvencijfers op te stellen voor verschillende combinaties ongevaltype, weglocatie (kruising of wegvak) en wegtype. Hiervoor is nodig dat deze gegevens ook beschikbaar en correct zijn.

Een pilootproject zoals hierboven beschreven kan een eerste voorzet zijn voor een bepaalde type van wegen. Een risicomat gebaseerd op de weglengte als expositie lijkt hiervoor meest geschikt.

- Nagaan van trends.

Op langere termijn moet nagegaan worden wat de trends zijn in de gevonden risicomaten, en gezocht worden naar significante wijzigingen en de redenen hiervoor. Dit betekent dat de risicoanalyse op regelmatige tijden opnieuw uitgevoerd moet worden. Hierbij moeten natuurlijk mobiliteitsgegevens mee in rekening gebracht worden.

- Vastleggen van prioriteiten.

Daarna moet vastgelegd worden welke prioriteiten men stelt binnen de gevonden risicomaten: welke situaties of ongevaltype moeten eerst aangepakt worden op basis van vergelijken en evalueren van cijfers. Ook hier is het belangrijk zowel de absolute cijfers als risicomaten naast elkaar gehanteerd worden.

Een aanpak gebaseerd op zwarte punten bij het stellen van prioriteiten, heeft zijn eigen voor- en nadelen. Het infrastructureel aanpassen van gevaarlijke punten kan het aantal ongevallen en verkeersslachtoffers drastisch verminderen. Anderzijds kunnen er uit een risicoanalyse andere speerpunten naar voor komen, die ook waard zijn om aangepakt te worden.

5.3.3 Stap 3: Vaststellen wat daar moet gebeuren.

Nadat men die locaties of situaties heeft gekozen waar de eerste maatregelen getroffen moeten worden, moet onderzocht worden welke infrastructurale oplossingen hier best uitgevoerd worden. Met behulp van kosten-baten analyses, of kosten-effecten-berekeningen (Staes & De Brabander, 2002) kan dit dan verder uitgewerkt worden

6. LITERATUURLIJST

- ATSB (2002). *Cross Modal Safety Comparisons. Discussion paper*. Werkdocument, beschikbaar op http://www.atsb.gov.au/atsb/discuss/cross_modal.pdf.
- Australian Transport Council (2001). *The National Road Safety Strategy 2001-2010*.
- Barker, J., & Baguley C. (2001). *A Road Safety Good Practice Guide*. TRL, Londen, Groot-Brittannië. <http://www.roads.dft.gov.uk/roadsafety/goodpractice/01.htm>
- Bijleveld, F (2000). Keuze voor maatregelen op basis van verkeersrisico. Swov-rapport R-2000-18. SWOV, Leidschendam, Nederland.
- BIVV (2000). *Jaarverslag verkeersveiligheid 2000*. BIVV, Brussel.
- Broughton, J. (1995). Sources of National Exposure Data in Great Britain. TRL, UK; Paper gepresenteerd op de conferentie *International Road Traffic and Accident Databases*, 11-13 september 1995, Helsinki.
- Carlsson et al. (2003). *Evaluation of 2+1 roads with cable barriers*. Swedish National Road Administration, Linköping.
- CCMTA (2002). *Road Safety Vision 2010. Making Canada's Roads the Safest in the World*. Minister of Public Works and Government Services, Ottawa.
- Commandeur, J., Bijleveld, F., Braimaster L., Janssen, S. (2002). *De analyse van ongeval-, weg-, en verkeerskenmerken van de Nederlandse Rijkswegen*. SWOV-rapport R-2002-19. SWOV, Leidschendam, Nederland.
- Davidse, R., van der Kooi, R., Dijkstra, A., Arnoldus J. (2002). *Verschillen in veiligheid van wegtypen verklaard vanuit een verkeerskundige en verkeerspsychologische benadering*. Swov-rapport R-2002-22. SWOV, Leidschendam, Nederland.
- DETR (2000). *Tomorrow's roads: safer for everyone. The Government's road safety strategy and casualty reduction targets for 2010*. Department of the environment, Transport and the Regions, Londen, Groot-Brittannië.
- Drummond A, J. Ozanne-Smith (1991). *The Behaviour and Crash Involvement Risk of Child Pedestrians and Bicyclists: A traffic exposure study*. Monash University Accident Research Centre, Melbourne, Australië.
- ERF (2002). *Good Practice Guidelines to Infrastructural Road Safety. October 2002*. European Union Road Federation,; Brussel, België.
- ESTC (1999). *EU Road Crash Injury and Risk Statistics*. ESTC, Brussel.
- Frith, W. (2000). Matching Crash Data with Traffic Flows and Other Data Related to Roads. Paper gepresenteerd op de conferentie *International Seminar on Road Traffic and Accident Data Needs*, september 2000, Wenen, Oostenrijk.
- Golias, J., Yannis, G. (2001). Dealing with lack of exposure data in road accident analysis. Paper gepresenteerd op de conferentie *Road Safety on Three Continents*, 19-21 september 2001, Moskou, Rusland.
- Greile P. (2003). Accident prediction models for urban roads. In *Accident Analysis and Prevention*, volume 35, pp 273 – 285. Pergamon, Norwich.
- Haight, F. (1986). Risk, especially risk of traffic accidents. In *Accident Analysis and Prevention*, volume 18, no 5, Pergamon, Norwich.
- Hakkert, A.S., & Braimaister, L. (2002). *The uses of exposure and risk in road safety studies*. SWOV-rapport R-2002-12. SWOV, Leidschendam, Nederland.

- Hall, K., & Gushue, G. (1996). Integrated Highway Information Systems (IHIS). Ministerie of Transportation of Ontario, Canada. Paper gepresenteerd op de conferentie *1996 GIS-T symposium*. (http://www.bts.gov/gis/reference/abstracts/abs_index.html)
- Halperin, K., & Redman, J. (1993). Route Fatality Risk as a Measure of Travel Death Risk. In *Risk: Issues in Health and Safety*. Vol 4, pp. 1. Risk assessment and Policy Association, Condorde, Verenigde Staten.
- Halperin, K. (1993). A Comparative Analysis of Six Methods for Calculating Travel Fatality Risk. In *Risk: Issues in Health and Safety*. Vol 4, pp. 15. Risk assessment and Policy Association, Condorde, Verenigde Staten.
- Hannes, E., Nuyts, E., Cuyvers, R. (2001). *Onderzoek ongevallen provincie Limburg. Analyseopdracht eindrapport*. Provinciale Hogeschool Limburg, Diepenbeek.
- Hauer, E. (2001). *Computing and interpreting accident rates for vehicle types or driver groups*. Working document. <http://www.roadsafetyresearch.com/>
- Hautzinger, H. (1995). Exposure Data for Road Traffic Accident Risk Studies: the new German Mileage Survey System. Institute of Applied Transport and Tourism Research, IVT, Germany. Paper gepresenteerd op de conferentie *International Road Traffic and Accident Databases*, 11-13 september 1995, Helsinki, Finland.
- Heidemann, D., Bäumer, M., Hamacher, R., & Hautzinger H. (1998). *Standstreifen und Verkehrssicherheit auf Bundesautobahnen*. Heft V55, August 1998. Bundesanstalt für Straßenwesen, Unterreihe "Verkehrstechnik", Bergisch Gladbach, Duitsland.
- Janssen, S. (2002). *Methode voor berekening van duurzaam-veilig-kencijfers op basis van veranderingen in ongevalspatronen*. SWOV-rapport R-2002-23. SWOV, Leidschendam, Nederland.
- Kraay, J.H., & van der Horst, A. (1986). *Handleiding voor de conflictsituatietechniek DOCTOR, deel II: trainen met de DOCTOR-techniek*. SWOV, Leidschendam.
- Mahler, M.J. & Summersgill, I. (1996). A comprehensive methodology for the fitting of predictive accident models. In *Accident Analysis and Prevention*, volume 28, no 3, pp 281-296. Pergamon, Norwich.
- Mobiliteitscel (2001). *Ontwerp mobiliteitsplan Vlaanderen*. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, departement LIN, Brussel.
- Mountain, L. & Fawar, B. (1996). Estimating accidents at junctions, using routinely available input data. In *Traffic Engineering and Control*, November 1996, pp 624-628, Hemming Group, Londen.
- Nuyts, E. & Cuyvers, R. (2002). *Hoe vermijden we dat het effect van een verkeersmaatregel overschat wordt? Rapport 02-2002-03-RA*. Steunpunt verkeersveiligheid, Diepenbeek.
- Ogden, K. W. (1994). *Traffic Engineering Road Safety: A practitioners Guide: Report no CR 145*. Federal Office of Road Safety, Canberra.
- Ratzenberger, R. (2000). *Entwicklung der Verkehrssicherheit und ihrer Determinanten bis zum Jahr 2010*. Heft M120. BaSt, Institut für Wirtschaftsforschung, Abteilung Verkehr, München.
- Roszbach, R. (1998). *Risicobenaderingen in het wegverkeer*. SWOV-rapport R-98-13. SWOV, Leidschendam, Nederland.
- Schoon, C., Bos, J. (2002). *Ongevalspatronen op bestaande wegen binnen en buiten de bebouwde kom*. SWOV-rapport R-2002-21. SWOV, Leidschendam, Nederland.
- Schouten, S. (2002). Euro star: Evaluating the safety of Europe's Roads. *Traffic Technology International*, April, May 2002, pp. 70-74.

Staes, H. & De Brabander B. (2002). *Inleiding tot economische afwegingsmethoden op verkeersveiligheidsmaatregelen*. Rapport RA-2002-01, Steunpunt Verkeersveiligheid bij Stijgende Mobiliteit, Diepenbeek.

Staten-Generaal van de Verkeersveiligheid (2002). Dossier: verslag van het begeleidingscomité aan het bestuurscomité.

Thulin, H., & Kronborg, H., (2002). Summary of Exposure, injury risk and injury consequences in road traffic for different groups of passengers: Continuous questionnaire study. Swedish National Road Administration, Linköping, Zweden.

Transport Canada (2001). Canadian Motor Vehicle Traffic Collision Statistics. Minister of Public Works and Government Services, Ottawa, Canada.

Vincent, E.N., Ed.: Ogden, K. W., Taylor, S. Y. (1996). *Traffic engineering and management*. Institute of Transport Studies, Department of Civil Engineering, Monash University, Melbourne, Australia.

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (1998). *Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen*. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel, België.

Walsh, W.H., & Shelton, T.T. (1995). Exposure data for motor vehicle crash data analysis. NHTSA, US department of transportation, USA. Paper gepresenteerd op de conferentie *International Road Traffic and Accident Databases*, 11-13 september 1995, Helsinki, Finland.

Wang, J., Knipling, R., Blincoe, L. (1999). The Dimensions of Motor Vehicle Crash Risk. *Journal of Transportation and Statistics*, Mei 1999, BTS, Washington, Verenigde Staten.

Ward, H., Cave, J., Morrison, A., Allsop, R., & Evans, A. (1994). *Pedestrian Activity and Accident Risk*. AA Foundation for Road Safety Research, Basingstoke, Groot-Brittannië.

Wesemann P., Bos, J., den Hertog, P., Adriaanse, M., Blankendaal, A. (1998). *Onveiligheid van wonen, verkeer, arbeid en sport*. SWOV-rapport R-98-70. SWOV, Leidschendam, Nederland.

Yahya M. R. (2001). *Immigrants and traffic safety (prestudy). An analysis of existing public data source in Sweden*. Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Linköping, Zweden.

www.eurorap.org : EuroRAP website

<http://www.bast.de/htdocs/fachthemen/irtad/index.htm> : IRTAD website

<http://www.trl.co.uk/molasses/index.htm>: Molasses website