

Het Highway Safety Information System van de FHWA

Dr. M.C.B. Reurings

D-2008-13

Het Highway Safety Information System van de FHWA

Beschrijving van een Amerikaanse onderzoeksdatabase en beoordeling
of de gedachte hierachter ook bruikbaar is voor Nederland en de SWOV



Transumo

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	D-2008-13
Titel:	Het Highway Safety Information System van de FHWA
Ondertitel:	Beschrijving van een Amerikaanse onderzoeksdatabase en beoordeling of de gedachte hierachter ook bruikbaar is voor Nederland en de SWOV
Auteur(s):	Dr. M.C.B. Reurings
Projectnummer SWOV:	01.1
Trefwoord(en):	Accident, traffic, recording, classification, statistics, highway, data bank, USA.
Projectinhoud:	<p>Het SWOV-project <i>Onderzoeksdatabase</i> heeft als doel om een gegevensbestand te ontwikkelen waarin kenmerken zijn vastgelegd van zowel wegen en het verkeer daarop, als de ongevallen die erop plaatsgevonden hebben. De kwaliteit en hoeveelheid van deze gegevens beslissen in belangrijke mate hoe precies eventuele effecten van weg- en verkeerskenmerken op de verkeersveiligheid bepaald kunnen worden.</p> <p>In de Verenigde Staten is een dergelijk bestand al sinds eind jaren tachtig beschikbaar: het Highway Safety Information System (HSIS). Aangezien het HSIS kenmerken lijkt te bezitten die wenselijk zijn voor de onderzoeksdatabase van de SWOV, is er een verkennende studie uitgevoerd naar het HSIS. De resultaten staan in dit rapport.</p>
Aantal pagina's:	58 + 3
Prijs:	€ 11,25
Uitgave:	SWOV, Leidschendam, 2008

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

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

Samenvatting

Het onderzoeksprogramma 2007-2010 van de SWOV bestaat uit tien deelprogramma's, waarvan *Wegen en Verkeer* er een is. Dit programma is er onder andere op gericht kennis te leveren over de invloed van weg- en verkeerskenmerken op de verkeersveiligheid. Met deze kennis kan de infrastructuur dan verder verbeterd worden. *Onderzoeksdatabase* is een project van *Wegen en Verkeer*. In dit project moeten gegevens verworven worden waarmee onderzoek gedaan kan worden naar de effecten van weg- en verkeerskenmerken op de verkeersveiligheid. De kwaliteit en hoeveelheid van zulke gegevens beslissen in belangrijke mate hoe precies eventuele effecten bepaald kunnen worden. Het gaat in dit project dus om het ontwikkelen van een gegevensbestand waarin kenmerken zijn vastgelegd van zowel wegen en het verkeer daarop, als de ongevallen die erop plaatsgevonden hebben.

In de Verenigde Staten is een dergelijk bestand al sinds eind jaren tachtig beschikbaar: het Highway Safety Information System (HSIS). Het HSIS is onderdeel van een programma van de Federal Highway Administration (FHWA), waarin kennis omtrent verkeersveiligheid ontwikkeld moet worden. In het HSIS zijn weg-, ongevallen- en verkeersgegevens opgenomen van negen staten: Illinois, Maine, Michigan, Minnesota, Utah, California, North Carolina, Washington State en Ohio. Sinds 2006 zijn er ook twee gemeenten in het HSIS beschikbaar, te weten Bangor in Maine en Charlotte in North Carolina. De gegevens die de staten en gemeenten aan het HSIS leveren, worden niet specifiek voor het HSIS verzameld door de staten. Het HSIS voegt alleen bestaande bestanden bij elkaar. Aangezien het HSIS kenmerken lijkt te bezitten die wenselijk zijn voor de onderzoeksdatabase van de SWOV, is er een verkennende studie uitgevoerd naar dit systeem. De resultaten staan in dit rapport.

Het HSIS bevat acht gegevensbestanden, namelijk bestanden met:

- ongevallengegevens;
- wegkenmerken;
- verkeersgegevens;
- gegevens over het horizontaal en verticaal alignement;
- voertuigkenmerken;
- kruispuntkenmerken;
- gegevens over knooppunten;
- gegevens over geleiderails.

Alleen de eerste drie zijn voor alle negen staten gevuld. In de bestanden is een groot aantal gegevens geregistreerd.

In iedere staat gaat de verzameling van gegevens grofweg op dezelfde manier. Iedere staat heeft een bestand met wegkenmerken die bijgehouden wordt op basis van ontwerp- en onderhoudstekeningen en in de meeste gevallen ook op basis van inventarisaties in het veld. Ongevallengegevens worden verzameld door de verschillende politiedepartementen en aan een weglocatie toegekend door een verkeers- en vervoersafdeling van de betreffende staat. Iedere staat heeft ook een uitgebreid telprogramma, wat

bestaat uit een groot aantal telpunten waar permanent of gedurende een korte tijd het verkeer geteld wordt.

Het HSIS wordt niet beheerd door de FHWA zelf, maar door het Highway Safety Research Centre (HSRC) en door LENDIS Corporation. Zij zorgen voor de jaarlijkse verzameling van de gegevens en zetten alles om in SAS-files. Vervolgens worden daarop kwaliteitscontroles uitgevoerd. Ook leveren zij specifieke gegevens aan onderzoekers die daarom vragen. Sinds 1997 zijn er meer dan 300 aanvragen geweest.

De gegevens in het HSIS worden gebruikt voor verschillende onderzoeken die verschillende producten opleveren. Over onderzoek dat uitgevoerd wordt door HSIS-personeel in opdracht van de FHWA worden korte rapportjes geschreven. In totaal zijn er sinds 1993 23 van dergelijke rapporten verschenen; de onderwerpen variëren van het bepalen van het effect van ribbelmarkering tot een studie naar schuld en onveilig rijgedrag bij botsingen tussen auto's en vrachtwagens. Ook worden er artikelen gepubliceerd in peer-reviewed tijdschriften, waarin gebruikgemaakt wordt van gegevens uit het HSIS. Sommige van deze artikelen bekijken een specifiek verkeersveiligheidsprobleem, bijvoorbeeld veiligheid bij werk in uitvoering, terwijl andere artikelen gegevens uit het HSIS gebruiken om nieuwe theorieën voor ongevallenmodellen te ontwikkelen. HSIS-gegevens worden ook gebruikt door verkeersveiligheidsinstituten zoals de AAA Foundation for Traffic Safety en het Insurance Institute for Highway Safety. Ten slotte zijn er binnen het HSIS-programma ook verkeersveiligheidsinstrumenten ontwikkeld: GIS Safety Analysis Tools en de Pedestrian and Bicycle Analysis Tool.

Uit dit rapport volgt dat een onderzoeksdatabase van het type HSIS zeer geschikt zou kunnen zijn voor het programma *Wegen en Verkeer*.

Het HSIS heeft overeenkomsten met Wegkenmerken+, een applicatie gebaseerd op het Nationaal Wegenbestand (NWB), die het mogelijk maakt om informatie over weg- en verkeerskenmerken op te slaan en te raadplegen. Toch lijkt Wegkenmerken+ niet geschikt om op korte termijn al te fungeren als de gewenste onderzoeksdatabase. Dit komt door de volgende eigenschappen van Wegkenmerken+:

- Het bevat een klein aantal wegkenmerken vergeleken met het HSIS; daarentegen is het wel de bedoeling om 100% van de wegen in Nederland erin op te nemen, dit in tegenstelling tot in het HSIS.
- Het is nog niet compleet ingevuld, alhoewel er wel een positieve ontwikkeling gaande is als gevolg van een aansprekende brief van de minister.
- Omdat Wegkenmerken+ is gebaseerd op het NWB, zijn kenmerken per rijbaan en niet per weg geregistreerd. Om analyses op wegniveau uit te voeren, zullen de gegevens per rijbaan eerst omgezet moeten worden naar gegevens per weg.
- Wanneer een kenmerk op een wegvak in werkelijkheid twee waarden heeft (halverwege het wegvak verandert bijvoorbeeld de kantmarkering), kan er toch maar één waarde in Wegkenmerken+ geregistreerd worden.
- Het is lastig om kruispunten uit het NWB, en dus ook uit Wegkenmerken+, te selecteren.

Aangezien Wegkenmerken+ (nog) niet goed voldoet aan de wensen die gelden voor de onderzoeksdatabase, wordt aangeraden een studie uit te

voeren naar de haalbaarheid van een dergelijke database. Deze studie moet uit de volgende stappen bestaan:

- onderzoeken of er naast HSIS nog andere voorbeelden van dergelijke bestanden in het buitenland gebruikt worden (MOLASSES in het Verenigd Koninkrijk);
- bepalen welke wegkenmerken er ten minste in de onderzoeksdatabase opgenomen moeten worden;
- bepalen uit hoeveel wegvakken de onderzoeksdatabase zou moeten bestaan zodat er zinnige analyses mee uitgevoerd kunnen worden;
- een pilotstudie uitvoeren om te zien of de gewenste gegevens sowieso wel verzameld kunnen worden en wat daar allemaal bij komt kijken.

Summary

The Highway Safety Information System of the FHWA; Description of an American research database and assessment of whether the underlying idea is also useful for the Netherlands and SWOV

SWOV's research programme 2007-2010 consists of ten sub-programmes, and *Roads and Traffic* is one of them. This programme, among other things, aims at providing knowledge on the effects of road and traffic characteristics on road safety. Through this knowledge, the infrastructure can be further improved. *Research database* is a project within *Roads and Traffic*. In this project, data needs to be acquired for research into the effects of road and traffic characteristics on road safety. The quality and quantity of such data decide to an important degree how accurately possible effects can be determined. Therefore this project focuses on the development of a database in which characteristics of roads and the traffic on them, as well as the crashes that occur on these roads, are registered.

Such a database has already been available in the United States since late 1980s: the Highway Safety Information System (HSIS). The HSIS is part of a program of the Federal Highway Administration (FHWA), in which knowledge concerning road safety should be developed. In the HSIS, road, crashes and traffic data of nine states are registered: Illinois, Maine, Michigan, Minnesota, Utah, California, North Carolina, Washington State and Ohio. Since 2006, two urban centres have also been available in the HSIS, namely Bangor in Maine and Charlotte in North Carolina. The data that the states and municipalities provided to the HSIS is not specifically collected for the HSIS; it only uses and combines existing data. Since the HSIS appears to have characteristics that are desirable for the research database of SWOV, a pilot study to this system was performed. The results are in this report.

The HSIS contains eight databases, namely databases containing:

- crash data;
- roadway inventory;
- traffic data;
- data on horizontal and vertical alignment;
- vehicle characteristics;
- intersection characteristics;
- data on interchanges;
- data on guardrails/barriers.

Only the first three databases have been completed for all nine states. In the databases, a large number of data has been registered.

In every state, the collection of data is roughly done in the same way. Every state has a database with road characteristics, that is kept up to date using design and maintenance plans, and, in most cases, also using field inventories. Accident data is gathered by the various police departments and allocated to a road section by the traffic and transport department of the state concerned. Every state also has an extensive counting programme

which exists of a large number of count stations where the traffic is counted continuously or during a short period of time.

The HSIS is not managed by the FHWA itself, but by the Highway Safety Research Centre (HSRC) and by LENDIS Corporation. They take care of the yearly data collection and conversion into SAS files on which, subsequently, quality checks are performed. On request, they also provide researchers with specific data. Since 1997, there have been more than 300 requests.

The data in HSIS is used in various studies that deliver different products. FHWA requests HSIS employees to write summary reports on their research. A total of 23 such reports have appeared since 1993; the subjects vary from determining the effect of rumble strips to a study of fault and unsafe driving behaviour in crashes between cars and lorries. HSIS data is also used in papers that are published in peer-reviewed journals. Some of these papers discuss a specific road safety problem, for example safety at road works, while other articles use HSIS data for developing new theories on crash models. HSIS data is also used by road safety institutes, such as the AAA Foundation for Traffic Safety and the Insurance Institute for Highway Safety. Finally, safety analysis tools have also been developed within the HSIS programme: GIS Safety Analysis Tools and the Pedestrian and Bicycle Analysis Tool.

The present report shows that a research database of the HSIS type could be very suitable for the programme *Roads and Traffic*.

The HSIS has similarities with Wegkenmerken+, an application based on the National Road Database, which makes it possible to file and consult information on road and traffic characteristics. However, in the short term, Wegkenmerken+ does not yet seem suitable for use as the desired research database. This is due to the following characteristics of Wegkenmerken+:

- It contains a small number of road characteristics compared to the HSIS; however, other than the HSIS, the objective is to include 100% of the Dutch roads.
- It is not yet complete, although there are positive developments as a result of a prompting letter from the Minister of Transport.
- Because Wegkenmerken+ is based on the National Road Database, characteristics are registered per carriageway and not per road. In order to be able to make analyses on road level, data by carriageway first has to be converted into data by road.
- When a characteristic on a road section has two values (for example, the edge marking changes halfway the road section), only one value can be registered in Wegkenmerken+.
- It is difficult to select intersections from the National Road Database, and therefore also from Wegkenmerken+.

Since Wegkenmerken+ does not (yet) meet the requirements for the research database, a feasibility study for such a database is recommended. This study should consist of the following steps:

- investigate if, besides the HSIS, other such databases are used internationally (MOLASSES in the United Kingdom);
- determine which road characteristics should at the least be included in the research database;

- determine the how many road sections the research database should contain to allow useful analyses being performed;
- perform a pilot study to investigate whether it is at all possible to collect the desired data and what efforts this involves.

Inhoud

Lijst van gebruikte afkortingen	11
Voorwoord	12
1. Inleiding	13
1.1. Het SWOV-programma Wegen en Verkeer	13
1.2. Het Highway Safety Information System	13
1.3. Leeswijzer	14
2. De gegevens in HSIS	15
2.1. Globaal overzicht informatie per staat	15
2.2. Overzicht variabelen per staat	16
2.2.1. De ongevalsvariabelen	16
2.2.2. Bij ongevallen betrokken voertuigen en personen	19
2.2.3. Wegkenmerken	20
2.2.4. Verkeersintensiteiten	22
2.2.5. Horizontaal en verticaal alignement	23
2.2.6. Kruis- en knooppunten	23
2.3. De omvang van het wegennet in het HSIS	24
2.4. Gegevensverzameling	26
2.4.1. California	26
2.4.2. Illinois	27
2.4.3. Maine	28
2.4.4. Michigan	29
2.4.5. Minnesota	31
2.4.6. North Carolina	31
2.4.7. Ohio	32
2.4.8. Utah	33
2.4.9. Washington	33
3. De organisatie van het HSIS-programma	35
3.1. Organisatiestructuur	35
3.1.1. De plaats van het HSIS binnen het gehele FHWA-programma	35
3.1.2. De locaties van het HSIS	36
3.1.3. HSIS-personeel	36
3.2. Het beheer van het HSIS-datasysteem	37
3.2.1. Dataverwerving en -verwerking	37
3.2.2. Dataverspreiding	37
3.3. Mogelijke verbeteringen van het HSIS	38
4. Het gebruik van het HSIS	40
4.1. De gebruikers van het HSIS	40
4.2. De producten	41
4.2.1. Samenvattende rapporten	41
4.2.2. Artikelen in peer-reviewed tijdschriften	46
4.2.3. Onderzoeksrapporten	49
4.2.4. Verkeersveiligheidsinstrumenten	51
5. Slotbeschouwing	54

5.1.	Discussie	54
5.2.	Conclusie en aanbevelingen	57
	Literatuur	59
Bijlage 1	Artikelen in peer-reviewed tijdschriften sinds 2000	61
Bijlage 2	Externe onderzoeksrapporten sinds 2000	63

Lijst van gebruikte afkortingen

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
CALTRANS	California Department of Transportation
CHP	California Highway Patrol
COTR	Contracting Officer's Technical Representative (van het HSIS)
DMV	Department of Motor Vehicles
DOT	Department of Transportation
DPI	Deputy Principal Investigator (van het HSIS)
DPS	Department of Public Safety
DV	Duurzaam Veilig
DVS	Dienst Verkeer en Scheepvaart van Rijkswaterstaat (voorheen Adviesdienst Verkeer en Vervoer, AVV)
FARS	Fatality Analysis Reporting System
FHWA	Federal Highway Administration
FMCSA	Federal Motor Carriers Safety Administration
GES	General Estimates System
GIS	Geografisch Informatie Systeem
HPMS	Highway Performance Monitoring System
HSIS	Highway Safety Information System
HSRC	Highway Safety Research Center
IHSDM	Interactive Highway Safety Design Model
IIHS	Insurance Institute for Highway Safety
ITS	Intelligente transportsystemen
MIDAS	Michigan Dimensionalized Accident System
MnDOT	Minnesota Department of Transportation
NCDOT	North Carolina Department of Transportation
NCHRP	National Cooperative Highway Research Plan
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration
NWB	Nationaal Wegenbestand
ODOT	Ohio Department of Transportation
PBCAT	Pedestrian and Bicycle Analysis Tool
PI	Principal Investigator (van het HSIS)
RD&T	Office of Research, Development, and Technology
SHP	State Highway Patrol
SWITRS	Statewide Integrated Traffic Records System
TAM	Transportation Accident Master
TASAS	Traffic Accident Surveillance and Analysis System
TDO	Transportation Data Office
TFHRC	Turner-Fairbank Highway Research Center
TINIS	Transportation Integrated Network Information System
TO	Traffic Operations Office
TRB	Transportation Research Board
TRIPS	Transportation Information and Planning Support System
UMS	Uitsluitend Materiële Schade
VIN	Vehicle Identification Number
Wiu	Werk in Uitvoering

Voorwoord

Dit onderzoek is mede mogelijk gemaakt door Transumo. Transumo (TRANsition SUstainable MObility) is een Nederlands platform van bedrijven, overheden en kennisinstellingen die gezamenlijk kennis ontwikkelen op het gebied van duurzame mobiliteit.

1. Inleiding

1.1. Het SWOV-programma Wegen en Verkeer

In 2007 is het onderzoeksprogramma 2007-2010 van de SWOV van start gegaan. Deze bestaat uit tien deelprogramma's, waarvan *Wegen en Verkeer* er een is. Dit programma is er onder andere op gericht om kennis te leveren over de invloed van weg- en verkeerskenmerken op de verkeersveiligheid. Met deze kennis kan de infrastructuur dan verder verbeterd worden. *Wegen en Verkeer* bestaat uit drie projecten: *Vraagstukken uit Door met Duurzaam Veilig* (opgesplitst in *Functie, Vorm* en *Gebruik*), *Onderzoeksdatabase* en *Kwaliteitszorg*.

In *Onderzoeksdatabase* moeten gegevens verworven worden waarmee onderzoek gedaan kan worden naar de effecten van weg- en verkeerskenmerken (intensiteit en weglengte, snelheid, het geometrisch ontwerp, en dergelijke) op de verkeersveiligheid. De kwaliteit en hoeveelheid van zulke gegevens beslissen in belangrijke mate hoe precies eventuele effecten bepaald kunnen worden. Het gaat in dit project dus om het ontwikkelen van een gegevensbestand waarin kenmerken zijn vastgelegd van zowel wegen en het verkeer daarop, als de ongevallen die erop plaatsgevonden hebben.

In het onderdeel *Vorm* zal dan met behulp van de onderzoeksdatabase tot schattingen gekomen moeten worden van veiligheidseffecten van enkele relevante vormgevingselementen.

De onderzoeksdatabase moet niet alleen gebruikt kunnen worden voor intern SWOV-onderzoek, maar de gegevens moeten ook eenvoudig uitgeleverd kunnen worden aan externe partijen.

1.2. Het Highway Safety Information System

In de jaren tachtig ontstond er in de Verenigde Staten al behoefte aan een bestand met weg- en verkeerskenmerken. Daarom besloot de Federal Highway Administration (FHWA) het Highway Safety Information System (HSIS)-programma op te zetten. Het doel van dit programma is tweeledig. Ten eerste moet er binnen het HSIS-programma kennis omtrent verkeersveiligheid ontwikkeld worden. Daarnaast is het HSIS-programma ook bedoeld om onderzoekers buiten de FHWA en het HSIS-programma te helpen in het ontwikkelen van deze kennis.

Om deze doelen te verwezenlijken worden er gegevens van verschillende wegbeheerders (over het algemeen staten) verzameld, gecheckt op kwaliteit en geconverteerd naar een gebruiksvriendelijk format. Deze gegevens vormen samen het HSIS, en worden gebruikt binnen het HSIS-programma om interne onderzoeken, in opdracht van de FHWA, uit te voeren. De gegevens worden op verzoek ook geleverd aan externe onderzoekers om te gebruiken bij hun onderzoeken. De FHWA heeft de ontwikkeling en het beheer van het HSIS uitbesteed aan twee organisaties: het University of North Carolina Highway Safety Research Center (HSRC) en LENDIS Corporation.

Het HSIS wordt jaarlijks gevuld met gegevens die al verzameld zijn door een aantal staten en gemeenten voor de aanleg en het beheer van hun wegennet. De gegevens worden dus niet specifiek verzameld voor of door het HSIS-programma. Toen het HSIS werd opgezet, werden er aanvankelijk slechts vijf staten uitgekozen om opgenomen te worden in het systeem: Illinois, Maine, Michigan, Minnesota en Utah. De keuze van deze staten werd gemaakt op basis van:

- de kwaliteit van de gegevensbestanden met wegkenmerken;
- de kwaliteit van de gegevensbestanden met verkeerstellingen;
- de mogelijkheid om deze gegevensbestanden met de ongevallenregistratie samen te voegen.

De kwaliteit van de ongevallenbestanden heeft geen rol gespeeld in de keuze, aangezien deze in elke staat redelijk goed is.

Later kwam er behoefte aan uitgebreidere informatie in het HSIS. Niet alleen was er de wens om meer wegen aan het HSIS toe te voegen en een betere dekking van de Verenigde Staten te krijgen, ook wilden de gebruikers graag de beschikking krijgen over andere informatie, bijvoorbeeld informatie over helling en bochtigheid van wegen en over kruis- en knooppunten. Deze informatie was niet beschikbaar voor de meeste staten die al in het HSIS waren opgenomen. Daarom werden er nieuwe staten toegevoegd, waardoor er ook gelijk een betere dekking van de VS verkregen werd. In 1995 werden drie staten (California, North Carolina en Washington State) toegevoegd, waarna in 2002 ook Ohio nog opgenomen werd in het HSIS. Omdat het HSIS alleen nog maar bestond uit wegen die in het beheer zijn van een staat, zijn in 2006 ook twee gemeenten opgenomen, namelijk Bangor (Maine) en Charlotte (North Carolina).

De gegevens in het HSIS kunnen gebruikt worden om problemen op het gebied van de verkeersveiligheid te bestuderen. Het kan gaan om een eenvoudige probleemidentificatie, waarin de grootte en reikwijdte van een bepaald probleem wordt bepaald, maar bijvoorbeeld ook om het ontwikkelen van modellen waarmee op basis van weg- en verkeerskenmerken het aantal ongevallen op een weg geschat kan worden.

Aangezien het HSIS alle kenmerken lijkt te bezitten die wenselijk zijn voor de onderzoeksdatabank van de SWOV – het bevat namelijk een groot aantal weg- en verkeerskenmerken – is er een verkennende studie uitgevoerd naar het HSIS. Het uiteindelijke doel van deze verkennende studie is om te bepalen of een op HSIS gelijkend systeem in Nederland (op korte termijn) haalbaar is. De resultaten van deze verkenning staan in dit rapport.

1.3. Leeswijzer

Om een goede indruk te geven van welke informatie er in het HSIS beschikbaar is, worden alle variabelen in het HSIS in *Hoofdstuk 2* gegeven. Ook wordt in dat hoofdstuk beschreven hoe voor iedere staat de verzameling van de gegevens in zijn werk gaat. Vervolgens wordt in *Hoofdstuk 3* dieper ingegaan op de organisatie van het gehele HSIS-programma. De verschillende typen gebruikers van het HSIS zijn te vinden in *Hoofdstuk 4*, evenals voorbeelden van onderzoeksvragen die beantwoord zijn met behulp van gegevens uit het HSIS. Ten slotte bevat *Hoofdstuk 5* een discussie met betrekking tot de Nederlandse situatie.

2. De gegevens in HSIS

In het HSIS zijn van iedere deelnemende staat veel weg-, verkeers- en ongevalgegevens opgenomen. In *Paragraaf 2.1* en *Paragraaf 2.2* wordt zowel een globaal als een gedetailleerd overzicht gegeven van de beschikbare gegevens per staat. Vervolgens wordt in *Paragraaf 2.3* gegeven voor hoeveel mijl weg het HSIS is ingevuld per staat. Alle HSIS-gegevens worden niet specifiek voor het HSIS verzameld, maar worden al geregistreerd door staten voor de aanleg en het beheer van het wegennet. In *Paragraaf 2.4* wordt daarom per staat beschreven hoe de gegevens die in het HSIS zijn opgenomen verzameld zijn.

2.1. Globaal overzicht informatie per staat

Voor alle deelnemende staten zijn in het HSIS algemene gegevens opgenomen van ongevallen, wegen en verkeer. Daarnaast verzamelen sommige staten ook nog andere soorten gegevens, zoals bijvoorbeeld voertuigkenmerken. *Tabel 2.1* geeft weer welke type informatie voor welke staat beschikbaar is. De verschillende typen gegevensbestanden worden daaronder kort beschreven. De afkortingen in de tabel en de rest van het rapport staan voor:

CA: California MI: Michigan OH: Ohio
IL: Illinois MN: Minnesota UT: Utah
ME: Maine NC: North Carolina WA: Washington State

Gegevensbestand	CA	IL	ME	MI	MN	NC	OH	UT	WA
Ongevallen	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Wegkenmerken	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Verkeersintensiteit	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Horizontaal en verticaal alignement		x						x	x
Voertuigkenmerken		x		x		x	x		
Kruisingen	x				x				
Knooppunten	x		x	x					x
Geleiderails				x					

Tabel 2.1. De gegevensbestanden die per staat in het HSIS beschikbaar zijn.

In een ongevallenbestand worden per ongeval allerlei kenmerken van het ongeval, de betrokken voertuigen en de inzittenden daarvan gegeven. Typische voorbeelden hiervan zijn type ongeval, voertuigtype, geslacht en leeftijd van de inzittenden, ernst van het ongeval en weersomstandigheden. Het HSIS bevat alleen ongevallen die gerapporteerd zijn door de politie en hebben plaatsgevonden op wegen die in het beheer zijn van de betreffende staat.

Het bestand met wegkenmerken bevat per wegdeel het wegtype en kenmerken van het dwarsprofiel, bijvoorbeeld het aantal rijstroken, de rijbaanbreedte, de (midden)bermbreedte en het type van de berm.

In het bestand met verkeersintensiteiten is over het algemeen per wegdeel de gemiddelde etmaalintensiteit opgeslagen, dat wil zeggen het aantal motorvoertuigen dat gemiddeld in een etmaal passeert. In sommige staten wordt ook de intensiteit per uur geregistreerd en/of het percentage trucks. In *Paragraaf 2.4* is per staat beschreven hoe de intensiteiten bepaald en opgeslagen worden.

De geometrie van een wegdeel, zoals het horizontale en verticale alignement, staan in een apart gegevensbestand. In dit bestand staan onder andere gegevens over hellingspercentage, horizontale en verticale bogen, overgangsbogen en invoegstroken.

Het programma VINDICATOR kan bepalen om wat voor een type voertuig het gaat op basis het Vehicle Identification Number (VIN), een uniek nummer dat aan een voertuig is toegekend en opgenomen is in ongevallenbestanden. Het type voertuig wordt beschreven door onder andere merk, model, gewicht en wielbasis. Deze voertuiggegevens zijn in een aparte database opgenomen.

Sommige staten hebben niet alleen bestanden voor wegdelen, maar ook voor kruisingen en knooppunten. Hierin staan kenmerken zoals verkeersregelinstantie (VRI), type kruising, en de aanwezigheid van aparte stroken voor afslaand verkeer.

Michigan heeft ook een bestand dat gegevens over geleiderails bevat. Deze gegevens bestaan uit type geleiderail, hoogte van de rail en het type uiteinde van de rail.

2.2. Overzicht variabelen per staat

In de vorige paragraaf is globaal beschreven welk type informatie per staat in het HSIS te vinden is. In deze paragraaf worden per staat alle beschikbare variabelen gegeven. Om het overzichtelijk te houden zijn de variabelen gegroepeerd, waarbij in principe dezelfde groepen gehanteerd worden als in *Tabel 2.1*. De variabelen met betrekking tot ongevallen zijn echter opgesplitst in variabelen die het ongeval zelf beschrijven en variabelen met betrekking tot de betrokken personen en voertuigen. Er is geen aparte paragraaf met de voertuigkenmerken.

2.2.1. De ongevalsvariabelen

De variabelen die betrekking hebben op het tijdstip en de datum van het ongeval staan in *Tabel 2.2*. Voor sommige staten ontbreekt een aantal variabelen, maar de meeste van deze ontbrekende variabelen kunnen op basis van andere, wel beschikbare variabelen, toch bepaald worden.

	IL	MN	UT	ME	MI	CA	NC	OH	WA
Datum ongeval	x	x		x		x	x	x	x
Dag van de week	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Maand	x		x	x	x	x	x		x
Jaar	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Tijdstip	x	x	x	x	x	x	x	x	
Dag van de maand	x	x	x	x	x		x		x

Tabel 2.2. De variabelen met betrekking tot het tijdstip en de datum van het ongeval, die per staat in het HSIS aanwezig zijn.

Het HSIS bevat variabelen die de licht- en weersomstandigheden tijdens het ongeval beschrijven, zie Tabel 2.3.

	IL	MN	UT	ME	MI	CA	NC	OH	WA
Conditie wegoppervlak	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Lichtomstandigheden	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Weersomstandigheden	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabel 2.3. De variabelen met betrekking tot licht- en weersomstandigheden van het ongeval, die per staat in het HSIS aanwezig zijn.

Tabel 2.4 bevat de variabelen die de toedracht van het ongeval beschrijven, dus bijvoorbeeld wat voor een ongevalstype het is en hoeveel voertuigen erbij betrokken zijn geweest. Onder registrerende instantie wordt verstaan welke instantie de registratie van het ongeval heeft verzorgd. Voorbeelden zijn 'state patrol' en een 'county sheriff'. De 'volgorde van gebeurtenissen' wordt beschreven door een aantal variabelen die aangeven wat er in welke volgorde gebeurde tijdens het ongeval. Bijvoorbeeld, een voertuig raakt een overstekend dier (eerste gebeurtenis) en komt daardoor in de berm terecht (tweede gebeurtenis). Met de conditie van bestuurder wordt bedoeld of de bestuurder bijvoorbeeld moe, ziek of onder invloed van medicijnen was. Onder de toedracht wordt verstaan welke factoren een rol hebben gespeeld bij het ontstaan van het ongeval, zoals bijvoorbeeld een bestuurder die onder invloed was van alcohol, te hard reed of niet voldoende afstand hield.

	IL	MN	UT	ME	MI	CA	NC	OH	WA
Ongevalse-/botstype	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ongevalsenummer	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Registrerende instantie	x		x	x	x		x		x
Ernst	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Aanwezigheid gevaarlijke stoffen		x				x	x	x	x
Aantal betrokken voertuigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Volgorde gebeurtenissen		x	x		x		x	x	x
Conditie bestuurder	x	x		x		x	x	x	
Botspartner		x	x	x	x	x	x	x	x
Toedracht		x	x	x		x	x	x	x

Tabel 2.4. De variabelen met betrekking tot de toedracht van het ongeval, die per staat in het HSIS aanwezig zijn.

Het ongevalsdeel van het HSIS bevat ook enige kenmerken van de weg waarop het ongeval heeft plaatsgevonden, zie *Tabel 2.5*. Sommige van deze variabelen beschrijven de weg (vanuit de ongevallenregistratie), andere variabelen, zoals wegnummer en hectometrering, zijn nodig om het ongeval toe te kennen aan een wegvak om zo de beschikking te krijgen over meer wegkenmerken.

	IL	MN	UT	ME	MI	CA	NC	OH	WA
Wegnummer	x	x			x	x	x	x	x
Hectometrering	x	x	x	x	x	x	x	x	x
County	x	x		x	x	x	x	x	x
Type ongevalslocatie	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Wegtype	x					x		x	
Horizontaal en verticaal alignement		x	x	x	x		x	x	x
Bevolkingsdichtheid omgeving	x	x			x	x	x	x	
Functionele classificatie	x	x						x	x
Onvolkomenheid aan de weg	x		x		x	x			
Voorrangsregeling kruispunt		x	x	x	x	x	x	x	x

Tabel 2.5. De wegkenmerken bij ongevallen die per staat in HSIS opgenomen zijn.

Het type ongevalslocatie geeft aan of een ongeval op een bijzondere locatie heeft plaatsgevonden, bijvoorbeeld op een kruispunt, op een brug of in een tunnel. Het horizontale en verticale alignement van een weg wordt in het ongevallenbestand door een enkele variabele beschreven. Deze variabele geeft aan of een ongeval in een bocht en/of op een helling heeft plaats gevonden. De bevolkingsdichtheid van de omgeving van het ongeval geeft een indruk van het gebied waarin een ongeval heeft plaatsgevonden, variërend van een grote stad tot een zeer landelijk gebied. Of er problemen waren met de weg (bijvoorbeeld een zachte berm of een slecht wegdek) wordt aangegeven met 'onvolkomenheid aan de weg'.

2.2.2. Bij ongevallen betrokken voertuigen en personen

Persoonskenmerken en algemene voertuigenkenmerken zijn ook te vinden in het HSIS. Om welke variabelen het gaat is te zien in *Tabel 2.6* tot en met *Tabel 2.8*. De eerste tabel bevat voertuigenkenmerken, de tweede tabel variabelen die betrekking hebben op de bestuurders van betrokken voertuigen en de derde tabel variabelen die andere inzittenden beschrijven.

	IL	MN	UT	ME	MI	CA	NC	OH	WA
Voertuignummer	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Voertuigtype	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bouwjaar	x	x	x		x	x	x	x	x
Schadegebied		x	x				x	x	
Ernst schade		x			x		x	x	x
Voertuig moest weggesleept worden	x	x				x	x	x	
VIN-code	x		x		x		x	x	

Tabel 2.6. De variabelen met betrekking tot de bij ongevallen betrokken voertuigen, die per staat in het HSIS aanwezig zijn.

Met de VIN-code en het programma VINDICATOR kunnen gedetailleerdere voertuigenkenmerken bepaald worden, zoals merk, model, gewicht en wielbasis.

	IL	MN	UT	ME	MI	CA	NC	OH	WA
Leeftijd	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Geslacht	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gordeldracht en gebruik kinderzitjes	x		x		x		x	x	x
Helmdracht					x			x	x
Uit voertuig geslingerd			x		x				x
Letselernst	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Actie bestuurder	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nuchterheid	x		x			x	x	x	x
Alcoholpromillage	x		x				x		
Eerdere overtredingen		x	x		x	x			

Tabel 2.7. De variabelen met betrekking tot de bij ongevallen betrokken bestuurders, die per staat in het HSIS aanwezig zijn.

De actie van de bestuurder in *Tabel 2.7* beschrijft welke actie de bestuurder ondernam ten tijde van het ongeval. Hierbij kan gedacht worden aan het links of rechts afslaan, maar ook aan het ontwijken van een dier of voetganger.

	IL	MN	UT	ME	MI	CA	NC	OH	WA
Leeftijd	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Geslacht	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Positie in voertuig	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Aantal betrokken inzittenden	x	x	x	x	x	x	x	x	
Uit voertuig geslingerd	x	x	x		x	x	x	x	x
Letselernst	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Veiligheidsuitrusting	x	x	x		x	x	x	x	x

Tabel 2.8. De variabelen met betrekking tot de bij ongevallen betrokken inzittenden (geen bestuurders), die per staat in het HSIS aanwezig zijn.

In sommige staten wordt extra aandacht besteed aan voetganger- en fietsongevallen. Extra informatie over dit type ongevallen wordt in een apart gegevensbestand bijgehouden. Tabel 2.9 geeft deze extra informatie.

	IL	MN	UT	ME	MI	CA	NC	OH	WA
Plaats ongeval		x				x	x		x
Actie van voetganger	x	x				x	x	x	x

Tabel 2.9. De variabelen die voetganger- en fietsongevallen nader beschrijven, en die per staat in het HSIS aanwezig zijn.

2.2.3. Wegkenmerken

Zoals vermeld zijn er in het HSIS ook veel wegkenmerken geregistreerd. Om alle wegen in het HSIS te kunnen identificeren (en daardoor de ongevallen aan wegvakken te kunnen toekennen), zijn voor bijna alle staten de variabelen in Tabel 2.10 beschikbaar.

	IL	MN	UT	ME	MI	CA	NC	OH	WA
District	x	x			x	x		x	x
County	x	x	x	x		x	x	x	x
Wegnummer	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mijlpaal begin	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mijlpaal eind	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Lengte wegvak	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabel 2.10. De variabelen met betrekking tot de locatie van een wegvak, die per staat in het HSIS aanwezig zijn.

Met de variabelen in Tabel 2.11 en Tabel 2.12 worden grofweg de functie en het gebruik van de weg waar het wegvak toe behoort beschreven. De variabele 'federale subsidie' geeft aan of de weg in aanmerking komt voor subsidie van de federale overheid, omdat de weg deel uitmaakt van het National Highway System. In principe zijn dit alle verkeersaders ('arterials') en verzamelstraten ('collectors').

	IL	MN	UT	ME	MI	CA	NC	OH	WA
Functionele klasse	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Federale subsidie	x	x	x	x	x	x			x
Landelijk of stedelijk	x		x	x	x	x			x
Geslotenverklaring	x	x	x	x		x	x	x	x

Tabel 2.11. De variabelen met betrekking tot de functie van de weg, die per staat in het HSIS aanwezig zijn.

	IL	MN	UT	ME	MI	CA	NC	OH	WA
Een- of tweerichtingsverkeer	x	x	x	x	x				x
Tolfaciliteit			x			x			
Inhaalverbod					x				
Vrachtwagenroute	x	x		x	x		x		

Tabel 2.12. De variabelen met betrekking tot het gebruik van de weg, die per staat in het HSIS aanwezig zijn.

Een aantal variabelen met betrekking tot de horizontale dwarsdoorsnede van de weg (zie Tabel 2.13) bevatten de term 'weg 2'. Deze variabelen bestaan alleen voor wegen met een gescheiden rijrichting en hebben betrekking op de linker rijbaan, waarbij links gezien moet worden ten opzichte van de richting van inventarisatie. De corresponderende variabelen zonder de toevoeging 'weg 2' hebben betrekking op de rechter rijbaan.

	IL	MN	UT	ME	MI	CA	NC	OH	WA
Wegbreedte	x	x		x	x	x	x	x	x
Breedte (weg 2)		x				x			x
Rijstrookbreedte	x	x	x		x	x			
Breedte linkerberm		x		x	x	x	x	x	x
Breedte linkerberm (weg 2)		x			x	x		x	x
Breedte rechterberm	x	x		x	x	x	x	x	x
Breedte rechterberm (weg 2)		x			x	x		x	x
Breedte rechter verharde berm			x		x	x			
Breedte linker verharde berm			x		x	x			
Breedte middenberm	x	x	x		x	x	x	x	x
Verharding	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Verharding (weg 2)		x				x			x
Type linkerberm		x		x	x	x	x		x
Type linkerberm (weg 2)		x			x	x			x
Type rechterberm		x	x	x	x	x	x		x
Type rechterberm (weg 2)		x			x	x			x
Type middenberm	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Breedte parkeerstrook	x								
Conditie berm	x								
Rijdbaarheid weg	x		x				x	x	
Aantal rijstroken	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Randsteen	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Randsteen (weg 2)	x	x	x		x	x	x		x
Globaal ruimtebeslag	x	x	x		x		x		

Tabel 2.13. Kenmerken van de horizontale dwarsdoorsnede van het wegvak, die per staat in het HSIS aanwezig zijn.

2.2.4. Verkeersintensiteiten

Het verkeer op de wegen wordt beschreven door de variabelen in *Tabel 2.14*. Het is niet verbazingwekkend dat de gemiddelde etmaalintensiteit voor alle staten is geregistreerd. De staten zijn namelijk verplicht om verkeers-tellingen te houden, omdat op basis van deze tellingen bepaald wordt welk aandeel van de federale brandstofbelasting zij krijgen voor het onderhoud van het wegennet.

	IL	MN	UT	ME	MI	CA	NC	OH	WA
Gemiddelde etmaalintensiteit	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Snelheidslimiet	x		x	x	x		x	x	
Intensiteitsgroepen			x						
Ontwerpsnelheid		x	x			x			x
% Vrachtwagens	x		x				x		x
% Vrachtwagens in spitsuur			x				x		

Tabel 2.14. De variabelen met betrekking tot verkeer, die per staat in het HSIS aanwezig zijn.

2.2.5. Horizontaal en verticaal alignement

Variabelen in het HSIS met betrekking tot het horizontale en verticale alignement zijn te vinden in *Tabel 2.15*.

	IL	MN	UT	ME	MI	CA	NC	OH	WA
Horizontale boogstraal	x		x		x			x	x
Horizontale boogrichting	x		x					x	x
Horizontale boog asverschuiving									x
Verticale boog (voet/topboog)			x					x	x
Helling			x					x	x
Terreintype (vlak, heuvelig, bergachtig)			x		x	x	x		x

Tabel 2.15. Kenmerken met betrekking tot de horizontale en verticale bochtigheid van de weg, die per staat in het HSIS aanwezig zijn.

2.2.6. Kruis- en knooppunten

Sommige staten hebben niet alleen databestanden voor wegvakken, maar ook voor kruispunten. Het gaat hier niet alleen om kruispunten tussen wegen, maar ook tussen een weg en een spoorweg. De betreffende variabelen zijn opgesomd in *Tabel 2.16*.

	IL	MN	UT	ME	MI	CA	NC	OH	WA
Kruispunttype	x	x			x	x			
Kruispuntbeschrijving		x				x			
Aantal takken		x			x	x			
Verkeerslichten	x								x
Nummer spoorwegovergang		x							
Overrijdbaarheid spoorwegovergang	x								
Jaar waarin weg is aangelegd	x								

Tabel 2.16. De variabelen met betrekking tot kruispunten, die per staat in het HSIS aanwezig zijn.

2.3. De omvang van het wegennet in het HSIS

De omvang van het wegennet dat in het beheer is van een staat verschilt per staat. Bijvoorbeeld, in North Carolina beheert de staat alle wegen, behalve stadsstraten, terwijl andere staten wel wegen kennen die niet door de staat maar bijvoorbeeld door county's worden beheerd. In *Tabel 2.17* staat per staat de weglengte uitgesplitst naar een aantal wegcategorieën. In de tabel is ook aangegeven voor welk jaar deze weglengten gelden.

	IL	MN*	UT	ME	MI	CA	NC	OH	WA
Jaar	2000	2005	1997	1997	1997	2005	2003	1999	2004
Autosnelweg in stedelijk gebied	590	350	176	122	728	2.040	530	1.079	551
Autosnelweg in stedelijk gebied, minder dan vier rijstroken	8	2	4	26	1	39	49	41	99
Niet-autosnelwegen in stedelijke gebied met gescheiden rijrichting	1.187	845	383	16	284	309	1.098	349	345
Niet-autosnelwegen in stedelijke gebied zonder gescheiden rijrichting	766	532	80	57	512	595	420	880	36
Eenbaanswegen met twee rijstroken in stedelijke gebied	1.701	12	1.224	2.423	368	76	5.135	1.649	243
Autosnelweg in landelijk gebied	1.469	712	771	593	1.196	1.868	945	828	466
Autosnelweg in landelijk gebied, minder dan vier rijstroken	39	0	0	23	1	95	143	0	1
Niet-autosnelwegen in landelijke gebied met gescheiden rijrichting	298	938	119	2	146	8.419	1.080	1.080	4.967
Niet-autosnelwegen in landelijke gebied zonder gescheiden rijrichting	48	73	194	22	228	782	186	199	204
Eenbaanswegen met twee rijstroken in landelijke gebied	9.753	38.869	6.452	16.825	6.439	277	50.130	13.554	30
Anders	-	80.957	3.880	3.068	111	975	2.971	-	1.139
Totaal	15.860	135.380	13.283	23.176	10.015	15.472	62.688	19.653	8.082
* Ongeveer 90.000 mijl van het wegennet in Minnesota dat aanwezig is in het HSIS wordt niet door de staat beheerd.									

Tabel 2.17. De totale lengte van de wegen (in mijlen per wegcategorie) die in het HSIS opgenomen zijn.

Om een idee te krijgen van de hoeveelheid gegevens in het HSIS over deze wegen, en de ongevallen die erop hebben plaatsgevonden, staat in *Tabel 2.18* per staat aangegeven vanaf welk jaar de gegevens beschikbaar zijn in HSIS, hoeveel ongevallen erop hebben plaatsgevonden, hoeveel voertuigen en inzittenden (anders dan bestuurders) erbij betrokken waren, over hoeveel records de totale weglengte is verdeeld (het aantal wegvakken dus) en het

aantal kruispunten dat beschikbaar is. De laatste kolom geeft voor iedere staat het gemiddelde aantal ongevallen per jaar per mijl.

Staat	Sinds	Ongevallen per jaar	Aantal voertuigen	Aantal inzittenden	Aantal wegvakken	Aantal kruispunten	Ongevallen per mijl
CA	1991	190.000	380.000	230.000	50.000	25.000	12,3
IL	1985	120.000	205.700 – 380.000	73.500 – 84.000	80.000 – 150.000	–	7,6
ME	1985	39.000	66.000	94.000	83.000	56.000	1,7
MI	1985	145.000	260.000	52.000	50.000	28.000	14,5
MN	1985	77.000	132.000 – 160.000	39.000	220.000	26.600	1,7
NC	1991	145.000	250.000	300.000	88.500	–	2,3
OH	1997	68.000	124.000	180.000	26.000	35.000	3,5
UT	1985	46.000	63.000 – 95.000	91.000 – 140.000	–	–	3,5
WA	1993	42.000	52.000	100.000	46.000	26.000	5,2

Tabel 2.18. Een indicatie van de hoeveelheid gegevens per staat in het HSIS.

Bij *Tabel 2.18* moeten de volgende opmerkingen gemaakt worden:

- In *Tabel 2.17* is voor Minnesota meer dan 135.000 mijl aan wegen verdeeld over de verschillende categorieën. Slechts 45.000 mijl hiervan is in het beheer van de staat. Aangezien het bij de aantallen ongevallen per jaar in *Tabel 2.18* alleen gaat om ongevallen die plaats hebben gevonden op staatswegen, is bij de berekening van het aantal ongevallen per mijl uitgegaan van 45.000 mijl.
- Een verklaring voor de grote verschillen in het aantal ongevallen per mijl kan gevonden worden in het feit dat er in elke staat andere regels gelden voor wanneer een ongeval geregistreerd moet worden. Zo moet in Michigan een ongeval geregistreerd worden wanneer er letsel of een schade van meer dan \$400 is ontstaan, terwijl in Maine, Minnesota en North Carolina registratie pas verplicht is bij letsel of schade groter dan \$1000.
- Wanneer een aantal nogal fluctueert over de jaren, wordt niet een gemiddeld aantal gegeven, maar de boven- en ondergrens (bijvoorbeeld het aantal betrokken voertuigen in Illinois).
- Voor Illinois is niet bekend hoeveel kruispunten er in het HSIS zitten. Dit komt door de manier van registreren, zie *Paragraaf 2.4.2*. Het aantal wegvakken en kruispunten samen varieert over de jaren van 80.000 tot 150.000.
- De 56.000 kruispunten voor Maine zijn eigenlijk wegvakovergangen. Dit kunnen kruispunten zijn, maar ook bijvoorbeeld spoorwegovergangen of bruggen, zie *Paragraaf 2.4.3*.
- Van de inzittenden worden in Minnesota alleen de gewonden geregistreerd.
- Het aantal wegvakken in het HSIS-bestand voor North Carolina is geschat met de totale weglengte en de gemiddelde wegvaklengte.
- Het aantal kruispunten in Washington zijn in werkelijkheid 'crossings'. Hiermee worden bijzonderheden aan de linker en rechterkant van de weg

bedoeld. Dit kunnen dus kruisende wegen zijn, maar ook bijvoorbeeld rustplaatsen of parkeerterreinen.

2.4. Gegevensverzameling

De informatie in deze paragraaf komt uit de verschillende handleidingen die op <http://www.hsisinfo.org> te vinden zijn.

2.4.1. California

De gegevens van California in het HSIS komen uit twee systemen: het Statewide Integrated Traffic Records System (SWITRS) en het Traffic Accident Surveillance and Analysis System (TASAS). Deze systemen worden door de California Department of Transportation (CALTRANS) gebruikt om ongevallen, verkeer en wegen te analyseren. In deze paragraaf worden ze kort toegelicht.

Het SWITRS wordt beheerd door de California Highway Patrol (CHP). De CHP is verantwoordelijk voor de verzameling van gegevens van ongevallen in heel California. Hiervoor verzamelt de CHP alle registratieformulieren van ongevallen en selecteert deze daaruit de formulieren die betrekking hebben op ongevallen op wegen in het beheer van de staat. Deze formulieren worden vervolgens naar het Traffic Operations Office (TO) van CALTRANS gestuurd voor de lokalisatie van het ongeval. Met lokalisatie wordt bedoeld dat geprobeerd wordt het ongeval toe te kennen aan het wegsegment in het TASAS.

Het TASAS is in het beheer van het TO van CALTRANS en bevat wegsegmenten en hun kenmerken. Met SWITRS worden aan deze segmenten ongevallen en de bijbehorende kenmerken toegevoegd. De informatie in de eerste versie van dit systeem kwam uit veldonderzoeken en uit ontwerp-tekeningen voor wegen. Het systeem wordt geactualiseerd wanneer het TO tekeningen ontvangt van nieuw aan te leggen wegen. Niet alle nieuwe projecten worden aangemeld bij het TO, maar soms worden deze toch ontdekt wanneer er ongevallen op hebben plaatsgevonden. Het TO vraagt dan alsnog de informatie op over de nieuwe weg of kruising.

Wanneer een ongeval gelokaliseerd is door het TO, wordt er niet alleen informatie over de locatie toegevoegd, maar ook over objecten waar tegenaan is gebotst, de rijbaan waarop het ongeval heeft plaatsgevonden en de rijrichting voor het ongeval. Deze informatie wordt dan teruggestuurd naar de CHP en aldaar ingevoerd in het SWITRS. Ten slotte wordt het complete SWITRS opgestuurd naar het TO voor gebruik.

Het volledige TASAS, dus zowel de weg- als de ongevalskenmerken, wordt dan ter beschikking gesteld aan het HSIS-programma. Dit bestand bevat echter geen gegevens over de bij ongevallen betrokken personen, inclusief de bestuurders. Deze gegevens worden gehaald uit het SWITRS.

Tot de wegkenmerken die in TASAS geregistreerd zijn behoort ook de gemiddelde etmaalintensiteit. In California zijn er twaalf districten en elk district is belast met het verzamelen van verkeersgegevens en het schatten van de gemiddelde etmaalintensiteit op alle wegsegmenten in hun district. Het TO ziet erop toe dat de methode en de data in alle districten zo veel

mogelijk consistent met elkaar zijn. Op verzoek helpt het TO ook mee met het schatten van de intensiteiten. Alle telgegevens worden door het TO bijgehouden in een online-computerbestand, zodat de districten de gegevens kunnen gebruiken.

Er zijn ongeveer 2.400 vaste telstations op het hoofdwegennet in het beheer van CALTRANS. Van deze stations zijn er 600 die permanent het passerende verkeer tellen. De belangrijkste routes worden gedekt door deze telstations. Op de andere, secundaire, telstations wordt ieder kwartaal gedurende een of twee weken het verkeer geteld. Ieder jaar verzamelt CALTRANS van ongeveer een derde van deze stations de gegevens en het gemiddelde van de vier kwartaaltellingen is dan de schatting voor de gemiddelde etmaalintensiteit van het betreffende jaar. Naast tellingen door deze vaste telstations zijn er ook nog wisselende tellingen, waarbij gedurende een periode van 24 uur tot een week wordt geteld. Deze tellingen vinden eens in de drie jaar plaats op ongeveer een derde van 5.000 telpunten, wat neerkomt op ongeveer 1.700 tijdelijke tellingen per jaar. De gegevens van deze tellingen worden met behulp van de tellingen van de permanente stations omgerekend tot schattingen van de intensiteit. In totaal zijn er dus bijna 7.500 telpunten, wat neerkomt op een telpunt voor twee mijl weg.

Het is mogelijk uit het TASAS een kruispunten- en een knooppuntenbestand te genereren dat kenmerken van het kruispunt of knooppunt bevat. Dit wordt gedaan door HSIS-personeel, en deze twee bestanden worden ook in het HSIS opgenomen.

2.4.2. *Illinois*

In heel Illinois worden ongevallen geregistreerd op een standaardformulier door verschillende politiedepartementen. Deze formulieren worden opgestuurd naar de Division of Traffic Safety, waar codeurs eerst de politierapporten proberen te matchen aan rapporten die opgesteld zijn door bij ongevallen betrokken bestuurders. Daarna wordt ieder ongeval gelokaliseerd. Ten slotte worden de gegevens van de ongevallen in het systeem ingevoerd. Wanneer er voor een bestuurdersrapport geen corresponderend politierapport is, worden deze gegevens toch ingevoerd in het systeem. Deze rapporten zullen echter minder accuraat zijn dan politierapporten, aangezien een bestuurder er zelf zo goed mogelijk af wil komen in zo'n rapport. De ongevallen waar alleen een bestuurdersrapport van is, zijn daarom uit het HSIS gehaald.

De weggegevens in het verkeersveiligheidssysteem van Illinois worden jaarlijks bijgewerkt op basis van inventarisaties in het veld. Zodra een nieuwe weg gepland is, wordt er al een leeg record aan het bestand toegevoegd, waarin de wegkenmerken worden opgenomen wanneer de nieuwe weg is opengesteld voor het verkeer. Een dergelijke procedure wordt ook gehanteerd bij grote veranderingen in het wegontwerp. Wanneer een dergelijke verandering is gepland, wordt daarover een opmerking geplaatst in het bestand met wegkenmerken. Wanneer de verandering geheel is doorgevoerd, worden de nieuwe wegkenmerken geïnventariseerd en geregistreerd.

Het wegkenmerkenbestand bestaat uit twee typen records: records waarvoor de begin- en eindmijlpaal niet gelijk zijn en records waarvoor deze wel gelijk zijn. Het eerste type heeft betrekking op wegvakken, het tweede op kruispunten. In het HSIS-systeem zijn de kruispunten in een apart bestand gezet. Dit bestand bevat alle beschikbare kenmerken van de aanliggende wegen, maar niet van het kruispunt zelf.

De gemiddelde etmaalintensiteiten worden bepaald met het Illinois-telprogramma. Dit programma bestaat uit vaste telstations waar permanent het verkeer geteld wordt en uit een aantal telpunten waar tijdelijk geteld wordt. Sinds 2001 heeft Illinois 87 vaste telstations, die allemaal op het hoofdwegennet liggen. Naast de telstations waar permanent geteld wordt, zijn er op het hoofdwegennet ook vaste telpunten waar elke twee jaar gedurende een week geteld wordt. Op deze manier wordt 99% van het hoofdwegennet gedekt. Ten slotte wordt ieder jaar in 20% van de county's gedurende 24 uur geteld op wegen die niet tot het hoofdwegennet behoren. Dus elke county is een keer in de vijf jaar aan de beurt. Voor een jaar waarin niet is geteld wordt de gemiddelde etmaalintensiteit geschat aan de hand van eerdere tellingen en de gegevens van de vaste telstations waar permanent geteld wordt.

Naast bestanden met ongevallen en wegkenmerken, levert Illinois nog twee bestanden. In de ene file staan gegevens over bruggen geregistreerd, in de andere informatie over gelijkvloerse spoorwegovergangen. Hier wordt momenteel nog niets mee gedaan door het HSIS-team.

2.4.3. *Maine*

De gegevens van Maine in het HSIS komen uit het Transportation Integrated Network Information System (TINIS). De gegevens in TINIS worden onder andere door medewerkers van de afdeling Safety Management van de Maine Department of Transport (DOT) gebruikt om uitgebreide ongevallenanalyses mee uit te voeren.

Dit systeem bevat de volgende gegevensbestanden:

- kenmerken van ongevallen en van de betrokken voertuigen en personen;
- wegkenmerken;
- overgangskennmerken;
- informatie over constructie- en onderhoudsprojecten;
- kenmerken van spoorwegovergangen;
- kenmerken van bruggen.

De 'overgangen' (in het derde genoemde bestand) zijn de begin- en eindpunten van de wegsegmenten die in het bestand met wegkenmerken zitten. Het kan hier gaan om kruispunten, bruggen, spoorwegovergangen of het einde van een route. De gegevens in de laatste drie bestanden worden niet gebruikt in het HSIS.

In Maine worden ongevalgegevens verzameld door de staatspolitie, lokale politie en county sheriffs op een standaardregistratieformulier. Deze formulieren worden naar de staatspolitie gestuurd, die ze codeert en invoert in de computer. Zowel de formulieren als het databestand worden vervolgens doorgegeven aan het Bureau of Planning binnen het Maine DOT, alwaar ze in het TINIS-systeem ingevoerd worden.

Het wegenbestand bevat informatie voor alle openbare wegen in Maine. In tegenstelling tot dat in andere HSIS-staten bevat dit bestand dus niet alleen hogereordewegen. Opgemerkt moet worden dat er voor wegen met gescheiden rijbanen twee records in het bestand voorkomen: voor beide richtingen één. Ongeveer 3% van de totale weglengte bestaat uit wegen met gescheiden rijbanen.

Het wegenbestand wordt bijgehouden door de Inventory Section van het Maine Bureau of Planning. Eerst waren er twee personen belast met het up-to-date houden van het systeem. Elke weg in Maine (dus ook wegen niet in het beheer van de staat) werd iedere vijf jaar gecontroleerd en veranderingen in het wegontwerp werden doorgegeven aan het Bureau of Planning. Sinds begin jaren negentig worden veranderingen in het wegontwerp alleen nog bepaald met onderhouds- en constructieplannen. In stedelijke gebieden gebeurt het nog wel op de oude manier.

De verkeersgegevens in het TINIS komen uit een verkeersbestand die gemaakt is door de Traffic Engineering Division. De verkeerstellingen hierin komen van 57 vaste telstations verspreid over de hele staat. Naast deze vaste telstations worden er elke zomer ook nog 24 uurstellingen gehouden op tussen de 1.800 en 3.300 locaties. Elk jaar vinden deze tellingen plaats in een andere regio (noord, midden, zuid) van de staat in een cyclus van vijf jaar: het eerste en derde jaar in 'zuid', het tweede en vierde jaar in 'midden' en het vijfde jaar in 'noord'. De reden hiervoor is dat de tellingen in het noorden het minst veranderen over de jaren. De gemiddelde etmaalintensiteiten worden dan bepaald met de telgegevens van de vaste telstations. In jaren dat er op een wegsegment niet geteld is wordt de intensiteit bepaald door de laatst gemeten intensiteit te vermenigvuldigen met een groefactor. In totaal zijn er dus zo'n 7.500 tellocaties, want neerkomt op één telpunt voor drie mijl.

2.4.4. *Michigan*

De gegevens in het HSIS van Michigan komen uit het Michigan Traffic Records System, dat bestaat uit een aantal samenhangende bestanden. Deze bestanden zijn

- de Transportation Accident Master (TAM)-file;
- de State Police Accident Master-file;
- een file met wegkenmerken (wordt na 1997 niet meer bijgehouden);
- de Roadway Sufficiency-file;
- een file met een inventarisatie van geleiderails in 1989 en 1992;
- een kruispuntenfile;
- een knooppuntenfile;
- een inventarisatie van elektrische VRI's.

Twee van deze bestanden hebben betrekking op de ongevallen die in Michigan hebben plaatsgevonden: de TAM-file en de State Police Accident Master-file. Alleen het eerste kan gelinkt worden aan het bestand met wegkenmerken en dit wordt dan ook als basis voor het ongevallenbestand in het HSIS gebruikt.

In Michigan worden ongevalgegevens verzameld door verschillende politiedepartementen verspreid over de gehele staat op een

standaardformulier. Alle gegevens worden door de staatspolitie gecodeerd en ingevoerd in hun interne systeem. Een uittreksel uit dit systeem wordt naar de Michigan Traffic and Safety Division gestuurd. Daar worden nog enkele bewerkingen uitgevoerd, zoals het verwijderen van persoonlijke informatie en het toevoegen van codes voor het ongevalstype. De resulterende TAM-file wordt naar het HSIS-programma gestuurd. Daar wordt de State Police Accident Master-file gebruikt om informatie over de inzittenden (bestuurders en passagiers) aan de TAM-file toe te voegen, want in de TAM-file kan geen onderscheid gemaakt worden tussen bestuurders en passagiers.

In Michigan is een aantal bestanden beschikbaar waarin wegkenmerken geregistreerd zijn. Een hiervan is de Roadway Features-file, die als basis dient voor het bestand met wegkenmerken in het HSIS. De Roadway Features-file is op zijn beurt gebaseerd op het oudere Michigan Dimensionalized Accident System (MIDAS), in het beheer van Michigan DOT Technical Services Unit. MIDAS is een computerprogramma dat locaties met een relatief groot aantal ongevallen (vergeleken met soortgelijke locaties op het wegennet) kan identificeren en alle in het systeem opgenomen gegevens voor iedere locatie kan verzamelen en presenteren in tabellen en grafieken. In de Roadway Features-file worden naast gegevens uit MIDAS, ook gegevens uit het Photolog System opgenomen (Michigan DOT, 1999). Dit systeem bevat foto's van elke honderdste mijl van het staatswegennet, en op basis van deze foto's wordt een gegevensbestand gevuld met informatie over de conditie van het wegoppervlak, de weg- en kantmarkeringen, kenmerken van de berm, geleiderails, en dergelijke. Uit de Roadway Features-file wordt direct het kruispuntenbestand gegenereerd.

Ook in de Roadway Sufficiency-file zijn wegkenmerken geregistreerd. Het grootste verschil tussen deze file en de Roadway Features-file is de manier waarop de gegevens opgeslagen worden. In de Roadway Features-file zijn gegevens geregistreerd voor homogene wegvakken, wat betekent dat zodra een wegkenmerk verandert een nieuw wegvak wordt gestart. De Roadway Sufficiency-file bevat daarentegen langere wegvakken en de geregistreerde kenmerken zijn dan die kenmerken die voor het grootste stuk van het wegvak gelden. Voor het HSIS wordt daarom de eerste file geprefereerd, maar aangezien deze sinds 1997 niet meer bijgehouden wordt, is de laatste momenteel nog de enige bron voor wegkenmerken.

Het HSIS-bestand met wegkenmerken bevat ook de gemiddelde etmaalintensiteit. Die volgen uit het telprogramma van Michigan. Michigan DOT beheert 121 vaste telstations, waar het hele jaar door het verkeer geteld wordt. Daarnaast worden er ook korte tellingen van 48 uur gehouden op een variërend aantal locaties. In 1995 waren er 3.300 van dit soort korte tellingen. Het doel van het telprogramma is om op elke weg in het beheer van de staat iedere drie jaar het verkeer te tellen. De korte tellingen worden met de resultaten van de vaste telstations omgerekend tot een jaarlijkse gemiddelde van de etmaalintensiteit. Wanneer op een weg in een jaar niet geteld is, wordt de laatste telling opgehoogd met een factor die gebaseerd is op de tellingen behorend bij een nabijgelegen vergelijkbaar stuk weg.

2.4.5. *Minnesota*

Minnesota levert de volgende bestanden voor het HSIS-systeem:

- drie ongevallenbestanden, een met ongevalskenmerken, een met voertuigkenmerken en een met kenmerken van de inzittenden.
- een wegenbestand;
- een bestand met weglengten;
- een verkeersbestand;
- een kruispuntenbestand;
- een bruggenbestand;
- een bestand met spoorwegovergangen.

Het wegenbestand, het bestand met weglengten en het verkeersbestand zijn in het HSIS samengevoegd. De bestanden met betrekking tot bruggen en spoorwegovergangen zijn niet in het HSIS opgenomen.

De Department of Public Safety (DPS) verzamelt de ongevalgegevens die geregistreerd zijn door verschillende politiedepartementen. Bij de DPS worden deze gegevens niet alleen in de computer ingevoerd, maar ieder ongeval wordt ook gelokaliseerd. Hierbij wordt gebruikgemaakt van kaarten en opmerkingen in het politierapport. Door de Minnesota Department of Transportation (MnDOT) worden de locaties gecheckt en worden foute locatiecoderingen teruggestuurd naar de DPS. De MnDOT zendt ieder jaar een ongevallenbestand naar het HSIS-programma.

Minnesota heeft ook een bestand met kenmerken van wegen in staatsbeheer. De gegevens hierin worden steeds bijgewerkt op basis van constructie- en onderhoudsplannen en gegevens van lokale wegengenieurs. Het HSIS-team voegt aan dit bestand de telgegevens toe, die het MnDOT in een apart bestand aanlevert.

De telgegevens komen van vaste en tijdelijke telstations door de gehele staat. Er zijn ongeveer 120 vaste telstations die permanent het verkeer tellen. Daarnaast zijn er ongeveer 34.000 tijdelijke telstations, wat neerkomt op vier mijl weg per telpunt. Ieder jaar wordt er op ongeveer 12.000 van deze stations gedurende 48 uur geteld. Voor de hogereordewegen wordt een tweejarige cyclus gevolgd, tegen een vierjarige cyclus voor het onderliggend wegennet. De 48 uurstellingen worden op basis van een vast telstation op een gelijksoortige locatie omgerekend naar gemiddelde etmaalintensiteiten. Voor de jaren waarin niet geteld is, wordt de laatst gemeten intensiteit vermenigvuldigd met een factor gebaseerd op de jaarlijkse verandering in het aantal voertuigen op het permanente telstation.

2.4.6. *North Carolina*

North Carolina levert de gegevens voor het HSIS in vier verschillende bestanden. Deze bestanden bevatten:

- ongevalskenmerken;
- kenmerken van bij de ongevallen betrokken voertuigen;
- kenmerken van bij de in deze voertuigen aanwezige inzittenden;
- wegkenmerken.

De ongevalgegevens worden verzameld door alle politiedepartementen in heel North Carolina met een standaardregistratieformulier, in overeenkomst met de wet. Deze registratieformulieren worden naar het North Carolina

Department of Motor Vehicles (DMV) Accident Reports Division gestuurd, waar de gegevens gecodeerd en in de computer ingevoerd worden. Ook worden de ongevallen gelokaliseerd, wat computermatig gebeurt. Op basis van informatie over de locatie op het registratieformulier bepaalt de computer bij welke mijlpaal het ongeval heeft plaatsgevonden. Van alle ongevallen kan ongeveer 70% gelinkt worden aan wegsegmenten in het bestand met wegkenmerken. Het aantal ongevallen dat gelinkt kan worden is vanaf 2002 sterk gestegen (van 100.000 in 2001 tot 145.000 in 2003). Dit is omdat het aantal wegsegmenten in het bestand met wegkenmerken is toegenomen van in totaal ongeveer 39.000 mijl in 2001 naar ongeveer 62.000 mijl in 2002. In totaal ligt er in North Carolina ongeveer 77.000 aan wegen in staatsbeheer.

Het bestand met wegkenmerken valt onder de verantwoordelijkheid van de Roadway Inventory Section, GIS Branch, van de NC Division of Highways. Het eerste bestand is een aantal jaren geleden opgezet met behulp van inventarisaties in het veld en constructieplannen. Sindsdien worden alle plannen met betrekking tot nieuwe wegen, opnieuw asfalteren of het verbreden van de rijbaan naar de Roadway Inventory Section gestuurd, zodat het bestand met wegkenmerken bijgewerkt kan worden.

Het wegkenmerkenbestand bevat ook gemiddelde etmaalintensiteiten. Deze komen uit het systeem van de NCDOT om het verkeer te monitoren. Er zijn ongeveer 90 vaste telstations waar permanent het verkeer geteld wordt. Daarnaast zijn er nog circa 40.000 tijdelijke telstations, dus ongeveer een telpunt per anderhalve mijl weg, waar periodiek gedurende 48 uur geteld wordt. Per jaar wordt op ongeveer 25.000 van deze stations geteld. Met de gegevens van de permanente stations worden deze 48 uurstellingen omgerekend naar gemiddelde etmaalintensiteiten.

2.4.7. Ohio

Ohio levert de volgende bestanden voor het HSIS:

- drie ongevallenbestanden, een met ongevalskenmerken, een met voertuigkenmerken en een met kenmerken van inzittenden;
- een bestand met wegkenmerken;
- een bestand met gegevens over bogen en hellingen;
- een bestand met 'bijzondere' punten, zoals kruispunten, spoorwegovergangen en viaducten.

De meeste ongevallen in Ohio worden geregistreerd door de Ohio State Highway Patrol (SHP) en lokale sheriffs met een standaardformulier. Alle registratierapporten worden naar de Ohio Department of Public Safety verzonden. Door private instellingen worden vervolgens de gegevens in de computer ingevoerd en worden de ongevallen gelokaliseerd.

De ODOT Roadway Inventory Section van de Office of Technical Services is verantwoordelijk voor het onderhouden van de inventarisatie van alle openbare wegen in Ohio. Het gaat om ongeveer 116.000 mijl in totaal. Voor ongeveer 19.500 mijl zijn er op uitgebreide schaal wegkenmerken geregistreerd en deze zijn in het HSIS opgenomen. Ieder jaar wordt het bestand geactualiseerd op basis van projectplannen en van verslagen van veranderingen die door personen in het veld opgesteld zijn. Behalve een bestand met wegvakken levert de inventarisatie van openbare wegen in

Ohio ook een bestand met daarin kruispunten, viaducten, tunnels, bruggen, spoorwegovergangen en dergelijke. Het bevat ongeveer 35.000 kruispunten, maar nog geen kenmerken die het type kruispunt beschrijven.

Verkeerstellingen worden verzameld door de Traffic Monitoring Section van de Office of Technical Services. De gegevens komen van 47 vaste telstations waar het verkeer permanent geteld wordt en 11.500 tijdelijke telpunten (grosfweg een telpunt per twee mijl weg) waar iedere drie jaar gedurende 48 uur geteld wordt.

2.4.8. *Utah*

Utah levert de volgende bestanden voor het HSIS:

- drie bestanden met ongevalgegevens: ongevals-, voertuig- en persoonskenmerken;
- een bestand met wegkenmerken;
- een bestand met horizontale bogen (sinds 1994 niet meer bijgewerkt);
- een bestand met hellingen (niet meer bijgewerkt na 1994).

De gegevens van ongevallen in Utah worden door de Utah DOT gecodeerd en in de computer ingevoerd. Ook worden daar de ongevallen gelokaliseerd, gebaseerd op informatie op het registratieformulier. De codeurs nemen contact op met de politieagent die het betreffende formulier heeft ingevuld wanneer er onduidelijkheden bestaan over de locatie. In het HSIS worden alleen de ongevallen opgenomen die gelinkt kunnen worden aan het bestand met wegkenmerken.

Van de ongeveer 50.000 mijl aan weg in Utah is circa 13.000 mijl opgenomen in het HSIS (zie *Tabel 2.17*). Veel informatie in het wegkenmerkenbestand vloeit voort uit het Highway Performance Monitoring System (HPMS). Dit systeem wordt elke drie jaar bijgewerkt.

De gemiddelde etmaalintensiteit is ook een wegkenmerk in bovengenoemd bestand. Deze intensiteiten komen uit 85 vaste telstations waar permanent het verkeer wordt geteld. Daarnaast wordt er op 1.300 locaties per jaar voor 48 uur of langer geteld.

2.4.9. *Washington*

De gegevens in het HSIS van de staat Washington komen uit het Transportation Information and Planning Support System (TRIPS), dat beheerd wordt door de Transportation Data Office (TDO) van de Washington DOT. De gegevens worden geleverd in negen verschillende bestanden.

Deze bevatten:

- ongevalgegevens (kenmerken van ongevallen, voertuigen en inzittenden);
- wegkenmerken;
- gegevens over bochten, hellingen, bruggen, tunnels en onderdoorgangen;
- kruispunten;
- gegevens over rijstroken met een speciale bestemming;
- gegevens over verkeersovergangen;
- verkeersgegevens.

Alle politiedepartementen verzamelen ongevalgegevens met een standaardformulier. Elk ongevalsformulier wordt naar de Accident Reports Division van de Washington State Patrol gestuurd. Daar worden de ongevallen die op wegen in het beheer van de staat hebben plaatsgevonden apart genomen. Deze worden naar de TDO gestuurd, waar de ongevallen gelokaliseerd worden. Hierna worden de formulieren teruggestuurd naar de Washington State Patrol waar de andere variabelen gecodeerd worden. Wanneer alles ingevoerd is in de computer wordt het hele bestand weer gestuurd naar de TDO.

De bestanden in het TRIPS die betrekking hebben op wegkenmerken zijn in het verleden ontwikkeld door een reeks veldonderzoeken. Het systeem wordt bijgewerkt wanneer er nieuwe constructieplannen zijn. Hierdoor kunnen onderhoudswerkzaamheden uitgevoerd op districtsniveau gemist worden en dus niet verwerkt zijn in het TRIPS.

De verkeerstellingen worden gedaan met 159 vaste telstations en ongeveer 2.400 tijdelijke telstations per jaar. In een cyclus van drie jaar wordt op deze manier op ongeveer 5.000 locaties het verkeer geteld. Per ongeveer anderhalve mijl weglengte is er dus een tellocatie. Met deze tijdelijke stations wordt gedurende 72 uur in het midden van de week geteld.

3. De organisatie van het HSIS-programma

Dit hoofdstuk bestaat uit twee delen. In het eerste deel wordt de organisatiestructuur van het hele HSIS-programma besproken, terwijl in het tweede deel wordt ingegaan op het beheer van het HSIS.

3.1. Organisatiestructuur

Zoals in *Hoofdstuk 1* al is opgemerkt, wordt het HSIS beheerd door het HSRC en LENDIS Corporation, die allebei onder contract staan bij de FHWA. De structuur van de organisatie is redelijk complex, dus in deze paragraaf zullen we volstaan met een kort overzicht.

3.1.1. De plaats van het HSIS binnen het gehele FHWA-programma

De FHWA moet ervoor zorgen dat de wegen in de Verenigde Staten veilig en technisch gezien up-to-date blijven. Deze taak wordt uitgedrukt in de visie en missie van de FHWA. De visie luidt als volgt: 'het transport verbeteren voor een sterk Amerika'. Hun missie is om meer mobiliteit mogelijk maken door innovatie, leiderschap en het dienen van het publieke belang. Om de visie na te leven en de missie te volbrengen, focust de FHWA op de volgende strategische doelen:

- *veiligheid*: het continu verbeteren van de verkeersveiligheid;
- *mobiliteit en productiviteit*: het behouden, verbeteren en uitbreiden van het nationale wegennet en tegelijkertijd vergroten van de capaciteit van het bestaande wegennet;
- *globale samenhang*: het promoten en mogelijk maken van een efficiënter transportsysteem, zowel in de Verenigde Staten zelf als wereldwijd, zodat een economische groei mogelijk wordt;
- *milieu*: het beschermen en vergroten van de natuurlijke omgeving en van de gemeenten die beïnvloed worden door wegtransport;
- *binnenlandse veiligheid*: het verbeteren van de beveiliging van wegen en het ondersteunen van defensiemobiliteit.
- *organisatorische uitmuntendheid*: het verbeteren van de bekwaamheid van de FHWA om resultaten te boeken en innovatief te zijn.

De FHWA bestaat uit een aantal afdelingen, 'offices' genoemd, waarvan het Office of Research, Development, and Technology (RD&T) er een is. Deze afdeling ondersteunt direct de visie, de missie en de doelen van de FHWA. RD&T is gevestigd in het Turner-Fairbank Highway Research Center (TFHRC), een federale onderzoeksfaciliteit in McLean, Virginia. Hier wordt onderzoek uitgevoerd naar mensgeoriënteerde systemen, materiaal-technologie, intelligente transportsystemen (ITS), wegdek, veiligheid en structuren (bruggen en dergelijke).

Een onderdeel van het RD&T is het Office of Safety Research and Development (Safety R&D). Het onderzoeksprogramma van Safety R&D moet helpen om het aantal verkeersongevallen, en het aantal doden en gewonden als gevolg daarvan terug te dringen. Om dit te bereiken wordt een nationaal gecoördineerd programma ontwikkeld en geïmplementeerd, dat

bestaat uit onderzoek en technische veiligheidsinnovaties. Dit programma heeft vier speerpunten, te weten:

- een strategische benadering van verkeersveiligheid;
- van de weg raken;
- kruispuntveiligheid;
- voetgangerveiligheid.

Het HSIS is ondergebracht bij het eerste speerpunt.

3.1.2. *De locaties van het HSIS*

Het HSIS is ondergebracht op twee locaties, namelijk bij het TFHRC en bij het HSRC. Het deel wat gevestigd is op TFHRC heet het HSIS Laboratory. Deze staat momenteel onder contract bij LENDIS Corporation.

Bij het HSRC zijn kantoren voor de staf van HSIS en een server die gebruikt wordt voor het verzamelen en verwerken van de gegevensbestanden. Hier worden de jaarlijkse ongefallen-, weg- en verkeersgegevens verzameld voor de geselecteerde groep staten en gemeenten en omgezet in SAS-datafiles.

Het HSIS Laboratory bestaat uit kantoorruimte voor de staf, de belangrijkste server en de harddisk die de HSIS-data bevat, en ruimte die gebruikt wordt voor een vaste HSIS-tentoonstelling en additionele uitrustingen (bijvoorbeeld beeldschermen om videomateriaal te bekijken). Bij het HSIS Laboratory worden kwaliteitscontroles uitgevoerd op iedere variabele in elk bestand. Verder worden alle gegevens in hetzelfde formaat gezet als voorgaande jaren. Vervolgens worden de data voor mogelijke gebruikers gedocumenteerd in de zogenoemde handleidingen (*Paragraaf 3.2.2*).

3.1.3. *HSIS-personeel*

Eén werknemer van de federale overheid is verantwoordelijk voor het management van het HSIS-programma. Deze coördineert onderzoeksbenodigdheden en reageert op vragen van interne gebruikers, zoals het Office of Safety van de FHWA, de National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) en de Federal Motor Carriers Safety Administration (FMCSA). Tevens functioneert deze FHWA-medewerker als Contracting Officer's Technical Representative (COTR), wat de verantwoordelijkheid inhoudt voor de planning van het langetermijnbudget, activiteiten, het beschikbaar stellen van resources en de review van onderzoeksproducten.

Het HSIS-personeel bij de HSRC bestaat uit een Principal Investigator (PI), een Deputy Principal Investigator (DPI) en een computerprogrammeur/databasespecialist. De PI is verantwoordelijk voor het overzicht en de coördinatie van al het HSIS-personeel en hun taken, zowel bij de HSRC als bij de HSIS Laboratory. Hij is ook het eerste aanspreekpunt voor de federale programmamanager. Behalve bij dit management, is de PI ook betrokken bij het interne onderzoek. Hierbij schrijft hij projectplannen, verzamelt en analyseert hij data, en schrijft hij publicaties.

De DPI fungeert als een assistent van de PI. Zijn belangrijkste taak is om een overzicht te geven van alle datagerelateerde taken van het HSIS-programma: verzameling, voorbereiding, onderhoud, aanpassing en verspreiding. Ook de DPI heeft naast deze managementtaken ook betrokkenheid bij interne onderzoeken.

De taak van de computerprogrammeur/databasespecialist is het ontwikkelen van het proces om de ontvangen data te verbeteren door aanvullende informatie in te voegen die belangrijk is voor veiligheidsonderzoek. Bij deze taak hoort ook het hercoderen van de ontvangen data, omdat er elk jaar wel veranderingen in de registratieprocessen hebben plaatsgevonden.

Het personeel van het HSIS Laboratory bestaat uit twee personen: de HSIS Lab manager en een analist/databasespecialist, beiden medewerkers van LENDIS Corporation. De Lab manager is verantwoordelijk voor het dagelijkse management van het lab en doet dienst als aanspreekpunt voor de federale programmamanager, de PI en de DPI. Het grootste deel van zijn tijd besteedt hij aan het management van de HSIS-database. De analist/databasespecialist geeft SAS-oplossingen voor database- en onderzoeksproblemen, assisteert de Lab manager en promoot de bekendheid van HSIS door verschillende conferenties te bezoeken met de HSIS-tentoonstelling. Bij het HSIS Laboratory werkt ook een student van de University of Maryland.

3.2. Het beheer van het HSIS-datasysteem

In deze paragraaf wordt beschreven hoe de verwerving, verwerking en verspreiding van HSIS-gegevens in zijn werk gaat.

3.2.1. *Dataverwerving en -verwerking*

Elk voorjaar vraagt het HSRC de bestanden op van de deelnemende staten over het voorgaande jaar. De ontvangen bestanden worden vervolgens bij het HSRC geconverteerd naar SAS-files. Deze files worden naar het TFHRC gestuurd, waar ze op de hoofdserver gezet worden. Het LENDIS-personeel doet dan de kwaliteitscontroles.

Wanneer de bestanden opgevraagd worden, wordt ook gevraagd naar eventuele veranderingen in deze bestanden. Dit is om ervoor te zorgen dat elk jaar hetzelfde dataformaat gebruikt wordt. Het kan bijvoorbeeld zijn dat een bepaalde variabele verwijderd of juist toegevoegd is, of dat er een andere codering voor een variabele is gebruikt. Veranderingen die in de toekomst doorgevoerd gaan worden en waarschijnlijk effect zullen hebben op de databestanden zijn ook belangrijk. De kwaliteitscontroles worden ook gebruikt om te bepalen of er veranderingen opgetreden zijn ten opzichte van het voorgaande jaar in de waarden van bepaalde sleutelvariabelen. Alle geïdentificeerde veranderingen worden gedocumenteerd in de handleidingen, zie *Paragraaf 3.2.2*.

3.2.2. *Dataverspreiding*

Een belangrijke rol van het HSIS is om externe onderzoekers van informatie te voorzien. Omdat er redelijk wat data-aanvragen zijn (meer dan 300 sinds 1997), is er een procedure om deze aanvragen af te handelen. Deze procedure wordt hieronder besproken.

Gebruikers kunnen op internet (<http://www.hsisinfo.org>) nagaan welke gegevens er beschikbaar zijn in het HSIS en dus besluiten of het HSIS geschikt is voor hun onderzoeksvraag. De genoemde internetpagina bevat onder andere de tabellen die in *Paragraaf 2.2* gegeven zijn. Hiernaast zijn er

ook voor alle deelnemende staten gedetailleerde handleidingen beschikbaar. Elke handleiding bevat een algemene beschrijving van het datasysteem dat door de betreffende staat gebruikt wordt, een lijst van alle beschikbare variabelen, gedetailleerde definities van alle mogelijke waarden per variabele, en opmerkingen over de kwaliteit van de variabelen. In het verleden werden de handleidingen elke twee jaar geactualiseerd. Tegenwoordig worden ze aangepast wanneer dat nodig is.

Wanneer een gebruiker besloten heeft dat hij data wil aanvragen, vult hij een formulier in op de HSIS-internetpagina. Op dit formulier moet hij een algemene beschrijving van het onderzoeksprobleem geven, alsmede de naam van de instantie die het onderzoek betaalt en waar de resultaten gepubliceerd zullen worden. Dit formulier wordt verstuurd naar het HSIS Laboratory.

De afhandeling van deze dataverzoeken zullen bij het HSIS Laboratory gecoördineerd worden door de Lab manager. Zo nodig zal hij contact opnemen met de PI om te bespreken welke aanvragen prioriteit hebben en wie de gevraagde data moet gaan klaarmaken. Binnen twee dagen zal besloten worden of aan het dataverzoek voldaan zal worden. Als dit niet het geval is, zal de aanvrager een e-mail ontvangen met daarin de reden van de afwijzing. In het geval van goedkeuring, moet de aanvrager een tweede formulier invullen. Op dit formulier moet onder andere ingevuld worden van welke staten data gewenst is, voor welke jaren, en dergelijke. Het kan gebeuren dat gebruikers hulp nodig hebben dit formulier duidelijk in te vullen. In een dergelijk geval zal de PI, de DPI of de Lab manager dan telefonisch of per e-mail contact met de aanvrager opnemen.

Wanneer het dataverzoek duidelijk is, zal de computeranalist aan wie de taak is toegewezen de gewenste bestanden ontwikkelen, ze in het juiste formaat zetten en ze naar de aanvrager toesturen. In de meeste gevallen zullen de data binnen twee weken na het afronden van de aanvraag verstuurd worden.

De reden dat een gebruiker een aanvraag in moet dienen en niet gewoon de data zelf kan downloaden van internet, heeft te maken met afspraken die gemaakt zijn met verschillende staten. Over het algemeen hebben de staten namelijk liever niet dat iedereen toegang heeft tot hun totale gegevensbestand.

3.3. **Mogelijke verbeteringen van het HSIS**

Behalve dat de hierboven beschreven dagelijkse HSIS-taken worden uitgevoerd, wordt er ook al naar de toekomst van het HSIS gekeken. Want ofschoon het HSIS de laatste jaren succesvol in de wensen van de gebruikers heeft kunnen voorzien, is er toch een aantal verbeteringen mogelijk.

Op de volgende manieren zouden bijvoorbeeld de kwaliteit en het bereik van de HSIS-data verbeterd kunnen worden:

- De kwaliteit van de huidige data kan verbeterd worden door bijvoorbeeld betere kwaliteitscontroles, betere documentatie en het gebruik van andere gegevensbronnen om de data te valideren.

- De hiaten in verkeersveiligheidskennis zouden bepaald kunnen worden, zodat deze data verzameld kunnen worden voor toekomstig onderzoek
- Het bereik van de data van de huidige HSIS-staten kan vergroot worden om in de toekomst tegemoet te kunnen komen aan nieuwe wensen, door bijvoorbeeld databases te baseren op een geografisch informatiesysteem (GIS).
- Het bereik van het HSIS kan vergroot worden door data van nieuwe wegbeheerders te verwerven.

Ook de verspreiding en marketing zou verbeterd kunnen worden. Dit kan door:

- meer interactie met het Office of Safety van de FHWA en met veiligheidsingenieurs;
- een hoogwaardige terugkoppeling te geven aan deelnemende HSIS-staten en -gemeenten, zodat zij begrijpen welke waarde hun data hebben voor verkeersveiligheidsonderzoek;
- de kennis en het gebruik van HSIS-producten te vergroten bij medewerkers van transportdepartementen en lokale beleidsmakers;
- een grotere bekendheid van de HSIS-onderzoekscapaciteiten en data bij onderzoekers.

De service aan gebruikers zou verbeterd kunnen worden door:

- de tijd die nodig is om de formulieren in te vullen zo kort mogelijk te maken via bijvoorbeeld nieuwe internetmogelijkheden;
- de HSIS-gebruiker te informeren over het juiste gebruik van HSIS-data voordat de data-aanvraag gedaan wordt.

Een deel van het HSIS-programma bestaat uit interne onderzoeken. Deze kunnen als volgt verbeterd worden:

- doorgaan met het gebruik van andere databases als blijkt dat de HSIS niet gebruikt kan worden voor specifieke onderzoeksvragen;
- het uitbreiden van de vaardigheden van HSIS/FHWA-onderzoekers, zodat ze state-of-the-artmethoden van onderzoek kunnen toepassen;
- het ontwikkelen van additionele analysetechnieken binnen de HSIS om de efficiëntie te verbeteren.

4. Het gebruik van het HSIS

In dit hoofdstuk wordt dieper in gegaan op het gebruik van het HSIS in de praktijk. Eerst worden in het algemeen de gebruikers van het HSIS besproken. Vervolgens wordt een aantal projecten beschreven waarin gebruik is gemaakt van gegevens uit het HSIS.

4.1. De gebruikers van het HSIS

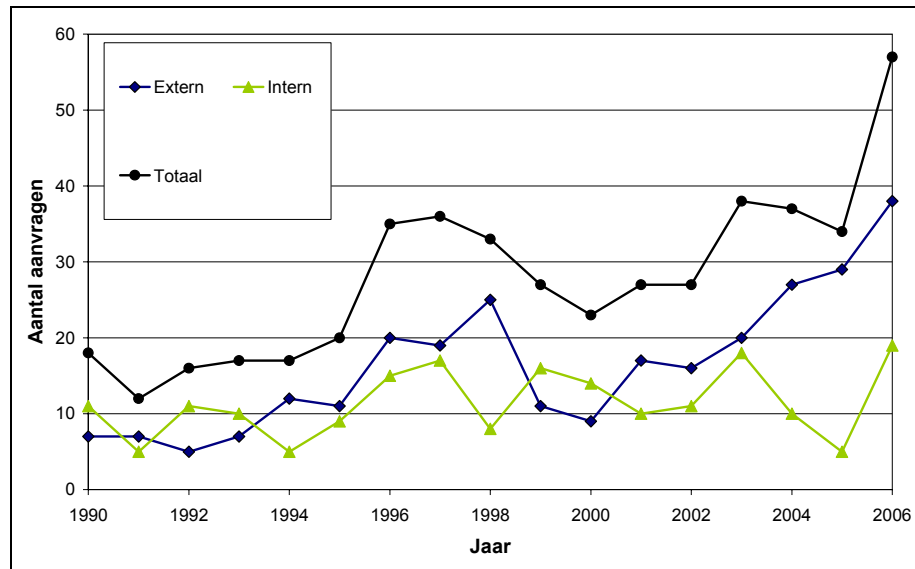
Het HSIS wordt door interne en externe onderzoekers gebruikt. De interne onderzoekersgroep bestaat uit medewerkers van de FHWA die hun eigen onderzoek uitvoeren en uit HSIS-personeel dat onderzoek uitvoert (gesponsord door FHWA) als onderdeel van het HSIS-programma. De externe klanten zijn individuele personen uit de publieke en private sector die gesponsord onderzoek doen. Deze groep bevat ook consultants en universiteiten.

In *Tabel 4.1* staat hoeveel aanvragen de verschillende typen interne en externe data-aanvragers hebben gedaan in 2005 en 2006 samen.

	Type aanvrager	Aantal aanvragen in 2005-2006
Intern	FHWA R&D (TFHRC)	19
	FHWA Resource Center of Division Office	0
	FHWA Office of Safety	3
Extern	FHWA-aannemers	4
	Andere afdelingen van FHWA	2
	Federal Motor Carriers Safety Administration	2
	American Association of State Highway and Transportation Officials	0
	National Highway Transportation Safety Administration	1
	National Transportation Safety Board	1
	National Cooperative Highway Research Program	16
	Andere federale instellingen	3
	Private groepen zoals Insurance Institute for Highway Safety, Carfax Inc., en dergelijke	9
	Universiteiten	16
	Studenten (graduate research)	0
	HSIS-personeel voor niet-HSIS-projecten	0
	State Department of Transportation	9
	Internationaal	1
	Metropolitan Planning Organisations	1
	Anders	3

Tabel 4.1. De verschillende type in- en externe gebruikers van HSIS.

Afbeelding 4.1 geeft een overzicht van het aantal interne en externe data-aanvragen vanaf 1990. Het is duidelijk dat het aantal aanvragen varieert over de jaren, maar dat er wel een stijgende trend te zien is.



Afbeelding 4.1. Het aantal HSIS-aanvragen per jaar, uitgesplitst naar externe en interne gebruikers.

4.2. De producten

Sinds de start is het HSIS al gebruikt voor een groot aantal interne en externe verkeersveiligheidsonderzoeken en -projecten. In deze paragraaf zullen er verscheidene besproken worden aan de hand van de producten die ze opgeleverd hebben. Er wordt onderscheid gemaakt tussen vier verschillende soorten producten:

- samenvattende rapporten;
- artikelen in peer-reviewed tijdschriften;
- onderzoeksrapporten;
- verkeersveiligheidsinstrumenten.

4.2.1. Samenvattende rapporten

Samenvattende rapporten geven een kort overzicht van resultaten van onderzoek dat uitgevoerd is door onderzoekers binnen het HSIS-project in opdracht van de FHWA als onderdeel van het HSIS-programma. Deze rapporten zijn over het algemeen tussen de twee en zes pagina's lang en bevatten een korte beschrijving van het probleem dat besproken wordt, de gebruikte data en methoden, de belangrijkste resultaten en praktische implicaties ervan. Sinds 1993 zijn er in totaal 23 samenvattende rapporten geschreven die allemaal te downloaden zijn op <http://www.hsinfo.org>.

In principe wordt er voor deze rapporten gebruikgemaakt van het HSIS-systeem. Soms is dat echter niet mogelijk, omdat de informatie die nodig is niet uit dat systeem te halen is. Dan wordt er uitgeweken naar andere gegevensbestanden.

Om een idee te geven van de verschillende onderwerpen die aan bod komen, worden hieronder de rapporten vanaf 2000 kort toegelicht. Het zijn er in totaal vijf.

4.2.1.1. Ribbelmarkering op snelwegen

In deze paragraaf wordt het samenvattende rapport geschreven door Griffith (1999) besproken. Voor een volledige beschrijving van het onderzoek verwijzen we naar Griffith (2000).

In 1997 waren er in de Verenigde Staten volgens het Fatality Analysis Reporting System (FARS) 37.280 dodelijke verkeersongevallen, waarvan er 11.126 gecodeerd zijn als enkelvoudige ongevallen waarbij een voertuig van de weg is geraakt. Dit soort ongevallen noemen we bermongevallen. Een deel van de bermongevallen is het gevolg geweest van onoplettendheid van de bestuurder. Deze ongevallen hadden misschien voorkomen kunnen worden als er ribbelmarkering ('rumble strips') was geweest. 'Rumble strips' zijn in op het wegdek aangebrachte ribbels die ervoor zorgen dat er geluid ontstaat wanneer de banden hierop terechtkomen.

In opdracht van de FHWA is onderzocht wat het effect is van ribbelmarkering op het aantal bermongevallen, en zijn de resultaten opgenomen in een samenvattend rapport. Het onderzoek bestond uit een voor- en nastudie om te schatten wat het effect van ribbelmarkering is op het aantal bermongevallen. In een dergelijke studie wordt er eerst geschat wat het aantal bermongevallen in de naperiode geweest zou zijn wanneer de ribbelmarkering niet was aangebracht. Dit voorspelde aantal wordt dan vergeleken met het werkelijke aantal; het verschil ertussen kan dan toegeschreven worden aan de ribbelmarkering.

Voor een voor- en nastudie is informatie nodig over een groot aantal weggedelen waarop ribbelmarkering is aangebracht. Bekend moet zijn wanneer de markering is aangebracht, hoeveel bermongevallen er in een bepaalde periode vóór de aanleg hebben plaatsgevonden en hoeveel in een bepaalde periode erna. Soms is er ook een controlegroep van weggedelen nodig. Dit zijn weggedelen die zo veel mogelijk lijken op de behandelde weggedelen, maar waarop zelf geen ribbelmarkering is aangebracht. Voor sommige staten is deze informatie inderdaad in het HSIS te vinden. Het HSIS bevat namelijk voor een reeks jaren per wegdeel informatie over het uiterlijk van de weg. Wanneer een staat de aanwezigheid van ribbelmarkering registreert, is dus uit het HSIS te halen wanneer deze is aangebracht.

De HSIS-gegevens van Illinois en California zijn gebruikt om te bepalen wat het effect is van ribbelmarkering op het aantal bermongevallen. In Illinois zijn tussen 1990 en 1993 63 stukken snelweg (in totaal 457,4 km) uitgerust met ribbelmarkering. Voor California waren het er 28 (in totaal 197,1 km), tussen 1988 en 1993.

In Illinois varieert het geschatte effect van het aanbrengen van ribbelmarkering tussen de 7,3 en 21,1%, afhankelijk van de manier waarop het voorspelde aantal bermongevallen wordt bepaald. Voor California is een effect van 7,3% gevonden.

4.2.1.2. Kruispuntkenmerken en roodlichtongevallen

In deze paragraaf wordt het samenvattende rapport, geschreven door Mohamedshah, Chen & Council (2000a), besproken. Voor een volledige beschrijving van het onderzoek wordt verwezen naar Mohamedshah, Chen & Council (2000b).

Op basis van HSIS-data is geschat dat 16 tot 20% van alle ongevallen op kruispunten het gevolg is van roodlichtnegatie. Dit noemen we roodlichtongevallen. Het gaat ongeveer om 750 doden en 260.000 ongevallen per jaar. Hierbij raakt 45% van de inzittenden gewond, terwijl dat bij andere ongevallen in stedelijke gebieden maar 30% is.

In het samenvattende rapport van Mohamedshah, Chen & Council (2000a) wordt het verband gezocht tussen kenmerken van kruispunten en het aantal roodlichtongevallen. Op basis van deze resultaten kan dan besloten worden welke kruispunten uitgerust worden met bijvoorbeeld roodlichtcamera's.

Om het genoemde verband te kunnen vinden, is het noodzakelijk dat roodlichtongevallen geïdentificeerd kunnen worden, alsmede het voertuig dat daarbij door rood reed. Dit voertuig moet vervolgens aan een kruispunt gekoppeld kunnen worden en voor dit kruispunt moet informatie bekend zijn over beide kruisende wegen. Drie staten in het HSIS hebben een apart kruispuntbestand: California, Michigan en Minnesota. De laatste twee hebben echter geen adequate gegevens over de hoeveelheid verkeer op de kruisende weg (dit is de weg met de laagste intensiteit). Daarom is ervoor gekozen alleen de informatie van California te gebruiken. De ongevallenbestanden voor 1993-1996 zijn gebruikt. Hierin zitten 4.709 roodlichtongevallen. Voor de kenmerken van de kruispunten is het bestand uit 1996 gebruikt. Hieruit zijn 1.756 viertakskruispunten met verkeerslichten geselecteerd.

Er zijn twee typen onderzoeken uitgevoerd. Eerst is er gebruikgemaakt van kruistabellen om de verschillen en overeenkomsten tussen alle ongevallen en de roodlichtongevallen op kruispunten met verkeerslichten binnen de bebouwde kom te bepalen. Daarna werden regressieachtige modellen ontwikkeld om het effect van kruispuntkenmerken te onderzoeken.

Uit het eerste onderzoek volgde alleen dat roodlichtongevallen gekarakteriseerd worden door een hoger percentage letsels. Het tweede onderzoek leverde meer op. Wegen met een hogere intensiteit hebben over het algemeen meer roodlichtongevallen. Verder hebben kruispunten die uitgerust zijn met verkeersafhankelijke VRI's meer ongevallen dan kruispunten met VRI's die maar deels verkeersafhankelijk zijn.

Het aantal rijstroken op de kruisende weg met de laagste intensiteit heeft geen effect op het aantal roodlichtongevallen op de kruisende weg met de hoogste intensiteit, terwijl het andersom wel zo is: hoe meer stroken op de weg met hoge intensiteit, hoe meer roodlichtongevallen op de weg met de lage intensiteit. Voor de intensiteit is het net andersom: een toename in de intensiteit op de weg met lage intensiteit leidt tot een toename in de roodlichtongevallen op de weg met hoge intensiteit, terwijl er omgekeerd geen effect is.

4.2.1.3. De vermindering van het aantal rijstroken

In deze paragraaf wordt het samenvattende rapport, geschreven door Huang, Stewart, & Zegeer (2004), besproken. Voor een volledige beschrijving van het onderzoek wordt verwezen naar Huang, Stewart, & Zegeer (2002).

In het samenvattende rapport wordt het effect besproken van het zogenoemde 'road diet' op ongevallen en letsels. Een road diet houdt over het algemeen in dat een weg met vier rijstroken (twee in beide richtingen) zonder rijrichtingscheiding wordt omgebouwd tot een weg met drie rijstroken, waarvan de middelste een strook voor links afslaand verkeer is. Eventueel worden aan beide zijden van een dergelijke weg fietsstroken gerealiseerd.

Mogelijke positieve effecten hiervan zijn dat de gemiddelde snelheid omlaag gaat, waardoor ongevallen waarschijnlijk minder ernstig aflopen. Daarnaast is te verwachten dat het voor voetgangers ook veiliger is slechts drie stroken over te steken dan vier. Hier was echter nog geen onderzoek naar gedaan, en dat is de reden waarom dit samenvattende rapport geschreven is.

Het was de bedoeling om met een voor- en nastudie en met regressie-technieken 'road diets' in California en Washington te evalueren. Aangezien beide staten deel uitmaken van het HSIS, wilden de onderzoekers gebruikmaken van de gegevens in dit systeem. Er bleek echter dat de road diets allemaal op wegen waren toegepast die niet in het beheer van de staat waren en die wegen zijn niet in het HSIS opgenomen. Het HSIS kon dus in dit geval niet gebruikt worden. De benodigde data zijn daarom met de hand verzameld bij lokale wegbeheerders.

De belangrijkste resultaten van het onderzoek zijn:

- In de naperiode is het aantal ongevallen op wegen die een road diet hebben ondergaan ongeveer 6% lager dan op wegen die onveranderd zijn gelaten.
- Ongevallenratio's (ongevallen per motorvoertuigkilometer) veranderden niet significant tussen de voor- en naperiode.
- Road diets hadden geen invloed op de ernst van ongevallen.
- Road diets resulteerden niet in een significante verandering van ongevalstypen.

4.2.1.4. Schuld en onveilig rijgedrag bij botsingen tussen auto's en vrachtwagens

In deze paragraaf wordt het samenvattende rapport door Council et al. (2004) besproken. Voor een volledige beschrijving van het onderzoek wordt verwezen naar Council et al. (2003).

In 1998 waren grote vrachtwagens (zwaarder dan 4.540 kg) betrokken bij 13% van alle verkeersdoden in de Verenigde Staten, terwijl ze maar 7% van het totale kilometrage voor hun rekening namen. Bij dodelijke ongevallen met een personenauto en een zware vrachtwagen kwam in 78% van de gevallen een van de inzittende van de personenwagen om het leven. De FMCSA heeft als doel gesteld om het aantal dodelijke ongevallen waarbij een zware vrachtwagen betrokken is te verminderen met 41% in 2008 ten opzichte van 1998. Om dit doel te bereiken moet zowel de veiligheid van

zware vrachtwagens als het gedrag van vrachtwagen- en personenauto-bestuurders verbeterd worden.

Er zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd om de omstandigheden rond dit type ongevallen te bepalen. In het samenvattende rapport worden de volgende vragen behandeld:

- Bij wie ligt de schuld van dergelijke ongevallen?
- Welk onveilig gedrag leidt het vaakst tot zulke ongevallen?
- Wat is de relatie tussen wegkenmerken en botsingen tussen auto's en vrachtwagens?

Bij de eerste en derde onderzoeksvraag kon gebruikgemaakt worden van het HSIS. Er is gekozen voor de data van North Carolina voor de jaren 1994-1997. De reden hiervoor is dat voor elk ongeval de aanwezige politieagent noteert wat volgens hem/haar de factoren waren die hebben bijgedragen aan het ontstaan van het ongeval. In 97% van alle ongevallen tussen auto's en vrachtwagens in North Carolina (in totaal 16.264) zijn dergelijke factoren geregistreerd. Ongevallendata zijn gekoppeld aan wegkenmerken om eventueel het verband tussen ongevalstypen en wegkenmerken te kunnen bepalen.

Om de tweede onderzoeksvraag te beantwoorden kon geen gebruikgemaakt worden van het HSIS, aangezien de onderzoekers graag een lijst wilden opstellen op basis van ongevallen in de gehele Verenigde Staten. Er moest dus uitgeweken worden naar een landelijk bestand, zoals FARS of het General Estimates System (GES). Omdat men niet alleen geïnteresseerd was in dodelijk ongevallen, is besloten GES te gebruiken. GES voor 1999 bevat 9.136 records voor auto-vrachtwagenbotsingen die in totaal 268.914 botsingen representeren.

De belangrijkste resultaten van het onderzoek zijn:

- In 48% van alle ongevallen met een auto en een vrachtwagen wordt de vrachtwagenchauffeur als schuldige wordt aangewezen. In 40% van de gevallen krijgt de bestuurder van de auto de schuld.
- Ieder type onveilig rijgedrag correspondeert maar met een heel klein percentage van de ongevallen tussen auto's en vrachtwagens.
- De hoogste totale kosten van ongevallen met auto's en vrachtwagens horen bij flankongevallen op kruispunten met de voorrang geregeld door borden, op wegen buiten de bebouwde kom zonder rijrichtingscheiding.

4.2.1.5. Smallere rijstroken op snelwegen

In deze paragraaf wordt het samenvattende rapport door Bauer et al. (2005) besproken. Voor een volledige beschrijving van het onderzoek wordt verwezen naar Bauer et al. (2004).

Door de groeiende verkeersstromen op autosnelwegen in stedelijke gebieden in de Verenigde Staten, staan wegbeheerders voor de uitdaging om het verkeer toch efficiënt te kunnen blijven verwerken. De capaciteit van een weg kan vergroot worden door een rijstrook toe te voegen. Dit is een moeilijk en duur karwei, omdat de bestaande rijbaan verbreed en de wegbermen als gevolg daarvan opnieuw ingericht moeten worden. Daarom kiezen sommige wegbeheerders ervoor om de bestaande rijstroken smaller te maken, waardoor er ruimte ontstaat voor extra rijstroken. Soms wordt hier

toch ook een deel van de berm voor gebruikt. Het is duidelijk dat hierdoor inderdaad de capaciteit groter wordt, maar het is onduidelijk wat het effect is op de verkeersveiligheid. Dit laatste is daarom het onderwerp van dit samenvattende rapport.

Er is gebruikgemaakt van de gegevens uit 1991-2000 van California in het HSIS. Het gaat om wegvakken van aangepaste wegen met een totale lengte van 78,7 km en aanliggende wegvakken die niet aangepast zijn met een totale lengte van 31,1 km en 398,5 km aan wegen die niet aangepast zijn, maar verder lijken op de wel aangepaste wegen. De wegen in alle drie de groepen zijn voorzien van rijrichtingscheiding.

Er is een voor- en nastudie uitgevoerd. De voorperiode is 1991-1992 en de naperiode bestaat uit de jaren 1994-2000. Om rekening te houden met regressie naar het gemiddelde en andere onzuiverheden, is de Empirical Bayes-methode toegepast.

Het converteren van een rijbaan met vier stroken naar een rijbaan met vijf stroken leidde tot een statistisch significante stijging van het aantal ongevallen van 10-11%. Het converteren van een rijbaan met vijf stroken naar een rijbaan met zes stroken leidde daarentegen slechts tot een stijging van het aantal ongevallen van 3-7%, die echter niet statistisch significant was. Als mogelijke verklaring voor deze resultaten wordt genoemd dat de meeste rijstroken die toegevoegd worden rijstroken zijn waarop alleen voertuigen mogen rijden waarin twee of meer passagiers zitten. Dit kan leiden tot snelheidsverschillen tussen de verschillende stroken, wat weer leidt tot meer ongevallen.

4.2.1.6. Bespreking

De in deze paragraaf besproken samenvattende rapporten laten zien dat het HSIS gebruikt kan worden voor verschillende onderzoeksvragen. In principe is het HSIS de aangewezen database wanneer er naar verbanden gezocht wordt tussen wegkenmerken en ongevallen. Toch komt het ook voor dat het HSIS niet gebruikt kan worden bij dergelijke onderzoeken. Een voorbeeld hiervan is besproken in *Paragraaf 4.2.1.3*. Het probleem daar was dat er geen wegen in het beheer van een staat waren die een 'road diet' hadden ondergaan.

Daarentegen zijn er ook voorbeelden te noemen van onderzoeken waarin wegkenmerken geen rol spelen, maar wel gebruik is gemaakt van het HSIS. In *Paragraaf 4.2.1.4* is een dergelijk onderzoek besproken. Aangezien het ongevallenbestand van North Carolina op een bepaalde variabele, namelijk bijdragende factoren, veel completer was dan GES, is gekozen om de data van North Carolina in het HSIS te analyseren.

4.2.2. *Artikelen in peer-reviewed tijdschriften*

Het is duidelijk dat het onderzoek waarover verslag gedaan wordt in een samenvattend rapport vaak ook gepubliceerd wordt in een peer-reviewed tijdschrift. Ook andere onderzoeken, zowel intern als extern, waarbij gebruikgemaakt wordt van gegevens uit het HSIS worden vaak in dergelijke tijdschriften gepubliceerd. Vanaf 2000 zijn er acht artikelen verschenen

waarin intern onderzoek besproken wordt en twaalf artikelen voortvloeiend uit extern onderzoek.

In deze paragraaf worden enkele voorbeelden van artikelen in peer-reviewed tijdschriften gegeven, waarin gebruikgemaakt wordt van HSIS-gegevens. We zullen ons hier beperken tot externe onderzoeken, aangezien interne onderzoeken in de vorige paragraaf al uitgebreid aan bod zijn geweest. Een volledige lijst van artikelen, op basis van zowel in- als extern onderzoek, in peer-reviewed tijdschriften is te vinden in *Bijlage 1*.

4.2.2.1. Ongevallen bij werk in uitvoering

Uit FARS volgt dat er in de Verenigde Staten elk jaar ongeveer 700 doden vallen bij verkeersongevallen in zones met werk in uitvoering (WiU). Aangezien het aantal WiU-zones de komende jaren toe zal nemen omdat wegbeheerders momenteel de nadruk leggen op reparaties en reconstructies van wegen, is het noodzakelijk om werk aan de weg veiliger te maken voor zowel de wegwerker als de weggebruiker. Dit kan onder andere door de duur van werk in uitvoering en/of de lengte van de WiU-zone te verkorten. Khattak, Khattak & Council (2002) hebben onderzocht wat de invloed van de lengte en duur van werk in uitvoering en van andere variabelen is op ongevallen.

Voor dit onderzoek waren gegevens nodig over de begin- en einddatum en de locatie van WiU-zones. Ook moeten de aantallen ongevallen in de periode voor en tijdens de wegwerkzaamheden bekend zijn. Informatie zoals de gemiddelde intensiteit was ook belangrijk. Het HSIS bevat een bestand met daarin allerlei gegevens over 36 grote projecten die in 1993 op snelwegen in California uitgevoerd zijn. Hieraan konden gegevens uit andere bestanden in het HSIS gekoppeld worden, zoals de ongevallen in 1992 en 1993 die plaatsgevonden hebben op de locaties van de projecten. Het resulterende bestand bevat zo een deel van de informatie die nodig was voor het onderzoek. Helaas bevat het bestand geen informatie over het project zelf en ook niet hoe ten tijde van het project het verkeer geregeld werd. Ook de hoeveelheid verkeer tijdens het werk in uitvoering is niet bekend. Daarom werd aangenomen dat de hoeveelheid verkeer tijdens werk in uitvoering niet verandert.

Er is gebruikgemaakt van negatief binomiale regressiemodellen om de effecten van duur, lengte en locatie van de WiU-zones te bepalen. Er zijn vijf verschillende modellen ontwikkeld. Het eerste model schat zowel het aantal letselongevallen als het aantal ongevallen met uitsluitend materiële schade (UMS) vóór WiU en tijdens WiU. De afhankelijke variabelen van de andere vier modellen zijn:

- het aantal UMS-ongevallen voor de wegwerkzaamheden;
- het aantal UMS-ongevallen tijdens de wegwerkzaamheden;
- het aantal letselongevallen voor de wegwerkzaamheden;
- het aantal letselongevallen tijdens de wegwerkzaamheden.

De vijf modellen bevatten allemaal de volgende onafhankelijke (ook wel verklarende) variabelen:

- het aantal dagen dat de wegwerkzaamheden duurden;
- de lengte van de WiU-zone;
- de intensiteit voordat de wegwerkzaamheden begonnen;

- het aantal motorvoertuigkilometers in miljoenen;
- een indicatorvariabele die aangeeft of de WiU-zone in een stedelijk of landelijk gebied ligt.

De belangrijkste resultaten uit het onderzoek zijn:

- De ongevalratio (ongevallen per motorvoertuigkilometer) tijdens werk in uitvoering is 21,5% hoger dan de ongevalratio op dezelfde wegdelen voor de werkzaamheden.
- De toename van UMS-ongevalratio (23,5%) is groter dan de toename van letselongevalratio (17,4%).
- Het aantal ongevallen neemt toe bij toenemende duur van het werk in uitvoering.

4.2.2.2. Ongevalsvoorspellingsmodellen

Er is veel literatuur beschikbaar waarin modellen ontwikkeld worden waarmee het aantal ongevallen of slachtoffers voorspeld kunnen worden. Over het algemeen is zo een model toepasbaar op een enkele grootheid, bijvoorbeeld op het aantal ongevallen met dodelijke afloop of op het aantal slachtoffers dat in het ziekenhuis is opgenomen.

Ma & Kockelman (2006) stellen een modelleringstechniek voor (Bayesiaanse multivariate Poisson-regressie) waarmee de aantallen slachtoffers, uitgesplitst naar letselernst, tegelijk geschat kunnen worden. Als voorbeeld schatten ze met deze techniek per wegvak simultaan het aantal mensen die bij een verkeersongeval betrokken zijn

- en niet gewond zijn geraakt;
- en mogelijk gewond zijn geraakt;
- en lichtgewond zijn geraakt;
- en zwaargewond zijn geraakt;
- en overleden zijn.

In het model zijn verschillende infrastructurele kenmerken als verklarende variabelen opgenomen, zoals de horizontale booglengte en -straal, de verticale hellingslengte en -hoek, de snelheidslimiet, het aantal rijstroken en het wegtype. Ook de verkeersprestatie, uitgedrukt in motorvoertuigkilometers, is in het model opgenomen als verklarende variabele. In het voorbeeld is gebruikgemaakt van ongevalgegevens en kenmerken van 40.718 wegvakken in de staat Washington die opgenomen zijn in het HSIS.

4.2.2.3. Validatie van de ongevallenmodellen in het Interactive Highway Safety Design Model

Het Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM) is een softwareapplicatie waarmee schattingen gemaakt kunnen worden van de effecten van verschillende wegontwerpen op de verkeersveiligheid. Een uitgebreidere beschrijving is te vinden in *Paragraaf 4.2.4.3*. In deze paragraaf geven we alleen een korte beschrijving van de validatie van enkele modellen in het IHSDM die uitgevoerd is door Oh et al. (2003).

Het IHSDM bevat modellen om de veiligheid van vijf verschillende typen kruispunten te schatten. Deze typen zijn:

- drietakskruispunten tussen tweestrookswegen, waarop de voorrang geregeld is door stopborden;

- viertakskruispunten tussen tweestrookswegen, waarop de voorrang geregeld is door stopborden;
- drietakskruispunten tussen een tweestrooks- en een vierstrooksweg, waarop de voorrang geregeld is door stopborden;
- viertakskruispunten tussen een tweestrooks- en een vierstrooksweg, waarop de voorrang geregeld is door stopborden;
- kruispunten tussen tweestrookswegen, voorzien van verkeerslichten.

De validatie van de modellen is op twee manieren uitgevoerd. Eerst zijn ze gevalideerd met behulp van informatie van dezelfde kruispunten op basis waarvan de modellen ontwikkeld waren, maar dan voor andere jaren. Hiermee wordt getest of de modellen in staat zijn redelijk betrouwbaar het aantal ongevallen te voorspellen. Vervolgens zijn ze gevalideerd met data uit Georgia. Uit deze validatie volgt of de modellen goed in staat zijn het aantal ongevallen te voorspellen op wegvakken die niet gebruikt zijn om de modellen te ontwikkelen.

Voor de eerste validatie is gebruikgemaakt van data uit het HSIS voor Michigan, Washington, California en Minnesota. Het gaat om ongevallen-gegevens en om infrastructurele kenmerken zoals de intensiteit op beide wegen, de aanwezigheid van stroken voor links afslaand verkeer, de breedte van de mediaan, en de snelheidslimiet.

De conclusie die uit deze validaties volgt is dat alle modellen niet goed in staat zijn om het aantal ongevallen te voorspellen op wegvakken en/of in jaren die niet gebruikt zijn in de ontwikkeling van de modellen. Deze conclusies zijn niet verrassend of schokkend te noemen, aangezien de modellen in het IHSDM eerst gekalibreerd dienen te worden voor ze toegepast worden. Daarnaast is het IHSDM ook niet bedoeld om harde voorspellingen te doen, maar om verschillende ontwerpkeuzes met elkaar te vergelijken.

4.2.2.4. Bespreking

De drie artikelen die in *Paragrafen 4.2.2.1 t/m 4.2.2.3* besproken zijn illustreren dat het HSIS gebruikt wordt voor verschillende doeleinden. In *Paragraaf 4.2.2.1* wordt een voorbeeld gegeven van hoe het HSIS gebruikt kan worden om het effect van specifieke wegkenmerken (bijvoorbeeld WiU) op de verkeersveiligheid te bepalen. Ook wordt het HSIS gebruikt om nieuwe modellering- en analysetechnieken te illustreren, zie het voorbeeld in *Paragraaf 4.2.2.2*. Ten slotte laat *Paragraaf 4.2.2.3* zien dat het HSIS ook nuttig is bij het bepalen van relaties tussen ongevallen en verscheidene infrastructurele kenmerken.

4.2.3. Onderzoeksrapporten

Externe gebruikers van het HSIS presenteren hun resultaten vaak in onderzoeksrapporten. Sinds 2000 zijn er elf van dergelijke rapporten verschenen, zie *Bijlage 2*. Aangezien deze rapporten goed laten zien welke instituten gebruikmaken van het HSIS en in welke problemen zij geïnteresseerd zijn, wordt in deze paragraaf een aantal voorbeelden van externe instituten en hun onderzoek gegeven. Aangezien deze onderzoeken heel uitgebreid zijn, wordt niet ingegaan op de manier waarop ze zijn

uitgevoerd. Er wordt alleen een korte schets gegeven van de data uit het HSIS die gebruikt zijn.

4.2.3.1. AAA Foundation for Traffic Safety

Het doel van de AAA Foundation for Traffic Safety is om levens te redden en het aantal gewonden in het verkeer te verminderen. Het is een non-profitorganisatie die door particulieren gesponsord wordt. Sinds 1947 heeft de organisatie al meer dan 170 onderzoeken verricht en/of gesubsidieerd om de oorzaken van verkeersongevallen te achterhalen, ongevallen te voorkomen en om ernst van de afloop te verminderen, mochten er toch ongevallen plaatsvinden. Op basis van deze onderzoeken is er veel voorlichtingsmateriaal ontwikkeld voor bestuurders, voetgangers, fietsers en andere weggebruikers.

Naar aanleiding van het Strategic Highway Safety Plan dat in 1998 door de American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) is opgesteld in samenwerking met de FHWA, NHTSA en de Transportation Research Board (TRB), heeft de AAA Foundation for Traffic Safety onderzoek gedaan naar ongevallen van een specifiek type. Het gaat om ongevallen waarbij een voertuig van de weg raakt als gevolg van een groot hoogteverschil tussen het wegoppervlak en de berm (Hallmark et al., 2006). Een van de doelen van dit onderzoek was het aantal van dit type ongevallen te bepalen. Een methode om dit te doen is ontwikkeld op basis van HSIS-gegevens van Illinois en North Carolina en deze methode is toegepast op gegevens van Iowa en Missouri.

4.2.3.2. National Cooperative Highway Research Plan (NCHRP)

In 1962 is het NCHRP gestart met als doel om onderzoek te doen naar acute verkeersveiligheidsproblemen. De penvoerder van het project is de TRB en het wordt gesponsord door de Departments of Transportation van de individuele staten die lid zijn van AASHTO. Elk jaar mogen de deelnemende DOT's aan AASHTO, voorzitters van comités van AASHTO, en de FHWA voorstellen doen voor onderzoek. De onderzoeken die uitgekozen worden om inderdaad verricht te worden, worden toegewezen aan private of publieke organisaties die aan kunnen tonen ervaring te hebben op het betreffende onderzoeksgebied.

Het onderwerp van NCHRP-project 5-17 waren de zogenoemde geprofileerde weg- en kantmarkeringen. Deze worden vaak gebruikt om het wegverloop voor bestuurders duidelijker te maken tijdens slecht weer en duisternis. Onderzoeken in New York, Texas en Pennsylvania lieten echter zien dat er ook nadelen kleven aan zulke markeringen. Aangezien deze onderzoeken op kleine gebieden gebaseerd zijn en er ook methodologische problemen aan kleefden, is besloten meer onderzoek te verrichten naar de geprofileerde weg- en kantmarkeringen. Voor deze studie werden data van zes staten verzameld, te weten Illinois, Missouri, New Jersey, New York, Pennsylvania en Wisconsin. De data voor Illinois kwamen uit het HSIS.

4.2.3.3. Insurance Institute for Highway Safety (IIHS)

Het Insurance Institute for Highway Safety is een onafhankelijke, door auto-verzekeraars gefinancierde, non-profit-, wetenschappelijke en educatieve

organisatie met als doel de verliezen als gevolg van verkeersongevallen (doden, gewonden en materiële schade) te verminderen. Daartoe verrichten ze allerlei soorten onderzoeken. Een van deze onderzoeken heeft betrekking op ribbelmarkering in het midden van de rijbaan (Persaud, Retting & Lyon, 2003).

Op landelijke wegen ontbreken vaak maatregelen, zoals een brede middenberm of geleideconstructies, om tegengestelde verkeersstromen van elkaar te scheiden. Hierdoor zijn frontale en flankbotsingen een groot probleem op dit type wegen. Ongeveer 20% van alle dodelijk ongevallen op landelijke wegen zijn het gevolg van zulke botsingen, resulterend in 4.500 doden per jaar. Een mogelijk maatregel om dit probleem op te lossen is het aanbrengen van ribbelmarkering in het midden van de rijbaan, waardoor bestuurders van auto's gewaarschuwd worden wanneer ze op de andere strook terecht dreigen te komen. Naar het effect van deze maatregel is nog weinig onderzoek gedaan, vandaar dat het IIHS een studie heeft verricht naar het effect van ribbelmarkering in het midden van de rijbaan op landelijke wegen waarop de rijrichting niet fysiek gescheiden is, waarbij rekening gehouden wordt met regressie naar het gemiddelde en verschillen in verkeersvolume en andere factoren. Hiervoor zijn data uit California, Colorado, Delaware, Maryland, Minnesota, Oregon en Washington gebruikt. Voor sommige van deze staten komen de gegevens uit het HSIS.

4.2.4. Verkeersveiligheidsinstrumenten

Er zijn twee softwareproducten ontwikkeld door het HSIS-team. In deze paragraaf worden beide kort besproken. Het zijn niet noodzakelijk producten die ontwikkeld zijn met gegevens uit de HSIS-database, maar ze vallen wel binnen het HSIS-contract. Een derde verkeersveiligheidsinstrument is weliswaar niet ontwikkeld door het HSIS-team, maar bij de ontwikkeling ervan is wel gebruikgemaakt van het HSIS-bestand (zie *Paragraaf 4.2.2.3*). Daarom wordt ook dit instrument kort besproken.

4.2.4.1. GIS Safety Analysis Tools

Om probleemlocaties te kunnen identificeren en het effect van genomen maatregelen te kunnen evalueren, maken veel regionale en lokale wegbeheerders gebruik van ongevallenanalysesystemen waarin ongevallendata, wegkenmerken en verkeersinformatie samengevoegd kunnen worden. Een nog effectievere ongevallenanalyseprogramma kan gerealiseerd worden door genoemde systemen in een GIS te integreren.

Door het HSIS-team is een dergelijk systeem ontwikkeld. De basis van dit systeem is ArcView GIS. Een gebruiker kan gegevens invoeren, aanpassen, analyseren en exporteren. Allerelei gegevens kunnen op plattegronden bekeken worden. Het systeem is uitgerust met vijf analyse-instrumenten, te weten:

- locatie- en kruispuntanalyse;
- wegsegmentanalyse;
- clusteranalyse;
- glijdendeschaalanalyse;
- routeanalyse.

De locatie- en kruispuntanalyse maakt het de gebruiker mogelijk om ongevallen te analyseren op een door hem gespecificeerde locatie. De wegsegmentanalyse heeft een soortgelijke functie, maar in plaats van een enkele locatie moet de gebruiker een stuk weg aangeven waarvoor de analyse uitgevoerd moet worden. Het instrument deelt het stuk weg op in even lange delen en voor alle delen afzonderlijk wordt een ongevallen-rapport gemaakt. De clusteranalyse kan gebruikt worden om ongevallen die geclusterd zijn rond een bepaald punt te analyseren. De glijdendeschaal-analyse doet in principe hetzelfde als de wegsegmentanalyse, maar deelt het stuk weg niet op in afzonderlijke delen, maar beschouwt een stuk weg dat over de hele route glijdt. De routeanalyse wordt gebruikt om hoge concentraties ongevallen op een route te lokaliseren.

Bij de ontwikkeling van de GIS Safety Analysis Tools is onder andere gebruikgemaakt van de data van Wake County in North Carolina in het HSIS. Daarnaast zijn ook andere gegevensbestanden gebruikt, zoals een inventarisatie van verkeersregelinstallaties, de toestand van het wegdek, landgebruik en demografische bestanden. Deze gegevens zitten ter demonstratie nog steeds in het instrument, maar iedere gebruiker kan zijn eigen wegennet invoeren waar hij analyses op uit wil voeren.

4.2.4.2. Pedestrian and Bicycle Analysis Tool (PBCAT)

PBCAT is een programma dat ongevallen typeert. Het is bedoeld om regionale en lokale wegbeheerders, belast met voetgangers en fietsers, te helpen om de veiligheid van deze verkeersdeelnemers te verbeteren. Om dat doel te bereiken stelt PBCAT een database op waarin kenmerken opgenomen zijn van ongevallen met een motorvoertuig en een voetganger of fiets. Een van deze kenmerken is het ongevalstype, en dit beschrijft het gedrag van de betrokken partijen voor het ongeval. Nadat deze database is opgesteld, kan de gebruiker de data analyseren, rapporten produceren en maatregelen selecteren die kunnen helpen om de gevonden problemen op te lossen.

4.2.4.3. Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM)

De IHSDM is ontwikkeld door Safety R&D van de FHWA. Dit instrument helpt wegbeheerders en wegontwerpers om de effecten van geometrische elementen in het wegontwerp op de verkeersveiligheid en op de mobiliteit te evalueren. Het vergelijkt bestaande en nieuwe wegontwerpen met de geldende richtlijnen en standaarden. Hiernaast geeft het model ook een schatting van verwachte veiligheid en verkeersprestatie van de weg. De IHSDM bestaat momenteel uit vijf modules die verschillende evaluaties uitvoeren.

De eerste module, de Policy Review Module, vergelijkt het daadwerkelijke ontwerp van een weg met de geldende richtlijnen. Zo kan nagegaan worden of de weg wel aan de eisen voldoet.

De Crash Prediction Module berekent op basis van een aantal geometrische kenmerken en de hoeveelheid verkeer op een weg een aantal ongevallen dat er plaats zal vinden. Deze module kan dus helpen om verschillen tussen ontwerpkeuze met betrekking tot de veiligheid te bepalen. De modellen die

in de module gebruikt worden zijn ontwikkeld op basis van gegevens uit het HSIS.

Inconsequenties in het snelheidsverloop op wegen worden opgespoord met de Design Consistency Module. Voor ieder punt op een stuk weg schat de module de V85 en de snelheid waarmee personenauto's zullen rijden wanneer ze geen voorligger hebben. Hiervoor worden schattingen gecombineerd van V85 in bochten, gewenste snelheden op rechte stukken, en de afname van snelheid bij het binnengaan en de toename van snelheid bij het uitkomen van bochten. De module identificeert een inconsequentie wanneer er een groot verschil is tussen de ontwerpsnelheid en de geschatte V85 en wanneer er grote veranderingen optreden in de V85 voor een rechtstand en voor de aansluitende bocht.

Er is ook een module die bekijkt of kruispunten wel voldoen aan de richtlijnen. Dit is de Intersection Review Module. Deze module identificeert mogelijke veiligheidsproblemen en doet voorstellen om deze problemen op te lossen.

De laatste module, de Traffic Analysis Module, is vooral nuttig tijdens de voorbereiding van een project. Deze module evalueert de capaciteit van verschillende alternatieven voor enkelbaanswegen met twee rijstroken: met inhaalstroken, kruipstroken en korte stukken met vier rijstroken. Hierbij wordt het TWOPAS microsimulatiemodel gebruikt.

5. Slotbeschouwing

Uit dit rapport volgt dat een onderzoeksdatabase van het type HSIS zeer geschikt is voor het programma *Wegen en Verkeer*. De vraag is of een dergelijk systeem in Nederland op korte termijn haalbaar is. Aangezien het HSIS enige overeenkomsten heeft met de Nederlandse applicatie *Wegkenmerken+*, is het denkbaar dat deze laatste uitermate geschikt zou zijn als basis voor de gewenste onderzoeksdatabase. In *Paragraaf 5.1* wordt echter uitgelegd waarom dit nu nog niet het geval is. Vervolgens worden in *Paragraaf 5.2* aanbevelingen gedaan voor een studie om na te gaan wat in Nederland op redelijk korte termijn wel haalbaar is.

5.1. Discussie

Het HSIS heeft overeenkomsten met *Wegkenmerken+*, een applicatie gebaseerd op het Nationaal Wegenbestand (NWB) die het mogelijk maakt om informatie over weg- en verkeerskenmerken op te slaan en te raadplegen (AVV, 2005). Het ligt dus voor de hand om *Wegkenmerken+* te gebruiken als basis voor een op het HSIS gelijkend systeem.

Er zijn echter ook verschillen tussen het HSIS en *Wegkenmerken+*. Een groot verschil is dat het HSIS veel uitgebreider is dan *Wegkenmerken+*. Hiermee bedoelen we niet alleen het aantal variabelen dat geregistreerd wordt, maar ook de hoeveelheid wegvakken (absoluut gezien) die momenteel volledig in het systeem zijn opgenomen. Een ander belangrijk verschil tussen beide systemen is dat gestreefd wordt om 100% van de wegen in Nederland in *Wegkenmerken+* op te nemen, terwijl het HSIS slechts informatie bevat over wegen in het beheer van negen staten en twee gemeenten.

De basis van *Wegkenmerken+* is een vaste set infrastructurele kenmerken met betrekking op wegvakken en kruispunten. De keuze voor deze vaste set is gemaakt na overleg tussen DVS, provincies, gemeenten, kaderwetgebieden, wetenschappers en het Rijk, waarin vastgesteld is welke wegkenmerken essentieel zijn. Naast deze vaste set kunnen wegbeheerders ook zelf kenmerken definiëren en invoeren.

De vaste set kenmerken van wegvakken in *Wegkenmerken+* is:

- huidige en toekomstige verkeersfunctie*;
- type stroomweg;
- wegtype*;
- aantal hoofdrijbanen per NWB-segment;
- aantal autorijrichtingen per hoofdrijbaan;
- rijrichtingscheiding*;
- kantmarkering*;
- parallelvoorzieningen
- parkeren*;
- verharding*;
- aantal uitritten per wegvak*;
- aantal drempels en/of plateaus per wegvak*;
- geslotenverklaring*;

- huidige en toekomstige snelheidslimiet*;
- jaargemiddelde weekdag etmaalintensiteit;
- intensiteitssoort (gemeten of geschat met verkeersmodel);
- snelheidscontrole politie;
- snelheidscamera;
- fiets-/bromfietsvoorziening (optioneel)*;
- parkeervorm (optioneel);
- obstakelvrije zone*;
- aantal ov-halten*;
- pechvoorziening*;
- vooraankondiging bewegwijzering*.

De kenmerken met een asterisk (*) zijn nodig om te bepalen of het wegvak aan de Duurzaam Veilig-eisen voldoet.

Voor kruispunten horen de volgende kenmerken tot de vaste set:

- beheerdersoort;
- omschrijving kruising*;
- huidige en toekomstige kruispuntaggregatie;
- huidige en toekomstige aanwezigheid VRI*;
- huidige en toekomstige aantal takken kruispunt*;
- huidige en toekomstige verhogingen kruispunt*;
- voorrangregeling kruispunt*;
- camera;
- huidige en toekomstige rotonde (optioneel);
- bewegwijzering*.

Ook in deze lijst zijn de kenmerken met een asterisk nodig om te bepalen of een kruispunt aan de Duurzaam Veilig-eisen voldoet.

Als besloten wordt om in Nederland een op het HSIS gelijkend systeem op te zetten (al dan niet gebaseerd op Wegkenmerken+), dan moet het voor wegbeheerders aantrekkelijk gemaakt worden om hieraan mee te werken. De projectleiding van het HSIS noemt de volgende redenen waarom de staten mee willen werken aan het HSIS:

- Ze beschouwen het als een eer om mee te mogen doen en zijn soms zelfs beledigd als hun data niet goed genoeg (meer) worden bevonden om in het HSIS opgenomen te worden.
- Ze krijgen van het HSRC nu een uitgebreide terugkoppeling over de kwaliteit van hun data en veranderingen daarin.
- Elk jaar is er een bijeenkomst in Chapel Hill die zeer interessant is voor specialisten op het gebied van verkeersveiligheidsgegevens.
- De deelnemende staten kunnen door mee te doen aan het HSIS van elkaar leren hoe ze hun registratie beter en simpeler kunnen maken.

Twee van de hierboven genoemde redenen gelden waarschijnlijk ook direct in de Nederlandse situatie: de wegbeheerders zouden van de SWOV een uitgebreide terugkoppeling over de kwaliteit van hun data kunnen krijgen en van andere wegbeheerders kunnen ze leren hoe ze hun registratie eventueel kunnen verbeteren. Tevens kan ook ieder jaar een bijeenkomst worden gehouden voor alle deelnemende contactpersonen. Op een dergelijke bijeenkomst kunnen dan bijvoorbeeld presentaties gegeven worden over hoe de database ervoor staat en wat voor onderzoek er al mee gebeurd is.

Ook zijn bijvoorbeeld discussies tussen de verschillende partijen mogelijk over hoe het hele proces van gegevensverzameling verbeterd kan worden.

Los van de door de SWOV gewenste onderzoeksdatabase zijn er positieve ontwikkelingen gaande betreffende Wegkenmerken+. Aangezien de noodzaak van het juist en volledig invullen hiervan namelijk door verschillende partijen wordt onderkend, is door de minister van Verkeer en Waterstaat in juli 2007 een brief gestuurd (VENW/DGP-2007/4345) aan de regievoerders Verkeersveiligheid van de negentien regio's. Hierin wordt aangedrongen op een volledige registratie vóór eind 2007 van de meest essentiële weg- en kruispuntkenmerken. Op wegvakniveau zijn dit verkeersfunctie, snelheidslimiet, wegtype, verharding, rijrichtingscheiding, kantmarkering, geslotenverklaring, (brom)fietsvoorziening en obstakelvrije zone. Op kruispuntniveau gaat het om kruispuntvorm, aanwezigheid VRI, verhoging (plateau) en voorrangsregeling. Verder moet van elke weg aangegeven worden of hij deel uitmaakt van een gewenste of ongewenste route voor doorgaand goederenvervoer en of er voor dit type vervoer een geslotenverklaring geldt. In dezelfde brief worden ook vijf redenen opgenoemd waarom het voor de wegbeheerders zelf belangrijk is dat ze deze gegevens gaan verzamelen:

1. Betrouwbare gegevens zijn nodig om goede verkeersveiligheidsanalyses te maken ter onderbouwing van een preventief verkeersveiligheidsbeleid en om inzicht te krijgen in de verkeersveiligheidsproblematiek en verkeersveiligheidsrisico's op wegen op regionaal en lokaal niveau.
2. Gegevens over wegkenmerken zijn nodig om de (kosten)effectiviteit van verkeersveiligheidsmaatregelen te evalueren en zo een prioritering van maatregelen mogelijk maken.
3. Vanaf 2008 zal de ongevallenregistratie niet meer op alleen gegevens van de politie gebaseerd zijn. Wegkenmerken moeten door de wegbeheerders zelf aangeleverd worden.
4. Een snelle invoering van de Intelligente Snelheidsassistent is alleen mogelijk als er goede, betrouwbare en actuele gegevens over geldende snelheidslimieten beschikbaar zijn en blijven.
5. Wegkenmerken zijn erg belangrijk voor navigatiesystemen, met name voor vrachtwagenchauffeurs die zo beter kunnen bepalen welke routes voor hen niet zo geschikt zijn.

Deze redenen zijn zeer praktisch, waardoor het voor de wegbeheerders duidelijk is waarvoor het verzamelen van de gegevens belangrijk is.

Half augustus 2007 was het wegennet (vaak exclusief erftoegangswegen) compleet geïnventariseerd in de gemeenten van het Stadsgewest Haaglanden en de provincies Zuid-Holland en Flevoland. De provincies Utrecht en Overijssel hebben reeds alle provinciale N-wegen in beeld, Friesland heeft daarnaast een groot deel van de gebiedsontsluitingswegen geïnventariseerd (KpVV, 2007). Dit is dus zeer positief te noemen.

Als wegbeheerders hun medewerking willen verlenen, dan is het zaak om daadwerkelijk de gegevens te gaan verzamelen. Niet iedere wegbeheerder zal een kant-en-klaar bestand hebben waarin de gewenste kenmerken zijn opgenomen, zoals voor de deelnemers aan het HSIS wel het geval is (de deelnemers van het HSIS zijn hier immers op geselecteerd). Het kan dus enige tijd kosten voor de gegevens verzameld zijn. Met name het verzamelen van intensiteiten zal veel tijd kosten, aangezien hiervoor uitgebreide verkeerstellingen nodig zijn.

Behalve het feit dat Wegkenmerken+ veel minder variabelen en wegen bevat dan het HSIS, zijn er nog andere redenen te noemen waardoor Wegkenmerken+ minder geschikt zal zijn als basis voor de onderzoeksdatabase. Deze redenen hebben te maken met het feit dat Wegkenmerken+ gebaseerd is op het NWB. Het NWB is een netwerk opgebouwd uit juncties verbonden met wegvakken. Een junctie kan zijn:

- een plaats in het netwerk waar verkeersuitwisseling kan plaatsvinden;
- het eindpunt van een doodlopende weg;
- de plaats waar een wegvak een gemeentegrens doorsnijdt.

Ieder wegkenmerk dat geregistreerd wordt in Wegkenmerken+ kan per wegvak (tussen twee opeenvolgende juncties) slechts één waarde hebben. Het gevolg hiervan is dat wanneer in werkelijkheid een wegvak meerdere waarden van een bepaald wegkenmerk heeft (de snelheidslimiet verandert bijvoorbeeld), dit niet in het NWB weergegeven kan worden. De onderzoeksdatabase moet echter onderzoek naar het effect van infrastructurele kenmerken op de verkeersveiligheid mogelijk maken, dus deze moet homogene wegvakken bevatten. Dit zijn wegvakken waarvoor de geregistreerde kenmerken dezelfde waarde hebben voor het hele wegvak.

Daarnaast is het zo dat indien een weg gescheiden rijbanen heeft, deze als aparte wegvakken in het NWB, en dus ook in Wegkenmerken+, verwerkt worden. Op dergelijke wegen worden bijvoorbeeld de intensiteiten voor beide richtingen apart geregistreerd. Om analyses op wegniveau te kunnen doen, moeten dus eerst wegen van de rijbanen gemaakt worden. Dit kan lastig zijn, omdat in het NWB niet altijd even duidelijk is of twee rijbanen samen een weg vormen. Iets soortgelijks geldt ook voor kruispunten. Deze zijn niet allemaal eenvoudig uit het NWB te selecteren.

5.2. Conclusie en aanbevelingen

Geconcludeerd kan worden dat Wegkenmerken+ (nog) niet goed voldoet aan de wensen die gelden voor de onderzoeksdatabase. Het is dus raadzaam een studie uit te voeren naar de haalbaarheid van een dergelijke, op HSIS lijkende, database. Deze haalbaarheidsstudie moet uit de volgende stappen bestaan:

- onderzoeken of er naast HSIS nog andere voorbeelden van dergelijke bestanden in het buitenland gebruikt worden;
- bepalen welke wegkenmerken er ten minste in de onderzoeksdatabase opgenomen moeten worden;
- bepalen uit hoeveel wegvakken de onderzoeksdatabase zou moeten bestaan zodat er zinnige analyses mee uitgevoerd kunnen worden;
- een pilotstudie uitvoeren om te zien of de gewenste gegevens sowieso wel verzameld kunnen worden en wat er allemaal bij komt kijken.

Een aantal van deze stappen is al genomen. Er is bijvoorbeeld al uitgebreid een andere buitenlandse onderzoeksdatabase bestudeerd: MOLASSES. Dit is een systeem uit Groot-Brittannië dat uitermate geschikt is om voor- en nastudies mee uit te voeren. Daarnaast is in het kader van het onderdeel *Vorm* van het programma *Wegen en Verkeer* al begonnen met het verzamelen van wegkenmerken en intensiteiten van provinciale wegen in Gelderland en Drenthe. Dit kan beschouwd worden als onderdeel van de pilotstudie. Het is echter aan te bevelen om alles tot één haalbaarheids-

studie samen te voegen. Deze studie zal gerapporteerd worden door Reurings & Schermers (2008).

Literatuur

AVV (2005). *Wegkenmerken+; Een landelijk en uniform basisbestand met wegkenmerken; Een uniek samenwerkingsverband in Nederland*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer.

Bauer, K.M., Harwood, D.W., Richard, K.R., Hughes, W.E. (2004). *Safety effects of using narrow lanes and shoulder-use lanes to increase the capacity of urban freeways*. In: Transportation Research Record 1897.

Bauer, K.M., Harwood, D.W., Richard, K.R., Hughes, W.E. (2005). *Safety effects of using narrow lanes and shoulder-use lanes to increase the capacity of urban freeways*. Rapport FHWA-HRT-05-001. FHWA.

Council, F.M., Harkey, D.L., Nabors, D.T., Khattak, A.J. & Mohamedshah, Y.M. (2003). *Examination of 'fault', 'unsafe driving acts' and 'total harm' in car-truck collisions*. In: Transportation Research Record 1830.

Council, F.M., Harkey, D.L., Nabors, D.T., Khattak, A.J. & Mohamedshah, Y.M. (2004). *Examination of fault, unsafe driving acts and total harm in car-truck collisions*. Rapport FHWA-HRT-04-085. FHWA.

Griffith, M.S. (1999). *Safety evaluation of rolled in continuous shoulder rumble strips installed on freeways*. Rapport FHWA-RD-00-032. FHWA.

Griffith, M.S. (2000). *Safety evaluation of continuous shoulder rumble strips installed on freeways*. In: ITE Journal, Vol. 70, No. 6.

Hallmark, S.L, Veneziano, D. & McDonald, T., Graham, J., Bauer, K.M., Patel, R. & Council, F.M. (2006). *Safety impacts of pavement edge drop-offs*. AAA Foundation for Traffic Safety.

Huang, H.F., Stewart, J.R. & Zegeer, C.V. (2002). *Evaluation of lane reduction "road diet" measures on crashes and injuries*. In: Statistical methodology : applications to design, data analysis, and evaluation, Transportation Research Record TRR 1784, p. 80-90.

Huang, H.F., Stewart, J.R. & Zegeer, C.V. (2004). *Evaluation of lane reduction "road diet" measures and their effects on crashes and injuries*. Rapport FHWA-HRT-04-082. FHWA.

Khattak, A.J., Khattak, A. & Council, F.M. (2002). *Effects of work zone presence on injury and non-injury crashes*. In: Accident Analysis and Prevention 34, p. 19-29.

KpVV (2007). KpVV Bericht nummer 50.

Ma, J. & Kockelman, K. (2006). *Bayesian multivariate Poisson regression for models of injury count, by severity*. In: Transportation Research Record 1950.

Michigan DOT (1999). *Performance audit of the Traffic and Safety Division*. Rapport 59-162-98. Michigan Department of Transportation, Bureau of Highway Technical Services.

Mohamedshah, Y.M., Chen, L.W. & Council, F.M. (2000a). *Association of selected intersection factors with red-light-running crashes*. Rapport FHWA-RD-00-112. FHWA.

Mohamedshah, Y.M., Chen, L.W. & Council, F.M. (2000b). *Association of selected intersection factors with red light running crashes*. In: ITE Journal.

Oh, J., Lyon, C., Washington, S., Persaud, B. & Bared, J.G. (2003). *Validation of the FHWA crash models for rural intersections; Lessons learned*. In: Transportation Research Record 1840.

Persaud, B.N., Retting, R.A. & Lyon, C. (2003). *Crash reduction following installation of centerline rumble strips on rural two-lane roads*. Insurance Institute for Highway Safety.

Reurings, M.C.B. & Schermers, G. (2008). *Haalbaarheidsstudie naar een onderzoeksdatabase ten behoeve van het programma Wegen en Verkeer*. D-2008-14. SWOV, Leidschendam.

Bijlage 1

Artikelen in peer-reviewed tijdschriften sinds 2000

Intern onderzoek

Council, F.M., Harkey, D.L., Nabors, D.T., Khattak, A.J. & Mohamedshah, Y.M. (2003). *Examination of 'fault', 'unsafe driving acts' and 'total harm' in car-truck collisions*. In: Transportation Research Record 1830, p. 63-71.

Do, A.H. & Harkey, D.L.. (2006). *Living to tell the tale*. In: Public Roads, July/August.

Griffith, M.S. (2000). *Safety evaluation of continuous shoulder rumble strips installed on freeways*. In: ITE Journal, Vol. 70, No. 6.

Harkey, D.L., Yi, C. & Feaganes, J. (2004). *Evaluation and validation of an automated in-vehicle data collection system for developing roadway alignments*. In: Transportation Research Record 1897.

Hauer, E., Council, F.M. & Mohamedshah, Y.M. (2004). *Safety models for urban four-lane undivided road segments*. In: Transportation Research Record 1987.

Hauer, E., Harwood, D.W., Council, F.M. & Griffith, M.S. (2002). *Estimating safety by the Empirical Bayes method; A tutorial*. In: Transportation Research Record 1784.

Huang, H.F., Stewart, J.R. & Zegeer, C.V. (2002). *Evaluation of lane reduction "road diet" measures on crashes and injuries*. In: Statistical methodology : applications to design, data analysis, and evaluation, Transportation Research Record TRR 1784, p. 80-90.

Mohamedshah, Y.M., Chen, L.W. & Council, F.M. (2000). *Association of selected intersection factors with red light running crashes*. In: ITE Journal.

Extern onderzoek

Bauer, K.M., Harwood, D.W., Hughes, W.E. & Richard, K.R. (2004). *Safety effects of using narrow lanes and shoulder-use lanes to increase the capacity of urban freeways*. In: Transportation Research Record 1897.

Fambro, D.B., Fitzpatrick, K. & Koppa, R.J. (2000). *New stopping sight distance model for use in highway geometric design*. In: Transportation Research Record 1701.

Hunter, W.W., Stewart, J.R., Krull, K.A., Huang, H.F., Council, F.M. & Harkey, D.L. (2001). *Three-strand cable median barrier in North Carolina; In-service evaluation*. In: Transportation Research Record 1743.

Ivan, J.N., Wang, C. & Bernardo, N.R. (2000). *Explaining two-lane highway crash rates using land use and hourly exposure*. In: Accident Analysis and Prevention, Vol. 32.

- Khattak, A.J., Khattak, A. & Council, F.M. (2002). *Effects of work zone presence on injury and non-injury crashes*. In: Accident Analysis and Prevention 34, p. 19-29.
- Lacy, J.K., Zegeer, C.V., Schneider, R. & Pfefer, R. (2003). *Impacts of changing to a towaway crash reporting threshold to site problem identification*. In: ITE Journal.
- Ma, J. & Kockelman, K. (2006). *Bayesian multivariate Poisson regression for models of injury count, by severity*. In: Transportation Research Record 1950.
- Noland, R.B. (2003). *Traffic fatalities and injuries; The effect of changes in infrastructure and other trends*. In: Accident Analysis and Prevention, Vol. 35, No. 4.
- Oh, J., Lyon, C., Washington, S., Persaud, B. & Bared, J.G. (2003). *Validation of the FHWA crash models for rural intersections; Lessons learned*. In: Transportation Research Record 1840.
- Qin, X. & Ivan, J.N. (2004). *Selecting exposure measures for predicting crash rates on two-lane rural highways*. In: Accident Analysis and Prevention, Vol. 36.
- Qin, X., Ivan, J.N., Ravishankar, N. & Liu, J. (2004). *A hierarchical Bayesian estimation of non-linear safety performance functions for two-lane highways using MCMC modeling*. In: ASCE Journal of Transportation Engineering.
- Strong, C. & Shvetsov, Y. (2006). *Development of a roadway weather severity index*. In: Transportation Research Record 1948.

Bijlage 2

Externe onderzoeksrapporten sinds 2000

Friedman, K., Kenney, T. & Holloway, E. (2003). *Impact induced fires & fuel leakage: statistical analysis of FARS and state data files (1978-2001)*. Motor Vehicle Fire Research Institute.

Hallmark, S.L, Veneziano, D. & McDonald, T., Graham, J., Bauer, K.M., Patel, R. & Council, F.M. (2006). *Safety impacts of pavement edge drop-offs*. AAA Foundation for Traffic Safety.

Harwood, D.W., Bauer, K.M., Potts, I.B., Torbic, D.J., Richard, K.R., Kohlman Rabbani, E.R., Hauer, E. & Elefteriadou, L. (2002). *Safety effectiveness of intersection left- and right-turn lanes*. FHWA Report FHWA-RD-02-089.

Krull, K.A., Hummer, J.E., Crouch, J.A. & Chatterjee, A. (2000). *A realistic test of Hauer's promising site identification method*. Southeastern Transportation Research Center, Knoxville, Tennessee.

Lacey, J., Jones, R. & Wiliszowski, C.H. (2000). *Zero tolerance laws for youth: four states' experience*. DOT-HS-809-053. Washington, D.C., U.S. Department of Transportation DOT, National Highway Traffic Safety Administration NHTSA, Office of Research and Traffic Records

Lord, D. (2001). *Synthèse et discussions des expériences d'uvirage à droit au feu rouge dans les provinces Canadiennes et les états américains*. Rapport préparé pour le ministère des transports du Québec routes et transports, Vol 31, No 2., pp. 10-20.

Neuman, T.R. (2002). *Surface transportation safety and investment*. Draft final report, NCHRP Project 8-36, Task 26.

Olmstead, T. (2000). *The effects of freeway management systems and motorist assistance patrols on the frequency of reported motor vehicle crashes*. Thesis, Cambridge MA.

Persaud, B.N., Retting, R.A. & Lyon, C. (2003). *Crash reduction following installation of centerline rumble strips on rural two-lane roads*. Insurance Institute for Highway Safety.

Persaud, B.N., Retting, R.A. & Lyon, C. (2004). *Safety evaluation of permanent raised pavement markers*. NCHRP No. 518.

Wierwille, W.W., Hanowski, R.J., Hankey, J.M., Kieliszewski, C.A., Lee, S.E., Medina, A., Keisler, A.S. and Dingus, T.A. (2002). *Identification and evaluation of driver errors; Overview and recommendations*. FHWA Report FHWA-RD-02-003.