

Het verkeerskundig
laboratorium
voor studenten

ITS EDU LAB

Veiligheid en doorstroming rond incidenten

Koen Adams

April 2008



Rijkswaterstaat

TU Delft

Veiligheid en doorstroming rond incidenten

**Een onderzoek naar de effecten van Incident
Management op de veiligheid en doorstroming
rond incidenten op het Nederlandse snelwegennet**

**MSc Thesis Civiele Techniek
Technische Universiteit Delft**

Colofon

Gepubliceerd door: ITS Edulab

Telefoon: 010 – 282 5881

E-mail: henk.taale@rws.nl

Auteur: Koen Adams

Afstudeercommissie: Prof. Dr. Ir. S.P. Hoogendoorn (voorzitter)
Dr. W.J. Knibbe
Prof. Dr. Ir. J.A.A.M. Stoop
Drs. V. Knoop
Ing. A. van Loon
Ir. P.B.L. Wiggenraad

ITS Edulab is een project van Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart en de Technische Universiteit Delft



Datum: 11 April 2008

Samenvatting

De mobiliteit van de gemiddelde Nederlander is de afgelopen jaren alleen maar gestegen, en volgens de verkeersprognoses voor de toekomst zal dit niet snel gaan veranderen. In plaats van capaciteit uit te breiden, is een belangrijke doelstelling van de wegbeheerder op dit moment het optimaal benutten van de bestaande capaciteit.

Congestie kan verschillende oorzaken hebben. Wanneer de oorzaak van een file onvoorspelbaar is, wordt dit een incident genoemd. Pechgevallen, ongevallen, verlies van lading en calamiteiten zijn voorbeelden van incidenten. Zeker 20% van alle voertuigverliesuren op het netwerk wordt veroorzaakt door incidenten.

In 1993 is het initiatief genomen het afhandelingsproces van incidenten te verbeteren. Incident Management (IM) werd in het leven geroepen. IM is het beleid dat erop is gericht incidenten zo snel als mogelijk af te handelen. Hierbij wordt vooral gelet op de doorstroming van het verkeer en de veiligheid op de incidentlocatie en de veiligheid van de rest van het verkeer.

Er bleek dat bij een incident er vaak afwegingen moeten worden gemaakt tussen een betere doorstroming en een hogere veiligheid. Op dit moment is het onduidelijk waar de scheidingslijn ligt en of het huidige IM-beleid goede prioriteiten stelt.

In 2007 heeft Rijkswaterstaat een onderzoek gedaan naar de effecten van IM. Hieruit kwam naar voren dat er nog niet voldoende informatie aanwezig was over de effecten van het IM-beleid op de doorstroming en de veiligheid. Dit rapport was de aanleiding voor dit onderzoek.

De doelstelling van dit onderzoek is de wisselwerking tussen veiligheid en doorstroming bij een incident te verduidelijken door de effecten van het huidige IM-beleid op de veiligheid en de capaciteit te bepalen rond de incidentlocatie.

Het onderzoek is in verschillende stappen uitgevoerd. Eerst is er bekeken wat de effecten zijn van een incident op de veiligheid van andere risicogroepen en op de doorstroming op de weg. Wanneer deze effecten waren bepaald, was het mogelijk de effecten van het IM-beleid op de doorstroming en de veiligheid te toetsen. Daarna kon de wisselwerking tussen doorstroming en veiligheid nader worden onderzocht.

Effecten van een incident op de veiligheid (H3)

De effecten van een incident op de veiligheid van andere risicogroepen zijn getoetst met behulp van een expert panel. Door de auteur zijn er een drietal incidentscenario's (een pechgeval, een kop-staartbotsing en een calamiteit) beschreven. De taak van het panel was om per tijdsfase

van het incident, per risicogroep en per scenario de maatgevende risico's te identificeren. De risicogroepen bestonden uit slachtoffers van het primair incident, de hulpverleners, de weggebruikers stroomopwaarts en op de andere weghelft, en de omwonenden.

Ondanks enige problemen met de grootte van het panel en de doorlooptijd van het onderzoek, bleken de resultaten goed bruikbaar. Er bleek dat er vooral in de eerste fases van het incident (detectiefase, aanrijfase) de grootste risico's werden geïdentificeerd voor de risicogroepen.

Effecten van een incident op de doorstroming (H4)

Omdat er uit een literatuurstudie naar eerder onderzoek naar reductiefactoren en VVU bleek dat er vaak veel aannames worden gedaan voor het bepalen van reductiefactoren, is besloten om voor een aantal incidentsituaties (een pechgeval, 1 afgekruiste rijstrook, 2 afgekruiste rijstroken en een kijkersfile) zelf reductiefactoren te gaan zoeken.

Met behulp van een incident database van de wegininspecteurs van VCNL en de intensiteitgegevens uit de Monica meetlussen, is er in Matlab een programma geschreven die de reductiefactoren voor deze situaties bepaald.

De uitkomsten van het onderzoek zijn als volgt:

situatie	factor
pechgeval	0,72
1 x-strook	0,36
2 x-stroken	0,18
kijkersfile	0,69

Uit deze cijfers blijkt dat een incident serieuze gevolgen kan hebben op de doorstroming op de weg.

Effect van IM op de veiligheid (H5)

Er is besloten het effect van IM op de veiligheid kwalitatief te bepalen. Dat wil zeggen, er is onderzoek gedaan het effect van de IM-maatregelen per risicogroep en per incidentfase. Er is bepaald hoe groot het effect van een bepaalde maatregel is op de kans van een secundair incident en op de blootstelling aan extra risico's. Deze effecten zijn gesommeerd, waardoor er een overzicht ontstond van het effect van IM per incidentfase en per risicogroep.

Wanneer de risico's zoals geïdentificeerd in hoofdstuk 3 in dezelfde grafiek werden geplaatst, bleek dat er vooral voor de slachtoffers van het primair incident en de weggebruikers stroomopwaarts er in de eerste fases van het incident een groot gat ligt tussen de risico's die ze lopen en de effecten die IM heeft.

Effect van IM op de doorstroming (H6)

Met behulp van een verticaal wachtrijmodel, geprogrammeerd in Matlab, kon via het invoeren van verschillende afhandelingstijden van incidenten (voor IM en na IM) het effect worden bepaald van IM op de doorstroming in termen van VVU. Invoer voor het programma waren intensiteiten uit Monica, reductiefactoren zoals bepaald in hoofdstuk 4 en afhandelingstijden van incidenten.

Er is in dit onderzoek gemodelleerd in spitsperiodes. Er bleek voor deze casus een verschil te zitten tussen de simulatie met IM en die zonder IM van 116% in aantal VVU als gevolg van incidenten.

Uit een gevoeligheidsanalyse bleek dat een extra tijdswinst (2 minuten) in de afhandelingsfase een extra winst in VVU van bijna 11 % kan opleveren.

Doorstroming vs. veiligheid (H7)

Door het huidige beleid van IM goed door te lichten, bleek er van een dilemma tussen veiligheid en doorstroming op het niveau van de hulpverleners geen sprake te zijn. Op het niveau van de beleidsmaker bestaat deze echter nog wel.

In het huidige beleid staat de veiligheid van de incidentlocatie altijd voorop. In sommige gevallen betekent dit extra veiligheidsrisico's voor andere risicogroepen. Een berekening heeft laten zien dat vanuit maatschappelijk oogpunt de keuzes zoals die zijn gemaakt in het huidige beleid niet altijd te verdedigen zijn.

Abstract

The mobility of the average Dutchman has been climbing for the last years, and when we look at traffic prognoses, the mobility will continue to rise in the near future. Instead of expanding road capacity, an important goal of the Dutch government is now to use the existing capacity as efficient as possible.

Congestion can have several causes. Whenever these causes are unpredictable, we talk of an incident. Breakdowns, accidents, loss of cargo and calamities are all examples of incidents. More than 20% of all delay hours are caused by incidents.

In 1993 the initiative was taken to improve the way to deal with incidents, it was called Incident Management (IM). IM is the policy that wants to clear the road as soon as possible after the incident has occurred, especially paying attention to the traffic flow on the road, the safety on the incident-location and the safety of the rest of the traffic. It was found that at an incident-location, often the assessment had to be made between a better traffic flow and a higher safety. At the moment it is unclear where the line between safety and traffic flow is and how the current IM-policy prioritises.

In 2007, Rijkswaterstaat did research into the effects of Incident Management. The results were that there was not enough information present on the effects of the IM-policy on the safety and the traffic flow. This report is the reason why this graduation research was done.

<p>The goal of this research is to clarify the interaction between safety and traffic flow at an incident-location by identifying the effects of the present IM-policy on the safety and the traffic flow around the incident-location.</p>

The research was conducted in several parts. The first step was to see how an incident influences the safety of other risk groups and the traffic flow on the road.

When these effects were clarified, it was possible to test the effects of the IM-policy on the safety and the traffic flow.

After that, some deeper research was done into the interaction between safety and traffic flow.

Effects of an incident on safety (Chapter 3)

The effects of an incident on the safety of other risk groups were researched using an expert panel. Three incident scenarios (a breakdown, a rear-end collision and a calamity) were drawn up by the author. The task of the expert panel was to identify the representative risk per time phase of the incident, per risk group and per scenario. The risk groups were: victims of the primary incident, the workers on the

incident-location, the road users upstream of the incident, the road users on the other side of the road and the people who live near the highway.

Despite some problems with the size of the expert panel and the research time, it seemed the results from the research were usable. It turned out that especially in the earlier stages of an incident (detection phase, ride up phase) the biggest risks were identified for the risk groups.

Effects of an incident on traffic flow (Chapter 4)

Because a literature research into reduction factors and delay hours showed that often a lot of assumptions are made when trying to find reduction factors for the capacity. It was decided that for a number of incident situations (a breakdown, 1 crossed out lane, two crossed out lanes and congestion as a result of rubbernecking) an own research would be started in order to find reduction factors for the capacity. With the help of an incident database of road inspectors from VCNL and intensity data from Monica-loops, a program was written in Matlab which calculated the reduction factors for the incident situations. The results of the research are as follows:

situation	factor
breakdown	0,72
1 x-lane	0,36
2 x-lanes	0,18
rubbernecking	0,69

From these numbers it shows that an incident can have serious effects on traffic flow.

Effect of the IM-policy on safety (Chapter 5)

It was decided to research the effect of IM on safety qualitatively. That is, research was done after the effect of each of the separate IM-measures per risk group and per time phase of the incident. It was determined how big the effect of a certain measure is on the chance of a secondary incident and on the exposure to extra safety risks. These effects were summed per time phase, which gave us an overview of the effect of IM per time phase and per risk group. When the risks, as identified in chapter 3 were added to this overview, it turned out that especially for the victims of the primary incident and the road users upstream of the incident, in the first phases of the incident there was a big 'gap' between the risks they faced and the effects of the IM-policy.

Effects of the IM-policy on traffic flow (Chapter 6)

With the help of a vertical queuing model, programmed in Matlab, it was possible by importing different average incident times (before IM and after IM) to determine the effects of IM on traffic flow in terms of delay hours. Input for the program was intensities from Monica, reduction factors from chapter 4 and average incident times.

In this research there was modelled during rush hours. For this case, there was a difference in delay hours between the simulation with IM and the simulation without IM of 116% as a result of incidents. From a sensitivity analysis, it was concluded that an extra time profit (2 minutes) in the clearing stages of an incident results in a profit in delay hours of 11%.

Traffic flow vs. safety (Chapter 7)

By going through the current IM-policy, it was found that in the current situation, there is no dilemma between safety and traffic flow on the level of the worker on the incident location. On the level of the policy maker however, this dilemma still exists. In the current policy safety on the incident location is the main priority. In some cases this means extra safety risks for other risk groups. A calculation showed that from a societal point of view the choices that are made in the IM-policy are not always justifiable.

Voorwoord

Voor U ligt het eindproduct van mijn afstudeerstage bij het ITS Edulab, een samenwerkingsverband tussen DVS Rijkswaterstaat en de TU Delft. Voor mij betekent dit stuk werk het einde van mijn studie aan de faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen. Dit rapport bevat het resultaat van de laatste acht maanden van deze studie en symboliseert daarmee het einde van mijn periode 'in het onderwijs'.

Er zijn een aantal personen die ik moet bedanken. Allereerst wil ik mijn ouders Henk en Willemien en mijn zusje Marleen bedanken voor alle steun die zij mij de afgelopen jaren hebben gegeven en voor het feit dat ze altijd in mij zijn blijven geloven.

Daarnaast moet ik mijn afstudeercommissie bedanken. Serge, Willem Jan, Alex, John en Victor: bedankt voor jullie enthousiasme, kritische oog, goede begeleiding en gezelligheid. Ook ben ik een dankwoord verschuldigd aan de andere Edu-labbers. Zonder jullie was het erg saai geweest elke dag.

Als laatste wil ik alle mensen bedanken die tijdens mijn afstuderen voor de afleiding gezorgd hebben maar op zijn tijd ook met goede, nuttige adviezen kwamen of een rustgevend woord. Mo, Tarek en Thomas, bedankt voor de hulp bij mijn afstuderen en daarnaast. En natuurlijk de mannen uit Zwolle, voor de jarenlange steun en gezelligheid.

Koen Adams.

Lijst met figuren

Figuur 1.1 Veel vertraging op het hoofdwegennet is toe te schrijven aan incidenten	21
Figuur 1.2 Schematisch overzicht van de onderzoeksonderdelen	25
Figuur 2.1 Op de incidentlocatie wordt overlegd in het CTPI	28
Figuur 2.2 Schematisch overzicht van de route die een 112 melding aflegt.....	29
Figuur 3.1 Schematisch overzicht van de fases van een incident zoals gebruikt in dit onderzoek	34
Figuur 3.2 Overzichtskaart studiegebied	36
Figuur 3.3 Plaats van de scenario's in het studiegebied	38
Figuur 3.4 Schaling van de kans van optreden van het risico	40
Figuur 3.5 Schaling van de gevolgen van het risico.....	40
Figuur 3.6 Een ingevulde matrixcel.....	41
Figuur 3.7 Resultaten van het onderzoek naar het relatief risico voor scenario I (geen afhandelingsfase op de rijbaan)	42
Figuur 3.8 Resultaten van het onderzoek naar het relatief risico voor scenario II	42
Figuur 3.9 Resultaten van het onderzoek naar het relatief risico voor scenario III	42
Figuur 3.10 Resultaten geschaalde risico's voor scenario I (geen afhandelingsfase rijbaan)	44
Figuur 3.11 Resultaten geschaalde risico's voor scenario II.....	44
Figuur 3.12 Resultaten geschaalde risico's voor scenario III.....	44
Figuur 4.1 Capaciteitsreductie als gevolg van een kijkfile (N=84).....	57
Figuur 4.2 GIS-kaart met incidenten op het hoofdwegennet	60
Figuur 4.3 Intensiteit-Dichtheid diagram voor incident 2515 en bepaling van de capaciteit met de benadering van Daganzo	63
Figuur 4.4 Voorbeeld van de gemiddelde incidentcapaciteit bij 1 afgekruiste rijstrook.....	64
Figuur 5.1 De tijdsfasen van een incident zoals die in dit onderzoek zijn gebruikt.....	69
Figuur 5.2 Overzicht van de effecten van IM per risicogroep en per incidentfase	75
Figuur 5.3 Overzicht van risico's en effecten voor de slacht- offers van een incident (geschaald).	77
Figuur 5.4 Overzicht van risico's en effecten voor de hulpverleners bij een incident (geschaald).	77
Figuur 5.5 Overzicht van risico's en effecten voor de weggebruikers stroomopwaarts van een incident (geschaald).....	77
Figuur 5.6 Overzicht van risico's en effecten voor de weggebruikers op de andere weghelft van een incident (geschaald).....	77
Figuur 6.1 Capaciteitsprofiel kop-staartbotsing ($f = \text{reductiefactor}$)....	86
Figuur 6.2 Capaciteitsprofiel pechgeval ($f = \text{reductiefactor}$).....	86
Figuur 6.3 Intensiteitsprofielen van de simulatielocaties	87
Figuur 6.4 Voorbeeld van het wachtrijmodel met een fictief incident. 88	

Figuur 8.1 Het 'veiligheidsgat' voor de slachtoffers en de weggebruikers.....	105
Figuur C 1 Overzicht van het studiegebied	125
Figuur C 2 Mogelijke omleidingen in Zwolle	126
Figuur D 1 Schaling van de kans	130
Figuur D 2 Schaling van de gevolgen in termen van letselslachtoffers	130
Figuur D 3 Relatief risico voor scenario I.....	131
Figuur D 4 Relatief risico voor scenario II.....	132
Figuur D 5 Relatief risico scenario III	133
Figuur G 1 Van originele antwoorden naar geschaalde antwoorden voor de risicogroep slachtoffers.....	134
Figuur G 2 Van originele naar geschaalde antwoorden voor de rest van de risicogroepen.....	135
Figuur G 3 Relatief en geschaald risico voor scenario II.....	135
Figuur J 1 Risico's als bepaald door het panel voor scenario II	150
Figuur J 2 Effecten van IM-maatregelen voor de slachtoffers van een primair incident	150
Figuur J 3 Grafiek met geschaalde risico's en effecten van IM voor de slachtoffers	151
Figuur L 1 Resultaten van de simulaties met het wachtrijmodel voor een pechgeval	156
Figuur L 2 Resultaten van de simulaties met het wachtrijmodel voor een ongeval	156
Figuur L 3 Resultaten van de simulaties voor de gevoeligheidsanalyse met dt= 2 minuten	157
Figuur L 4 Resultaten van de simulaties voor de gevoeligheidsanalyse met dt= 4 minuten	158
Figuur L 5 Resultaten van de gevoeligheidsanalyse.....	158
Figuur L 6 Resultaten van de extra simulatie	159

Lijst met tabellen

Tabel 1 Samenstelling expertpanel	40
Tabel 2 Kwantificering van risico's uit het onderzoek.....	45
Tabel 3 Reductiefactoren volgens Goolsby (1970).....	50
Tabel 4 Reductiefactoren volgens Blumentritt (1981)	51
Tabel 5 Reductiefactoren volgens de HCM (2000)	51
Tabel 6 Reductiefactoren per incidentfase volgens TNO (2004)	52
Tabel 7 Reductiefactoren volgens Transpute	52
Tabel 8 Reductiefactoren volgens de NOA (2007)	53
Tabel 9 Reductiefactoren volgens de University of Virginia	54
Tabel 10 Vergelijking tussen de methodes van de University of Virginia en Goolsby	54
Tabel 11 Overzicht geselecteerde trajecten.....	61
Tabel 12 Resultaten onderzoek naar reductiefactoren voor de capaciteit	65
Tabel 13 Vergelijking uitkomsten onderzoek met andere studies	65
Tabel 14 Globale effecten van de IM-maatregelen	72
Tabel 15 Overzicht globale effecten van de aanvullende maatregelen	73
Tabel 16 Schaling van de effecten in waarde en kleur.....	74
Tabel 17 Gemiddelde tijdsfasen in voor- en nasituatie voor een kop- staartbotsing.....	85
Tabel 18 Gemiddelde tijdsfasen in voor- en nasituatie voor een pechgeval	85
Tabel 19 Aanrijtijden en afhandelingstijden uit de VCNL database....	86
Tabel 20 Resultaten van de simulaties met het wachtrijmodel	89
Tabel 21 Gevoeligheidsanalyse duur incidentfases.....	90
Tabel 22 Vergelijking van de totale gevolgen.....	98
Tabel 23 Resultaten onderzoek naar reductiefactoren voor de capaciteit	104
Tabel 24 Intensiteiten wegvakken A28	126
Tabel 25 Geïdentificeerd risico, met daaronder (kans, gevolg, risico) voor scenario I	131
Tabel 26 Statistische indicatoren van de antwoorden voor scenario I	131
Tabel 27 Geïdentificeerd risico, met daaronder (kans, gevolg, risico) voor scenario II	132
Tabel 28 Geïdentificeerd risico, met daaronder (kans, gevolg, risico) voor scenario II	132
Tabel 29 Geïdentificeerd risico, met daaronder (kans, gevolg, risico) voor scenario III	133
Tabel 30 Geïdentificeerd risico, met daaronder (kans, gevolg, risico) voor scenario III	133
Tabel 31 Totaalbeeld risico's en effecten met schaling voor de slachtoffers	151
Tabel 32 Resultaten van de simulaties met het wachtrijmodel	157

Lijst met afkortingen

AGS	Adviseur Gevaarlijke Stoffen
ANWB	Algemene Nederlandse Wielrijders Bond
AVV	Adviesdienst Verkeer en Vervoer
CIA	Capaciteitswaarden Infrastructuur Autosnelwegen
CMI	Centraal Meldpunt Incidenten
CMV	Centraal Meldpunt Vrachtautoberging
COPI	COördinatieteam Plaats Incident
CPA	Centrale Post Ambulancevervoer
CTGS	CoördinatieTeam Gevaarlijke Stoffen
CTPI	CoördinatieTeam Plaats Incident
DVM	Dynamisch Verkeers Management
DVS	Dienst Verkeer en Scheepvaart
EVO	Eigen Vervoerders Organisatie
GGD	Gemeentelijke GezondheidsDienst
HCM	Highway Capacity Manual
HWN	HoofdWegenNet
IM	Incident Management
IMIS	Incident Management Informatie Systeem
ITS	Intelligente Transport Systemen
KLPD	Koninklijke Landelijke PolitieDienst
KNV	Koninklijk Nederlands Vervoer
LBI	Locatie Bijzondere Inzet
LPR	Landelijke Personenauto Regeling
LVR	Landelijke Vrachtauto Regeling
NIFV	Nationaal Instituut voor Fysieke Veiligheid
NOA	Nieuwe Ontwerprichtlijnen Autosnelwegen
OvV	Onderzoeksraad voor de Veiligheid
OWN	Onderliggend WegenNet
R1eVI	Richtlijn Eerste Veiligheidsmaatregelen bij Incidenten
RBB	Rood Blauwe Boekje
ROGS	Regionaal Officier Gevaarlijke Stoffen
RVC	Regionale VerkeersCentrale
RWS	RijksWaterStaat
SIMN	Stichting Incident Management Nederland
STI	Salvage Transport Incident
STIMVA	STichting Incident Management Vrachtauto's
SWOV	Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid
TLN	Transport Logistiek Nederland
TUD	Technische Universiteit Delft
UMS	Uitsluitend Materiele Schade
VCNL	VerkeersCentrum NederLand
VCON	VerkeersCentrale Oost Nederland
VGS	Vervoer Gevaarlijke Stoffen
VVM	VoertuigVerliesMinuten
VVU	VoertuigVerliesUren

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	21
1.1	Incidenten	21
1.2	Probleembeschrijving	22
1.3	Doelstelling en onderzoeksvragen	24
1.4	Werkwijze richting de onderzoeksvragen	24
2.	Incident Management	27
2.1	Incident Management in Nederland	27
2.2	Actoren in Incident Management	29
2.3	IM samengevat	32
3.	Kwalitatieve analyse van de veiligheidsrisico's rond een incident op de snelweg	33
3.1	Inleiding	33
3.2	Onderzoeksmethodiek	33
3.3	Dimensies van het onderzoek	34
3.4	Het studiegebied	35
3.5	De incidentscenario's	37
3.6	Het expert-panel	39
3.7	Uitkomsten van het onderzoek	40
3.8	Conclusie	46
4.	Onderzoek naar reductiefactoren voor de capaciteit rond incidenten	49
4.1	Inleiding	49
4.2	Eerder onderzoek naar reductiefactoren	50
4.3	Doelstelling	58
4.4	Datacollectie	58
4.5	Selectie van trajecten	60
4.6	Het MATLAB programma	61
4.7	Resultaten	64
4.8	Conclusie	65
5.	Effecten van IM op de veiligheid	67
5.1	Inleiding en werkwijze	67
5.2	Relevante relaties	68
5.3	Effecten van IM-maatregelen	70
5.4	Analyse per risicogroep	73
5.5	Risico's en effecten	76
5.6	Analyse van de resultaten	78
5.7	Oplossingsrichtingen	78
5.8	Naar kwantitatieve waarden	80
5.9	Conclusie	82

6.	Effecten van IM op de doorstroming	83
6.1	Inleiding en werkwijze	83
6.2	Datacollectie	84
6.3	Het model	88
6.4	Resultaten van de simulaties	89
6.5	Conclusie	91
7.	Doorstroming en veiligheid	93
7.1	Inleiding	93
7.2	Actoren in het probleem	93
7.3	Het dilemma	94
7.4	Het huidige beleid	95
7.5	Maatschappelijk belang	97
7.6	Conclusie en beschouwing	100
8.	Conclusies	103
8.1	Inleiding	103
8.2	Bevindingen uit het onderzoek	103
8.3	Conclusies	107
9.	Aanbevelingen	109
9.1	Effecten van een incident op de veiligheid	109
9.2	Effect van een incident op de doorstroming	109
9.3	Effecten van IM op de veiligheid	110
9.4	Effecten van IM op de doorstroming	111
9.5	Doorstroming en veiligheid	111

Bijlagen 117

1. Inleiding

1.1 Incidenten

De mobiliteit neemt in Nederland nog steeds toe. Het filerijden is voor vele Nederlanders een dagelijkse bezigheid geworden en als de verkeersprognoses erbij worden gehaald, ziet het er niet naar uit dat dit in de nabije toekomst gaat veranderen. In de ogen van het publiek is de makkelijkste manier om deze drukte op de snelwegen op te lossen, het aanleggen van meer snelwegen en meer rijstroken. Het is echter naast onmogelijk ook onverantwoord de wegcapaciteit grenzeloos uit te breiden. Een belangrijke doelstelling voor de wegbeheerders op dit moment is dan ook het streven naar een betere benutting van de bestaande wegcapaciteit, oftewel een efficiënter gebruik van het wegennet.

Figuur 1.1 Veel vertraging op het hoofdwegennet is toe te schrijven aan incidenten



Congestie (een file) heeft diverse oorzaken. Sommige van deze oorzaken zijn voorspelbaar, zoals wegwerkzaamheden en knelpunten. Andere oorzaken zijn onvoorspelbaar. Deze onvoorspelbare oorzaken worden ook wel incidenten genoemd. Onder de term incident vallen pechgevallen, ongevallen, verlies van lading en calamiteiten (ongevallen met gevaarlijke stoffen). Op onverwachte momenten veroorzaken deze incidenten extra fileproblemen. In tegenstelling tot de 'normale' files, zijn files veroorzaakt door incidenten niet te voorspellen, waardoor de betrouwbaarheid van het vervoersysteem als geheel en voor de individuele weggebruiker daalt.

Logischerwijs zorgt congestie voor vertraging. Deze vertraging wordt in eerste instantie veroorzaakt door de verminderde capaciteit van de snelweg. De capaciteit van een weg is het aantal auto's dat onder de geldende omstandigheden per tijdseenheid over een deel van een weg kan rijden (het verkeersaanbod). Alleen wanneer de verkeersvraag (het

aantal auto's dat per tijdseenheid over de weg rijdt) groter is dan het verkeersaanbod, ontstaat er een file. Niet alle incidenten veroorzaken dan ook een file.

Vertraging op het Nederlandse snelwegennetwerk wordt meestal uitgedrukt in voertuigverliesuren (VVU). Dit is een optelsom van de vertraging die alle voertuigen in alle files in Nederland hebben opgelopen in een jaar. Het aantal 'verloren' uren in de file in het jaar 2000 bedroeg bijvoorbeeld ongeveer 45 miljoen (Kouwenhoven et al, 2006). Naast verloren tijd betekent dit vooral voor bedrijven een flinke economische schade, in de zin van een financieel verlies. Een studie (Goudappel Coffeng, 2006) heeft uitgewezen dat meer dan 20% van de voertuigverliesuren worden veroorzaakt door incidenten. Dit is een aanzienlijk aandeel.

Naast de evidente effecten op de doorstroming op een snelweg en de economie, hebben incidenten ook een aanzienlijk effect op de veiligheid. En dit geldt niet alleen voor de slachtoffers van een eventueel ongeval. In de situatie van een incident zijn er verschillende risicogroepen. Hierbij valt, naast het slachtoffer van het incident, te denken aan de hulpverleners, de weggebruikers stroomopwaarts van het incident die opeens moeten remmen voor het incident of een file, de weggebruikers op de andere weghelft die afgeleid worden door het incident en bij een groot ongeval met gevaarlijke stoffen lopen zelfs de omwonenden risico. Een incident tast kortom de veiligheid van de omgeving van het incident aan, waardoor de kans op een nieuw (secundair) incident wordt vergroot.

Incident Management (IM) is het beleid dat erop is gericht dat incidenten op snelwegen zo snel mogelijk worden afgehandeld. Organisatorische maatregelen zorgen ervoor dat de afhandeling van pechgevallen en ongevallen efficiënter en veiliger verloopt. IM is in Nederland in het leven geroepen om de effecten van een incident op de doorstroming en de veiligheid te minimaliseren. De factor tijd speelt hierin een belangrijke rol. Voor de doorstroming betekent een kortere incidentduur over het algemeen een kortere file, en daarom minder economische schade. Voor de veiligheid betekent een kortere duur van het incident een kortere blootstelling aan veiligheidsrisico's, wat de kans op een secundair incident doet dalen. Bovendien kunnen door technische maatregelen en het waarschuwen van de weggebruiker incidenten voorkomen worden. IM is er vooral op gericht de afhandelingstijd van incidenten te verkorten.

1.2 Probleembeschrijving

1.2.1. Aanleiding voor het onderzoek

In 2007 heeft Rijkswaterstaat een onderzoek gedaan naar de effecten van het IM-beleid (AVV, 2007). Er moest duidelijk worden welke

bijdrage IM leverde aan een verbeterde doorstroming en veiligheid rond incidenten.

Voor de effecten van IM op de bereikbaarheid werd er gekeken naar het aantal VVU. Diverse eerdere studies (Knibbe en Wismans 2006 en Kouwenhoven et. al., 2006) gaven aan dat ongeveer 20% van de VVU in het netwerk, een gevolg waren van incidenten. Het effect van IM op het aantal VVU was echter nog onbekend. TNO heeft hier een studie naar verricht (Schrijver et. al., 2006). Hieruit bleek dat zonder IM het aantal VVU als gevolg van incidenten in 2003 65% hoger zou zijn geweest. In het rapport wordt wel aangegeven dat het om een verkennend onderzoek gaat.

Voor de studies naar VVU zijn onderhevig aan vele aannames. Zo zijn er bijvoorbeeld voor de berekening van het aantal VVU bij een individueel incident reductiefactoren nodig voor de capaciteit. Een reductiefactor laat zien hoeveel procent van de referentiecapaciteit er in een bepaalde fase van het incident nog over is. Door het verschil tussen de intensiteit en de overgebleven capaciteit te bepalen, kan er via een simulatie het aantal VVU worden bepaald. Het zijn juist de reductiefactoren die vaak niet nauwkeurig genoeg bepaald zijn, waardoor de uitkomsten een grotere onzekerheid hebben.

Voor de effecten van IM op de veiligheid zijn de resultaten onduidelijk. In het rapport van Rijkswaterstaat (AVV, 2007) wordt een indicatie gegeven van mogelijke effecten op de verschillende risicogroepen, concrete effecten worden niet genoemd. Er wordt geconcludeerd dat er op dit moment geen eenduidige veiligheidscijfers zijn over de invloed van IM en dat er nog veel onderzocht moet worden om betrouwbare resultaten te krijgen.

1.2.2. Het dilemma op de incidentlocatie

Tijdens het hulpverleningsproces moeten er voortdurend keuzes gemaakt worden in een spanningsveld tussen twee aspecten, waardoor dilemma's ontstaan. Het dilemma tussen de aspecten doorstroming en veiligheid (van de incidentlocatie) s daarvan de interessantste met het oog op IM.

Incidenten gebeuren op onverwachte momenten en de vertraging die men oploopt kan moeilijk vooraf ingecalculeerd worden. De wens om het tijdverlies te beperken kan conflicteren met garanties die aan de hulpverleners en overige weggebruikers gegeven moeten worden voor wat betreft de veiligheid op de incidentlocatie. Het kan in bepaalde situaties gewenst zijn de gehele weg af te sluiten tijdens het afhandelen van een incident en het verkeer om te leiden over een alternatieve route. Dit is niet bevorderlijk voor de doorstroming van het verkeer. In deze afweging moet ook nog de kans op secundaire incidenten (stroomopwaarts en in een eventuele kijkfile) meegenomen worden, alsmede de grotere ongevalrisico's op het onderliggend wegennet (OWN) in het geval van een omleiding. Er bestaat kortom een spanningsveld tussen de economische risico's (doorstroming) en veiligheidsrisico's van een incident.

1.3 Doelstelling en onderzoeksvragen

Er bestaat nog dermate veel onduidelijkheid over de effecten van het IM-beleid op de veiligheid en de doorstroming (met name de capaciteit) op een weg, dat extra onderzoek in deze nodig is om in de toekomst eventuele verbeteringen in het beleid aan te brengen. Bovendien is het interessant de wisselwerking tussen de economische risico's (doorstroming) en de veiligheidsrisico's beter te onderzoeken.

De doelstelling van dit onderzoek is de wisselwerking tussen veiligheid en doorstroming bij een incident te verduidelijken door de effecten van het huidige IM-beleid op de veiligheid en de capaciteit te bepalen rond de incidentlocatie.

Om deze doelstelling te bereiken, dient er eerst een goed overzicht te zijn van de effecten van een incident op de veiligheid en de doorstroming.

De doelstelling leidt in combinatie met de probleembeschrijving tot de volgende onderzoeksvragen.

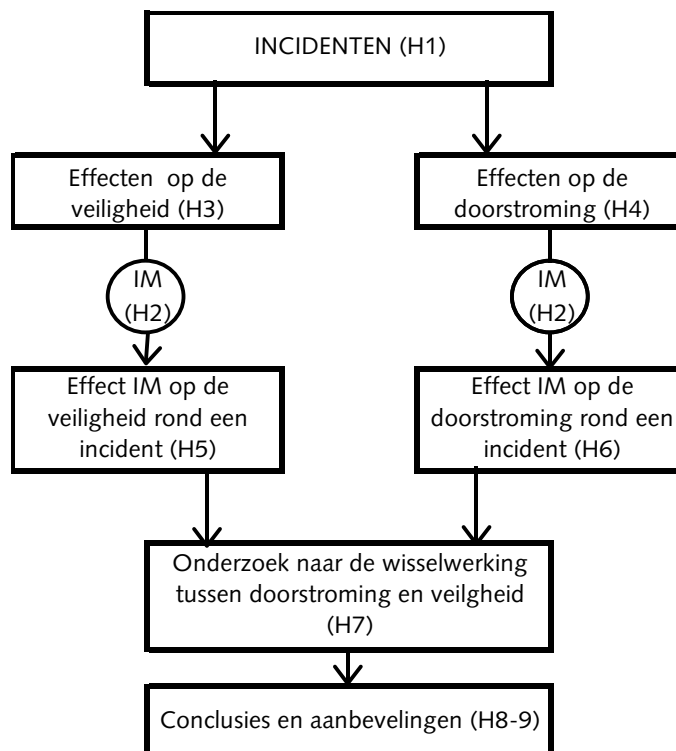
- Wat zijn de veiligheidseffecten van een incident op risicogroepen in de omgeving van de incidentlocatie?
- Wat zijn de effecten van diverse types incidenten op de capaciteit van de snelweg in termen van capaciteitsreductie?
- Waaruit bestaat het huidige IM-beleid en wat zijn de effecten hiervan geweest op de capaciteit en de veiligheid?
- Waaruit bestaat de wisselwerking tussen doorstroming en veiligheid precies?

1.4 Werkwijze richting de onderzoeksvragen

Om tot een antwoord te komen voor de onderzoeksvragen worden in feite twee verschillende onderzoeken gedaan. Het onderzoek start met een gebeurtenis: een incident. Van hieruit wordt het onderzoek opgebouwd. Eerst zal er een basis gelegd worden voor het onderzoek naar de effecten van IM, door de effecten van een incident op de veiligheid en de doorstroming te bepalen. Wanneer deze effecten onderzocht zijn, wordt er onderzoek gedaan naar de effecten van IM-maatregelen op de veiligheid en de doorstroming (zie Figuur 1.2).

Voor deze studie zullen de effecten van IM bekeken worden vanuit de invalshoek van de veiligheid en vanuit een financieel-economische invalshoek (effecten op de doorstroming, in termen van VVU). Andere invalshoeken zoals sociaal-maatschappelijk, juridisch of politiek-maatschappelijk worden buiten beschouwing gelaten. Het is niet de bedoeling dat in deze studie het beleid van IM wordt geëvalueerd of wordt aangepast. Het is een verkennende studie naar de effecten van IM. Hieronder staat een globale werkwijze beschreven van de onderzoeksdelen.

.....
Figuur 1.2 Schematisch overzicht van de onderzoeksonderdelen



Onderzoek naar veiligheidsrisico's rond incidenten (H3)

Dit is het eerste deel van het 'basisonderzoek'. Hier zullen de effecten van IM op de veiligheid rond een incident op de snelweg worden bepaald. Er wordt via een casestudie met incidentscenario's een overzicht verkregen van de diverse risico's rond een incident per fase van het incident voor diverse risicolopende groepen. Deze risico's worden gekwalificeerd aan de hand van de risicomatrices waarin maatgevende risico's voor groepen wordt bepaald. Met de resultaten kan er een overzicht worden verkregen van de relatieve grootte van de veiligheidsrisico's in de tijd en in de ruimte op lokaal niveau. Er wordt in deze veiligheidsstudie alleen gekeken naar lokale effecten van een incident; netwerkeffecten van incidenten en effecten als 'spillback' worden niet behandeld.

Het onderzoek wordt gevalideerd door enkele risico's uit de matrices te kwantificeren en te bekijken hoe deze zich verhouden tot de risico's uit de matrices.

Onderzoek naar reductiefactoren voor de capaciteit (H4)

Als basis voor het onderzoek naar het effect van IM op de doorstroming, wordt gekeken naar het effect van een incident op de capaciteit van de weg. Voor diverse typen incidenten worden reductiefactoren bepaald voor de wegcapaciteit door incidentgegevens te koppelen aan verkeersdata uit Monica detectielussen.

Er worden factoren berekend voor een rijbaan met drie rijstroken. Reductiefactoren voor een pechgeval op de vluchstrook, 1 afgekruste rijstrook, 2 afgekruste rijstroken en een kijkersfile worden bepaald.

Effecten van IM op de veiligheid (H5)

Het vervolgonderzoek op hoofdstuk 3 bestaat uit het bepalen van de effecten van IM op de veiligheid. Voor de belangrijkste IM-maatregelen worden de veiligheidseffecten bepaald door hun effect op de kans van een secundair incident of hun effect op de blootstelling aan risico's te bepalen. Op deze manier worden de effecten van de maatregelen kwalitatief bepaald. Ook wordt onderzocht in welke fases van het incident deze effecten terugkomen. Zo wordt er een overzicht verkregen van de effecten in de tijdfases van het incident. Het is niet de bedoeling dat deze effecten worden gekwantificeerd, wel zal er een leidraad worden opgesteld welke cijfers en indicatoren er nodig zijn om tot kwantitatieve waardes te komen.

Effecten van IM op de doorstroming (H6)

Wanneer de reductiefactoren voor de capaciteit berekend zijn, worden de effecten van IM op het aantal VVU als gevolg van incidenten bepaald. In een simulatiemodel, met als invoer de reductiefactoren en de tijdsfasen van een incident, worden de VVU bepaald. Voor de simulatie wordt een verticaal wachtrijmodel gebruikt. Er wordt dus geen rekening gehouden met terugslag effecten op de rest van het netwerk.

Doorstroming en veiligheid (H7)

Het laatste onderdeel zal bestaan uit een verkennend onderzoek naar de samenhang tussen doorstroming en veiligheid tijdens de afhandeling van een incident. Wat is het huidige beleid voor het afkruisen van rijstroken? Hoe verhoudt dit beleid zich tot de uitkomsten van de rest van het onderzoek? En is het dilemma wel zo groot als er wordt gedacht?

2. Incident Management

2.1 Incident Management in Nederland

In dit hoofdstuk zal een introductie worden gegeven op het IM-beleid. In 1993 is in Nederland het initiatief genomen om op een meer effectieve wijze incidenten op het hoofdwegennet af te handelen. Dit is gedaan onder de naam Incident Management (IM). IM is een samenwerkingsverband tussen Rijkswaterstaat en andere hulpdiensten die optreden bij incidenten. De belangrijkste partners in IM zijn de politie (KLPD en Regiokorpsen), Rijkswaterstaat, bergers, ambulancediensten, de brandweer, alarmcentrales van verzekeraars en pechhulpdiensten. Samen hebben ze richtlijnen en beleidsregels opgesteld om de afhandeling van incidenten efficiënter te laten verlopen. Onder IM wordt verstaan:

“Het geheel van organisatorische en technische maatregelen die beogen de weg zo snel mogelijk nadat een incident heeft plaatsgevonden vrij te maken voor het verkeer, een en ander met inachtneming van de behartiging van de belangen van mogelijke slachtoffers, de veiligheid van de hulpverleners, de verkeersveiligheid, evenals de beheersing van de ontstane schade en de doorstroming van het verkeer.” (AVV, 2007)

Er zijn beleidsregels opgesteld teneinde de bovenstaande definitie van IM te bewerkstelligen (Stafafdeling Bestuurlijk Juridische Zaken, 1999) als een van de peilers van het DVM-programma. De IM-beleidsregels zijn er voornamelijk op gericht in de organisatie rond een incident verbeteringen aan te brengen om zodoende de veiligheid en doorstroming te verbeteren. Er zijn inmiddels diverse IM-maatregelen geïmplementeerd in Nederland.

- De landelijke personenautoregeling, gericht op een snellere berging van kleinere incidenten. Meldingen komen binnen via het Centraal Meldpunt Incidenten (CMI). Deze wijst een berger aan voor de opdracht. In de nieuwe regeling wordt meteen een berger gestuurd, zonder dat de politie ter plaatse is geweest.
- De landelijke vrachtautoregeling, Stichting Incident Management VrachtAuto's en Salvage Transport Incident, gericht op een snelle en adequate hulpverlening door bergers en ander hulpverlenende instanties bij incidenten met vrachtauto's. Deze meldingen gaan via het Centraal meldpunt Vrachtautoberging (CMV).
- Intensivering van de samenwerking met belanghebbende partijen, met als doel het hulpverleningsproces te versnellen en de kwaliteit van de hulpverlening te verbeteren. Voorbeelden hiervan zijn de

Richtlijn Eerste Veiligheidsmaatregelen bij Incidenten (R1eVI), Het Rood-Blauwe boekje (RBB) en het vormen van een Coördinatieteam Plaats Incident (CTPI) bij grotere incidenten

- Het IM+ project. Weginspecteurs van Rijkswaterstaat krijgen op de incidentlocatie meer bevoegdheden, zoals het regelen van de verkeersstroom.
- Verbetering van het inzicht in de kwaliteit van het IM hulpverleningsproces middels het initiatief 'ICT Incident Management Informatiesysteem'.
- Regionaal Incident Management: de invoering van IM op provinciale en gemeentelijke wegen.
- Integratie van het Projectbureau IM in het Verkeerscentrum Nederland (VCNL).

.....
Figuur 2.1 Op de incidentlocatie wordt overlegd in het CTPI



Er is een aantal aanvullende (Intelligent Transport System, ITS) maatregelen en projecten, die buiten het IM-beleid om helpen de veiligheid van de weggebruikers te vergroten en de afhandelingstijd van een incident verkorten. Onder deze noemer zijn de belangrijkste maatregelen:

- Verkeerssignalering en videomonitoring,
- Waarschuwingssysteem voor gladheid of wind,
- In-car systemen (bijvoorbeeld anti-kantelsystemen in vrachtauto's, lane departure warning system en intelligente cruise control),
- Regelscenario's op netwerkniveau ter bestrijding van de verstoringen ten gevolge van ongevallen, maar ook bij bijvoorbeeld calamiteiten en evenementen.
- Gebruik van calamiteitenschermen
- Het project Blikshade? Weg vrij!

Voor een gedetailleerde beschrijving van de IM-maatregelen, wordt verwezen naar bijlage A. Voor het vervolg van deze studie worden de volgende maatregelen gezien als IM-maatregel:

- De landelijke personenautoregeling en de landelijke vrachtautoregeling (LPR/LVR);
- De Richtlijn Eerste Veiligheidsmaatregelen bij Incidenten (R1eVI);
- Het Rood-blauwe boekje (RBB);
- Het vormen van een coördinatieteam plaats incident (CTPI);
- Het project IM+;
- En het coördinatieteam gevaarlijke stoffen (CTGS)

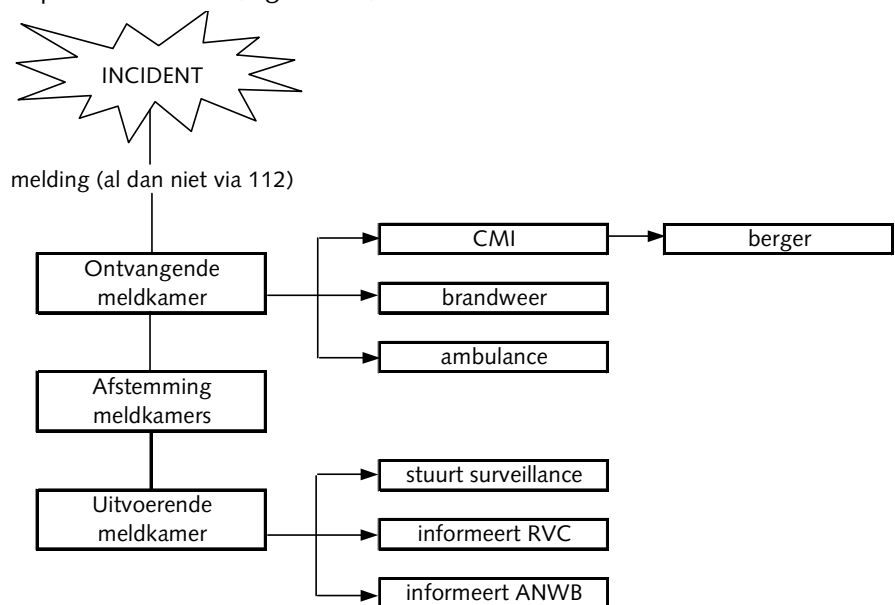
2.2 Actoren in Incident Management

Afhankelijk van de omvang van het incident, zijn er verschillende actoren die een rol spelen in het afhandelingsproces van een incident. Sinds de invoering van IM liggen de taken en verantwoordelijkheden van de verschillende hulpverleners vast. Naast de hulpverleners (brandweer, politie, en ambulance) en de wegenspecteur van RWS zijn er ook nog verschillende hulpdiensten die aanwezig kunnen zijn op de incidentlocatie. In deze paragraaf worden de taken van de actoren besproken.

2.2.1. Meldkamers

Elke hulpverlenerdienst (brandweer, politie en ambulance) heeft een eigen meldkamer, alsmede Rijkswaterstaat (RVC) en de pechhulpdiensten (bijvoorbeeld de Wegenwacht). Een incidentmelding kan via verschillende wegen binnenkomen. Via de Regionale VerkeersCentrale(RVC) kan een incident worden gedetecteerd via camerabeelden of via de verkeersmonitoring alsmede via een melding van de wegenspecteur, politie, of een pechhulpdienst. Na een 112-melding wordt de melder via de algemene meldkamer al doorverbonden met de meldkamer van de desbetreffende hulpverlenerdienst (Figuur 2.2).

.....
Figuur 2.2 Schematisch overzicht van de route die een 112 melding aflegt.



In het meldingsproces speelt de meldkamer van de politie een centrale rol. Elke andere meldkamer dient na een incidentmelding de meldkamer van de politie te alarmeren. De meldkamer van de politie geldt ook als communicatiepost voor de verdere afhandeling van het incident. De taken van de meldkamers bestaan vooral uit het ontvangen en interpreteren van de melding en het opstarten van het afhandelingsproces. Tijdens de afhandeling houdt de meldkamer contact met de eenheden en stuurt eventueel extra hulpverlening naar

de incidentlocatie. Nadat het incident is afgesloten zorgt de meldkamer ervoor dat de afhandeling van het incident wordt geregistreerd.

2.2.2. De wegingspecteur

Met de invoering van het project IM⁺ is de functie van wegingspecteur uitgebreid. Er werd een opleiding in het leven geroepen die de wegingspecteur extra bevoegdheden geeft rond de incidentlocatie. Het is de bedoeling dat er bij elk incident een wegingspecteur aanwezig is. De primaire taken van de wegingspecteur zijn vooral geconcentreerd op het monitoren van de verkeersstroom. Wanneer er verkeersmaatregelen nodig zijn, bijvoorbeeld het afkruisen van een rijstrook of het geven van informatie via de route-informatiepanelen, is de wegingspecteur in principe op de incidentlocatie de persoon die deze maatregelen kan uitvoeren. Ook is de wegingspecteur verantwoordelijk voor het herstel van de rijbaan en het wegmeubilair na het incident. Dit kan echter wel in samenwerking gaan met bijvoorbeeld de brandweer (bijvoorbeeld in geval van gevaarlijke stoffen).

2.2.3. De politie

Vaak is de politie de hulpverleningsdienst die als eerste ter plekke is op een incidentlocatie. Dit kan naast de regionale politie ook de landelijke politiedienst, de KLPD, zijn. De formele taak van de politie is tweeledig. Enerzijds dienen de agenten zorg te dragen voor de handhaving van de algemene rechtsorde. Anderzijds dienen ze hulp te verlenen aan hen die dat behoeven. Ook op de incidentlocatie zijn deze twee taken van belang. Hierin is de belangrijkste taak het bewaren van de openbare orde en de zorg voor de justitiële afwikkeling van het incident. Daarnaast is de politie (indien nodig) inzetbaar voor hulpverlening aan de slachtoffers en het regelen van de doorstroming van het verkeer. De meldkamer van de politie zorgt ervoor dat de juiste berger op de plaats van het incident komt, via de meldkamers van CMI en het CMV.

2.2.4. De ambulancedienst

Voor medische hulpverlening stuurt de CPA (Centrale Post Ambulancevervoer) een of meer ambulances naar de incidentlocatie. De aanrijtijd van deze ambulances is wettelijk voorgeschreven en staat op 15 minuten binnen de bebouwde kom. Afhankelijk van de grootte van het incident, de locatie en de spoed die geboden is bij de traumazorg, is het ook mogelijk een traumahelikopter in te schakelen. Indien er geen landingsplaats in de buurt is, zal het laten aanvliegen van een helikopter ervoor zorgen dat de volledige rijbaan tijdelijk zal moeten worden afgesloten.

Op de locatie van het incident zijn de primaire taken van de verplegers het bevrijden van de slachtoffers uit eventuele beknellingen en een eerste traumazorg toepassen. Daarnaast is het inschatten van de situatie en de hoeveelheid benodigde ambulances bepalen en deze doorbellen naar de meldkamer een secundaire taak van de verplegers.

2.2.5. De brandweer

De brandweer wordt op de incidentlocatie geroepen wanneer er sprake is van beknelling, ernstige verwondingen, gekantelde voertuigen, vervoer gevaarlijke stoffen, aanrijdingen met hoge snelheden (>80 km/uur) en bij brand(gevaar). De belangrijkste taken van de brandweer is naast het blussen van eventuele branden, het beveiligen van de incidentlocatie, het bevrijden van slachtoffers uit voertuigen samen met de ambulancedienst en het vrijmaken van de rijbaan samen met de wegininspecteur.

2.2.6. Pechhulpdiensten

Pechgevallen zijn de meest voorkomende incidenten in Nederland. Een speciale actor in het afhandelen van incidenten is de pechhulpdienst. Deze dienst is bijzonder, omdat hij vaak buiten het beleid van IM om wordt ingeschakeld. Veel mensen zijn als particulier lid van een pechhulpdienst, zoals die van de ANWB (wegenwacht). Bij pech (op de snelweg) kan deze dienst worden ingeschakeld.

Om tot een beter inzicht te komen van het beleid van de pechhulpdiensten, is er een interview afgenomen met een medewerker van de ANWB (bijlage B).

De ANWB maakt onderscheidt tussen drie soorten incidenten.

1. Een normaal incident, waarbij er gewoon op de vluchtstrook aan het voertuig kan worden gewerkt.
2. Een incident met Lokatie Bijzondere Inzet (LBI), van deze locaties vindt de ANWB het te gevaarlijk om op locatie te werken, dus wordt het voertuig versleept naar een veiligstellocatie.
3. En een IM incident, dit zijn incidenten op de rijstroken of linkervluchtstrook van de rijbaan, of in tunnels. Alleen in dit laatste geval vindt melding bij RWS plaats, die vervolgens IM berging in werking stelt. Dit betekent dat ook alleen deze incidenten geregistreerd worden bij RWS.

Verreweg de meeste meldingen worden door particulieren gedaan, waardoor tussenkomst van RWS vaak niet nodig is.

Voor de medewerkers van de pechhulpdienst gelden dezelfde richtlijnen op de incidentlocatie als voor andere hulpverleners, als beschreven in de Richtlijn Eerste Veiligheidsmaatregelen bij Incidenten.

2.2.7. Overige diensten

Naast de kerndiensten (diensten die zitting nemen in het CTPI), zijn er nog diverse andere diensten. Deze hulpdiensten werken ondersteunend aan de kerndiensten. Het gaat hierbij om de volgende diensten:

- Bergers
- Servicediensten
- Aannemers

Bergers worden normaal gesproken aangestuurd via de politiemeldkamer die contact opneemt met de CMI of CMV meldkamer onder de landelijke personenauto regeling of landelijke vrachtautoregeling. Deze meldkamer schakelt dan de berger in die in het gebied van de incidentlocatie de bergingen is gegund. De bergers hebben als primaire taak het vrijmaken van de rijbaan door de voertuigen betrokken bij het incident weg te slepen. Ook is de berger

verantwoordelijk voor het opvangen van de bestuurder en biedt hij hulp bij het invullen van het formulier van de onderlinge aansprakelijkheid.

Servicediensten werken vaak ondersteunend aan de al op de locatie aanwezige hulpverleners. Bij servicediensten kan gedacht worden aan bedrijven als Profile Tyrecentre, CarGlass en Euromaster.

Aannemers kunnen actor zijn wanneer het wegdek behoefte heeft aan reparatie. Dit kan onmiddellijk na het incident zijn, of in een periode na het incident wanneer het verkeersaanbod dit beter toelaat.

2.3 IM samengevat

In Nederland is de afgelopen jaren een aantal maatregelen ingevoerd onder het beleid van Incident Management met het oog op het verminderen van de totale incidentduur en de veiligheid van de diverse actoren. De nadruk bij deze maatregelen lag op een aantal aspecten:

- Veiligheid op de incidentlocatie; door richtlijnen op te stellen voor de (eerst aanrijdende) hulpverlener wordt er, gelet op de eigen veiligheid, gezorgd voor een betere bescherming van de incidentlocatie.
- Organisatie van het afhandelingproces op de incidentlocatie; onder andere door het vormen van een CTPI is de organisatiestructuur op de incidentlocatie beter vastgelegd. De verschillende hulp(verlener)diensten hebben alle hun eigen taak.
- Verbetering in de organisatie van de berging; door de wetgeving omtrent berging van voertuigen aan te passen is het nu mogelijk per regio de berging van voertuigen aan te besteden. Er kan nu bij een melding direct een berger worden gestuurd.
- Organisatie van de datastructuur; door alle gegevens van hulpdiensten en incidenten systematisch op te slaan, is het in de toekomst eenvoudig diverse maatregelen en effecten te evalueren.

Deze maatregelen hebben voor een hogere mate van professionaliteit gezorgd in het afhandelingproces van incidenten op de snelweg, alsmede voor een korte gemiddelde afhandelingstijd gezorgd. Met het oog op de groeiende mobiliteit is Rijkswaterstaat begonnen een visie op te stellen voor het vervolgtraject van IM. In deze visie wordt aangegeven waar het IM-beleid kan worden verbeterd.

De diverse actoren in het afhandelingproces hebben met de komst van IM specifieke taken gekregen op de incidentlocatie. Medewerkers van de kerndiensten (RWS, politie, ambulance en brandweer) vormen samen het Coördinatieteam Plaats Incident. De rest van de hulpdiensten werken ondersteunend. Voor IM is de functie van wegininspecteur uitgebreid. De wegininspecteur heeft op de incidentlocatie de taak het verkeer te monitoren en in te grijpen met verkeerstechnische maatregelen waar dat nodig is.

3. Kwalitatieve analyse van de veiligheidsrisico's rond een incident op de snelweg

3.1 Inleiding

Een incident brengt naast de evidente risico's voor de betrokkenen ook secundaire risico's met zich mee voor andere groepen, zoals de weggebruikers, hulpverleners en omwonenden. IM heeft als doel deze risico's zo klein mogelijk te houden, door het incident zo snel mogelijk en zo veilig mogelijk af te handelen. Om de effecten van IM op de veiligheid rond een incident te kunnen onderzoeken, is het eerst nuttig een overzicht te verkrijgen van welke risico's er rond een incident gelden voor verschillende risicogroepen.

In dit hoofdstuk worden de effecten van een incident op de veiligheid van andere risicogroepen bepaald aan de hand van een kwalitatieve analyse. Uit deze kwalitatieve analyse van de veiligheidsrisico's zal moeten blijken wanneer en waar (voor wie) de risico's rond een incident het grootst zijn. Er zal aan de hand van scenario's van verschillende types incidenten in een studiegebied een overzicht worden gegeven van de diverse risico's in de tijd en ruimte voor de diverse risicogroepen rond een incident situatie. Voor het onderzoek kan beginnen, dienen eerst de onderzoeksmethode, het studiegebied, de incidentscenario's en het expertpanel worden gedefinieerd. In paragraaf 3.2 wordt de onderzoeksmethodiek uitgelegd. In paragraaf 3.3 worden de dimensies van het onderzoek bepaald en in de volgende paragrafen worden de randvoorwaarden van het onderzoek bepaald; het studiegebied (3.4), de incidentscenario's (3.5) en het expertpanel (3.6). De resultaten worden gepresenteerd in paragraaf 3.7.

3.2 Onderzoeksmethodiek

3.2.1. Basis van het onderzoek

Er is voor dit onderzoek gekozen voor een scenario analyse; dit betekent dat er voor specifieke situaties (scenario's) onderzocht wordt welke risico's in het gegeven geval gelden. De risico's worden daarom ook gekwalificeerd naar de omstandigheden zoals die gelden in het scenario. Door de scenario's zorgvuldig samen te stellen, wordt er uiteindelijk wel een goed overzicht verkregen van de mogelijke risico's rond incidenten.

Voor het onderzoek zal een studiegebied worden aangewezen, waarin de incidentscenario's plaatsvinden. Dit gebied zal om de toepasbaarheid van het onderzoek te bevorderen, aan enkele randvoorwaarden moeten voldoen.

Het eindproduct van dit onderzoek is een overzicht van de veiligheidsrisico's die heersen rond verschillende incidentsituaties

(scenario's) op snelwegen in de ruimte en in de tijd. Er zullen per risicolopende groep, per tijdsfase van een incident, risico's worden geïdentificeerd en gekwalificeerd.

3.2.2. Onderzoeksmethode

De kwalitatieve analyse naar de veiligheidsrisico's rond incidenten op snelwegen zal worden uitgevoerd aan de hand van de Delphi methode. De kern van een Delphi onderzoek is een bevraging van deskundigen over een bepaald onderwerp. Elke deelnemer vult een vragenlijst in en krijgt vervolgens feedback over het geheel van de antwoorden. Met deze informatie, wordt de lijst nogmaals ingevuld, nu met uitleg van bepaalde standpunten afwijkend van het 'gemiddelde antwoord'. In dit onderzoek is het echter bij een enkele iteratieronde gebleven. Het bleek erg lastig om een panel van experts bij elkaar te krijgen en bij elkaar te houden. Om verschillende redenen vielen er leden van het panel af. De factor tijd speelde een rol, en er is na het analyseren van de resultaten van de eerste ronde, besloten het onderzoek af te sluiten.

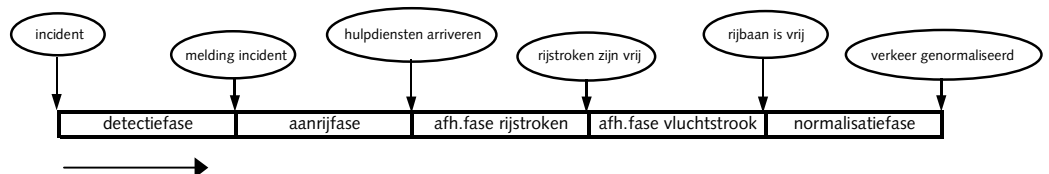
3.3 Dimensies van het onderzoek

Het is de bedoeling dat er een overzicht wordt verkregen van de veiligheidsrisico's per tijdsfase van het incident voor de verschillende risicogroepen rond een incident. Hieronder worden beide aspecten verder toegelicht.

Tijdsfases incident

Een incident bestaat uit verschillende tijdsfases (Figuur 3.1). Elke fase brengt voor de risicolopende groepen andere risico's met zich mee. Voor deze studie is een incident opgedeeld in de volgende tijdsfases:

Figuur 3.1 Schematisch overzicht van de fases van een incident zoals gebruikt in dit onderzoek



- De *detectiefase*; dit is de tijdsduur tussen het plaatsvinden van het incident en het melden van het incident bij de desbetreffende meldkamer.
- De *aanrijfase*; de tijd die de hulpdiensten ervoor nodig hebben om na de eerste melding van het incident op de locatie van het incident aan te komen.
- De *afhandelingsfase rijstroken*; nadat de hulpdiensten zijn gearriveerd, wordt er begonnen met het afhandelen van het incident. Het is de bedoeling dat de betrokken voertuigen zo snel mogelijk naar de vluchtstrook worden verplaatst. De tijd die verstrijkt tussen de aankomst van de hulpdiensten en de tijd waarop alle rijstroken weer vrijgegeven zijn, is de 'afhandelingstijd rijstroken'.
- De *afhandelingsfase vluchtstrook* is de tijd die tussen het verplaatsen van de voertuigen naar de vluchtstrook en het bergen

van de voertuigen naar de garage of een parkeergelegenheid in de buurt.

- Wanneer de gehele rijbaan weer vrij is, heeft de verkeersstroom nog de tijd nodig om te normaliseren. De tijd tussen het vrijkomen van de rijbaan en het oplossen van de eventuele file als gevolg van het incident heet de *normalisatiefase*.

Risicogroepen

Bij een (primair) incident nemen dermate veel andere groepen actief of passief deel aan het afhandelingsproces, dat deze groepen zelf ook risico lopen op een (secundair) incident. Deze groepen worden hieronder nader verklaard.

- De *slachtoffers van het primaire incident*; in de afhandeling van een incident kunnen er verschillende zaken verkeerd lopen, waardoor het slachtoffer extra risico loopt. Ook de mogelijkheid van een secundair incident op de incidentlocatie, waarbij de het slachtoffer extra gezondheidsrisico loopt, dient te worden bekeken.
- De *hulpverlener* is de belangrijkste actor in het afhandelen van een incident, toch kan er tijdens de afhandeling van een incident voor de hulpverleners veel fout gaan. Werken op een snelweg, werken met nieuw materieel en werken met tijdsdruk zijn aspecten die risico's met zich meebrengen.
- De weggebruiker loopt ook een verhoogd risico op een secundair incident. Er worden voor deze studie twee groepen weggebruikers gedefinieerd:
 - De *weggebruiker stroomopwaarts* van het incident;
 - De *weggebruiker op de andere weg* van het incident.
- De *omwonenden*. In het geval van een calamiteit, bijvoorbeeld een ongeval met Vervoer Gevaarlijke Stoffen (VGS), lopen ook de omwonenden van het incident verhoogd risico. Bij een ontploffing of ontsnapping van gassen kan de omgeving van de snelweg worden aangetast.

3.4 Het studiegebied

3.4.1. Waarom een studiegebied?

Bij een kwantitatieve analyse van veiligheidsrisico's rond een incident zijn omgevingsfactoren van grote invloed op de risico's. Met het aanwijzen van een studiegebied worden deze omgevingsfactoren constant gehouden, waardoor deze geen factor kunnen zijn in vergelijken van de uitkomsten.

Het onderzoek maakt gebruik van scenarioanalyse. Het voordeel van een specifiek studiegebied bij het gebruik van scenario's is dat de gewenste omgevingsfactoren voor de verschillende scenario's als randvoorwaarden van de locatie kunnen gelden. Er kan daarom er voor worden gezorgd dat de locatie nagenoeg perfect aansluit op de te onderzoeken scenario's.

.....
Figuur 3.2 Overzichtskaat studiegebied



3.4.2. Randvoorwaarden studiegebied

Er is een aantal randvoorwaarden voor het studiegebied te noemen, welke het invullen van de scenario's in de omgeving en het bepalen van veiligheidsrisico's voor de scenario's uiteindelijk makkelijker maakt.

De volgende randvoorwaarden zijn opgesteld:

- Een deel van het studiegebied moet in onbewoond gebied liggen;
- Een ander deel van het studiegebied moet aan bewoond gebied grenzen;
- Qua intensiteit is het van belang dat de verkeersstroom op de snelweg hoog genoeg is, opdat in het geval van een incident een file zal ontstaan;
- Een deel van het studiegebied dient minimaal 3 rijstroken per rijrichting te hebben;
- Het gebruik van verkeerssignaling voor het afkruisen van rijstroken is gewenst;
- Het gebruik van videomonitoring voor incident- en filedetectie is gewenst;
- Er dienen verder geen noemswaardige obstakels in het wegprofiel voor te komen zoals tunnels, extreme boogstralen en hellingen;

3.4.3. Beschrijving studiegebied

Als studiegebied is een deel van het tracé van de A28 gekozen, te weten het deel tussen knooppunt Hattemerbroek (A28-A50) en knooppunt Lankhorst (A28-A32). Het traject is 26 km lang en loopt door Zwolle, langs Rouveen en door Staphorst (Figuur 3.2). Dit deel van de A28 vervult een belangrijke rol voor de afwikkeling van het verkeer op verschillende niveaus (lokaal, nationaal, internationaal) (RWS-ON, 2005).

Op dit traject van de A28 is verkeerssignaling aanwezig, alsmede videocamera's om de verkeersstroom te monitoren. Na aanleg van een spitsstrook op het traject, is de fileproblematiek verminderd, maar nog steeds aanwezig. Het traject verloopt vlak en er zijn geen noemswaardige obstakels in het wegbeeld.

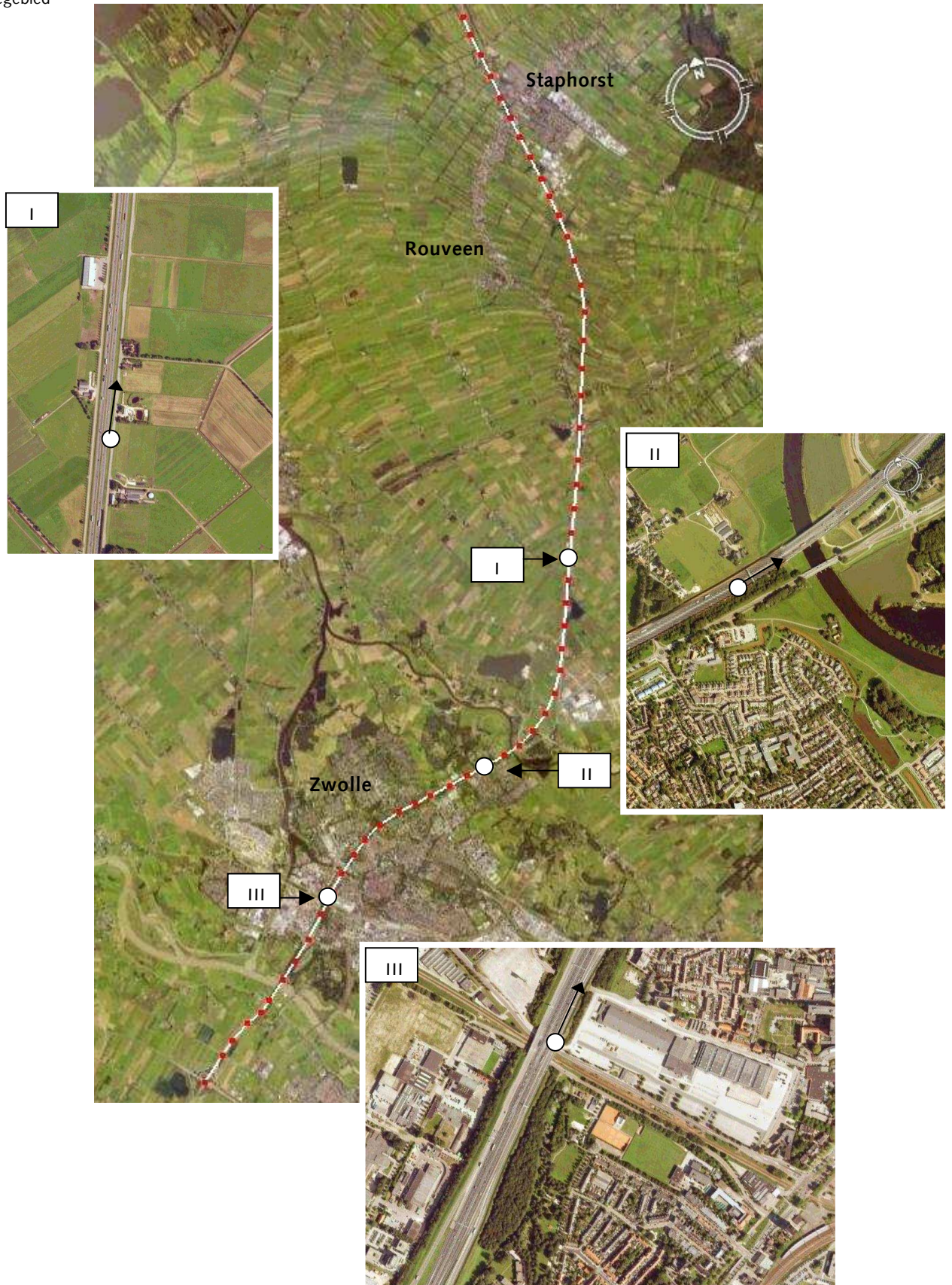
Extra informatie over het studiegebied is te vinden in bijlage C.

3.5 De incidentscenario's

3.5.1. Overzicht van de scenario's

Om een zo volledig mogelijk beeld van de verschillende veiligheidsrisico's te krijgen, is er gewerkt met incidentscenario's. Scenario's worden voor risicoanalyses gebruikt, omdat op die manier een beperkt aantal kenmerkende gebeurtenissen voldoende is om alle veiligheidsaspecten van een probleem te belichten.

.....
Figuur 3.3 Plaats van de scenario's in het studiegebied



3.5.2. Plaatsing van de scenario's in de omgeving

De scenario's zijn zodanig in de omgeving geplaatst, dat de mogelijke effecten van het incident maximaal zijn.

Voor scenario I (pechgeval) is gekozen voor het traject tussen Ommen en Nieuwleusen in noordelijke richting. Het incident doet zich voor in een gebied met een lage bevolkingsdichtheid, zodat de aanrijtijd van de berger groter is. Het is een tweestrooks weg (waar er stroomopwaarts drie stroken zijn), dus er is in zekere zin al sprake van een bottleneck. Voor scenario II (kop-staartbotsing) is een locatie gekozen in bewoond gebied. Ook hier is het vaak druk, dus er zullen extra risico's optreden door de drukkere verkeersstroom. Het traject bestaat uit drie rijstroken per rijrichting, zodat het waarschijnlijk mogelijk is op tijdens de afhandeling van het incident het verkeer door te laten stromen. De locatie ligt op het traject tussen afslag Ommen en Zwolle Noord, in zuidelijke richting.

Scenario III (incident met VGS) heeft een locatie aangewezen gekregen waar de potentiële effecten voor de omgeving maximaal zijn. Er is daarom gekozen voor een locatie nabij het centrum van Zwolle. Het is hier mogelijk het verkeer om te leiden over de rondweg rond het centrum van Zwolle.

In Figuur 3.3 worden de incidentlocaties weergegeven.

3.6 Het expert-panel

Een belangrijk onderdeel van het onderzoek is het samenstellen van het expertpanel. Omdat het hier een veiligheidsstudie betreft, is er gezocht veiligheidsexperts die vanuit verschillende invalshoeken kijken naar veiligheid rond een incident. Om een panel samen te kunnen stellen, is er allereerst een actorenanalyse gedaan naar alle actoren rond een incident. Uit deze analyse kwam een lijst naar voren van instituten die vertegenwoordigd kunnen zijn in het expertpanel (bijlage D).

In de eerste versie van het expertpanel waren experts opgenomen uit alle invalshoeken. Al snel bleek dat de haalbaarheid van dit panel klein is. Verschillende experts moesten om verschillende redenen afhaken van het onderzoek. Ook tijdens de tweede ronde van het onderzoek viel er nog een aantal panelleden af, waardoor het panel weer aangevuld moest worden.

Het uiteindelijke panel is minder divers dan van tevoren het doel was. Er ontbreekt een aantal disciplines die voor het draagvlak van het onderzoek wel belangrijk waren. Een medewerker van de KLPD ontbreekt omdat deze geen toestemming kregen van de korpschef en ook een expert uit de urgentiegeneeskunde is niet in het panel aanwezig. Deze medewerker heeft na een eerste contact niets meer laten horen. De gevolgen van het ontbreken van deze disciplines is moeilijk te voorspellen. Wel is het zo dat het panel nu minder divers is en daarmee het draagvlak van het onderzoek is aangetast. Het uiteindelijke panel wordt voorgesteld in Tabel 1.

Tabel 1 Samenstelling expertpanel

Expert	Instituut (afdeling/specialisme)
Nils Rosmuller	TNO (industriële en externe veiligheid)
Alex van Loon	DVS (weginfrastructuur en DVM)
Jos Post	NIFV (externe veiligheid)
Wendy Weijermans	SWOV (algemene verkeersveiligheid)
Govert Schermers	SWOV (algemene verkeersveiligheid)
Tom Heijer	TUD TBM (veiligheidskunde)
Bert Kengen	DVS (adviseur veiligheid)
John Stoop	TUD LR (ongevallenanalist)
	Lund University (leerstoel luchtvaartveiligheid)

3.7 Uitkomsten van het onderzoek

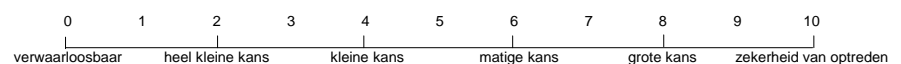
3.7.1. Inleiding

Nadat de randvoorwaarden voor het onderzoek zijn gedefinieerd (het studiegebied, de scenario's en het panel), is het onderzoek gestart. Het panel ontving een uitnodiging om mee te doen aan dit onderzoek (bijlage E). Aan deze uitnodiging zat meteen een eerste vragenronde vast.

De eerste vragenronde bestond uit het aanvullen van bestaande risicomatrices. Door de onderzoeksleider is een eerste indicatie gemaakt van de veiligheidsrisico's per scenario, per tijdsfase, per risicolopende groep. Aan het panel werd de vraag gesteld deze matrices door te nemen en waar nodig van commentaar te voorzien en aan te vullen. Naast een compleet overzicht van mogelijke risico's, werd er op deze manier enige affiniteit met het onderwerp gecreëerd en kreeg het panel een idee waar het onderzoek over ging.

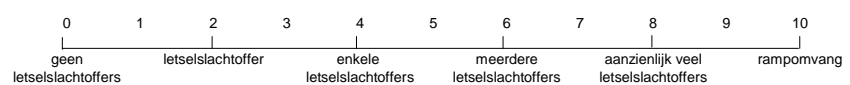
Het tweede deel van het onderzoek is het invullen van de risicomatrices. Het panel werd gevraagd om voor de drie scenario's voor elke cel van de matrix (per fase, per risicogroep) een maatgevend risico te bepalen en deze te voorzien van een kans van optreden en een gevolg, waardoor het risico automatisch berekend is ($\text{risico} = \text{kans} \times \text{gevolg}$). Bij het onderzoek was er reeds een schaling voor kans en gevolg gedefinieerd.

Schaling van de kans:



Figuur 3.4 Schaling van de kans van optreden van het risico

Schaling van de gevolgen (in letselslachtoffers):



Figuur 3.5 Schaling van de gevolgen van het risico

Een voorbeeld van een ingevulde matrixcel is in Figuur 3.6 te zien. In dit voorbeeld heeft de expert voor alle risico's in deze cel (de detectiefase voor de gedupeerde van het primair incident) een kans en gevolg ingevuld. 'Aanrijding van het gestrande voertuig' heeft het hoogste risico en is dus voor deze cel maatgevend ('x').

Figuur 3.6 Een ingevulde matrixcel

Risicolopende groep		Detectiefase			
		Geident. risico's	Kans	Gevolg	Risico
Gedupeerde primair incident	x	aanrijding van gestrande voertuig.	2	3	6
		gedupeerde wordt aangereden rond voertuig.	2	2	4
		brand door primair incident.	1	2	2
		explosie door primair incident.	1	4	4

3.7.2. Visualisatie van de resultaten

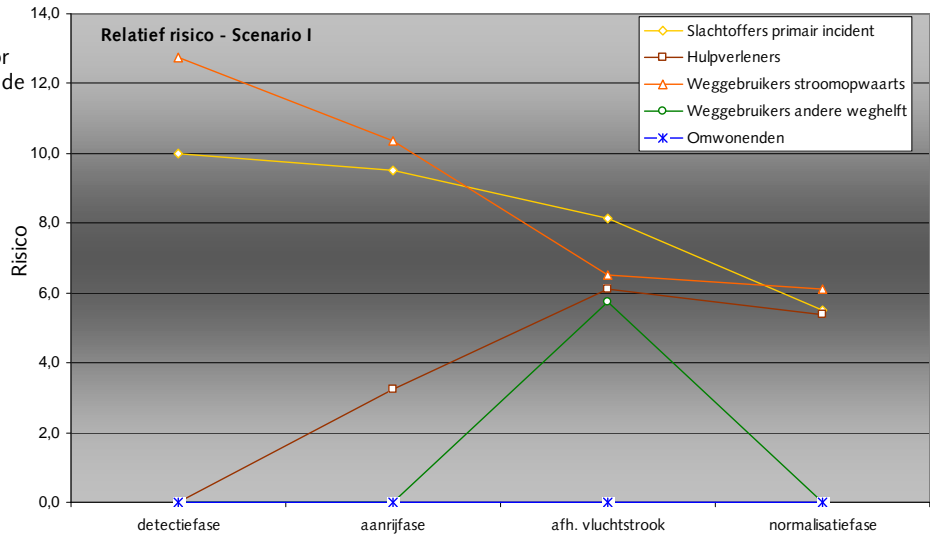
Alle panelleden hebben de matrices ingevuld en teruggestuurd. Deze antwoorden zijn verzameld en in één grote matrix gezet (bijlage F). Door alle antwoorden van alle experts in één matrix te zetten, kunnen een aantal dingen makkelijk afgelezen worden.

- Welk risico het vaakst als maatgevend wordt gekozen
- Wat het gemiddelde van de antwoorden van alle experts is.
- Het minimale en maximale risico (spreiding), alsmede de standaarddeviatie.

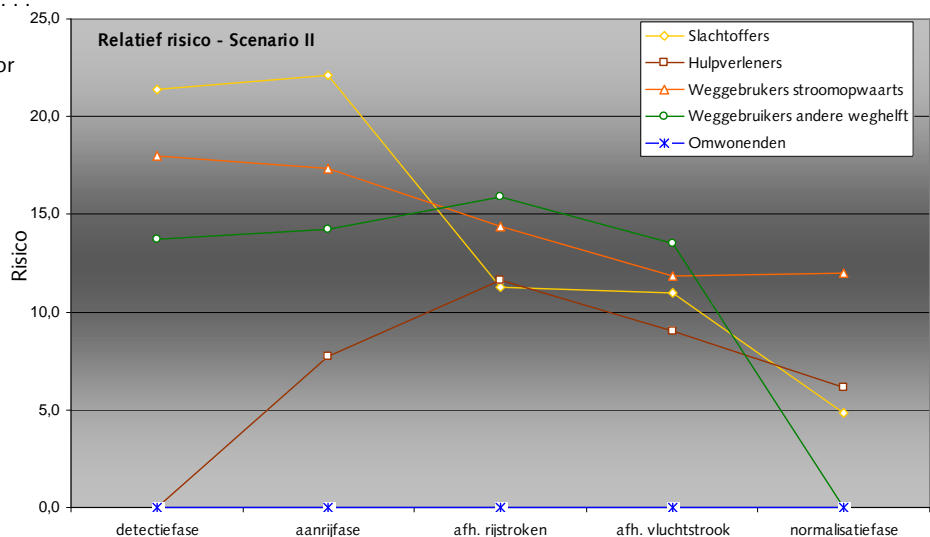
De gemiddelde risico's zijn per scenario in een grafiek gezet, waardoor het verloop van het risico per groep is af te lezen in de tijd. Zie Figuur 3.7 voor een overzicht van de risico's per scenario. Gedetailleerde resultaten van dit onderzoek zijn te zien in bijlage F.

Noot: er is aangenomen dat er voor scenario I (een pechgeval op de vluchtstrook) geen afhandelingsfase op de rijbaan is.

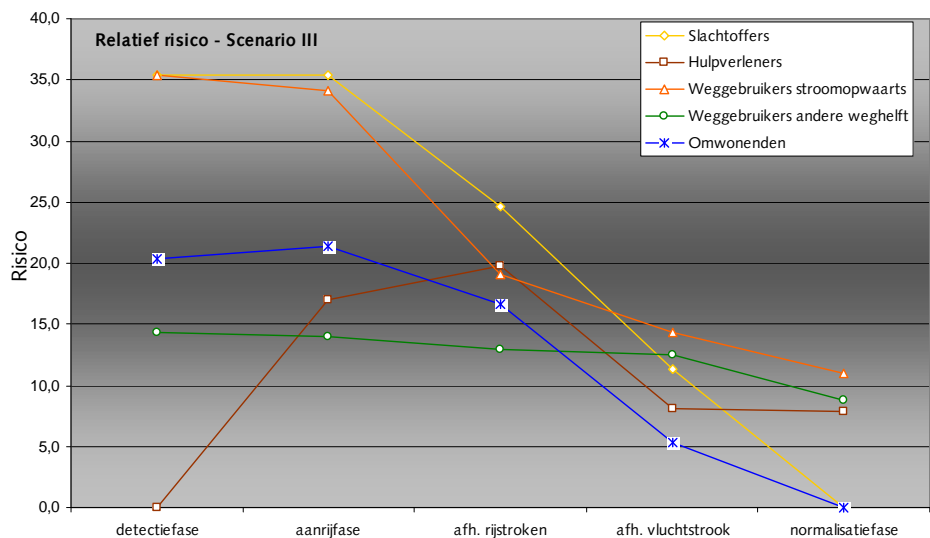
Figuur 3.7 Resultaten van het onderzoek naar het relatief risico voor scenario I (geen afhandelingsfase op de rijbaan)



Figuur 3.8 Resultaten van het onderzoek naar het relatief risico voor scenario II



Figuur 3.9 Resultaten van het onderzoek naar het relatief risico voor scenario III



3.7.3. Observaties naar aanleiding van de resultaten

Een eerste observatie die gemaakt wordt, is dat een incident altijd veiligheidsrisico's met zich meebrengt voor alle risicolopende groepen die hier zijn besproken.

De voornaamste conclusie die getrokken kan worden, is dat bij een incidentsituatie op de snelweg, de grootste risico's in de eerste fases na het optreden van het incident liggen. Dit geldt vooral voor de slachtoffers van het primair incident en de weggebruikers stroomopwaarts van het incident. In de volgende fases, wanneer hulpdiensten zijn gearriveerd, worden ook de risico's voor weggebruikers op de andere weghelft hoger ingeschat (scenario II). In de normalisatiefase zijn de risico's voor alle groepen het laagst. Wanneer de scenario's onderling worden vergeleken, blijkt dat hoe groter het incident is, hoe groter de risico's voor de betrokken groepen zijn. De risico's rond een pechgeval worden lager ingeschat dan die rond een kopstaart botsing. De risico's rond een calamiteit op de snelweg zijn het grootst. De kans van optreden van zo een incident is echter weer een stuk kleiner.

3.7.4. Verdere verwerking van de resultaten

Uit de resultaten bleek dat de spreiding in antwoorden vrij groot was. Het inschatten van kans en gevolg is vrij subjectief en de schaling van kans en gevolg wordt dan ook door de experts verschillend geïnterpreteerd. Het vermoeden bestond dat door de grote spreiding in uitkomsten, een aantal hoog ingeschatte risico's zwaarder meetelden in het gemiddelde dan de kleinere risico's.

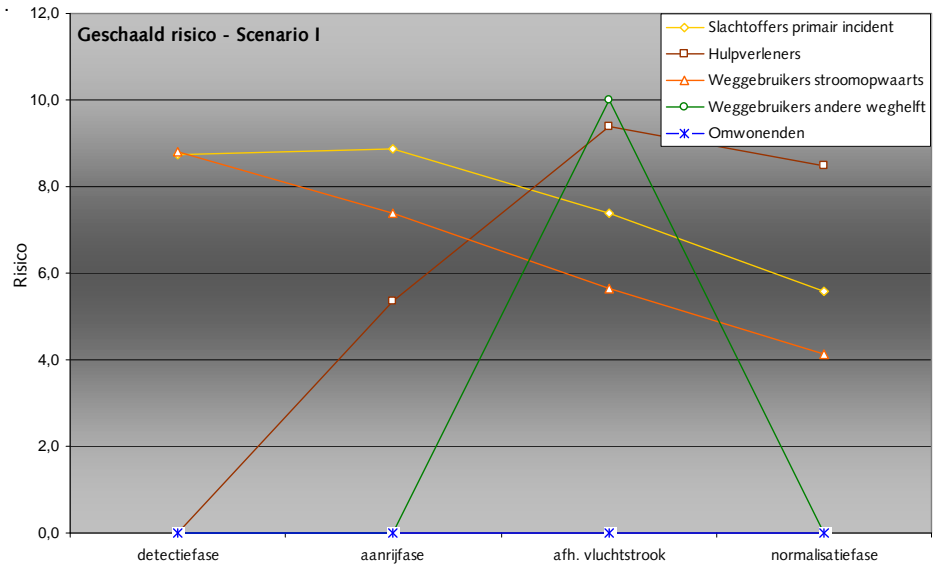
Dit vermoeden is onderzocht door een schaling toe te passen op de uitkomsten. Per rij van de matrix (van elke expert) is het rijmaximum op 10 gezet en de rest van de risico's zijn naar dit maximum geschaald. Deze geschaalde risico's zijn over alle experts gemiddeld en in een grafiek gezet. De resultaten zijn te zien in Figuur 3.10 en een rekenvoorbeeld is opgenomen in bijlage G.

In de grafieken is per risicogroep te zien in welke fases de risico's het hoogste in worden geschat. Een waarde van 10 geeft aan dat alle experts voor die risicogroep in die fase het risico maximaal achtten. De waarden uit de grafiek kunnen daarom niet tussen risicogroepen vergeleken worden.

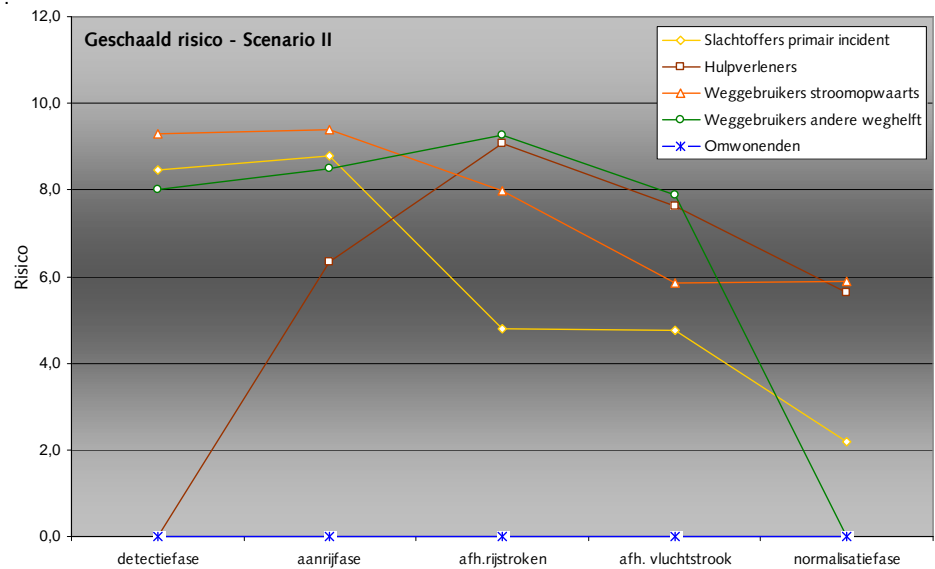
Voor de slachtoffers en de weggebruikers stroomopwaarts komen de belangrijkste risico's nog steeds in de eerste fases van het incident voor. Voor de hulpverleners en weggebruikers op de andere weghelft is dit in de afhandelingsfases.

Uit het feit dat de grafieken nagenoeg dezelfde resultaten laten zien als de ongeschaalde cijfers, kan geconcludeerd worden dat de grote spreiding in antwoorden geen invloed heeft gehad op de uitkomsten van het onderzoek.

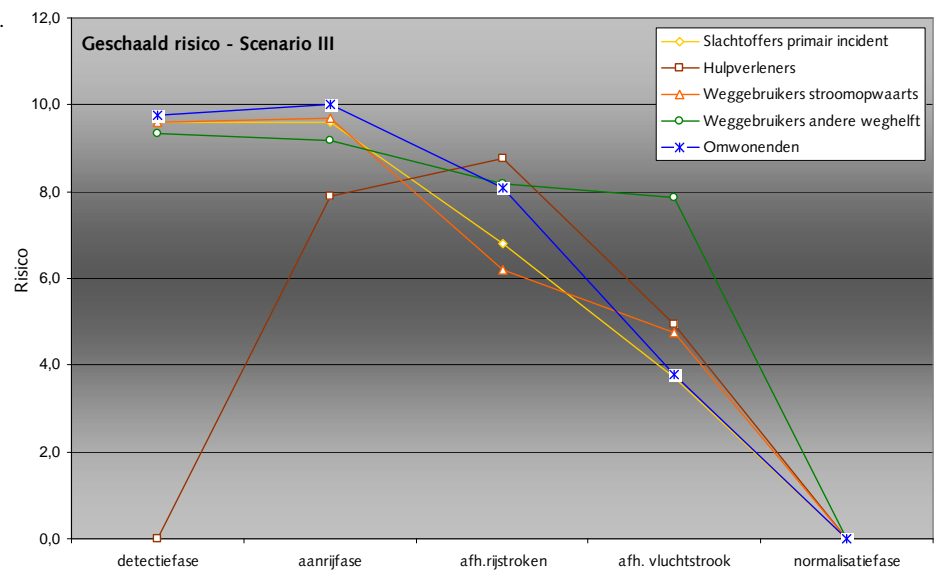
Figuur 3.10 Resultaten geschaalde risico's voor scenario I (geen afhandelingsfase rijbaan)



Figuur 3.11 Resultaten geschaalde risico's voor scenario II



Figuur 3.12 Resultaten geschaalde risico's voor scenario III



3.7.5. Observaties na schaling van de resultaten

Uit de grafieken voor de geschaalde risico's komen dezelfde observaties naar voren als die zonder geschaalde risico's. Ook kan dezelfde conclusie worden getrokken, namelijk dat vooral in de eerste fases van het incident de risicogroepen het grootste risico op een secundair incident lopen. Deze resultaten geven aan dat de grote spreiding van de risico's geen grote invloed heeft gehad op de resultaten.

3.7.6. Kwantificeren van de resultaten en valideren

Om de uitkomsten van het onderzoek te valideren, is er een aantal maatgevende risico's uit de drie scenario's genomen. Deze risico's werden door de experts vaak als maatgevend genoemd en zijn daarom interessant om verder uit te werken. Door de waarden uit de statistiek te vergelijken met de waarden uit het onderzoek, kon de betrouwbaarheid van de resultaten van het onderzoek worden ingeschat. Voor een verantwoording van de gevonden waarden uit de statistiek, wordt verwezen naar bijlage H.

Tabel 2 Kwantificering van risico's uit het onderzoek

Risico (incidentfase)	Uit de statistiek			Uit de matrix		
	kans	gevolg	risico**	kans	gevolg	risico
<i>Scenario I</i>						
1. Vluchtstrookongeval (1+2)	0,002	0,34	0,70	3,3	2,8	10
2. Secundair incident (1+2)	0,017	0,05	0,83	3,9	3,0	13
	verhouding [1./2.]		0,84	verhouding [1./2.]		0,77
<i>Scenario II</i>						
1. Aanrijding auto op de rijbaan	0,42	0,03	1,05	5,5	3,9	22
2. Aanrijding incidentlocatie *	0,016	0,07	1,14	3,3	3,5	12
3. Secundair kijkincident	0,017	0,05	0,83	4,6	3,4	16
	verhouding [1./2.]		0,92	verhouding [1./2.]		1,83
	verhouding [1./3.]		1,28	verhouding [1./3.]		1,38
	verhouding [2./3.]		1,39	verhouding [2./3.]		0,75

* Voor het berekenen van deze cijfers is gebruik gemaakt van statistiek over werkzones, niet van incidentlocaties

** Het risico is vermenigvuldigd met 1000

Uit de tabel blijkt dat de verhoudingen tussen de risico's voor scenario I redelijk goed overeen komen met die uit de statistiek (0,84 en 0,77). Voor scenario II zijn er grotere verschillen. Omdat er geen statistiek beschikbaar was over aanrijdingen van incidentlocaties, is de aanname gedaan dat de onveiligheid rond een incidentlocatie te vergelijken is met die rond een werkzone op de snelweg.

Met deze aanname liggen de verhoudingen [1./2.] en [2./3.] voor scenario II ver uit elkaar. De verhouding [1./3.] komt wel weer redelijk overeen met die uit de statistiek (1,28 en 1,38). Voor de oorzaak hiervan zijn er in principe twee mogelijkheden. Of de experts hebben

de risico's verkeerd ingeschat, of de aanname om een incidentlocatie te vergelijken met een werkzone klopt niet.

Het feit dat er geen tot weinig statistiek bekend is over incidenten bij incidentlocaties, kan een indicator zijn van het feit dat deze ongevallen niet vaak voorkomen. Over ongevallen bij werkzones zijn daarentegen vele onderzoeken gedaan. Het vermoeden bestaat dat de aanname niet klopt en het risico voor het aanrijden van een incidentlocatie vanuit de statistiek is overschat. De verhoudingen waar deze aanname niet wordt gebruikt komen wel overeen. Daardoor wordt het mogelijk geacht de uitkomsten van deze risicoanalyse te gebruiken bij het vervolg van het onderzoek.

3.8 Conclusie

In dit hoofdstuk zijn de effecten van een incident op de veiligheid rond de incidentsituatie getoetst.

3.8.1. Conclusies uit de onderzoeksresultaten

Er kan geconcludeerd worden dat incidenten gevolgen hebben op de veiligheid van andere risicogroepen. Door het incident ontstaan er andere risico's voor andere groepen.

De grootste risico's ontstaan vooral in de eerste fases na het incident. De groepen die de grootste risico's lopen zijn de slachtoffers van het primair incident en de weggebruikers stroomopwaarts.

Wanneer de scenario's onderling worden vergeleken, blijkt dat hoe groter het incident is, hoe groter de risico's zijn voor de betrokken groepen.

Een schaling van de resultaten per expert naar rijmaximum (Figuur 3.7-3.9) geven geen ander beeld dan de initiële resultaten (Figuur 3.10-3.12). De grote spreiding in antwoorden heeft geen effect gehad op de resultaten van het onderzoek.

Enkele resultaten van het onderzoek zijn gekwantificeerd. Dit is gedaan om te kijken of de verhoudingen tussen resultaten uit het onderzoek en cijfers uit de statistiek voldoende overeen komen. Dit bleek het geval te zijn. De aanname dat werkzones qua incidentrisico overeenkomen met incidentlocaties blijkt echter niet geldig.

3.8.2. Onderzoeksmethode

Over de onderzoeksmethode kan geconcludeerd worden dat de gebruikte (Delphi) methode een bruikbare is voor het uitvoeren van een soortgelijk onderzoek. Zelfs met een enkele iteratieronde waren de antwoorden erg bruikbaar. Uiteindelijk is er gewerkt met een kleiner panel (7 experts) dan de bedoeling was. Ook de diversiteit van het panel was niet optimaal, wat het draagvlak van het onderzoek wellicht heeft aangetast.

Er kan ook nog gediscussieerd worden over de plaatsing van de scenario's in de omgeving. Er is al eerder aangegeven dat de scenario's zo gunstig mogelijk in het studiegebied zijn geplaatst, zodat de risico's voor de risicogroepen maximaal kunnen worden. Het is de vraag of

deze plaatsing effect heeft gehad op de uitkomsten van het onderzoek. Het vermoeden bestaat dat dit niet het geval is. Immers, voor alle risicogroepen zijn de omgevingsfactoren constant. Voor scenario III, het incident met VGS, is het wel zo dat de bevolkingsdichtheid om het incident effect heeft op de gevolgen van een calamiteit met de tankauto. Voor de andere scenario's is de verwachting dat de plaatsing van de scenario's in de omgeving geen grote effecten heeft gehad op de uitkomsten van het onderzoek.

4. Onderzoek naar reductiefactoren voor de capaciteit rond incidenten

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het effect van een incident op de doorstroming bepaald. Een manier om de doorstroming op een weg te bepalen is het aantal VVU te berekenen. Dit is het aantal voertuigverliesuren dat wordt verloren bij opstoppingen en files. Een belangrijke invoerparameter voor het berekenen van het aantal VVU als gevolg van incident is de reductiefactor voor de capaciteit. Met een reductiefactor wordt hier bedoeld de factor waarmee de referentiecapaciteit moet worden vermenigvuldigd om de resterende capaciteit als gevolg van een incident te krijgen. Wanneer de reductiefactor 0.67 is, betekent dit dat de incidentcapaciteit 67% van de originele capaciteit is, een reductie van 33%.

Er is gekozen een eigen onderzoek te doen naar reductiefactoren in Nederland, omdat bleek dat in andere studies de reductiefactoren vaak zijn overgenomen uit andere (oude) studies. Zo bleek de studie van Goolsby (Goolsby 1971) vaak model te staan voor vervolgstudies. Ook werden er (te) vaak aannames gedaan, zoals het onderzoek van TNO (Meeuwissen, 2004). Gebaseerd op deze reductiefactoren is later ook het onderzoek gedaan naar de winst in het aantal VVU als gevolg van IM (Schrijver, 2006).

Er is daarom besloten zelf een onderzoek te starten naar reductiefactoren rond incidenten op de Nederlandse snelwegen. Deze factoren zijn later de invoer voor het model om het aantal VVU als gevolg van incidenten te bepalen (H6).

Er zal eerst via een literatuurstudie worden gekeken wat er op het gebied van capaciteireductiefactoren al is gedaan (4.2). Daarna wordt via de doelstelling (4.3) bepaald wat er gedaan gaat worden.

Het onderzoek is begonnen met de datacollectie (4.4). Gedetailleerde informatie over zowel incidenten als de verkeersgegevens ter plaatse van de incidenten gelden als belangrijkste invoer van het model.

Daarna zullen er trajecten worden geselecteerd die geschikt zijn voor dit onderzoek (4.5). Alleen incidenten die op deze trajecten zijn voorgevallen zullen worden meegenomen in het onderzoek.

De volgende stap is alle berekeningen in een MATLAB-model te stoppen (4.6). Als alle randvoorwaarden voor het onderzoek zijn bepaald, kan er een modelopzet worden gemaakt. Aan de hand van deze globale opzet is er een programma geschreven in MATLAB, dat de incidenten uit de database koppelt aan de intensiteitgegevens en op die manier reductiefactoren kan berekenen voor de capaciteit.

De laatste stap is de uitvoer van MATLAB te interpreteren en hieruit conclusies te trekken (4.7).

4.2 Eerder onderzoek naar reductiefactoren

4.2.1. De eerste studies

In 1970 was Goolsby (Goolsby, 1971) de eerste die een studie deed naar de invloed van incidenten op de kwaliteit van het afwikkelingsniveau van snelwegen. De Gulf Freeway in Houston werd geselecteerd voor de studie, vanwege het uitgebreide detectiesysteem dat toen beschikbaar was. Het geselecteerde stuk snelweg van ongeveer 10 kilometer lang heeft drie rijstroken in beide richtingen. Er werd gedurende een tijdsperiode van twee jaar (1968-1969) een gedetailleerd logboek bijgehouden van incidenten en intensiteiten op de snelweg. Voor de intensiteiten werd er gewerkt met minuuttellingen. In totaal waren 517 minuuttellingen beschikbaar voor 27 incidenten. Voor de referentie capaciteit werd gebruik gemaakt van 312 minuuttellingen stroomafwaarts van het studiegebied. De auteur concludeerde dat er een capaciteitsreductie optrad van 50 procent voor een incident waarbij een rijstrook geblokkeerd werd. Een incident dat twee rijstroken blokkeerde reduceerde de capaciteit met 79 procent en bij een vluchtstrook ongeval of pechgeval was de reductie 33 procent.

Tabel 3 Reductiefactoren volgens Goolsby (1970)

Voor een 3-strooks rijbaan	vluchtstrook geblokkeerd	1 rijstrook geblokkeerd	2 rijstroken geblokkeerd
reductiefactor	0.67	0.50	0.21

Deze studie initieerde verder onderzoek naar Capaciteit ReductieFactoren (CRF). Een kritische kijk op deze studie laat een aantal mogelijkheden tot verbetering zien.

- De verkeerscondities en karakteristieken zijn veranderd ten opzichte van 1970. Een studie heden ten dage zal andere resultaten laten zien dan die van Goolsby.
- De studie heeft voor de referentiecapaciteit gebruik gemaakt van 312 bruikbare minuuttellingen stroomafwaarts van het studiegebied. Voor het hele studiegebied is één referentiecapaciteit bepaald. Er zijn geen capaciteitsmetingen gedaan op de locatie van de incidenten. Door het plaats- en tijdsafhankelijke karakter van capaciteit kan hierdoor de reductiefactor zijn overschat of onderschat.
- De studie maakt gebruik van 517 minuuttellingen door de bottleneck van een incident. Verkeersintensiteiten zijn niet erg stabiel in korte tijdsintervallen als die van een minuut, waardoor de reductiefactoren kunnen zijn overschat of onderschat.

Blumentritt (Blumentritt et al, 1981) deed in 1981 een studie naar systemen voor toeritdosering. In deze studie komen ook reductiefactoren voor de capaciteit rond incidenten aan bod. Deze reductiefactoren worden in de rapportage echter niet mathematisch onderbouwd. Bovendien zijn enkele cellen in de tabel slechts

gedeeltelijk ingevuld, vanwege onvoldoende data. De reductiefactoren van Blumentritt zijn te zien in Tabel 4.

Tabel 4 Reductiefactoren volgens Blumentritt (1981)

Voor een rijbaan met 3 rijstroken	Voertuig op vluchtstrook	1 rijstrook geblokkeerd	2 rijstroken geblokkeerd
Reductiefactor	0.84	0.53	0.22

Uit de gegevens blijkt dat de studie uitgebreider is geweest dan die van Goolsby in 1970. Echter, de waarden die Goolsby in 1970 berekende voor een driestrooks stuk snelweg zijn vergelijkbaar met die van Blumentritt (0.50 voor een geblokkeerde rijstrook en 0.21 voor twee geblokkeerde stroken). De waarde voor een pechgeval op de vluchtstrook van Goolsby (0.67) komt niet overeen met die uit Tabel 4 (0.84). Omdat er niks bekend is over de methode die achter deze reductiefactoren zit, kan er ook weinig gezegd worden over de geldigheid en nauwkeurigheid ervan.

4.2.2. De vervolgstudies

In de Highway Capacity Manual (Transportation Research Board, 2000) het Amerikaanse handboek voor snelwegontwerp, wordt een uitgebreid overzicht gegeven van reductie factoren bij pechgevallen en ongevallen. Helaas wordt ook hier geen motivatie gegeven om de cijfers te ondersteunen. Ook de referenties onder de tabel in de HCM (Reiss et al, 1991 en Gordon et al, 1996) geven geen uitsluitel over de gebruikte onderzoeksmethoden. Ook hier bestaat er een mate van gelijkenis met de uitkomsten van Goolsby in 1970 voor snelwegen met drie rijstroken per rijrichting. Het is mogelijk dat de uitkomsten van Goolsby model hebben gestaan voor het overzicht van reductiefactoren van de HCM.

Tabel 5 Reductiefactoren volgens de HCM (2000)

Voor een rijbaan met 3 rijstroken	Pechgeval vluchtstrook	Ongeval vluchtstrook	Aantal rijstroken geblokkeerd		
			1	2	3
Reductiefactor	0.99	0.83	0.49	0.17	0.00

In Nederland zijn ook enkele studies gedaan waarbij gebruik wordt gemaakt van reductiefactoren. TNO heeft in 2006 een onderzoek gedaan naar de effecten van incident management maatregelen op de voertuigverliestijd in het netwerk (Schrijver, 2006) Voor deze studie zijn reductiefactoren gebruikt uit een andere TNO-studie (Meeuwissen, 2004) over variabiliteit van reistijden in SMARA (Simulation Model for Analyzing Reliability of Accessibility). Uit deze tweede studie blijkt echter dat TNO deze factoren rechtstreeks heeft overgenomen uit de HCM. Het onderzoek naar voertuigverliestijd in 2006 heeft deze factoren overgenomen en 'aangepast conform de afspraken gemaakt op de workshop van 6 april 2006'. De workshop die wordt genoemd, is

een workshop die heeft plaatsgevonden waarbij een panel van deskundigen op het gebied van incident management bij aanwezig was. Hierbij zijn de reductiefactoren uit de HCM uitgesplitst naar de verschillende ongevalfases en de verschillende voertuigtipes. De aanpassingen die zijn gedaan bestaan uit aannames en schattingen van het expertpanel. Een aantal van de aannames die zijn gedaan om tot deze reductiefactoren te komen:

- De reductiefactoren voor Amerika uit 1997 (HCM) zijn geldig in Nederland in 2006
- De afrijcapaciteit bij capaciteitsomstandigheden is 80 % van de capaciteit in freeflow omstandigheden. De factoren uit de HCM zijn dus vermenigvuldigd met 0,8.
- De restcapaciteit in de afhandelingsfase (met hulpdiensten ter plaatse) is de helft van de capaciteit in de aanrijfase.

De factoren worden uiteindelijk in een simulatiemodel gebruikt om zo de voertuigverliestijd van het netwerk te bepalen, met en zonder incident management maatregelen. Hieronder een overzicht van de belangrijkste waarden uit het TNO-rapport (Tabel 6).

Tabel 6 Reductiefactoren per incidentfase volgens TNO (2004)

Voor 3 stroken	Meldfase	Aanrijfase	Afhandelingsfase rijbaan	Afhandelingsfase vluchtstrook
<i>Pechgeval personenauto</i>				
CRF	0.773	0.773	0.773	0.773
<i>Pechgeval vrachtauto</i>				
CRF	0.747	0.747	0.747	0.747
<i>Ongeval vluchtstrook</i>				
CRF	0.664	0.664	0.664	0.664
<i>Ongeval rijbaan</i>				
CRF	0.345	0.345	0.173	0.664

Dit overzicht van reductiefactoren is dus zoals gezegd onderhevig aan een aantal aannames. In werkelijkheid zullen de factoren voor de verschillende fases van een incident niet precies hetzelfde zijn per fase.

In opdracht van AVV heeft Transpute de resultaten uit het onderzoek van TNO getoetst (Toorenburg et al, 2007) Door incident en verkeersgegevens op te vragen werd gecontroleerd of incidenten inderdaad een reductie geven zoals door TNO is bedacht. Het bleek dat de reductie in capaciteit door TNO is onderschat. Transpute kwam tot de volgende resultaten voor een 3-strooks rijbaan.

Tabel 7 Reductiefactoren volgens Transpute

3 stroken	Pechgevallen		Ongevallen	
	Pers. auto	vrachtauto	vluchtstrook	rijstrook
CRF	0,61	0,47	0,45	0,41

Deze factoren zijn niet gesplitst naar fase. Voor drie stroken per richting vallen de waardes uit Tabel 7 lager uit dan die uit Tabel 6. Dit betekent dat volgens Transpute de reductiefactoren door TNO zijn overschat (en dus de reductie als gevolg van een incident onderschat). Nadeel van het onderzoek van Transpute is dat er geen onderscheid is gemaakt in het aantal afgekruste rijstroken bij een ongeval op de rijbaan.

In de Nieuwe Ontwerprichtlijnen Autosnelwegen (NOA) (RWS-AVV, 2007) de Nederlandse HCM, wordt in het geheel niet gesproken over reductiefactoren voor de capaciteit in incidentsituaties. Ook reductiefactoren voor andere bottlenecks (zoals werk in uitvoering) ontbreken. Dit is niet het geval in het Handboek Capaciteitswaarden Infrastructuur Snelwegen (CIA) (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, AVV, 2002) Ook hier zijn geen waardes te vinden voor capaciteitsreductie bij incidenten, wel wordt er een overzicht gegeven van de capaciteit bij werk in uitvoering. In het handboek wordt een 'globale aanbeveling voor de capaciteit bij werk in uitvoering gedaan op basis van literatuuronderzoek en praktijk metingen'. Er wordt verder niet besproken hoe deze waardes tot stand zijn gekomen. Een kort overzicht van de belangrijkste waardes (Tabel 8). De waardes voor snelwegen met drie rijstroken per rijrichting komen aardig in de buurt van de andere studies voor reductiefactoren bij incidenten.

Tabel 8 Reductiefactoren volgens de NOA (2007)

Rijbaan met 3 rijstroken	1 strook geblokkeerd	2 stroken geblokkeerd
Capaciteit afzetting	2870*	1950*
Richtwaarde capaciteit	7975	7975
CRF	0,36	0,17

* capaciteit bij 15-20% vrachtverkeer, middelzware tot zware werkzaamheden en rijbaanbreedte van 12,5 meter (2-strooksrijbaan met vluchtstrook)

4.2.3. Methode om capaciteireductiefactoren te bepalen

University of Virginia

De enige studie die heeft gerapporteerd over de werkwijze bij het bepalen van CRF's is een studie van de University of Virginia (Qin et al, 2001) In deze studie wordt, op basis van de resultaten van Goolsby in 1970, het concept van reductiefactoren verder uitgewerkt.

Uitgangspunt is dat capaciteit geen deterministische waarde is, maar een willekeurige variabele met stochastische eigenschappen. In deze studie in voor individuele incidenten het verschil tussen referentiecapaciteit en incidentcapaciteit bepaald. Al deze reducties worden daarna met behulp van een kansverdeling gemodelleerd als een willekeurige variabele.

Voor deze studie is een deel van het snelwegennet van Virginia gebruikt, de Hampton Roads regio. Er wordt gebruik gemaakt van meetgegevens vergelijkbaar met de Monica-data uit Nederland. Incidentgegevens waren beschikbaar voor de periode van 1992 tot 2001. Er worden reductiefactoren bepaald voor incidenten met

blokkering van één en twee rijstroken. De methode om CRF's te bepalen bestaat uit de volgende stappen:

1. Eerst wordt voor elk meetstation (meetlus) de capaciteit onder normale omstandigheden bepaald met behulp van het fundamentele diagram. Er wordt in een snelheid-intensiteit diagram een puntenwolk met metingen weergegeven, waaruit de capaciteit kan worden bepaald.
2. Via de incidentgegevens worden de intensiteitgegevens van individuele incidenten in een grafiek weergegeven. De tellingen zijn gebaseerd op 2-minuutgegevens, er is voor gekozen een voortschrijdend gemiddelde van vijf metingen te gebruiken, om zo tot een interval van 10 minuten te verkrijgen tussen de metingen. De grafiek van intensiteiten bij het incident wordt zo ook minder grillig.
3. Uit de grafiek met het voortschrijdend gemiddelde wordt voor de intensiteit tijdens het incident de minimale waarde genomen als de maatgevende incidentcapaciteit.
4. Het verschil tussen de capaciteit bij normale omstandigheden en de incidentcapaciteit is de capaciteitsreductie. Het geheel van alle metingen wordt per incidenttype in een histogram gezet. Hieruit kan dan een verdeling gezocht worden die het best bij de vorm van het histogram past. Hiermee wordt een stochastische waarde voor de capaciteitsreductie gevonden per incidenttype.

Tabel 9 Reductiefactoren volgens de University of Virginia

Voor een rijbaan met 3 rijstroken	1 rijstrook geblokkeerd	2 rijstroken geblokkeerd
Reductiefactor	0.37	0.27

Conclusies van deze studie zijn dat bij blokkering van één van de drie rijstroken de capaciteit reduceert met 63% (factor = 0,37) en een blokkade van twee rijstroken heeft een reductie van 73% (factor = 0,27) tot gevolg. Dit zijn de gemiddelde waarden van de resultaten van deze studie (de mean values van de verdelingen). Er wordt geconcludeerd dat de resultaten betrouwbaarder zijn dan die van Goolsby in 1970, vooral vanwege de gebruikte methode (Tabel 10).

Tabel 10 Vergelijking tussen de methodes van de University of Virginia en Goolsby

Vergelijking	Studie U. of V.	Studie Goolsby
Database bruikbare incidenten	1 rijstrook geblokkeerd: 133 2 rijstroken geblokkeerd: 73	Aantal incidenten: 27
Meet interval	10 minuten	1 minuut
Incidentcapaciteit	Minimale stabiele capaciteitsstroom	1-minuut bottleneck intensiteit
Referentiekader	Schatting van capaciteit onder normale omstandigheden	1-minuut normale intensiteit stroomafwaarts van het incident
Resultaat	Stochastische waarde	Deterministische waarde

Er is een aantal aanmerkingen op de gebruikte methode. Allereerst is er het feit dat er niet naar wordt gekeken of de verkeersstroom rond het incident verzadigd is. Voor het bepalen van de reductiefactoren zijn metingen nodig onder capaciteitsomstandigheden. De snelheid van de verkeersstroom zou dan moeten worden meegenomen in de analyse. Een ander minpunt van deze methode (en een gevolg van het niet meenemen van rij snelheden) is dat het heel lastig is om reductiefactoren te bepalen voor pechgevallen of ongevallen op de vluchtstrook. Dit is in deze studie ook niet gedaan. Ook capaciteitsreductie door kijkfiles zal met het gebruik van deze methode niet makkelijk te bepalen zijn.

4.2.4. Andere methodes om capaciteit te bepalen

De TU Delft heeft in 1996 al een onderzoek gedaan naar beschikbare methodes om capaciteit te bepalen (Minderhoud, 1996). Verschillende methodes worden behandeld en geëvalueerd, ingedeeld naar beschikbare informatie over de verkeersstroom. Voor de studie naar reductiefactoren is er Monica data beschikbaar. Hieruit zijn intensiteiten, snelheden en ook dichtheden te halen. Hierdoor zijn vrijwel alle methodes. Na een korte analyse van de methodes, blijkt dat met de beschikbare informatie de methode met een empirische verdelingsfunctie een methode is die goed in dit onderzoek past.

De *empirische verdelingsmethode* gebruikt voor het bepalen van de capaciteit slechts metingen in de capaciteitsstaat {C}. Omdat alle observaties uit de capaciteitsstaat komen, kan de discrete cumulatieve distributie functie makkelijker worden bepaald.

$$F(q) = \text{Prob}(q_c < q) = \frac{N_c}{N}$$

Hierin is $F(q)$ de cumulatieve verdelingsfunctie van de capaciteitswaarden, q_c is de capaciteitswaarde, N_c het aantal observaties uit {C} met intensiteit q_i lager dan q , en N het totaal aantal observaties. Door de functie $F(q)$ uit te zetten, kan er een waarde voor de capaciteit q_c worden geschat bij de mediaan [$F(q) = 0.5$].

Het voordeel van de empirische verdelingsfunctie boven de PLM is dat het een methode is die eenvoudiger is uit te voeren. Alle bruikbare incidenten in dit onderzoek zullen bestaan uit observaties uit de capaciteitsstaat. Het is daarom niet nodig de PLM te gebruiken.

4.2.5. Meetintervallen

Een belangrijk element in de definitie van intensiteit is dat het gebaseerd is op een bepaald volume van voertuigen die per tijdseenheid een bepaald punt passeren. De meetinterval van de intensiteit geeft aan over welke periode de metingen of observaties zijn gedaan. Er kan worden nagegaan dat een kleinere meetinterval

(bijvoorbeeld 1 minuut) grotere fluctuaties geeft in de intensiteit dan een groter meetinterval (15 minuten).

Er zijn in verschillende rapporten opmerkingen gemaakt over het gebruik van meetintervallen. In een studie van Urbanik et. al. (Urbanik et al, 1991) naar het effect van een veranderend meetinterval wordt er een meetinterval van 15 minuten aangeraden, om zo de data 'glad te strijken' en makkelijker trends op te merken. Ook Zhou en Hall (Zhou en Hall, 1999) gebruiken in hun studie naar de snelheids-intensiteitsrelatie in de capaciteitsstaat van een snelweg liever een groter interval, om zo de 'willekeurige variatie' in de data te ontlopen.

De kernwoorden in deze onderzoeken zijn willekeurige variatie of ruis. Echter, niet alle onderzoekers zien het voordeel van een groter meetinterval. Uit een onderzoek van Polus en Schwartzman (Polus en Schwartzman, 1999) naar de capaciteit van werkzones op de snelwegen, kwam naar voren dat de verkeersstroom in de gereduceerde capaciteit dermate homogeen was in snelheid en intensiteit dat de meetinterval geen invloed had op de uitkomsten. Bovendien is er nog een ander nadeel van een groter meetinterval, zoals Hurdle et. al. (Hurdle et al, 1997) opmerkten in hun onderzoek naar snelheid-intensiteit relaties. Tijdens hun onderzoek kwam naar boven dat een meetinterval van bijvoorbeeld 15 minuten niet altijd de uniforme condities van de verkeersstroom weergeeft. In sommige gevallen kan de intensiteit tussen het begin en het eind van het interval van 15 minuten dermate veranderen of fluctueren, dat er veel informatie verloren gaat over de staat van de verkeersstroom. Uit de literatuur blijkt dat niet iedereen het eens is over de te gebruiken meetinterval. Uit randvoorwaarden voor het bepalen van de reductiefactoren voor de capaciteit zal moeten blijken welk meetinterval voor dit onderzoek het best toepasbaar is.

4.2.6. Rubbernecking

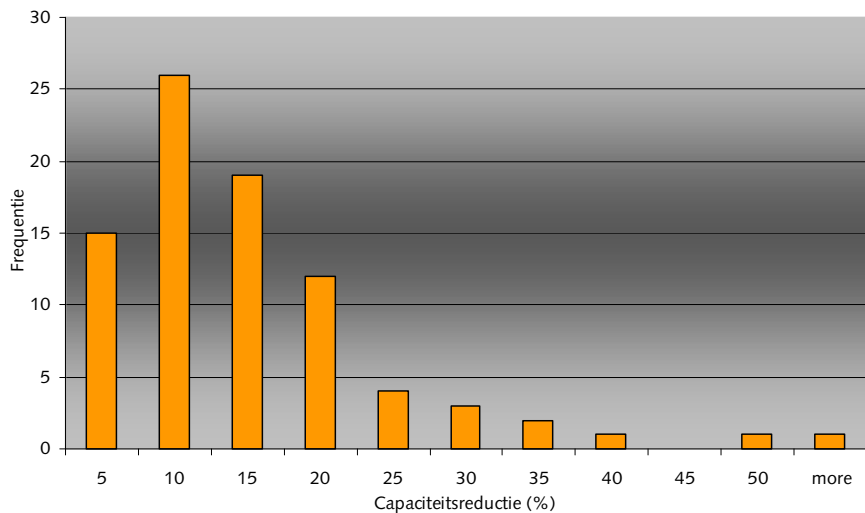
In dit onderzoek zal ook getracht worden het effect van kijkfiles te kwantificeren. Kijkfiles zijn vaak het gevolg van een fenomeen dat 'rubbernecking' wordt genoemd. Mensen zijn geïnteresseerd in wat er is gebeurd op de incidentlocatie en passen (onbedoeld) hun rijgedrag aan, afhankelijk van de situatie. Rubbernecking is een subjectief begrip; voor alle weggebruikers geldt dat ze anders reageren op een incident situatie. Daarnaast zijn er veel variabelen die het effect van rubbernecking beïnvloeden (samenstelling van het verkeer, het weer, grootte van het incident, aantal voertuigen met zwaailichten). Rubbernecking zorgt dus voor een extra capaciteitsreductie, zowel op de rijbaan van het incident, als op de rijbaan in tegenovergestelde richting.

Het effect van rubbernecking op het vormen van kijkfiles is een onderwerp dat nog niet intensief is onderzocht. Een eerste poging (gebaseerd op gearchiveerde verkeersdata) werd ondernomen door de University of Virginia (Masinick en Teng, 2004) Zij deden een onderzoek naar de kans op een kijkfile, de capaciteitsreductie en de vertraging die bij de kijkfile hoort. Uit het onderzoek (met 84

ongevallen) bleek dat in 72 van de 84 gevallen, de capaciteitsreductie als gevolg van de kijkers onder de 20% lag (Figuur 4.1).

Figuur 4.1 Capaciteitsreductie als gevolg van een kijkfile (N=84)

Bron: Masinick en Teng (2004)



Op de Nederlandse snelwegen is er ook een onderzoek gedaan naar het effect van rubbernecking (Knoop et al, 2007). Voor een incident is er met behulp van video data vanuit een helikopter een schatting gemaakt van het effect van rubbernecking. Conclusie was dat op de rijbaan van het incident de uitstroom bij de bottleneck 50% lager was dan een uitstroom haalbaar met hetzelfde aantal rijstroken, maar dan zonder incident. Deze reductie komt mogelijk tot stand vanuit twee gedrags-effecten. Naast het effect van rubbernecking is er ook nog het effect van het bewust aanpassen van de snelheid omdat er mensen (hulpverleners) aan het werk zijn. Dit geeft een extra capaciteitsreductie.

4.2.7. Samenvatting en synthese

Uit een overzicht van de diverse studies naar reductiefactoren blijkt dat er tot nu toe weinig degelijk onderzoek is gedaan naar reductiefactoren rond incidentsituaties. Een eerste studie van Goolsby uit 1970 lijkt model te hebben gestaan voor enige vervolgstudies. Ook zijn er veelal meerdere aannames gedaan om tot reductiefactoren te komen. Ook ontbreekt er in deze studies een uitleg van de werkwijze over hoe men tot de reductiefactoren is gekomen.

Er is een uitgebreide studie gedaan door de University of Virginia die zonder teveel aannames tot een waarde komt voor de capaciteitsreductie. Hier wordt wel de werkwijze uitgelegd. Bij de methodiek van dit onderzoek kunnen echter enkele vraagtekens worden gezet.

Er zijn verschillende methodes om de capaciteit te gaan bepalen. De voor dit onderzoek belangrijkste methoden zijn de methode van empirische verdelingsfunctie en het bepalen van de capaciteit via het fundamenteel diagram. De randvoorwaarden en de beschikbare gegevens zullen uiteindelijk bepalen welke methode wordt gebruikt om de referentiecapaciteit en de incidentcapaciteit te bepalen in dit onderzoek.

Het effect van rubbernecking op de doorstroming is iets waar nog niet veel onderzoek naar is gedaan. Een indicatie van de capaciteitsreductie door kijkers op de andere wegheeft is het best onderzocht door de University of Virginia en ligt rond de 13%. Onderzoek van de TU Delft (bij een enkel incident) zag een reductie van 50% (Knoop et. al.,2008).

4.3 Doelstelling

Verschillende studies hebben al getracht reductiefactoren voor de capaciteit te bepalen. Het merendeel van deze onderzoeken is te oud, gebruikt oude studies als basis, of heeft te veel aannames gedaan om tot reductiefactoren te komen.

Het doel van dit onderzoek is om via een MATLAB programma een indicatie te krijgen van reductiefactoren voor de capaciteit rond incidenten op de Nederlandse snelwegen. Er worden waardes voor de volgende reductiefactoren gezocht:

- Een ongeval met een rijstrook geblokkeerd
- Een ongeval met twee rijstroken geblokkeerd
- Een pechgeval op de vluchtstrook
- Het effect van kijkers op de andere wegheeft (rubbernecking)

De factoren zullen berekend worden over de tijdsduur van het incident, niet per fase van het incident. Om tot een goede indicatie te komen voor de reductiefactoren, wordt er voor elke reductiefactor een betrouwbaarheidsinterval opgesteld. Voordeel van deze methode is dat het aantal benodigde bruikbare incidenten kleiner wordt.

4.4 Datacollectie

De invoer voor het MATLAB-programma bestaat uit incidenten uit de incidentendatabase van het VCNL en verkeersgegevens uit de MONICA-lussen op het HWN.

4.4.1. Incidentendatabase

De incidentregistratie in Nederland wordt vanuit Rijkswaterstaat verzorgd door het VerkeersCentrum NederLand (VCNL) in Utrecht. Er zijn daar verschillende databases beschikbaar met incidenten op de Nederlandse snelwegen. Het bleek dat de database van de weginspecteurs (RWS) het meest geschikt was, omdat in deze database voor een goede locatieaanduiding en tijdsaanduiding van de incidenten wordt gezorgd.

De database van 2007 (van 1 januari tot en met 31 juli) bevat 55178 incidenten op de Nederlandse snelwegen. Hierin staan alle incidenten die op een of andere manier zijn geregistreerd door RWS. Afhankelijk

van de nauwkeurigheid van de registratie zijn van alle incidenten de volgende karakteristieken beschikbaar¹:

- Locatieaanduiding
- Tijdsaanduidingen
- Incidenttype

De database is niet geheel gevuld; er is een percentage incidenten die voor dit onderzoek niet bruikbaar is. Dit komt vooral door de inconsequente registratie van tijden. Een aantal observaties:

- In totaal is er in de database ruimte voor 9 tijdsaanduidingen van DT Start tot DT Eind. Voor geen enkel record zijn al deze 9 tijden ingevuld.
- Alleen wegingspecteurs uit de regio Oost-Nederland (VCON) registreren de tijd waarop de rijbaan weer vrij is gemaakt na een incident (DTRijbaanVrij). Bij alle andere incidenten zit er een gat in de tijdsregistratie tussen aankomst en vertrek van de wegingspecteur.
- Bij veel incidenten is bij verschillende tijden hetzelfde ingevuld. Hierdoor ontstaat een slecht overzicht van de tijdsregistratie en bovendien vallen dan enkele tijdstappen weg. Voorbeeld: DT Start = DT Ter Plaatse. Het is nu niet mogelijk een aanrijtijd van de wegingspecteur te bepalen.
- Er zijn alleen tijden bekend van de wegingspecteur. Van de aankomst- en vertrektijden van andere hulpdiensten is niets bekend.

4.4.2. Intensiteitsgegevens

Voor dit onderzoek is het nodig alle intensiteitgegevens van de geselecteerde trajecten in te lezen in Monigraph² en te converteren naar MATLAB. Voor het bepalen van de gereduceerde capaciteit (tijdens het incident), alsmede de referentiecapaciteit (op dezelfde locatie) is het nodig de minuutgegevens over de gehele tijdsperiode van de database (1 januari – 31 juli 2007) per traject in te lezen. Wanneer de gegevens geconverteerd zijn naar MATLAB, is er voor de tijd en locatie van elk incident bekend:

- Intensiteiten per rijstrook en per rijbaan;
- Gereden snelheden per rijstrook en per rijbaan;
- Het aantal minuten waarvoor gegevens beschikbaar is;
- De beeldstanden van de verkeerssignalering;
- De locatie van de meetlussen.

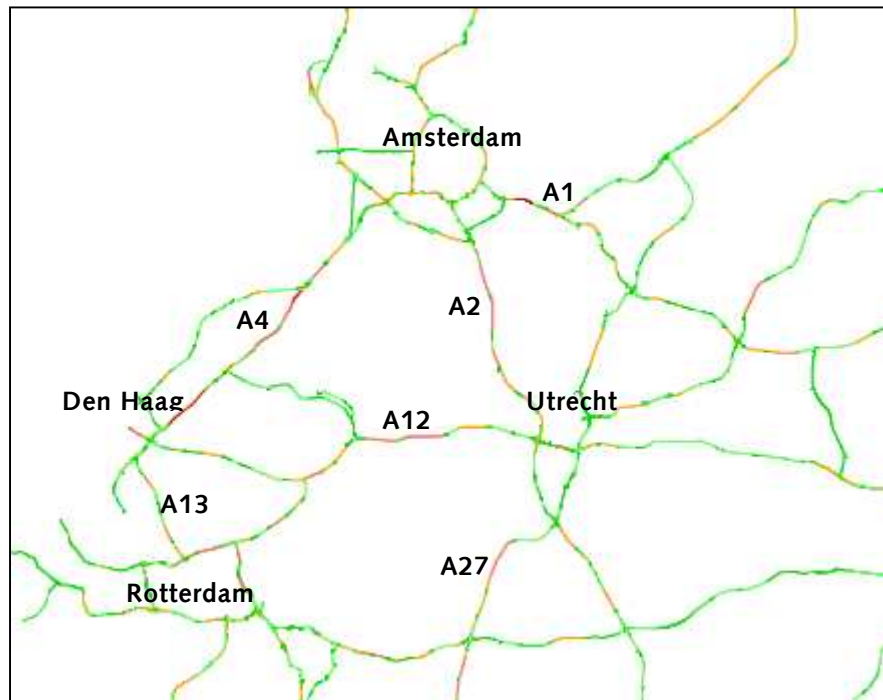
¹ Hier worden alleen de karakteristieken genoemd die relevant zijn voor dit onderzoek en die later gebruikt zullen worden in het model.

² Monigraph is een applicatie van RWS die de verkeersgegevens uit de Monica-lussen inleest en deze visualiseert en converteert naar Matlab bestanden.

4.5 Selectie van trajecten

De eerste randvoorwaarde voor de selectie van trajecten voor het onderzoek was dat er veel incidenten moeten gebeuren. Er is met behulp van een database (BRON) met incidenten van de afgelopen jaren (2004 – 2007) een GIS-overzichtskaart gemaakt van het hoofdwegennet in Nederland (Figuur 4.2). De kleuren van de wegvakken geven het aantal ongevallen aan per wegvak (niet per kilometer weglengte). Hieruit is een shortlist opgesteld van trajecten die een hoge incidentintensiteit hebben. Deze shortlist bestaat uit de A1, A2, A4, A12, A13 en A27.

.....
Figuur 4.2 GIS-kaart met incidenten op het hoofdwegennet



Verder is het ook van belang dat er verkeerssignalering aanwezig is op het traject, zodat er kan worden bepaald of er tijdens het incident rijstroken zijn afgekruid.

Voor het bepalen van reductiefactoren is het nodig dat de verkeersstroom aan de capaciteit van de weg is. Er is daarom aangenomen dat op de trajecten de I/C-verhouding voldoende hoog is. Dit betekent dat de kans op congestie bij een incident hoger is.

Uiteindelijk bleek tijd de beperkende factor bij het inlezen van de Monica data. Het inlezen van de data is een langzamer proces geweest dan vooraf was ingeschat. Nadat er data zijn verzameld van de A1, A2 en A4 (L) leek er een voldoende grote sample size van bruikbare incidenten te zijn om de betrouwbaarheidsintervallen voor de reductiefactoren op te kunnen stellen. Van de volgende trajecten is data verzameld voor de periode 01-01-2007 tot 31-07-2007.

Tabel 11 Overzicht geselecteerde trajecten

WN	RB	Van	Naar	Hecto.(km)	
A1 NH	Li	Laren	Watergraafsmeer (A10)	0,0	29,0
A1 NH	Re	Watergraafsmeer (A10)	Laren	0,0	29,0
A2 UT	Li	Waardenburg	Abcoude	37,0	94,0
A2 UT	Re	Abcoude	Waardenburg	37,0	94,0
A4 ZH	Li	Ypenburg (A13)	Roelofarendsveen	21,0	49,0

4.6 Het MATLAB programma

4.6.1. Randvoorwaarden

Tijdens het doorlooptproces van het programma is er een aantal randvoorwaarden gesteld aan de incidenten.

- Een bruikbaar ongeval moet een minimale tijdsduur hebben van 30 minuten en ook een minimale afkruistijd van 30 minuten
- Een bruikbaar pechgeval moet een minimale tijdsduur hebben van 15 minuten.
- Voor het berekenen van de capaciteit van het incident wordt voor ongevallen de tijd genomen waarop een rijstrook is afgekruist, voor pechgevallen de tijdsduur van het incident.
- Er is aangenomen dat er een bottleneck aanwezig is wanneer de gemiddelde snelheid stroomafwaarts van het incident hoger is dan 70 km/uur en stroomopwaarts lager is dan 70 km/uur.

4.6.2. Het selectieproces voor incidenten

Het eerste deel van het programma zorgt ervoor dat alleen voor het onderzoek bruikbare incidenten overblijven. Als gevolg van een slechte registratie, een ongeschikte verkeerssituatie of door de randvoorwaarden is een incident vaak ongeschikt voor verdere analyse. Uit de database van meer dan 2241 ongevallen en pechgevallen op de geselecteerde trajecten zijn er uiteindelijk slechts 67 ongevallen en 29 pechgevallen overgebleven.

55178	Het aantal incidenten in de originele database van VCNL over de periode 1 januari - 31 juli.
12364	Het aantal incidenten uit de database die op de A1, A2 en A4L zijn gebeurd.
7140	Het aantal ongevallen en pechgevallen uit de database op de A1, A2 en A4L.
2241	Het aantal ongevallen en pechgevallen die op de <i>geselecteerde trajecten</i> zijn gebeurd
2104	Het aantal ongevallen en pechgevallen die in het Matlab programma zijn opgenomen (a.g.v. registratie).
145	Het aantal bruikbare incidenten voor dit onderzoek (a.g.v. randvoorwaarden en bottleneck).
96	Het aantal incidenten waarmee de betrouwbaarheidsintervallen zijn opgesteld.

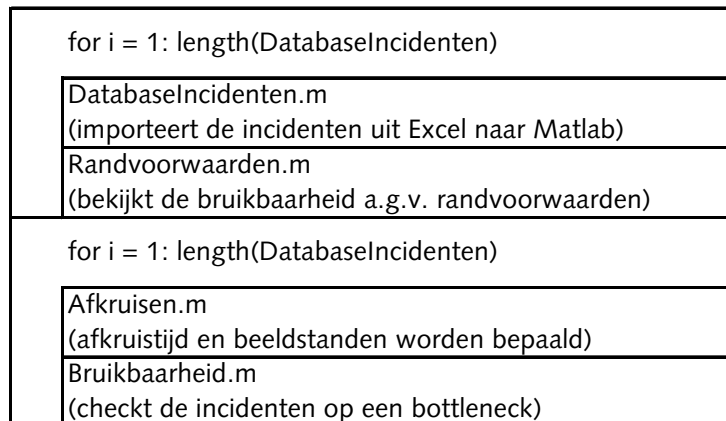
In de originele database van VCNL van 55178 incidenten stonden 12364 incidenten die op de A1, A2 en A4 links waren gebeurd, hiervan waren er 7140 pechgevallen en ongevallen. Op de geselecteerde trajecten (Tabel 11) zijn hiervan 2241 incidenten voorgevallen. Door een slechte registratie (lege cellen in de database) zijn er nog iets meer dan honderd incidenten afgevallen, waardoor er in het Matlab-programma met 2104 incidenten is gewerkt. Het programma heeft daarna bruikbare incidenten geselecteerd aan de hand van randvoorwaarden en het controleren van een bottleneck bij het incident. Er bleven hierdoor nog 145 incidenten over. Van deze incidenten is de referentiecapaciteit bepaald, waarna bleek dat er nog een aantal incidenten waren waar geen drie rijstroken per rijrichting aanwezig waren, waardoor er 96 incidenten overbleven voor het opstellen van de betrouwbaarheidsintervallen.

4.6.3. Opzet van het MATLAB model

Voordat er in MATLAB geprogrammeerd werd, is eerst een globale opzet van het programma beschreven. Aan de hand van deze opzet zijn de scriptfiles geschreven.

In onderstaand schema staat welke stappen het programma heeft genomen en het script-file waarna verwezen wordt; deze scripts zijn in MATLAB code terug te vinden in bijlage I.

Incidentselectie



Nadat via een inleesfunctie de incidenten van Excel naar MATLAB zijn overgebracht via DatabaselIncidenten.m, wordt er in het script randvoorwaarden.m gekeken of de incidenten voldoen aan de randvoorwaarden zoals die zijn opgesteld.

- Pechgevallen moeten langer duren dan 10 minuten.
- Ongevallen moeten langer duren dan 30 minuten.
- Als er geen begin of eindtijd is ingevuld, is het incident onbruikbaar.

De volgende stap betreft het controleren op afgekruiste rijstroken (afkruisen.m). Vooral voor de ongevallen is het belangrijk te weten

wanneer er rijstroken zijn afgekruid. Op deze tijdstippen is er een zekere capaciteitsreductie.

Voor het bepalen van een reductiefactor is een incident alleen bruikbaar wanneer in de bottleneck de verkeersstroom aan de capaciteit van de weg zit. De bottleneck dient stroomafwaarts echter verdwenen te zijn. Dit wordt gecontroleerd in `bruikbaarheid.m`. Om dit te testen wordt er een snelheid van 70 km/uur aangenomen als kritische snelheid. Metingen onder deze snelheid zijn een capaciteitsmeting. Een bruikbaar incident heeft daarom in de bottleneck een gemiddelde snelheid onder de 70 km/uur en stroomafwaarts een snelheid boven de 70 km/uur.

Incidentanalyse

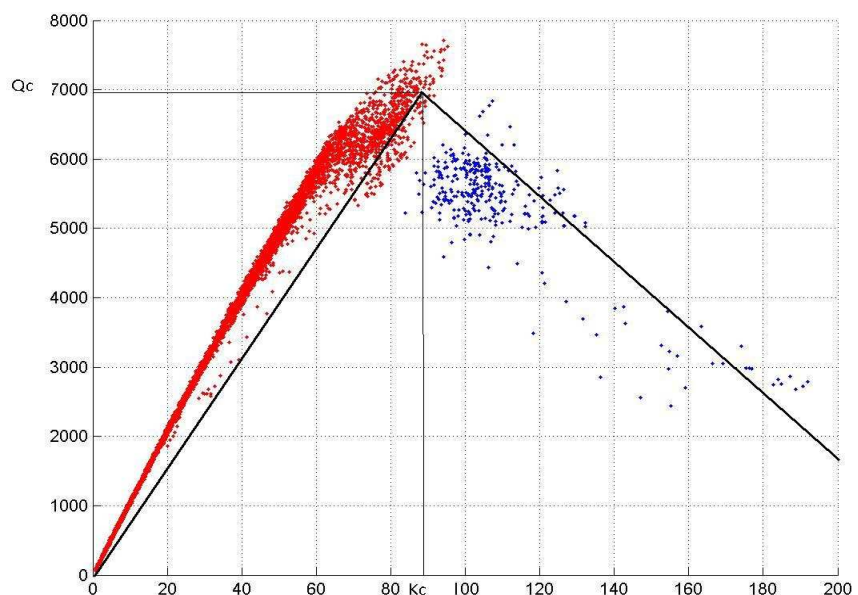
Het volgende onderdeel van het programma bepaald voor de bruikbare incidenten een referentiec capaciteit en een incidentcapaciteit.

```
for i = 1: length(DatabaseIncidenten)
    Refcap.m
    (bepaald de referentiec capaciteit van het incident)
    Incidentcap.m
    (bepaald de incidentcapaciteit)
```

Voor het bepalen van de referentiec capaciteit voor een locatie is gebruik gemaakt van het fundamentele diagram, en dan vooral het dichtheid-intensiteit diagram. Wanneer het dichtheid-intensiteit diagram wordt gebruikt, is er nog een extra controlepunt, namelijk de kritieke dichtheid. Deze kritieke dichtheid is nagenoeg constant en ligt rond de 90 vtg/km voor drie rijstroken.

Voor het bepalen van de referentiec capaciteit worden dezelfde aannames gedaan als Daganzo. Daganzo stelde een fundamenteel diagram voor met twee lineaire benaderingen voor de twee takken van het diagram (Daganzo, 1997). Hieronder is voor een willekeurig incident het 'echte' diagram en de vereenvoudiging van Daganzo weergegeven (Figuur 4.3).

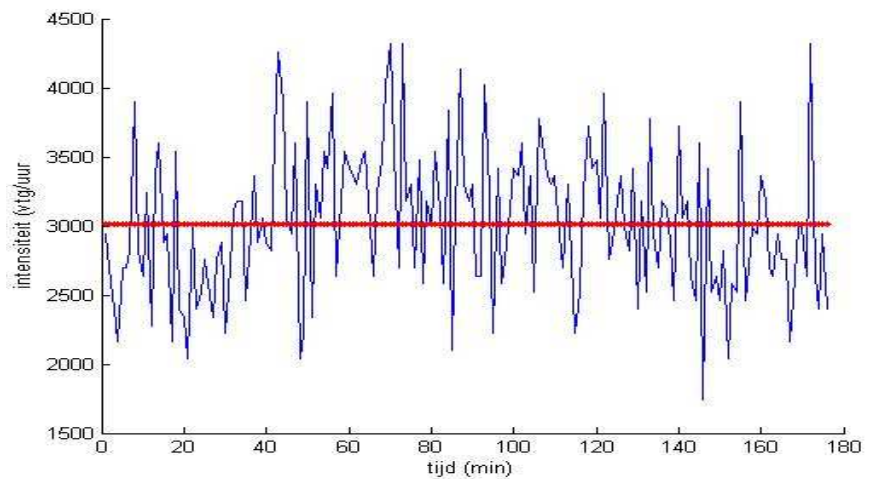
.....
Figuur 4.3 Intensiteit-Dichtheid diagram voor incident 2515 en bepaling van de capaciteit met de benadering van Daganzo



Door de representatie van Daganzo te 'fitten' door de punten van de referentiedata, kan er een waarde worden afgelezen voor de capaciteit (Q_c). Op deze manier is er voor alle bruikbare incidenten een waarde voor de referentiecapaciteit bepaald.

De incidentcapaciteit wordt bepaald in de bottleneck bij het incident. Omdat er een bottleneck is, en de metingen in de bottleneck capaciteitsmetingen betreffen, kan van de intensiteitdata het gemiddelde genomen worden. Dit gemiddelde is de incidentcapaciteit (Figuur 4.4).

.....
Figuur 4.4 Voorbeeld van de gemiddelde incidentcapaciteit bij 1 afgekruste rijstrook



Kijkfiles

Voor het bepalen van de reductiefactor voor kijkfiles is een apart script geschreven. Eerst is voor alle incidenten (ook onbruikbare) bepaald of er een kijkfile was, door de snelheden stroomopwaarts en stroomafwaarts op de andere weghelft van het incident te meten. Daarna is voor de bruikbare incidenten de bottleneck capaciteit en referentiecapaciteit bepaald, op dezelfde manier als bij de andere reductiefactoren. Van de bruikbare kijkfiles bleven er uiteindelijk 29 incidenten over waarbij een kijkfile was opgetreden.

4.7 Resultaten

Met behulp van het MATLAB model en verdere berekeningen in Excel, werden er betrouwbaarheidsintervallen gevonden voor de reductiefactoren. Voor het betrouwbaarheidsinterval is een significantieniveau van 95% gebruikt. De betekenis van dit betrouwbaarheidsinterval is dat de kans 95% is dat dit een goed interval is voor de gemiddelde waarde. Een nauwkeurigheid van 95% maakt dat de formule voor het interval wordt:

$$\bar{x} \pm 1,96 \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

Hierin is σ de standaarddeviatie, n de populatiegrootte en \bar{x} de gemiddelde waarde van de reductiefactor.

Tabel 12 Resultaten onderzoek naar reductiefactoren voor de capaciteit

	n	CRF	σ	$1,96 \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$	Interval*	
					bovengrens	ondergrens
pechgeval	20	0,72	0,09	0,04	0,76	0,68
1 uit 3 x	21	0,36	0,14	0,06	0,42	0,30
2 uit 3 x	20	0,18	0,12	0,05	0,23	0,13
kijkfile	29	0,69	0,08	0,03	0,66	0,72

* de boven en ondergrens van het betrouwbaarheidsinterval

De factor voor de capaciteitsreductie geeft aan met welke waarde de referentiec capaciteit moet worden vermenigvuldigd om de capaciteit bij een incident te krijgen. De capaciteit wordt bij een pechgeval gemiddeld gereduceerd met 28%, bij een afgekruste rijstrook met 64% en bij twee afgekruste rijstroken met 82%. Bij een kijkfile reduceert de capaciteit met gemiddeld 31%.

4.8 Conclusie

Doelstelling van dit onderzoek was reductiefactoren te bepalen voor de capaciteit rond incidenten op de Nederlandse snelwegen, omdat de resultaten van andere studies gedateerd waren of onderhevig aan aannames.

Wanneer de resultaten van deze studie worden geanalyseerd, blijkt dat de factoren zoals die in deze studie zijn berekend redelijk overeen komen met de factoren uit andere studies (Tabel 13).

Tabel 13 Vergelijking uitkomsten onderzoek met andere studies

	pechgeval	1 strook uit 3	2 stroken uit 3
Goolsby	0.67	0.50	0.21
Blumentritt	0.84	0.53	0.22
HCM	0.83	0.49	0.17
TNO	0.77	0.35*	0.17*
NOA	-	0.36	0.17
U.of.Virginia	-	0.37	0.27
Transpute	0.61	0.41**	-
Eigen onderzoek	0.72	0.36	0.18

* Het rapport van TNO gebruikt factoren per fase; hier zijn de factoren voor respectievelijk de aanrijfase (1 strook geblokkeerd) en afhandelingsfase rijbaan (extra rijstrook geblokkeerd door hulpdiensten) gebruikt.

** Het gaat hier om een ongeval op de rijstroken, er wordt niet vermeld hoeveel rijstroken zijn geblokkeerd.

Het opvallendste resultaat is de reductiefactor voor een geblokkeerde rijstrook ($f=0,36$). Wanneer een derde van de rijstroken wegvalt, daalt de capaciteit van de weg met bijna tweederde. De extra capaciteitsreductie is gevolg van het aangepaste weggedrag van de weggebruikers rond het incident.

Een andere opvallende uitkomst is die van een pechgeval. Verreweg de meeste incidenten op het HWN zijn pechgevallen en uit deze resultaten blijkt dat een pechgeval een reductie van de capaciteit van 28% heeft (factor = 0,72). Dit betekent dat op wegen waar op het moment van een pechgeval een I/C-verhouding³ van 0,72 of hoger is, de snelweg aan zijn capaciteit zal komen en een file zal veroorzaken. Omdat uit hoofdstuk 3 is gebleken dat congestie extra risico's met zich meebrengt ten opzichte van een normale verkeerssituatie op de snelweg, betekent een file naast vertraging voor het verkeer en financiële schade, ook een verslechtering van de veiligheid op de weg.

De geldigheid van de uitkomsten voor de reductiefactor voor kijkfiles is moeilijk in te schatten. De referentiestudie waar meerdere ongevallen zijn geanalyseerd (Masinick et al, 2004) geeft een reductie van 13% ($f=0,87$). Een andere studie van een specifiek ongeval (Knoop et al, 2008) geeft een reductie van 50% ($f=0,50$). De reductiefactor uit dit onderzoek ligt hier tussenin.

Ook blijkt uit de resultaten dat voor de oudere studies (Goolsby, 1971, Blumentritt, 1981) de factoren voor ongevallen op de rijbaan hoger uitvallen dan bij studies van de laatste jaren. Dit kan te maken hebben met de veranderende verkeerssituatie in de afgelopen 30 jaar.

³ De I/C-verhouding (Intensiteit/Capaciteit verhouding) geeft aan hoeveel procent van de capaciteit op de weg op een bepaald moment wordt gebruikt.

5. Effecten van IM op de veiligheid

5.1 Inleiding en werkwijze

Uit het rapport 'Inventarisatie beleidseffecten incidentmanagement' van Rijkswaterstaat (AVV, 2007) is gebleken dat er nog geen eenduidige veiligheidscijfers beschikbaar zijn over het effect van IM op de veiligheid. Omdat er vele nieuwe IM-maatregelen (vrijwel) tegelijk zijn geïmplementeerd, is het lastig het effect van één maatregel bloot te leggen en te kwantificeren.

In dit onderzoek is bekeken voor wie IM het meeste effect heeft en in welke fases van het incident dit effect het grootst is. Er wordt dus geen effect bepaald in termen van slachtofferwinst, wel wordt er een kwalitatieve waarde bepaald.

Er is gewerkt aan de hand van scenario II uit het vooronderzoek (H3), een kop-staartbotsing op de rijbaan. Dit scenario is gekozen, omdat het een standaard ongeval is en hierbij alle IM-maatregelen worden gebruikt.

Omdat er vanuit Rijkswaterstaat wel de wens bestaat uiteindelijk de veiligheidswinst als gevolg van IM te kwantificeren, is er later in dit onderzoek nog wel een stappenplan opgesteld hoe de resultaten van het IM-beleid kunnen worden gekwantificeerd.

In het beleid van IM zijn er naast maatregelen om de veiligheid op de incidentlocatie te vergroten, een aantal maatregelen ingevoerd die de afhandelingstijd van een incident verkorten. Hoe sneller het incident wordt afgehandeld, hoe korter de uiteindelijke vertraging duurt, hoe korter de risicogroepen staan blootgesteld aan risico's. De belangrijkste factor in het verkorten van de blootstelling is naast de afhandelingstijd van het incident de capaciteit van de weg. In paragraaf 5.2 worden enkele relevante relaties uitgewerkt met betrekking tot risico, blootstelling, fileduur en afhandelingstijd.

De volgende stap is het bepalen van de globale effecten van de verschillende IM-maatregelen. Er is geïnventariseerd welke effecten een maatregel heeft op de kans van optreden van risico's, op de capaciteit van de weg en op de afhandelingstijd van het incident. Deze effecten staan beschreven in paragraaf 5.3.

Wanneer de globale effecten van de maatregelen bekend zijn, kan er een overzicht worden gemaakt van de effecten van IM per risicogroep. In paragraaf 5.4 is in tabelvorm per risicogroep weergegeven hoe groot de effecten van de IM-maatregelen zijn, in welke fases deze effecten optreden, en wat de corresponderende risico's zijn van scenario II uit het vooronderzoek. Dit is een overzicht van de cumulatieve resultaten

van IM per risicogroep. Deze resultaten zijn in een grafiek gezet en uitgezet tegen de risico's zoals die zijn bepaald in de voorstudie met de Delphi methode (5.5). Na een schaling is in de grafieken te zien in welke fases IM het accent legt en in welke fases het verschil tussen risico en effect van de maatregelen het grootst is. Van hieruit kunnen er aanbevelingen worden gedaan over hoe er gewerkt moet worden naar kwantitatieve waarden (5.6). De conclusies over dit deel van het onderzoek worden in paragraaf 5.7 beschreven.

5.2 Relevante relaties

5.2.1. Gevolgen, blootstelling en risico

In het vorige onderzoek is het veiligheidsrisico gedefinieerd als 'kans x gevolg'. Om het maatschappelijk risico te bepalen, de totale schadeomvang, dient het risico te worden vermenigvuldigd met de totale blootstelling aan het risico. Hoe langer mensen worden blootgesteld aan een risico, hoe groter de totale gevolgen (TG) van het risico zullen zijn. De blootstelling is in dit geval de afhandelingstijd van een incident (bijvoorbeeld voor hulpverleners en slachtoffers) of de totale fileduur (voor de weggebruikers).

$$TG = \text{Risico} \times \text{Blootstelling}$$

$$TG = \text{Kans} \times \text{Gevolg} \times \text{Blootstelling}$$

Om een positief effect te hebben op de veiligheid, moeten de IM-maatregelen een positief effect hebben op TG. De IM maatregelen hebben geen effect gehad op de gevolgen van een incident. De maatregelen hebben dus of effect gehad op de kans dat een incident zich voordoet, of op de blootstelling aan het risico. Een voorbeeld van een maatregel die effect heeft gehad op de kans is de Richtlijn Eerste Veiligheidsmaatregelen bij Incidenten. Door de verbeterende beveiliging van de incidentlocatie, is de kans dat een hulpverlener betrokken raakt bij een incident kleiner. Een voorbeeld van een maatregel die effect heeft op de blootstelling is de Landelijke Personenauto Regeling (LPR). Door de kortere afhandelingstijd als gevolg van deze maatregel, is de blootstelling aan risico's voor alle groepen lager geworden.

5.2.2. Afhandelingstijd en blootstelling

Voor de meeste risicolopende groepen (hulpverleners en slachtoffers) is de afhandelingstijd van het incident gelijk aan de mate van blootstelling aan extra risico's. Hoe langer de hulpverleners op de incidentlocatie aanwezig zijn, hoe groter de kans dat een secundair incident zich zal voordoen. Ditzelfde geldt ook voor de slachtoffers van het primair incident en de weggebruikers op de andere weghelft. Voor de weggebruikers stroomopwaarts staat de blootstelling niet gelijk aan de afhandelingstijd van het incident, maar aan de duur van de file als gevolg van het incident. Het is in elk geval duidelijk dat een kortere

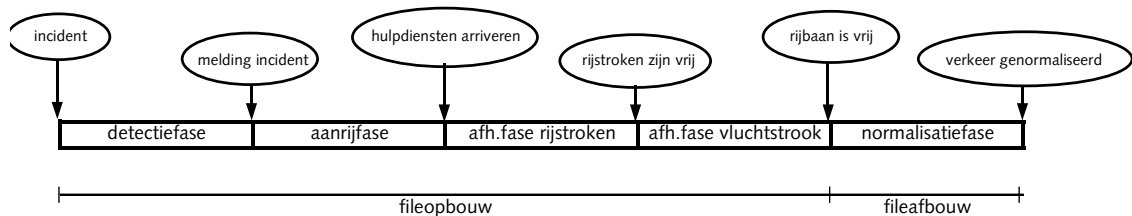
afhandelingstijd van het incident een positief effect heeft op de blootstelling aan extra risico's.

5.2.3. Capaciteit en fileduur

In het geval van congestie is het zo dat de capaciteit ontoereikend is om de verkeersvraag te accommoderen. Bij incidenten ontstaat er meestal een lagere capaciteit door het afsluiten van rijstroken. Maar ook het rijgedrag van de weggebruikers (bijvoorbeeld door kijkgedrag) heeft effect op de capaciteit van de weg, waardoor de capaciteit nog verder zakt. Door maatregelen te nemen op en om de incidentlocatie, kan dit negatieve capaciteitseffect door rijgedrag worden verminderd.

In het geval dat de capaciteit van de weg door bepaalde maatregelen wordt verhoogd, zal de file minder hard groeien. De maximale lengte van de wachtrij wordt hierdoor minder, en de wachtrij zal daarom ook minder tijd nodig hebben om uiteindelijk weer op te lossen. Een hogere capaciteit van de weg heeft daarom een positief effect op de fileduur en de filelengte.

.....
Figuur 5.1 De tijdsfasen van een incident zoals die in dit onderzoek zijn gebruikt



5.2.4. Afhandelingstijd en fileduur

De maximale lengte van een file is ook afhankelijk van de afhandelingstijd van het incident. Hoe langer er een gereduceerde capaciteit is (de rijbaan is geblokkeerd), hoe langer de file kan aangroeien en hoe groter de blootstelling aan extra risico's is. Het exacte effect van een langere afhandelingstijd zal worden onderzocht in hoofdstuk 6, waar het effect van IM op de doorstroming is onderzocht. Uit voorgaande kan wel worden geconcludeerd dat een langere afhandelingstijd zorgt voor een langere fileduur. Deze extra fileduur is meestal ook groter dan de extra afhandelingstijd. Dit komt doordat het verschil tussen de gereduceerde capaciteit en de intensiteit (de mate waarmee de wachtrij aangroeit) vaak groter is dan het verschil tussen intensiteit en 'freeflow' capaciteit (de mate waarmee de wachtrij afbouwt). Dit heeft tot gevolg dat een extra afhandelingstijd van 15 minuten kan zorgen voor een extra blootstelling van veel meer dan 15 minuten.

Uit de bovenstaande paragrafen kunnen een aantal conclusies worden getrokken;

- Een veiligheidswinst van de IM-maatregelen staat gelijk aan een verschil in verwachte gevolgen voor de maatschappij. De maatregelen hebben effect op de kans van optreden of op de blootstelling aan het risico.

-
- Een hogere capaciteit en een kortere afhandelingstijd van een incident hebben een positief effect op de blootstelling aan extra risico's voor de risicolopende groepen. Hoe lager de blootstelling aan risico's is, hoe groter het effect op de veiligheid zal zijn.
 - Wanneer er wordt geconstateerd dat een IM-maatregel de afhandelingstijd van een incident verkort, of de wegcapaciteit in de bottleneck verhoogt, kan er geconcludeerd worden dat dit de kans op een secundair incident verkleint.

5.3 Effecten van IM-maatregelen

In deze paragraaf zijn de globale effecten geïnventariseerd van de verschillende IM-maatregelen. Er is gekeken of de maatregelen een positief of negatief effect hebben gehad. De grootte van deze effecten worden hier niet bepaald, dit is namelijk afhankelijk van de risicogroep en de incidentfase.

5.3.1. De Landelijke Personenautoregeling (LPR)

De LPR heeft ervoor gezorgd dat er bij een incident onmiddellijk een berger wordt gewaarschuwd, in plaats van eerst een politie-eenheid naar de locatie te sturen om de situatie in te schatten. Evaluaties van de maatregel (Immers, 2000, Berenschot, 2002) hebben uitgewezen dat deze regeling een tijdswinst oplevert van rond de 15 minuten in de eerste fases (waarschuwingsfase en aanrijfase) van het incident. Dit betekent dat de gedupeerde van het incident 15 minuten korter wordt blootgesteld aan de extra risico's die een gestrand voertuig met zich meebrengt en de eventuele file heeft 15 minuten minder om op te bouwen.

5.3.2. De Landelijke Vrachtautoregeling (LVR)

Voor de LVR geldt hetzelfde als voor de LPR, maar hier is de tijdswinst groter. Uit de studie van het Projectbureau IM (Projectbureau IM, 1997) blijkt dat een vrachtwagen incident door de LVR met 30 tot 90 minuten kan worden ingekort.

5.3.3. Coördinatie team Plaats Incident (CTPI)

Het CTPI is in leven geroepen om op de incidentlocatie de organisatie en communicatie tussen hulpdiensten te verbeteren. De taakverdeling is duidelijker en er kan dus efficiënter gewerkt worden naar een afhandeling van het incident.

De effecten van het oprichten van een CTPI bij grotere incidenten zijn nooit onderzocht. De verwachting is echter wel dat de tijd die men kwijt is in overleg in het CTPI, tijdens de afhandeling van het incident wordt teruggewonnen door een efficiëntere aanpak. Het CTPI heeft daarom waarschijnlijk een positief effect op de afhandelingstijd van een incident.

De efficiëntere aanpak van het incident en de betere communicatie tussen hulpdiensten heeft ook effect op de kans op een secundair incident.

5.3.4. Richtlijn eerste veiligheidsmaatregelen bij incidenten (R1eVI)

De Richtlijn (VCNL, 2004) geeft aan wat de eerste hulpverlener ter plaatse moet doen om de incidentlocatie te beveiligen om de rest van het afhandelingproces makkelijk op gang te laten komen. Hoogste prioriteit in de Richtlijn, is de eigen veiligheid van de hulpverlener. De Richtlijn betekent daarom in elk geval dat de veiligheid van de hulpverleners op de incidentlocatie verbetert. Gezien het feit dat de slachtoffers zich ook op de incidentlocatie bevinden, zal ook hun veiligheid toenemen. Ook heeft een goede organisatie in de beginfase van het incident effect op de afhandelingstijd later.

Ook bestaat er nog een positief effect op de doorstroming. Enkele regels uit de Richtlijn, zoals zwaailichtdiscipline (niet onnodig zwaailichten aandoen op de incidentlocatie), hebben een effect op het kijkgedrag van de weggebruiker en daarmee ook op de capaciteit van de weg.

5.3.5. Het rood-blauwe boekje (RBB)

Het rood-blauwe boekje (VCNL, 2007) heeft ervoor gezorgd dat er een betere coördinatie en communicatie bestaat tussen de hulpdiensten en de alarmcentrales in de eerste fases van het incident. Ook zorgen betere en snellere uitvraagprocedures ervoor dat de waarschuwingstijd voor de benodigde hulpverleners kleiner wordt. Betere communicatie tussen centrale en hulpdienst kan ook voor een kortere aanrijtijd zorgen.

Er wordt daarom uitgegaan van een kleine tijds winst in de afhandeling van een incident als gevolg van het rood-blauwe boekje.

5.3.6. Weginspecteurs (IM⁺)

Het project IM⁺ heeft ervoor gezorgd dat weginspecteurs in incidentsituaties de taak hebben de doorstroming in de bottleneck te regelen. Tegelijkertijd moeten ze echter voor zorgen dat de veiligheid van de incidentlocatie wordt gewaarborgd, door verkeerstechnische maatregelen te nemen. Met het afkruisen van rijstroken en het aanpassen van de snelheid door de verkeerssignalering wordt de doorstroming van de weg verder aangetast. In het beleid van IM komt de veiligheid van de incidentlocatie voor de doorstroming. In het huidige beleid worden er vaker en meer doorstromingsremmende (veiligheidsverhogende) maatregelen getroffen. Het vermoeden bestaat daarom dat de capaciteit van de weg rond de incidentlocatie voor IM hoger was dan met IM.

5.3.7. CoördinatieTeam Gevaarlijke Stoffen (CTGS).

Met het vormen van een Coördinatieteam Gevaarlijke Stoffen wordt structuur gegeven aan het noodzakelijke overleg over de veilige afhandeling van een incident waarbij VGS betrokken is. Specialisten van de verschillende hulpdiensten overleggen met elkaar wat in de gegeven situatie een veilige en efficiënte wijze van afhandelen van het incident is. Dit resulteert in een unaniem en bindend advies aan het CTPI. Het vormen van een CTGS zorgt voor een verbeterde veiligheid rond de incidentlocatie.

Ook zijn er effecten op de filelengte. Bij een incident met VGS wordt meestal de snelweg afgesloten als gevolg van de veiligheidszone van 100 meter die dient te worden aangenomen rond het incident.

De file die achter deze zone ontstaat zal normaal gesproken langer worden als gevolg van deze afsluiting. Echter, bij een afsluiting van de weg, wordt er vaak voor een omleiding op het OWN gezorgd, waardoor de lengte van de file wordt beperkt. Ook hoeven de auto's niet langs de tankauto te rijden.

Netto zal de veiligheid van de weggebruikers wel toenemen als gevolg van het vormen van een CTGS.

In dit onderzoek worden de effecten van het CTGS wel berekend, maar niet meegenomen in de verdere analyse. Dit omdat bij een kopstaartbotsing geen CTGS wordt gevormd.

Hieronder is in schema te zien wat de effecten van de verschillende IM-maatregelen is. Hoe groot de effecten zijn is afhankelijk van de fase van het incident en voor welke risico groep de effecten worden bepaald.

Tabel 14 Globale effecten van de IM-maatregelen

Maatregel	Effect
LPR	Blootstelling: positief
LVR	Blootstelling: positief
CTPI	Blootstelling: positief Kans: positief
Richtlijn eerste veiligheidsmaatregelen bij incidenten (R1eVI)	Veiligheid incidentlocatie: positief Afhandelingstijd: positief Capaciteit: positief
Rood blauw boekje (RBB)	Blootstelling: positief
IM+	Veiligheid incidentlocatie: positief Capaciteit: verslechterd
CTGS	Veiligheid incidentlocatie: positief Afhandeltijd: negatief

5.3.8. Andere maatregelen

Bij ongevallen op de snelweg zijn er ook nog andere opties voor de hulpverleners de veiligheid rond het incident te vergroten. Hieronder staan enkele van deze 'tools' die buiten het programma van IM om zijn ingevoerd teneinde de veiligheid te vergroten.

Er bestaan waarschijnlijk meer extra maatregelen dan hieronder worden genoemd. Voor dit onderzoek worden dit als de belangrijkste extra maatregelen gezien.

Verkeerssignalering

Met verkeerssignalering kan de weggebruiker te allen tijde gewaarschuwd worden voor wat er stroomafwaarts gebeurt door middel van snelheidsaanpassing, het afkruisen van rijstroken en/of alarmlichten. Verkeerssignalering is voor IM vooral erg nuttig in het afbakenen van een incidentlocatie en voor het beschermen van de filestaart door middel van snelheidsaanpassing.

Videomonitoring

Videomonitoring geeft de wegbeheerder de mogelijkheid in een vroeg stadium het incident te detecteren en vanuit de centrale de juiste verkeerstechnische maatregelen nemen om de incidentlocatie te beschermen voordat er hulpverleners ter plaatse zijn.

Calamiteitenschermen

Uit bronnen vanuit RWS wordt gemeld dat het gebruik van calamiteitenschermen een positief effect heeft op het weggedrag van de weggebruikers die langs de incidentlocatie rijden. Dit blijkt uit een rapport dat nog niet openbaar is. Het gebruik van calamiteitenschermen kan tot 20% VVU kan schelen. Door de schermen kunnen de weggebruikers niet meer zien wat er op de locatie gebeurt. Het effect van de schermen op de veiligheid van de hulpverlener is onduidelijk; zij kunnen op hun beurt de auto's niet meer zien die langs de incidentlocatie rijden.

.....
Tabel 15 Overzicht globale effecten van de aanvullende maatregelen

Maatregel	Effect
Verkeerssignalering	Kans: positief
Videomonitoring	Blootstelling: positief
Calamiteitenschermen	Kans: positief Blootstelling: positief

5.4 Analyse per risicogroep

Per IM-maatregel is nu bepaald wat het effect is op de veiligheid. Dit effect verschilt echter per risicogroep en per fase van het incident. Om deze verschillen goed weer te geven en de effecten een kwalitatieve waarde mee te geven, is er een overzicht gemaakt per risicogroep voor een 'IM-ongeval'. Met een IM-ongeval wordt hier een ongeval bedoeld, waarbij de meeste IM maatregelen van kracht zijn. Voor dit onderzoek is dat een kop-staartbotsing, scenario II uit het vooronderzoek.

In het overzicht in Figuur 5.2 is te zien:

- Op de horizontale as de incidentfases, op de verticale as de maatregelen die in dit hoofdstuk zijn besproken.
- Welke risico's er per incidentfase maatgevend zijn. Deze risico's zijn uit de risicomatrices van scenario II uit hoofdstuk 3 gehaald.
- Hoe groot het effect van de maatregel voor die risicogroep is geweest. Deze effecten zijn ingeschat aan de hand van de in paragraaf 5.3 bepaalde effecten. Door het toekennen van '+' en '-' wordt het effect op de kans (dK) en het effect op de blootstelling (dB) bepaald. Hierbij staat een winst in de afhandelingstijd (bij dB) van ongeveer 5 minuten gelijk aan één '+'. Voor dK is het effect subjectief bepaald, dat wil zeggen er waren geen cijfers beschikbaar om de inschatting op te baseren.
- Het netto effect per maatregel per fase is daarna per incidentfase bepaald door een numerieke waarde toe te kennen (en een kleur die daarmee correspondeert). Als bijvoorbeeld 'dK= +' en 'dB= ++' dan kunnen de plussen worden opgeteld en wordt het netto effect daarom in dit geval +3.
- Per risicogroep zijn de effecten per IM-maatregel uitgewerkt. Te zien is in welke fases de maatregel effect heeft en hoe groot dit effect relatief is.

Omdat het hier om een ongeval zonder gevaarlijke stoffen gaat, wordt het effect van het CTGS wel geanalyseerd, maar niet meegenomen in de verdere analyse. Dit betekent ook dat er geen extra risico's voor de omwonenden zijn, deze risicogroep zal hier buiten beschouwing worden gelaten.

De effecten van de aanvullende maatregelen (verkeerssignalering e.d.) zijn in de figuren ook weergegeven, deze zullen in de verdere analyse niet worden meegenomen, omdat deze maatregelen niet tot het IM-beleid behoren.

De schaling van de effecten is als volgt ingedeeld:

Tabel 16 Schaling van de effecten in waarde en kleur

+5	zeer positief effect
+4	duidelijk positief effect
+3	positief effect
+2	matig positief effect
+1	klein positief effect
0	geen effect merkbaar
-1	klein negatief effect
-2	negatief effect
-3	duidelijk negatief effect
-4	erg negatief effect
?	effect onbekend

Figuur 5.2 geeft weer wat de effecten zijn van de IM-maatregelen.

Figuur 5.2 Overzicht van de effecten van IM per risicogroep en per incidentfase

Slachtoffers primair incident

actiefase slachtoffers

fase	detectiefase	aanrijfase	afh. rijbaan	afh. vluchtstrook	normalisatiefase	effect	
geïdentificeerde risico's	nieuwe aanrijding passagiers aangereiden	nieuwe aanrijding passagiers aangereiden	aanrijding bev. zone overlijden aan letsel	aanrijding bev. zone overlijden aan letsel	incident verlaten locatie	dK	dB
LPR/LVR		+3	+3	+3		0	+++
CTPI			+2	+2		+	+
R1e VI			+4	+4		+++	+
RBB		+1				0	+
IM+			+2	+2		++	0
CTGS			-2			-	-
Videomonitoring	+1					0	+
Verkeerssignalering	+2	+2	+2	+2		++	0
Calamiteitenschermen			?	?		+/-	0

Hulpverleners

actiefase hulpverleners

fase	detectiefase	aanrijfase	afh. rijbaan	afh. vluchtstrook	normalisatiefase	effect	
geïdentificeerde risico's	geen risico's	betrokken bij aanrijding	incident bij hulpverlening aanrijding bev. zone	aanrijding bev. zone	incident verlaten locatie	dK	dB
LPR/LVR			+3	+3		0	+++
CTPI			+2	+2		+	+
R1e VI			+4	+2	+1	+++	+
RBB		+1				0	+
IM+			+2	+2		++	0
CTGS			+3			++	+/-
Videomonitoring							
Verkeerssignalering		+1	+2	+2		++	0
Calamiteitenschermen			?	?		+/-	0

Weggebruikers stroomopwaarts

actiefase weggebruikers

fase	detectiefase	aanrijfase	afh. rijbaan	afh. vluchtstrook	normalisatiefase	effect	
geïdentificeerde risico's	secundair incident	secundair incident	secundair incident aanrijding bev. zone	secundair incident aanrijding bev. zone	secundair incident	dK	dB
LPR/LVR			+4	+4	+4	0	++++
CTPI			+1	+1	+1	0	+
R1e VI			+2	+2	+2	0	++
RBB		+1	+1	+1	+1	0	+
IM+			-1	-1	-1	+	--
CTGS			-1	-1	-1	++	---
Videomonitoring	+1	+1				0	+
Verkeerssignalering	+3	+3	+3	+3	+3	+++	0
Calamiteitenschermen			+2	+2	+2	+	+

Weggebruikers andere wegheft

actiefase weggebruikers

fase	detectiefase	aanrijfase	afh. rijbaan	afh. vluchtstrook	normalisatiefase	effect	
geïdentificeerde risico's	incident door kijkers secundair in kijkfile	incident door kijkers secundair in kijkfile	incident door kijkers secundair in kijkfile	incident door kijkers secundair in kijkfile	geen risico's	dK	dB
LPR/LVR			+3	+3	+3	0	+++
CTPI			+1	+1	+1	0	+
R1e VI			+2	+2	+2	0	++
RBB		+1	+1	+1	+1	0	+
IM+			+1	+1	+1	+	0
CTGS			+1	+1	+1	++	-
Videomonitoring	+1	+1				0	+
Verkeerssignalering	+3	+3	+3	+3	+3	+++	0
Calamiteitenschermen			+3	+3	+3	++	+

Analyse van de overzichten

Uit Figuur 5.2 is een aantal interessante observaties te doen. Over het algemeen kan er geconcludeerd worden dat IM een positief effect heeft gehad op de veiligheid rond een incident. In het overzicht zijn slechts enkele negatieve effecten te zien, en deze zullen niet opwegen tegen de positieve effecten die daartegenover staan. Uit de overzichten blijkt verder dat de maatregelen van IM vooral zijn toegespitst op de afhandelingsfase. In principe is dit logisch, omdat op dat moment de hulpdiensten ter plaatse komen. De tijdswinst (en veiligheidswinst) die in de afhandelingsfase wordt gehaald werkt voor de weggebruikers nog door in de normalisatiefase. Waar in de voorstudie bleek dat de grootste risico's in de eerste fases na een incident zich voordoen, blijkt uit deze overzichten dat IM bijna geen effect heeft gehad in de eerste fases. De ondersteunende maatregelen als verkeerssignalering en videomonitoring vullen dit gat echter enigszins op. Het is interessant om de risico's uit de voorstudie tegen de effecten uit dit onderzoek te zetten.

5.5 Risico's en effecten

In de voorstudie naar de risico's rond incidenten (hoofdstuk 3) zijn risico's bepaald per risicogroep voor een kop-staartbotsing (scenario II). In dit hoofdstuk zijn de effecten van IM op de veiligheid rond een incident bepaald per risicogroep. Om een idee te krijgen waar de grootste verschillen zitten tussen risico en effect, kunnen de risico's en effecten voor een kop-staartbotsing nu tegen elkaar uitgezet worden in één figuur.

Voor de risico's wordt gebruik gemaakt van de geïdentificeerde risico's uit hoofdstuk 3 van scenario II. Deze risico's zijn bekend per incidentfase, per risicogroep.

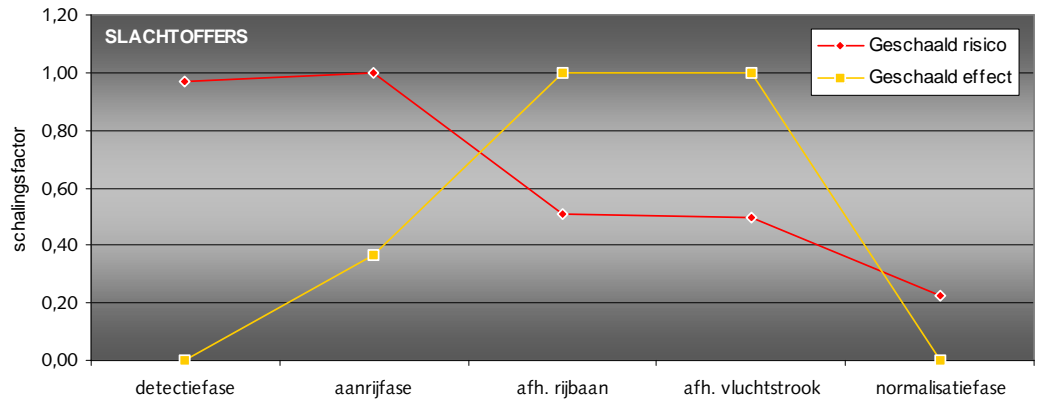
Voor de effecten zijn de cijfers gebruikt zoals weergegeven in Figuur 5.2. De effecten van alle maatregelen zijn per incidentfase opgeteld om tot een 'totaal' effect te komen voor die fase. In realiteit kunnen effecten van maatregelen niet als zodanig gestapeld worden. Deze sommatie geeft dan ook niet het totaaleffect van IM weer, maar een overzicht waaruit kan worden opgemaakt in welke fasen het accent van IM ligt voor de desbetreffende risicogroep.

Op dit moment kan er wel een overzicht gemaakt worden waar de risico's en effecten tegen elkaar uitgezet worden, alleen er kan niet vergeleken worden. Hiervoor moeten de cijfers in dezelfde schaal worden gezet. De cijfers zijn daarom geschaald naar rijmaximum. Oftewel, de fase waarin de risico's het grootst zijn, krijgt 1. Ook de fase waar de effecten van IM het grootst zijn krijgt 1. De rest van de resultaten worden hiernaar geschaald. Deze berekening wordt voor een risicogroep uitgewerkt in bijlage J.

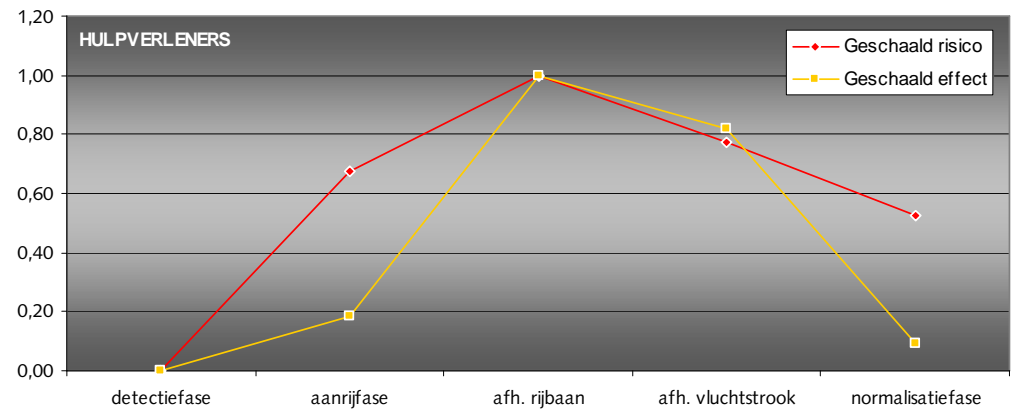
Resultaten

De resultaten van deze vergelijking zijn te zien in onderstaande figuren (Figuur 5.3 - Figuur 5.6).

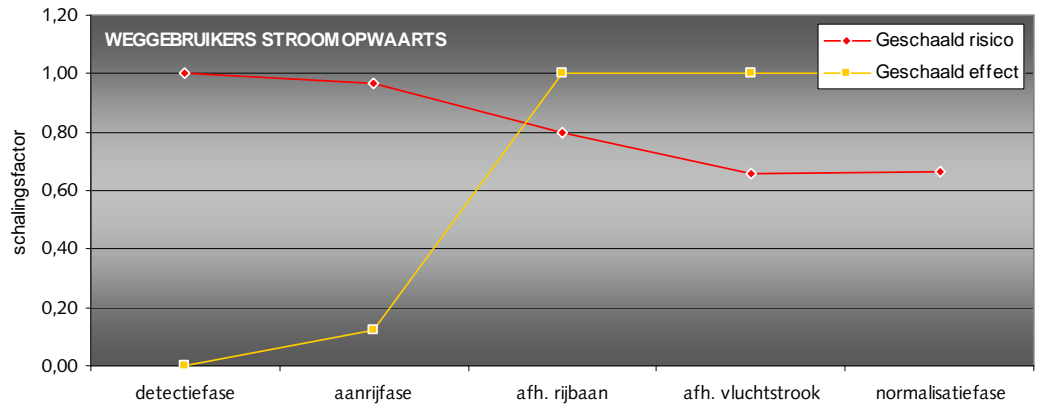
Figuur 5.3 Overzicht van risico's en effecten voor de slachtoffers van een incident (geschaald).



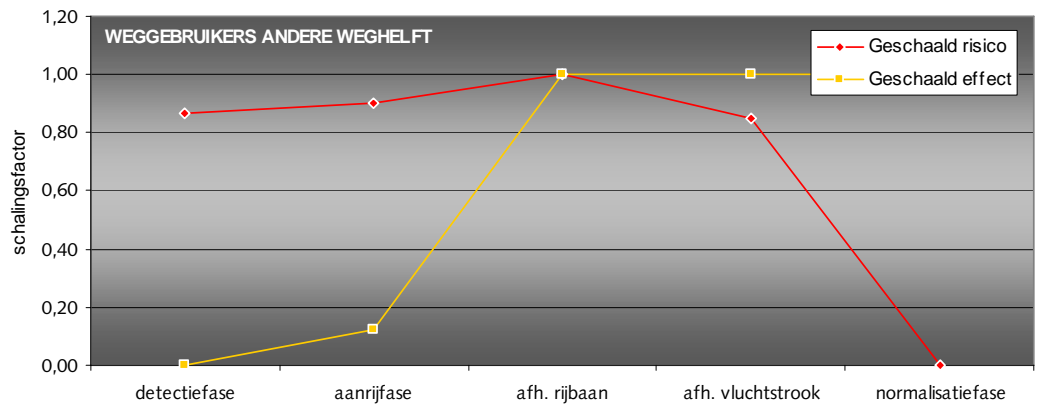
Figuur 5.4 Overzicht van risico's en effecten voor de hulpverleners bij een incident (geschaald).



Figuur 5.5 Overzicht van risico's en effecten voor de weggebruikers stroomopwaarts van een incident (geschaald).



Figuur 5.6 Overzicht van risico's en effecten voor de weggebruikers op de andere wegheft van een incident (geschaald).



5.6 Analyse van de resultaten

In deze paragraaf zal per risicogroep een korte analyse van de resultaten worden gegeven uit de vorige paragraaf.

Slachtoffers

In Figuur 5.3, het overzicht voor de slachtoffers van het incident, is te zien dat het grootste verschil tussen de curves ligt in de eerste fasen van het incident. Vanaf de afhandelingsfase rijbaan nemen de curves ongeveer hetzelfde verloop aan. Dit is een logische constatering. Met de betrokken IM-maatregelen is het veiligheidseffect in de eerste fasen klein. Dit is ook normaal; in de eerste fasen van het incident zijn er nog geen hulpverleners ter plaatse. Wanneer de hulpverleners ter plaatse zijn, schiet het effect van IM omhoog. De slachtoffers en de hulpverleners zelf hebben dan de hoogste veiligheidsprioriteit.

Hulpverleners

Dit beeld komt ook naar voren uit Figuur 5.4, het overzicht voor de hulpverleners. IM is op de incidentlocatie erop gericht de veiligheid van de hulpverlener te garanderen. In de figuur is dit ook te zien. De curves van risico's en effecten van IM nemen nagenoeg dezelfde vorm aan voor de hulpverleners. Waar de risico's voor de hulpverleners het hoogst zijn, heeft IM het meest effect.

Weggebruikers

Voor de weggebruikers stroomopwaarts komt een ander beeld naar voren. Weer is te zien dat IM weinig effect heeft in de eerste fasen van het incident. Vooral door tijdswinst in de afhandeling van een incident, worden de gevolgen van de risico's minder door een kortere blootstelling in de laatste fasen van het incident. De grafieken in Figuur 5.5 en ook in Figuur 5.6 kruisen elkaar. Daar waar de risico's het hoogst zijn, zijn de effecten het laagst en omgekeerd. Voor de weggebruikers op de andere weghelft verhouden de effecten en risico's zich beter. In de afhandelingsfasen zijn de risico's maximaal en de effecten ook.

Algemeen concluderend kan uit de figuren gehaald worden dat er voor de risicogroepen nog veiligheidswinst gehaald kan worden. Het verschil in risico's en effecten van IM is in sommige incidentfases te groot. Vooral in de eerste fasen zijn bij de slachtoffers en weggebruikers de verschillen vrij groot. Hoewel het beleid van IM zoals het nu staat hier niet veel aan kan doen, geeft het wel aan dat er nog een duidelijk gat zit dat opgevuld kan worden met aanvullende maatregelen.

5.7 Oplossingsrichtingen

Er zijn verschillende mogelijkheden om het gat tussen veiligheidsrisico's en effecten van IM op te vullen. In deze paragraaf worden een aantal mogelijke oplossingsrichtingen besproken.

Optimaliseren huidige beleid

In eerste instantie zal de mogelijkheid moeten worden onderzocht het huidige beleid te evalueren en te optimaliseren. Via evaluatie kan onderzocht worden waar de uitvoerders van het beleid tevreden en minder tevreden over zijn. Procedures en richtlijnen kunnen worden nagelopen en geupdate naar de huidige situatie (er zijn immers nieuwe projecten en richtlijnen ingevoerd sinds de invoering van IM).

Training en oefening is een ander belangrijk punt in het optimaliseren van het huidige beleid. Uit hoofdstuk 6 zal blijken dat een paar extra minuten winst in de afhandelingstijd, een enorme winst geeft in fileduur en aantal VVU. Oefeningen geven hulpverleners de mogelijkheid te oefenen in communicatie, efficiëntie op de incidentlocatie en snelheid bij het afhandelen van een incident.

Uitbreiden huidige beleid

Naast optimalisatie dient er ook gekeken te worden naar uitbreiding van het huidige beleid. Er blijkt dat er een 'veiligheidsgat' ligt in de eerste fases van het incident. Het zal daarom een doelstelling van IM moeten zijn dit gat op te vullen.

Vanuit de hulpverleners is het echter lastig in de eerste incidentfases effect te hebben op de veiligheid. Er zal naar een andere ingang gezocht moeten worden om in de eerste fases van het incident effect te hebben.

Incidentdetectie

Eén van de mogelijkheden hiervoor is (automatische) incidentdetectie. Als een incident in een vroeg stadium wordt ontdekt, kan de hulpverlening sneller op gang komen en wordt er kostbare tijd bespaard. Er is vanuit RWS en de TU Delft al onderzoek gedaan naar een verbetering van het detectiealgoritme op rijstrookniveau (van de Ven, 2007). Er is in deze nog meer onderzoek nodig om een verbeterd algoritme te komen voor het detecteren van incidenten.

Slachtoffers

Vanuit het oogpunt van de slachtoffers en gedupeerden van het primaire incident is na het incident een tweetal zaken belangrijk: Het beperken van de gevolgen en het minimaliseren van de blootstelling aan extra risico's.

Voor het minimaliseren van de blootstelling bij pechgevallen is er een nieuw project gestart. Het project 'Blikschade? Weg vrij!' (Rijkswaterstaat CD, 2006) houdt in het kort in dat de weggebruikers worden geïnstrueerd om bij kleine incidenten (pechgevallen en ongevallen met UMS) indien mogelijk de auto te verrijden tot hij van de rijbaan af is (parkeerterrein of afrit). Op deze manier wordt de blootstelling aan extra risico's weggenomen en wordt de capaciteit van de weg weer hersteld.

Voor het beperken van de gevolgen (vooral bij ongevallen met gewonden) is het zaak dat er zo snel mogelijk hulpverlening ter plaatse

is. Het is logisch dat de overlevingskans van slachtoffers daalt naarmate de waarschuwings- en aanrijtijd van de ambulance groter wordt. Binnen RWS wordt er nu onderzocht of het mogelijk en vooral ook haalbaar en nuttig is de weggebruiker te proberen op te leiden zodat deze lekenhulp kan bieden aan het slachtoffer. De kans op overleven voor het slachtoffer zal hierdoor stijgen, er worden op die manier wel extra (onervaren) mensen blootgesteld aan grote risico's.

Weggebruikers

Het kernwoord bij het verkleinen van het veiligheidsgat bij de weggebruikers is informatie. Wanneer weggebruikers stroomopwaarts van het incident en op de andere weghelft op tijd en voldoende worden geïnformeerd over wat er aan de hand is, kan men de routekeuze, de rijnsnelheid en het rijgedrag hierop aanpassen. Het verkrijgen van informatie kan in twee categorieën worden ingedeeld: in-car informatiesystemen en informatie uit de omgeving.

In-car systemen komen steeds meer voor. Het begon met verkeersinformatie over de radio en inmiddels is een navigatiesysteem ook vrij normaal. Vooral de navigatiesystemen kunnen op het gebied van incidentdetectie en waarschuwen voor incidenten nog verder ontwikkeld worden. De weggebruiker zou in de toekomst bijvoorbeeld kunnen zien waar het incident is gebeurd, hoe lang het gaat duren, wat de verwachte filelengte is en hoe hij zijn route kan aanpassen.

Met informatie uit de omgeving wordt vooral de informatie die de wegbeheerder geeft aan de weggebruiker met betrekking tot snelheidsaanpassing bij files en incidenten, het afkruisen van rijstroken, het zichtbaar maken van incidentlocaties en informatie geven over filelengte. Het is voor de wegbeheerder belangrijk de weggebruiker op de hoogte te houden van de situatie en de weggebruiker te sturen zoals de wegbeheerder dat wil. Dit kan een positief effect hebben op zowel de doorstroming als de veiligheid.

5.8 Naar kwantitatieve waarden

Vanuit Rijkswaterstaat bestaat er de wens om in de toekomst nog concreter onderzoek te doen naar de effecten van IM. Uit een onderzoek zal moeten blijken hoeveel slachtoffers er bespaard zijn door de invoer van IM. Er wordt hier aangegeven welke gegevens en cijfers er nodig zijn om het aantal bespaarde slachtoffers te bepalen.

5.8.1. Obstakels

Een eerste probleem van het bepalen van het effect van een veiligheidsmaatregel, is dat er vaak in ongevalanalyses het effect van meerdere veiligheidsmaatregelen wordt weergegeven. Tegenwoordig, in een tijd waar er veel maatregelen worden getroffen om het verkeer beter en veiliger te laten stromen, is het bijna onmogelijk het effect van een specifieke maatregel te isoleren en te kwantificeren. Wanneer het aantal secundaire ongevallen voor IM vergeleken wordt met die na invoer van IM, geven de gevonden reducties niet het netto effect van

IM weer. Er zijn vele andere maatregelen die in de laatste tien jaar ook voor een winst hebben gezorgd, zoals een verbeterde traumazorg, betere verkeershandhaving en een betere voertuigveiligheid.

Uit voorgaande is af te leiden dat het daarom makkelijker is het effect van de afzonderlijke maatregelen te bepalen en van daaruit naar een slachtofferwinst per maatregel te rekenen. Ook dit geeft problemen, omdat de maatregelen tegelijkertijd zijn ingevoerd. Het netto effect van IM zal lager zijn dan de sommatie van de effecten van alle afzonderlijke maatregelen.

Een ander probleem met het proberen te kwantificeren van veiligheid, is dat er ook subjectieve veiligheid bestaat. Situaties gecreëerd door nieuwe maatregelen kunnen puur statistisch veiliger zijn, maar wanneer de hulpverlener zich niet veiliger voelt, heeft dit alsnog effect op zijn gedragingen en daarmee op het effect van de maatregel. Daarom is het inschatten van veiligheidseffecten vaak een zaak van goed beredeneren in plaats van met harde cijfers te komen.

5.8.2. Globale werkwijze

Om (op basis van het onderzoek in dit rapport) tot kwantitatieve waarden te komen voor de veiligheidswinst van de IM-maatregelen, is het aan te bevelen om allereerst via een ongevalanalyse de orde van grootte van de effecten te bepalen. Zoals al eerder opgemerkt is het niet mogelijk de effecten van het IM beleid te isoleren, maar door de voorperiode en de naperiode te vergelijken, word er wel een idee geschetst van de orde van grootte van de slachtofferwinst.

Via simulaties kan daarna getracht worden de effecten van de individuele maatregelen te kwantificeren. Hiervoor is een overzicht nodig van de effecten van de maatregelen op de (afhandelings)tijd en de capaciteit van de weg (zoals die in paragraaf 5.3 zijn bepaald). Dit zijn parameters die in een (incidenten)simulatieprogramma kunnen worden ingevoerd. De gewenste uitvoer van deze simulaties zijn indicatoren als (verschil in) fileduur en (verschil in) blootstelling aan risico's.

De laatste stap naar slachtofferwinst is ook een lastige. Hiervoor is gedetailleerde informatie nodig over (secundaire) ongevallen en hoeveel slachtoffers daarbij vallen. Via deze cijfers kan er een kans op een secundair ongeval worden bepaald en gemiddelde gevolgen van zo een ongeval. Dit in combinatie met de gegevens over een verschil in blootstelling kan leiden tot een slachtofferwinst.

Deze methode is echter wel gebaseerd op simulatie. Hoeveel de echte winst geweest is, wordt hieruit niet duidelijk.

5.8.3. Benodigde gegevens

Om een goede berekening te kunnen maken van de veiligheidswinst in termen van slachtoffers als gevolg van IM, zijn in elk geval de volgende gegevens nodig:

-
- Cijfers van (slachtoffer)ongevallen voor invoer van IM en cijfers van na invoering van IM. Aantallen ongevallen en aantal slachtoffers zijn hier de belangrijkste gegevens.
 - Goede gegevens over wat de effecten zijn geweest van de IM maatregelen op de afhandelingstijd en de capaciteit van de bottleneck.
 - Incidentgegevens als invoer voor het simulatieprogramma.
 - Gegevens over de kans op een secundair ongeval en de gevolgen hiervan.

Om de juiste gegevens uit een ongevallendatabase te selecteren, zullen de gegevens van een hoog detailniveau moeten zijn. Bovendien zijn veel van deze gegevens moeilijk te verkrijgen, wat de haalbaarheid van dit onderzoek niet ten goede zal komen. Waarschijnlijk zullen er voor de invoer van de simulaties aannames gedaan moeten worden.

5.9 Conclusie

In dit hoofdstuk is bekeken hoe de IM-maatregelen effect hebben gehad op de veiligheid op en rond de incidentlocatie.

Uit de overzichten in paragraaf 5.4 bleek dat IM een positief effect heeft gehad op de veiligheid rond een incident. Vrijwel alle effecten van de maatregelen hebben voor alle risicogroepen een positief veiligheidseffect opgeleverd.

Uit de overzichten blijkt verder dat IM vooral in de latere fases van het incident actief is, wanneer de hulpverleners ter plaatse komen. Er is daarom zeker in de eerste fases van het incident nog ruimte om te verbeteren.

Dat in de eerste fases de meeste ruimte is om een inhaalslag te maken, blijkt ook uit Figuur 5.3 tot Figuur 5.6, waar de effecten van IM worden uitgezet tegen de risico's op een secundair incident. Er blijkt dat vooral voor de slachtoffers en de weggebruikers het verschil tussen veiligheidsrisico's en effecten van IM in de eerste fases van het incident groot is. Het is echter de vraag of IM hier iets aan kan doen. Wanneer er nog geen hulpverleners op de locatie zijn, hebben de maatregelen uit het huidige IM beleid weinig effect.

Op de incidentlocatie is het vanuit IM prioriteit de veiligheid van de hulpverleners te garanderen. Uit Figuur 5.4 blijkt dat dit ook wordt gedaan. Daar waar de risico's voor de hulpverleners het grootst zijn, daar heeft IM het meest effect gehad.

Uit een inventarisatie van mogelijke oplossingen blijkt dat het 'veiligheidsgat' dat vooral bij de weggebruikers en slachtoffers is ontstaan, met diverse andere maatregelen kan worden verkleint of gedicht.

Voor de weggebruiker zijn informatiesystemen in en buiten de auto belangrijk. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan systemen als (automatische) incident detectie en verkeerssignalering.

Voor de slachtoffers is het bij een incident belangrijk om de gevolgen te beperken (lekenhulp) en de blootstelling aan extra risico's te verkleinen (project Blikshade? Weg vrij!).

6. Effecten van IM op de doorstroming

6.1 Inleiding en werkwijze

In hoofdstuk 4 zijn voor verschillende soorten incidenten reductiefactoren bepaald voor de capaciteit, waarmee in feite het effect van een incident op de doorstroming is bepaald. Om het effect van IM op de doorstroming te bepalen, is nog een extra stap nodig. Deze stap zal in dit hoofdstuk worden gemaakt.

Om het effect van IM op de doorstroming te bepalen, zijn er incidenten gesimuleerd met behulp van een verticaal wachtrijmodel. Als invoer van dit model worden de gemiddelde tijdsfasen van een incident, de reductiefactoren voor de capaciteit en de intensiteit op de weg gebruikt, als uitvoer krijgt men het aantal VVU. Bij gebruik van verschillende afhandelingstijden van incidenten (een voor invoering van IM en een na invoering van IM en een na invoer van IM, zonder het effect van IM) kan er een verschil in VVU worden bepaald. Dit verschil in VVU is het effect van IM op de doorstroming.

In 2006 heeft TNO een onderzoek gedaan naar het effect van IM op het aantal VVU in het netwerk (Schrijver et al, 2006). Conclusie is dat als er geen IM-maatregelen waren ingevoerd het aantal VVU als gevolg van incidenten 65% hoger zou zijn geweest.

Er is in dit onderzoek gesimuleerd in een verticaal wachtrijmodel. In een wachtrijmodel wordt er een file gesimuleerd door de auto's in feite op te stapelen in plaats van achter elkaar te zetten. De intensiteit van de verkeersstroom en de capaciteit van de bottleneck bepalen hoe snel de wachtrij aangroeit of in hoogte afneemt.

Om het effect van externe factoren zo klein mogelijk te maken, zijn er verschillende simulaties gedraaid, elke keer met andere variabelen. De variabelen in de simulaties zijn:

- De tijden van de incidentfasen
- Het soort incident
- De datum
- Het tijdstip
- De locatie

Er wordt in dit onderzoek gesimuleerd met intensiteiten zoals die op de desbetreffende dagen zijn gemeten. De intensiteiten worden via Monigraph uit het meetlussennet gehaald.

Wanneer alle simulaties zijn gedraaid, is het mogelijk om per set van simulatietijden een gemiddelde te berekenen. Er kan dan worden berekend wat het effect is van de kortere afhandelingstijd (IM). Vervolgens is er in een gevoeligheidsanalyse nog het effect van kortere incidentfasen bepaald. Er is gekeken naar wat het effect op het aantal VVU is, wanneer de duur van de verschillende incidentfasen afneemt

met 2 of 4 minuten. Deze simulaties geven in feite aan wat het effect van een extra winst in afhandelingstijd op dit moment zou zijn.

Er is in dit onderzoek begonnen met de datacollectie (6.2). Vervolgens wordt de werking van het model uitgelegd in paragraaf 6.3. De resultaten worden gepresenteerd in 6.4.

6.2 Datacollectie

Als invoer voor het wachtrijmodel gelden gemiddelde tijdsfasen voor incidenten, reductiefactoren en intensiteit en capaciteit van de weg.

6.2.1. Tijdsfasen van het incident

Om het effect van IM op het aantal VVU zo goed mogelijk in te schatten, zal er gewerkt worden met een tweetal standaard incidenten:

- een pechgeval op de vluchtstrook
- en een kop-staartbotsing op de rijbaan.

Er wordt gesimuleerd met drie sets incidenttijden:

- Voorsituatie 1996 – deze tijden geven de gemiddelde afhandelingstijd weer van een incident in 1996, voor invoering van IM (Zwegers, 2000).
- Nasituatie 2006 ref. – Dit is de referentievariant met tijden zoals die in 2006 zijn gemeten. IM is in dit geval ingevoerd en heeft als zodanig effect gehad op de afhandelingstijd van een incident (Schrijver et al, 2006 en Aidoo, 2006).
- Nasituatie 2006 nul – Dit is de variant waarmee het effect van IM gesimuleerd kan worden. De incidenttijden van '2006 nul' geven aan hoe lang de afhandeling zou duren wanneer er het effect van IM wordt weggenomen uit de huidige situatie. Ten opzichte van de tijden van '2006 ref' is de afhandelingstijd groter geworden door het effect dat de landelijke personenauto regeling (LPR) heeft gehad op de afhandelingstijd erbij op te tellen (Schrijver et al, 2006 en Aidoo, 2006). Deze winst is gesteld op 15 minuten.

Met deze aannames worden de tijdsfasen voor de incidenten als volgt:

Voor een kop-staartbotsing

Tabel 17 Gemiddelde tijdsfasen in voor- en nasituatie voor een kop-staartbotsing

(de tijden zijn in minuten)

Tijdsfase	Voorsituatie 1996	Nasituatie 2006 ref	Nasituatie 2006 nul
Meldfase	5	5	5
Waarschuwingfase	4	.*	.*
Aanrijfase	11	13	13
Afhandeling rijbaan	36	15	30
Afhandeling vluchtstrook	10	7	7
Totaal	66	40	55

Voor een pechgeval

Tabel 18 Gemiddelde tijdsfasen in voor- en nasituatie voor een pechgeval

(de tijden zijn in minuten)

Tijdsfase	Voorsituatie 1996	Nasituatie 2006 ref	Nasituatie 2006 nul
Meldfase	0	0	0
Waarschuwingfase	7	.*	.*
Aanrijfase	24	25	25
Afhandeling rijbaan	0	0	0
Afhandeling vluchtstrook	20	10	10
Totaal	41	35	35

* er werd in dit rapport niet gesproken over een waarschuwingstijd; er wordt aangenomen dat deze in de aanrijfase is opgenomen

Om tot deze gemiddelde incidenttijden te komen zijn er enkele aannames gedaan:

- Omdat in de voorsituatie de afhandelingstijden alleen per hulpdienst worden gegeven, wordt aangenomen dat bij een ongeval de politie als eerste ter plaatse is (dit heeft effect op de aanrijtijd).
- In de voorsituatie wordt in het geval van een ongeval de afhandelingstijd van de berger gesplitst in 50% op de rijbaan en 50% op de vluchtstrook.
- In de nasituatie is uitgegaan van de situatie zoals die was in 2006, dus met alle IM-maatregelen van kracht.
- Een pechgeval in 2006 zonder IM (2006 nul) heeft dezelfde afhandelingstijd als een pechgeval in 2006 met IM (2006 ref). Als gevolg van IM is er niks veranderd aan de afhandeling van een standaard pechgeval.
- De effecten van IM op de capaciteit van de weg worden in deze simulaties buiten beschouwing gelaten. Alleen de tijds winst als gevolg van de LPR wordt hier gesimuleerd.

Om enige controle op de tijden in de nasituatie te hebben, zijn deze nog een keer getest, met behulp van de database van incidenten van VCNL. Uit deze database zijn aanrijtijden en totale afhandelingstijden (van begin aanrijtijd van de wegininspecteur tot de wegininspecteur de locatie verlaat) gehaald. Er is geselecteerd op pechgevallen, ongevallen met UMS en ongevallen met letsel.

Tabel 19 Aanrijtijden en afhandelingstijden uit de VCNL database

Soort incident	Aanrijtijd* (min)	Afhandelingstijd (min)
Pechgeval	13,7	63,5
Ongeval UMS**	15,2	57,7
Ongeval met letsel	18,3	101,4

* het gaat hier om de aanrijtijd van de wegininspecteur, niet van de eerste hulpdienst
 ** UMS = uitsluitend materiele schade

Deze tijden liggen hoger dan die uit het TNO rapport. Dit kan een aantal oorzaken hebben:

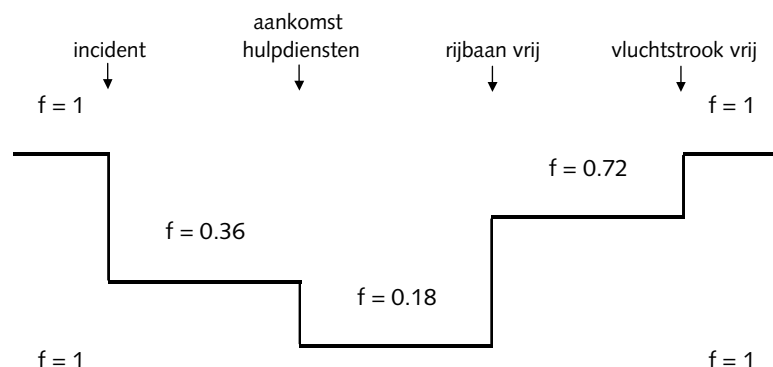
De eerste opmerking die gemaakt moet worden is het feit dat in de database geen onderscheid gemaakt kan worden tussen incidenten met personenauto's en incidenten met vrachtauto's. Verreweg de meeste pechgevallen worden buiten IM om afgehandeld. De kans dat er een vrachtwagen betrokken is bij de pechgevallen is daarmee groter (pechgevallen met vrachtwagens worden altijd via IM afgehandeld). Incidenten met vrachtauto's duren in de regel langer in verband met een speciale berging voor vrachtauto's. De vrachtauto-incidenten zorgen voor een hoger gemiddelde.

Een tweede opmerking is dat in deze database alleen tijden van de wegininspecteur staan vermeld. Het kan in sommige gevallen zo zijn dat de wegininspecteur nog langer op de incidentlocatie blijft om ervoor te zorgen dat de verkeersstroom weer genormaliseerd wordt.

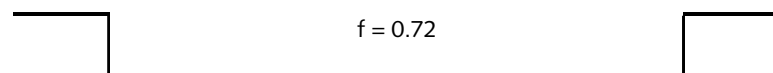
6.2.2. Reductiefactoren voor de capaciteit

Voor de reductiefactoren voor de capaciteit wordt gebruik gemaakt van de factoren zoals die berekend zijn in hoofdstuk 4. Met behulp van deze factoren kan er voor de incidenten een capaciteitsprofiel worden opgesteld.

Figuur 6.1 Capaciteitsprofiel kop-staartbotsing (f = reductiefactor)



Figuur 6.2 Capaciteitsprofiel pechgeval (f = reductiefactor)



Er is hier vanuit gegaan dat bij het afhandelen van een kopstartbotsing bij het arriveren van de hulpdiensten een extra rijstrook nodig is om de hulpverleners veilig hun werk te kunnen laten doen. Verder is er aangenomen dat een geblokkeerde vluchtstrook bij een ongeval net zoveel reductie geeft als een geblokkeerde vluchtstrook bij een pechgeval.

6.2.3. Intensiteiten en capaciteit van de weg

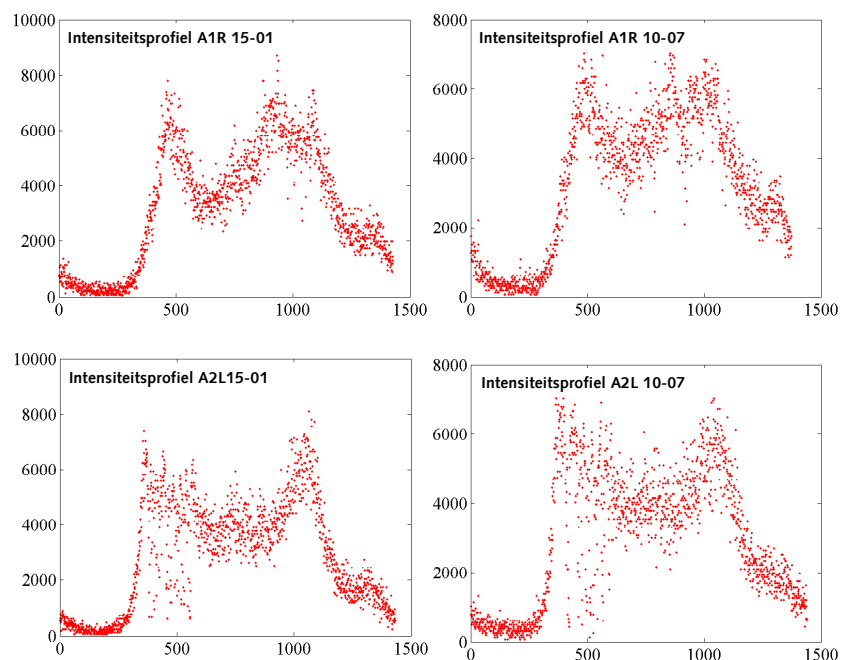
Voor de simulaties zijn twee locaties uitgekozen, waarvan vanuit eerder onderzoek de referentiecapaciteit en het aantal rijstroken (3) reeds bekend is.

Er zijn locaties uitgekozen waar de intensiteit in de spitsuren hoog was. Dit zal effect hebben op de resultaten en de winst als gevolg van het invoeren van IM zal dan ook hoger uitvallen dan bij de studie van TNO, waar er gesimuleerd is met meerdere intensiteitsprofielen.

Er is gekozen voor hoge intensiteiten voor een aantal redenen. Ten eerste kan er op deze manier gesimuleerd worden wat een ongeval in de spitsuren voor een effect heeft op de doorstroming en de vertraging. Ook is er rekening gehouden met de groeiende mobiliteit op het wegennet. In de toekomst worden de wegen alleen maar drukker en in de Randstad worden nu al op veel wegen vaak hoge intensiteiten gesignaleerd. Het leek daarom het verstandigst om te simuleren in een omgeving die de huidige spitsituatie en toekomstige situatie het beste weergeeft.

Ten tweede was het wel belangrijk dat er als gevolg van de simulaties files ontstonden (zonder file geen VVU). Omdat er op twee locaties wordt gesimuleerd, was het zaak ervoor te zorgen dat het intensiteitsprofiel ervoor zorgde dat er in elk geval voor een aantal simulaties vertraging op zou treden in het geval van een incident.

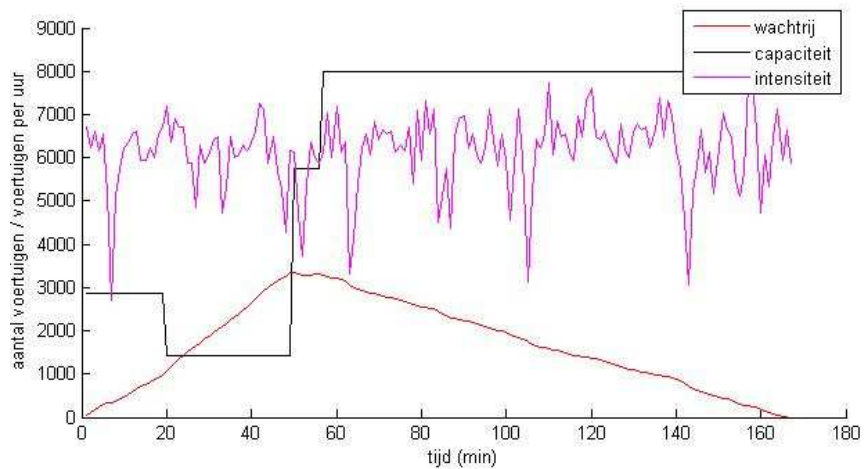
.....
Figuur 6.3 Intensiteitsprofielen van de simulatielocaties



6.3 Het model

Een wachtrijmodel is niet een heel realistische manier om de vertraging bij een bottleneck te modelleren. Desalniettemin is met een wachtrijmodel de vertraging redelijk accuraat te benaderen. In een wachtrijmodel worden voertuigen in een verticale rij geplaatst, waardoor er bepaalde effecten als gevolg van de bottleneck op de verkeersstroom (zoals terugslageffecten op de rest van het netwerk) wegvallen. Het wachtrijmodel genereert dus een verticale rij met auto's die vertraging ondervinden doordat de capaciteit van de weg tijdens een incident niet voldoende is om de verkeersvraag te accommoderen. Het aantal auto's dat per minuut niet door de bottleneck kan, wordt in de wachtrij geplaatst. Wanneer het incident is afgehandeld en capaciteit weer is hersteld, zal de wachtrij in lengte afnemen (zie Figuur 6.4).

.....
Figuur 6.4 Voorbeeld van het wachtrijmodel met een fictief incident



In de figuur is te zien dat de stremming voor het verkeer nog ver na de afhandeling van het incident aanwezig is.

De totale vertraging als gevolg van dit incident is te berekenen door voor elke tijdstap, in dit geval 1 minuut, alle voertuigen in de wachtrij op te tellen. Dit staat gelijk aan het aantal voertuigverliesminuten (VVM) van de wachtrij.

In dit voorbeeld zorgde een incident met een totale tijdsduur van 55 minuten voor een wachtrij met een maximale lengte van 3343 voertuigen. De file als gevolg van het incident duurde 166 minuten en zorgde voor een totale vertraging van 277620 VVM. Dit komt overeen met 4627 VVU.

Het model is gemaakt in MATLAB. De code staat in script-formaat in bijlage K.

6.4 Resultaten van de simulaties

6.4.1. Invoerparameters

Om een zo betrouwbaar mogelijk beeld te krijgen van de verschillen in VVU, wordt er gesimuleerd in verschillende omstandigheden. In totaal zijn er 48 simulaties gedraaid. De variabelen zijn (met aantal):

- Soort incident (2) – Er is gesimuleerd voor een ongeval met personenauto op de rijbaan en een pechgeval met personenauto op de vluchtstrook.
- Simulatietijden (3) – Er is gesimuleerd met incidenttijden uit 1996, 2006, en 2006 zonder IM.
- Datum (2) - Er zijn twee dagen gesimuleerd, 15 januari 2007 en 10 juli 2007, een dag in de winter en een dag in de zomer. Dit zijn beide dinsdagen, historisch gezien de dag met de hoogste intensiteiten.
- Tijdstip (2) - Er is een incident in de ochtendspits (om 7.30 uur) en een incident in de avondspits (16.30 uur) gesimuleerd.
- Locatie (2) – Er zijn twee locaties uitgekozen. Op de A1 links (hm 9.5) en op de A2 rechts (hm 56.0).

6.4.2. Resultaten

In onderstaande tabel zijn de resultaten te zien van de simulaties. De resultaten van alle simulaties in ondergebracht in bijlage L.

.....
Tabel 20 Resultaten van de simulaties met het wachtrijmodel

Incident	Incidentduur (min)	Gemiddelde fileduur (min)	t.o.v. 2006 ref.	Gemiddeld aantal VVU (vtg*uur)	t.o.v. 2006 ref.
<i>Ongeval</i>					
2006 ref.	40	107		1859	
2006 nul	55	146	+31%	4022	+116%
1996	66	163	+51%	5456	+193%
<i>Pechgeval</i>					
2006 ref	35	24		65	
2006 nul	35	24	+0%	65	+0%
1996	51	39	+61%	133	+104%

In Tabel 20 is te zien dat incidentduur effect heeft op het aantal VVU en de gemiddelde fileduur. Om het effect van IM op de doorstroming en de vertraging te bepalen, zijn de cijfers van de simulaties onderling vergeleken.

Wanneer er geen IM was ingevoerd, zou het aantal VVU 116% hoger zijn geweest. In de periode voor IM zou er ten opzichte van de referentievariant een stijging van 193% in VVU zijn geweest. Voor pechgevallen is er als gevolg van IM geen effect. In de voorperiode (1996) zou het aantal VVU 104% hoger zijn uitgevallen.

Het blijkt dat een kortere afhandelingstijd effect heeft op de fileduur en een nog groter effect op het aantal VVU. In de volgende sectie wordt behandeld wat het effect is op de fileduur en aantal VVU van een paar minuten winst in de afhandelingstijd van een incident.

6.4.3. Gevoeligheidsanalyse

Om dit uit te zoeken, is er een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, om te bepalen wat een verdere tijds winst in een bepaalde fase van het incident aan winst in fileduur en VVU oplevert. Voor een ongeval in 2006 (de referentievariant met IM) zijn de simulaties nog een keer gedaan, alleen nu is er voor elke afzonderlijke fase een tijds winst van 2 minuten gesimuleerd. Deze simulaties zijn ook nog een keer gedaan met een tijds winst van 4 minuten per fase. De resultaten zijn in Tabel 21 te zien.

Tabel 21 Gevoeligheidsanalyse duur incidentfases

Fase	Verschil in fileduur		Verschil in VVU	
	abs. (min)	%	abs. (vtguur)	%
<i>Simulaties voor $\Delta t=2$ min.</i>				
Aanrijfase	-4,4	-4,1	-139	-7,5
Afhandeling rijbaan	-5,5	-5,1	-202	-10,9
Afhandeling vluchtstr.	-1,1	-1,0	-42	-2,3
<i>Simulaties voor $\Delta t=4$ min.</i>				
Aanrijfase	-9,9	-9,2	-306	-16,5
Afhandeling rijbaan	-12,8	-11,9	-425	-22,9
Afhandeling vluchtstr.	-3,4	-3,2	-121	-6,5

6.4.4. Analyse van de resultaten

Uit Tabel 20, de resultaten van de simulaties met het wachtrijmodel, komen een aantal bevindingen naar voren.

Ten eerste blijken de eerder besproken relaties tussen afhandeltijd, fileduur en aantal VVU te kloppen. Een langere afhandelingstijd van het incident betekend een langere fileduur en meer VVU. De verhoudingen geven bovendien aan dat het aantal VVU harder stijgt dan de fileduur. Wanneer cijfers uit 1996 vergeleken worden met de referentiesituatie uit 2006, blijkt dat een kortere afhandelingstijd invloed heeft op de fileduur en een grote invloed heeft op het aantal VVU.

Ten tweede blijkt uit Tabel 20 dat IM een positief effect heeft gehad op het aantal VVU. De referentiesituatie kan vergeleken worden met de nulsituatie. Hieruit blijkt dat deze casus, een verschil in afhandelingstijd van 15 minuten (+28%) een effect heeft op de fileduur van 31% en op het aantal VVU van 116%.

In de gevoeligheidsanalyse is uitgezocht wat het effect van een tijds winst in de afhandeling precies voor een gevolgen heeft. Er blijkt dat een tijds winst van 2 minuten in de afhandelingsfase op de rijbaan, een winst in fileduur oplevert van 5,5 minuten en een winst in VVU van

202. Dit is bijna 11%. Bij een tijdswinst van 4 minuten in de afhandelingsfase is de winst op het aantal VVU al bijna 23%. Dit geeft het belang van een georganiseerde en snelle afhandeling van het incident aan; elk negatief effect op de afhandelingstijd werkt versterkt door in de fileduur en het aantal VVU.

6.5 Conclusie

Er kan geconcludeerd worden dat IM een positief effect heeft gehad op de doorstroming door middel van het verkorten van de afhandelingstijd van een incident. Uit simulaties met incidenten in de spits bleek dat het aantal VVU meer dan verdubbelde als gevolg van de extra afhandelingstijd. De fileduur neemt gemiddeld toe met 31%. De totale vertraging als gevolg van het incident neemt toe met 116%. Daarnaast is de verwachting dat IM ook effect heeft op de capaciteit van de weg, bijvoorbeeld door middel van het aanpassen van het rijgedrag van weggebruikers (zwaailichtdiscipline). Deze effecten zijn onbekend, moeilijk kwantificeerbaar en zijn daarom hier niet gesimuleerd.

De resultaten zijn wel specifiek voor dit onderzoek. De randvoorwaarden van het onderzoek spelen door op de resultaten. Er is alleen in de spits gesimuleerd met hoge intensiteiten. De uitkomsten vallen daarom ook hoger uit dan de eerder gevonden 65% door TNO (Schrijver et al, 2006). In de TNO studie is er gesimuleerd op willekeurige locaties op willekeurige tijdstippen, waardoor er ook niet altijd file ontstond als gevolg van het incident.

Een extra tijdswinst in de toekomst van 2 minuten in de afhandelingsfase op de rijbaan, heeft voor ongevallen in de spitsperiode een positief effect op de doorstroming van 11%. Een tijdswinst van 4 minuten levert een winst in VVU op van 23%.

De uitkomsten uit de gevoeligheidsanalyse geven het belang aan een incident zo snel mogelijk af te handelen. Een tijdsverlies in de afhandelingsfase zal namelijk soortgelijke veranderingen teweegbrengen in het aantal VVU en in de fileduur. Het is daarom voor de hulpverleners altijd nuttig om te blijven oefenen en trainen op het afhandelen van grote en kleinere incidenten. Dit bevordert naast de ervaring van werken onder druk, ook de snelheid en efficiency van het afhandelen van incidenten.

7. Doorstroming en veiligheid

7.1 Inleiding

De conclusie is in de vorige hoofdstukken al getrokken: IM heeft een positief effect gehad op de doorstroming en de veiligheid rond een incident. Door verschillende maatregelen te treffen tijdens de afhandeling van een incident wordt de afhandelingstijd van het incident verkort. Deze kortere afhandelingstijd zorgt er ook voor dat de risicogroepen op de incidentlocatie en op de weg, minder lang staan blootgesteld aan de risico's. Een win-win situatie.

Er zijn echter situaties waar er wel degelijk gekozen moet worden tussen veiligheid en doorstroming. Bij pechgevallen op de vluchtstrook bijvoorbeeld moet de wegbeheerder de keuze maken of er een rijstrook wordt afgekruist zodat de berger veilig zijn werk kan doen. Het afsluiten van een rijstrook heeft echter (zoals in hoofdstuk 4 bepaald) een enorm effect op de capaciteit van de weg. De berger zal dit prettiger vinden, de weggebruikers die langs de incidentlocatie rijden zullen het afkruisen van een rijstrook onzinnig vinden en zal waarschijnlijk in een file komen te staan met alle (economische) gevolgen van dien.

Is de wegbeheerder zich in dit voorbeeld bewust van de mogelijke maatschappelijke gevolgen van zijn actie? En is er een afweging mogelijk tussen een verbeterde doorstroming en het risico van slachtoffers? En hoe zwaar weegt het maatschappelijk draagvlak in deze discussie?

In dit hoofdstuk is getracht om via een verkennend onderzoek het dilemma tussen veiligheid en doorstroming rond IM-incidenten te analyseren. In paragraaf 7.2 worden de actoren in het probleem voorgesteld. In de volgende paragraaf (7.3) wordt het dilemma geanalyseerd. Daarna wordt het huidige beleid aan het licht gesteld (7.4) en worden de effecten van maatregelen op de schadeomvang voor de samenleving bekeken (7.5). In paragraaf 7.6 worden conclusies getrokken en wordt het probleem nog eens beschouwd.

7.2 Actoren in het probleem

De hulpverlener is in deze de belangrijkste actor, omdat deze vaak de beslissing moet maken verkeersmaatregelen door te voeren op de incidentlocatie. Hij beslist of er een rijstrook wordt afgekruist of dat het verkeer wordt omgeleid over het OWN. Ten grondslag aan deze beslissing ligt een verbetering van de veiligheid op de incidentlocatie, zodat de hulpverlener zijn werk veilig kan uitvoeren.

De slachtoffers zijn ook aanwezig op de incidentlocatie en profiteren daarom van de verkeersmaatregelen die worden aangevraagd door de hulpverlener. Naast een lagere kans op een secundair ongeval, zorgt een veilige werkplek er ook voor dat de hulpverlener zijn werk effectiever kan uitvoeren en dit heeft effect op de blootstelling aan risico's en de eventuele overlevingskans van het slachtoffer.

De weggebruiker is ondervindt meestal de gevolgen van de veiligheidsverhogende maatregelen op de incidentlocatie. Een winst in veiligheid op de incidentlocatie betekent dat er mogelijk een file optreedt en die file brengt extra risico's op een secundair incident met zich mee.

Ook de beleidsmaker is een actor in het dilemma, maar deze is op incidentniveau niet actief.

7.3 Het dilemma

7.3.1. Afwegingen

Met 'het dilemma' wordt bedoeld de afwegingen die de hulpverlener moet maken om een keuze te maken tussen het vergroten van de veiligheid (op de incidentlocatie) en de doorstroming van het verkeer. Een veiligere incidentlocatie betekent een veiligere werkplek voor de hulpverlener en meestal een grotere overlevingskans voor de slachtoffers van het incident. Een mindere doorstroming van het verkeer betekent naast economische schade als gevolg van congestie, ook extra veiligheidsrisico's voor de weggebruikers.

Er is een aantal situaties denkbaar waar zulke keuzes gemaakt moeten worden. Dit zijn situaties waar de afhandelingstijd wordt aangetast, of situaties waarbij de capaciteit van de weg wordt aangetast. In eerdere hoofdstukken bleek al dat beide variabelen invloed hebben op zowel de veiligheid als de doorstroming. Een paar voorbeelden volgen hieronder:

Voorbeeld 1:

Een hulpverlener krijgt in de spits te maken met een pechgeval op de vluchtstrook. De gestrande vrachtauto staat in zijn geheel op de vluchtstrook en kan niet worden verreden. Om de veiligheid van de berger te kunnen garanderen, zal de hulpverlener een afgekruste rijstrook moeten aanvragen. Het gevolg hiervan zal zijn dat er een file ontstaat. Deze file heeft naast een negatief effect op de doorstroming, ook een negatief effect op de veiligheid van de weggebruiker, omdat deze nu blootgesteld staat aan extra risico's in de filestaart.

Voorbeeld 2:

Bij grotere ongevallen kan ervoor gekozen worden de gehele rijbaan af te sluiten voor verkeer. Dit is logischerwijs niet gunstig voor de doorstroming. De afweging die dan gemaakt moet worden is een veilige werkplek en de mogelijkheid het incident sneller af te handelen tegen meer vertraging, een file achter de afgesloten weg en een

omleiding op het onderliggend wegennet (OWN). Op het OWN is de kans op een ongeval groter dan op de snelweg.

Voorbeeld 3:

De wens om het hulpverleningsproces te versnellen kan soms conflicteren met de bij het incident betrokken gewonden. Een versnelde afhandeling heeft effect op de blootstelling aan extra risico's voor slachtoffer, hulpverlener en weggebruiker. Ook geldt dat de snelheid van de afhandeling de overlevingskans in positieve zin beïnvloedt. Anderzijds kan het met het oog op overlevingskans en restvaliditeit van het slachtoffer noodzakelijk zijn extra maatregelen te treffen (bijvoorbeeld de inzet van een traumahelikopter). Deze maatregelen kunnen de capaciteit van de weg en de afhandelingstijd weer negatief beïnvloeden. Bovendien geldt ook bij hulpverlening dat haastige spoed zelden goed is. Gehaast beslissingen maken en onzorgvuldig (onder druk) werken kan ervoor zorgen dat de afhandelingstijd nog langer wordt.

7.3.2. Is er wel een dilemma?

In het verleden (voor de invoering van IM) waren er geen uniforme regels voor het afbakenen van een incidentlocatie en het afhandelen van een incident. Er moesten in die tijd keuzes gemaakt worden tussen veiligheid en doorstroming tijdens het afhandelen van incidenten. Met de komst van IM is de organisatie op de incidentlocatie en het beveiligen van de incidentlocatie dermate nauwkeurig vastgelegd, dat er weinig ruimte overblijft voor eigen interpretatie. De hulpverlener hoeft daarom steeds minder keuzes te maken. En een dilemma kan alleen ontstaan als er een keuze gemaakt moet worden. Het vermoeden bestaat daarom dat er binnen het huidige beleid voor het handelen op de incidentlocatie niet veel ruimte is voor afwegingen tussen veiligheid en doorstroming en er daarom op het niveau van de hulpverlener geen dilemma bestaat. Welk aspect de voorkeur krijgt (veiligheid of doorstroming), is afhankelijk van waar het huidige beleid de prioriteiten legt.

7.4 Het huidige beleid

Het huidige beleid omtrent het beveiligen van de incidentlocatie en het afhandelen van een incident, is vastgelegd in een aantal documenten. Deze documenten worden gebruikt bij het opleiden van IM-hulpverleners. Doordat alle hulpverleners op de incidentlocatie op de hoogte zijn van dezelfde regels en bepalingen, wordt de afhandeling op zich al een stuk duidelijker. In deze paragraaf worden de belangrijkste punten uit deze documenten op een rijtje gezet.

Introductiemap IM

De introductiemap (VCNL, 2006) wordt gebruikt bij het opleiden van IM-hulpverleners. Doel van deze introductiemap is

- dat de hulpverlener op de hoogte is van de ontwikkelingen en geschiedenis van IM,

-
- dat hij weet wat zijn taken zijn en volgens welke richtlijnen en protocollen hij die moet uitvoeren,
 - en dat hij op de hoogte is van de taken en bevoegdheden van de andere hulpdiensten.

In de introductiemap wordt in detail (per incidentfase) besproken welke taken en bevoegdheden de verschillende hulpdiensten hebben. Ook wordt er aandacht besteed aan communicatie en communicatievaardigheden. De introductiemap zorgt er voor dat hulpverleners goed voorbereid zijn op hun taken op de incidentlocatie.

Richtlijn Eerste Veiligheidsmaatregelen bij Incidenten

Voor de eerst aanrijdende hulpdienst geldt de Richtlijn Eerste Veiligheidsmaatregelen bij Incidenten. Hierin staat precies wat hij moet doen om de incidentlocatie te beveiligen. De richtlijn is opgesteld onder de paraplu van IM en hoofddoel van de richtlijn is de incidentlocatie veiliger maken voor de hulpverleners (en de slachtoffers). Op de incidentlocatie is dus de eigen veiligheid (van de hulpverlener) hoofdprioriteit voor die van de weggebruikers en slachtoffers. In de Richtlijn staat voor alle soorten incidenten welke acties moeten worden ondernomen. Enkele belangrijke kernpunten:

- Voor de eerste veiligheidsmaatregelen geldt dat er via de zes V's de incidentlocatie wordt afgezet en beveiligd;
 - Veiligheidsruimte van 100 meter,
 - Voertuig als buffer,
 - Veiligheidskleding,
 - Verkeerskegels,
 - Verkeerssignalering (aanvragen),
 - Vrijhouden aan- en afvoerroute
- De procedure voor het aanvragen van verkeersmaatregelen wordt in detail uitgelegd. Alle hulpverleners kunnen maatregelen aanvragen. Ze kunnen echter ook op elk moment worden overruled door de verkeerscentrale.
- Voor het afkruisen van rijstroken geldt dat wanneer de veiligheidszone (de eerste meter links van de kantstreep) gedeeltelijk is geblokkeerd, er een extra rijstrook moet worden afgekruid om veilig om het voertuig te kunnen werken;
- Er worden actiepunten opgesteld voor incidenten op verschillende posities op de rijbaan.

Coördinatie team Plaats Incident

Wanneer de andere hulpdiensten arriveren, neemt van elke hulpdienst (bij een groot ongeval Rijkswaterstaat, ambulancedienst, politie, brandweer) een persoon zitting in het CTPI. In het CTPI vindt de coördinatie van het incident plaats en worden er een taakverdeling gemaakt. Iedere hulpdienst weet nu precies wat er van hen wordt verwacht voor dit specifieke incident. De leden van het CTPI geven de taken door naar de rest van de hulpverleners.

Door de goede communicatie en coördinatie binnen het CTPI worden risico's tijdens de afhandeling geminimaliseerd. Door een heldere

taakverdeling kan er effectief worden gewerkt naar de afhandeling van het incident.

Beschouwing

Uit deze opsomming van maatregelen en afspraken blijkt dat het vermoeden uitgesproken in paragraaf 7.3.2 klopt. Er zijn dermate nauwkeurige richtlijnen en afspraken vastgelegd, dat er bij de afhandeling van een incident weinig ruimte is voor eigen inbreng van de hulpverlener. De keuze is gemaakt om in het beleid de veiligheid van de hulpverlener voorop te stellen, voor die van de weggebruikers en de slachtoffers. Daarmee staat vast hoe er gehandeld dient te worden in het geval van dilemma's.

Op het niveau van de hulpverlener is er dus geen sprake van dilemma's. Dit geldt echter niet voor de beleidsmaker. Deze heeft bij het opstellen van de richtlijnen en procedures wel degelijk de keuze moeten maken tussen veiligheid van de incidentlocatie en de doorstroming op de weg. En dit zal na evaluatie van het huidige IM-beleid weer het geval zijn.

Het dilemma bestaat dus meestal uit enerzijds een hogere veiligheid op de incidentlocatie en anderzijds (meer) economische schade en extra risico's voor de weggebruikers. De economische risico's daargelaten, is het wel interessant om te onderzoeken of de prioriteitskeuze vanuit veiligheidsoogpunt een rechtvaardige is; is het vanuit het maatschappelijk belang juist om de veiligheid van de hulpverleners boven die van de weggebruikers en de slachtoffers te stellen? Hoe groot zijn de gevolgen voor de weggebruikers? En hoe groot is het maatschappelijk draagvlak van deze prioriteitstelling?

7.5 Maatschappelijk belang

7.5.1. De totale gevolgen

Vanuit de hulpverleners is het logisch dat ze graag hebben dat er veilig gewerkt kan worden aan de afhandeling van een incident. Een veiligere werkplek brengt ook minder stress met zich mee, en dat werkt door op de effectiviteit van de afhandeling van het incident. Maar zijn de totale gevolgen in termen van slachtoffers voor de weggebruikers niet groter? Het is interessant om af te wegen welke beslissing de grootste veiligheidswinst geeft voor de maatschappij. De economische gevolgen worden buiten hier voorlopig beschouwing gelaten. Eerder is het maatschappelijk risico, of totale gevolgen (TG) gedefinieerd als:

$$TG = \text{Risico} \times \text{Blootstelling}$$

$$TG = \text{Kans} \times \text{Gevolg} \times \text{Blootstelling}$$

In vorige hoofdstukken is bepaald wat en hoe groot de risico's zijn voor risicogroepen bij incidenten. Ook zijn de effecten bepaald van het afkruisen van een rijstrook op de capaciteit en het effect van het

verlengen van de afhandelingstijd op de fileduur en de vertraging. Met behulp van bovenstaande formule en de gegevens uit het onderzoek kan de totale schadeomvang van beide kanten van dit dilemma worden berekend of in elk geval beargumenteerd.

7.5.2. Voorbeeld berekening

De totale gevolgen van een afweging zullen worden onderzocht aan de hand van een uitwerking van voorbeeld 1, een pechgeval op de vluchtstrook. Dit voorbeeld wordt gekozen, omdat hiervan alle benodigde data beschikbaar zijn uit vorig onderzoek. Wat gebeurt er met de TG wanneer er besloten wordt geen rijstrook af te kruisen in het geval van een pechgeval?

Er worden totale gevolgen berekend voor hulpverleners, slachtoffers en weggebruikers.

Voor de risico's (kans en gevolg) worden cijfers gebruikt uit de studie naar de effecten van een incident op de veiligheid uit hoofdstuk 3 uit scenario I (voor een vluchtstrookongeval) en uit scenario II (voor een secundair incident in de filestaart). Omdat deze risico's onafhankelijk van elkaar zijn ingeschat, is het mogelijk dat de kans voor de hulpverleners en de kans voor de slachtoffers verschillend is. Er wordt hier vanuit gegaan dat deze risico's zijn ingeschat in een situatie met IM, dus met een afgekruiste rijstrook.

Voor de blootstelling (exp) zijn cijfers uit hoofdstuk 6 gebruikt. In dit hoofdstuk zijn voor verschillende incidenten afhandelingstijden bepaald (paragraaf 6.2). De afhandelingstijd is hier gelijk aan de blootstelling voor hulpverleners en slachtoffers.

De blootstelling voor de weggebruikers is gelijk aan de gemiddelde fileduur die uit de simulaties in hoofdstuk 6 resulteerden. Bij een pechgeval was de gemiddelde fileduur 24 minuten. Voor dit onderzoek is een extra simulatie gedraaid, waaruit blijkt dat het afkruisen van een rijstrook bij een pechgeval een gemiddelde fileduur geeft van 42 minuten in plaats van 24 minuten (bijlage L).

Er wordt aangenomen dat het afkruisen van een rijstrook een file tot gevolg heeft.

Tabel 22 Vergelijking van de totale gevolgen

Risicogroep	Risico	kans	gevolg	exp.	TG
<i>Met afkruisen van een rijstrook</i>					
Hulpverlener	aanrijding bev. zone	2,5	2,4	10	60
Slachtoffers	aanrijding voertuig	2,9	2,5	35	254
Weggebruikers	sec. ongeval filestaart	3,3	3,5	42	485
			Totaal		799
<i>Zonder afkruisen van een rijstrook</i>					
Hulpverlener	aanrijding bev. zone	3,5	2,4	10	84
Slachtoffers	aanrijding voertuig	3,9	2,5	35	341
Weggebruikers	sec. ongeval filestaart	3,3	3,5	24	277
			Totaal		702

In de huidige situatie is te zien dat het afkruisen van een rijstrook voor een pechgeval in de spitsperiode tot gevolg heeft dat voor de risicogroep weggebruikers de verwachte schade veruit het hoogst is. In dit voorbeeld is de schade voor de weggebruikers hoger dan die van de slachtoffers en hulpverleners samen. De gevolgen voor de risicogroep hulpverleners is als gevolg van een lage blootstelling laag.

Als gevolg van het afkruisen van een rijstrook daalt de kans op een secundair incident voor de risicogroepen op de incidentlocatie. Hoe groot die daling is, is moeilijk in te schatten. De schaling van kans en gevolg loopt in dit onderzoek van 1 tot 10.

Bij een stijging van de kans van 1 punt⁴, zoals in de figuur is aangenomen, zijn de gevolgen voor de hulpverleners en slachtoffers samen groter dan die voor de weggebruikers. Door een lagere blootstelling zullen de gevolgen voor de hulpverleners vaak lager zijn dan die voor de slachtoffers..

Deze cijfers laten zien dat de prioriteitstelling zoals in het IM-beleid is gemaakt, niet voor alle incidenten even goed te verdedigen is. De gevolgen voor de weggebruikers liggen in dit geval veel hoger dan die van de hulpverleners. Deze cijfers gelden echter alleen voor pechgevallen in de spits. Bij ongevallen zullen de blootstelling (langere afhandelingstijd) en de gevolgen(meer hulpverleners) op de incidentlocatie hoger zijn, en zal er dus een zekere nivellering van de verschillen in TG optreden.

Er dient wel enige nuancering te worden toegepast op deze uitspraken. Het is namelijk wel zo dat de hulpverleners (bijna) dagelijks te maken hebben met veiligheidsrisico's, terwijl de slachtoffers en weggebruikers minder vaak worden blootgesteld. Een aanpassing van het beleid zou daarom niet veel draagvlak oogsten bij hulpverleners. Wanneer er echter puur naar de totale gevolgen voor de maatschappij wordt gekeken, is het geen slecht idee verder onderzoek te doen naar de gevolgen van incidenten voor de maatschappij.

7.5.3. Draagvlak

Naast de economische schade en de veiligheidsrisico's is er nog een ander aspect; het maatschappelijk en individueel draagvlak.

Weggebruikers zien het afkruisen van rijstroken vaak als onnodig, zeker wanneer deze niet eens geblokkeerd zijn. De gemiddelde weggebruiker maakt geen afweging tussen veiligheid en doorstroming. Wanneer er als gevolg van het afkruisen een file ontstaat, neemt het maatschappelijk draagvlak voor deze maatregelen af doordat weggebruikers het gevoel krijgen dat ze 'voor niks' in de file staan.

Hulpverleners aan de andere kant zullen graag zien dat ze door het afkruisen van rijstroken (zeker wanneer het drukker wordt op de weg) een veilige werkplek krijgen. Voor het uitvoeren van hun werk is het

⁴ Er is hier in eerste instantie gekozen voor een stijging van de kans van 1 punt, omdat dit in de schaling zoals die in dit onderzoek is gebruikt (Figuur 3.4) de minimale stap is.

belangrijk dat hun veiligheid zowel objectief als subjectief wordt gewaarborgd. Zij staan immers dagelijks blootgesteld aan dergelijke risico's bij het werken op de snelweg, terwijl het niet altijd dezelfde weggebruikers zijn die in de file extra risico lopen. De persoonlijke blootstelling is daarom voor hulpverleners groter dan die voor weggebruikers. Het persoonlijk draagvlak bij hulpverleners is in deze tegenstelling belangrijk en werkt in tegen het maatschappelijk draagvlak vanuit de weggebruikers.

7.6 Conclusie en beschouwing

7.6.1. Conclusie

De conclusie van dit verkennend onderzoek is dat er van een dilemma tussen doorstroming en veiligheid op het niveau van de hulpverlener in principe geen sprake is. Op het niveau van de beleidsmaker is die er wel, maar deze hebben bij het opstellen van het beleid een keuze gemaakt. Na evalueren en evolueren van het IM-beleid zal dezelfde afweging tussen doorstroming en veiligheid moeten worden gemaakt. Door de heldere prioriteitstelling van IM en de richtlijnen die hiermee zijn opgezet, is er op dit moment op incidentniveau echter weinig ruimte voor eigen interpretatie en staan de te nemen acties vaak vast.

Er zijn voorbeelden van situaties waarin de afweging tussen doorstroming en veiligheid gemaakt kan worden, de huidige richtlijnen en procedures daargelaten.

Uit een berekening van een voorbeeld van een mogelijke afweging blijkt dat de verwachte veiligheidsgevolgen voor de hulpverleners het laagst zijn en dat voor de weggebruikers en slachtoffers de verwachte gevolgen groter zijn als gevolg van een pechgeval op de vluchstrook. Deze schade in termen van verwachte slachtoffers komt nog boven op de economische schade die als gevolg van een file optreedt.

7.6.2. Beschouwing

Bij het opstellen van beleid is het zaak dit consequent en helder te doen. Bij het vormen van het IM beleid is er ergens in het traject besloten de veiligheid van de hulpverlener bij incidenten voorop te zetten. Deze keuze is ook consequent doorgezet. Het is voor de hulpverleners belangrijk een veilige werkplek te hebben om hun werk effectief te kunnen uitvoeren.

Wanneer er echter indicaties zijn dat deze veiligere werkplek voor een andere groep een hogere onveiligheid betekent en dat de verwachte gevolgen ook groter zijn, is dit misschien aanleiding voor extra onderzoek. Uit de cijfers voor het pechgeval blijkt dat de verwachte gevolgen voor de weggebruikers het hoogst zijn. Wanneer er geen rijstrook wordt afgekruid, ligt het aan de stijging van de kans op een ongeval wat de totale gevolgen zijn.

Nuancering in deze berekening is het feit dat het individueel risico voor hulpverleners groter is; zij staan vaker blootgesteld aan deze risico's

dan de gemiddelde weggebruiker. Op jaarbasis zal de hulpverlener vaker risico lopen op een secundair incident dan een weggebruiker.

Uit het rekenvoorbeeld blijkt echter dat in het geval van een pechgeval de maatschappelijke gevolgen waarschijnlijk groter zijn wanneer er een rijstrook wordt afgekruid. Dit geeft aan dat het interessant is dit dilemma verder te onderzoeken, toegespitst op de veiligheidsprioriteitstelling op de incidentlocatie.

8. Conclusies

8.1 Inleiding

De doelstelling van dit onderzoek was de effecten te bepalen van het huidige IM-beleid op de veiligheid en de capaciteit rond de incidentlocatie en hierbij het spanningsveld tussen veiligheid en doorstroming te verduidelijken. Om deze doelstelling te bereiken, is er eerst een onderzoek gedaan naar de effecten van een incident op de veiligheid en de doorstroming.

Aan de hand van de deelonderzoeken kan er geconcludeerd worden dat deze doelstelling is bereikt. In verschillende hoofdstukken is er bepaald wat de effecten van een incident op de veiligheid van anderen is, wat de reductiefactoren voor de capaciteit zijn voor verschillende soorten incidenten, wat de effecten van de IM-maatregelen is op de veiligheid van anderen en welk aandeel IM heeft gehad in het reduceren van het aantal VVU. Ook is er een verkennend onderzoek gedaan naar de huidige prioriteitstelling van IM. Hieronder wordt per onderdeel nog eens de belangrijkste resultaten en conclusies gegeven.

8.2 Bevindingen uit het onderzoek

Effecten van een incident op de veiligheid (H3)

Uit het Delphi onderzoek blijkt dat elk soort incident extra veiligheidsrisico's met zich meebrengt voor risicogroepen die zich in de omgeving van het incident ophouden. Het blijkt dat hoe groter het incident is in termen van schadeomvang, aantal slachtoffers, betrokken voertuigen en betrokken hulpdiensten, hoe groter de risico's zijn die het incident met zich meebrengt.

Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat de grootste risico's voor de meeste risicogroepen te vinden zijn in de detectiefase en de aanrijfase van het incident. Dit zijn de fases waar de hulpverleners nog niet ter plaatse zijn. Deze risico's zijn op dat moment vooral hoog voor de slachtoffers van het primaire incident en de weggebruikers stroomopwaarts van de incidentlocatie.

Met behulp van cijfers uit de statistiek zijn de waarden uit het onderzoek vergeleken met waarden uit de statistiek. Deze waarden bleken voldoende overeen te komen opdat de resultaten kunnen worden gebruikt voor het vervolgonderzoek. De aanname dat werkzones qua incidentrisico overeenkomen met incidentlocaties blijkt echter niet juist te zijn.

Effect van een incident op de doorstroming (H4)

Met behulp van incidentgegevens van VCNL, intensiteitgegevens uit de Monica-lussen en MATLAB, zijn er betrouwbaarheidsintervallen opgesteld voor reductiefactoren voor de capaciteit bij verschillende incidenten. De resultaten zijn zichtbaar in Tabel 23.

Tabel 23 Resultaten onderzoek naar reductiefactoren voor de capaciteit

	n	CRF	σ	$1,96 \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$	Interval*	
					bovengrens	ondergrens
pechgeval	20	0,72	0,09	0,04	0,76	0,68
1 uit 3 x	21	0,36	0,14	0,06	0,42	0,30
2 uit 3 x	20	0,18	0,12	0,05	0,23	0,13
kijkfile	29	0,69	0,08	0,03	0,66	0,72

* de boven en ondergrens van het betrouwbaarheidsinterval

Incidenten hebben grote gevolgen voor de doorstroming rond incidenten. Bij een geblokkeerde vluchtstrook treedt er gemiddeld een capaciteitsreductie op van 28% (CRF=0,72), bij een geblokkeerde rijstrook is de reductie 64% (CRF=0,36), en bij twee geblokkeerde rijstroken 82% (CRF=0,18). De reductie van de capaciteit als gevolg van een kijkfile liggen rond de 31% (CRF=0,69).

Het meest opvallende resultaat is de reductiefactor voor een geblokkeerde rijstrook. Wanneer een derde van het aantal rijstroken wegvalt, daalt de capaciteit van de weg met bijna tweederde. De extra capaciteitsreductie is gevolg van het aangepaste weggedrag van de weggebruikers rond het incident.

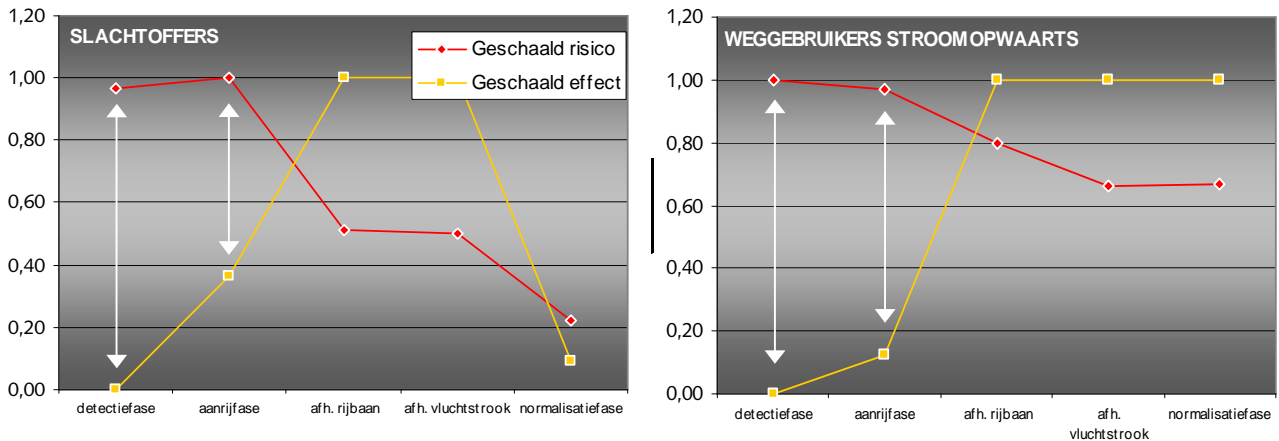
Ook de reductie bij een pechgeval is hoog. Dit heeft tot gevolg dat een snelweg met een I/C-verhouding boven de 0,72 bij een pechgeval, een file zal veroorzaken. Pechgevallen zijn de meest voorkomende incidenten in Nederland.

Effecten van IM op de veiligheid (H5)

Er is voor elke risicogroep een overzicht gemaakt van de effecten van de IM-maatregelen. Uit de verkregen overzichten in paragraaf 5.4 bleek dat IM een positief effect heeft gehad op de veiligheid rond een incident. Vrijwel alle effecten van de maatregelen hebben voor alle risicogroepen een positief veiligheidseffect opgeleverd.

Een andere belangrijke conclusie is dat de effecten van IM vooral in de latere fases van het incident zijn waar te nemen, wanneer de hulpdiensten ter plaatse zijn. Er is daarom vooral in de eerste fases van het incident nog winst te halen als het gaat om de veiligheid. Wanneer de risico's uit hoofdstuk 3 tegen de effecten van IM worden weggezet (Figuur 8.1), blijkt dezelfde conclusie te gelden. Vooral voor de slachtoffers en de weggebruikers zijn de verschillen tussen risico's als gevolg van een incident en effecten van IM in de eerste fases van het incident het grootst.

Figuur 8.1 Het 'veiligheidsgat' voor de slachtoffers en de weggebruikers



Omdat in de eerste fases (detectiefase en aanrijfase) er nog geen hulpverleners ter plaatse zijn en de IM-maatregelen vooral zijn gebaseerd op acties van hulpverleners, lijkt het er op dat de inhaalslag om het gat tussen risico's en veiligheidseffecten te dichten op andere velden gehaald moet worden dan IM.

Uit een inventarisatie van mogelijke oplossingen voor deze te behalen veiligheidswinst, blijkt dat het 'veiligheidsgat' dat vooral bij de weggebruikers en slachtoffers is ontstaan, met diverse andere maatregelen kan worden verkleint of gedicht.

Voor de weggebruiker zijn informatiesystemen in en buiten de auto belangrijk. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan systemen als (automatische) incident detectie en verkeerssignaling.

Voor de slachtoffers is het bij een incident belangrijk om de gevolgen te beperken (lekenhulp) en de blootstelling aan extra risico's te verkleinen (project Blikshade? Weg vrij!).

Effecten van IM op de doorstroming (H6)

De maatregelen van IM hebben effect gehad op zowel de capaciteit van de alsmede de afhandelingstijd van het incident. Beide van deze factoren hebben invloed op het aantal VVU wat als gevolg van congestie wordt gemaakt. In dit onderzoek is alleen het effect van de IM-maatregelen op de afhandelingstijd gesimuleerd. Er kan geconcludeerd worden dat IM een positief effect heeft gehad op de doorstroming door middel van het verkorten van de afhandelingstijd van een incident.

Voor de hier beschouwde casus geldt dat wanneer de effecten van IM op de afhandelingstijd worden weggehaald de fileduur gemiddeld toeneemt met 31%. De totale vertraging als gevolg van het incident neemt toe met 116%. Deze cijfers gelden niet voor alle situaties in de spits. Variabelen hierin zijn de locatiespecifieke kenmerken en de I/C-verhouding van de weg.

Uit een gevoeligheidsanalyse blijkt dat een extra tijdswinst in de toekomst in de afhandelingsfase op de rijbaan van 2 minuten, een positief effect op het aantal VVU van 11% heeft voor ongevallen in de spitsperiode. Een tijdswinst van 4 minuten levert een winst in VVU op van 23%. Het is daarom nog altijd erg nuttig om manieren te vinden om de afhandelingstijd van een incident te verkorten.

Ook het blijven oefenen op bestaande procedures, om geen tijdsverlies te lijden is belangrijk. Dit bevordert naast de ervaring van werken onder druk, ook de snelheid en efficiency van het afhandelen van incidenten.

Doorstroming en veiligheid (H7)

Uit een verkennend onderzoek naar de wisselwerking tussen doorstroming en veiligheid blijkt dat er van een vermoedelijk dilemma tussen de twee op het niveau van de hulpverleners in principe geen sprake is. Op het niveau van de beleidsmaker is die er wel, maar deze hebben bij het opstellen van het beleid een keuze gemaakt. Na evalueren en evolueren van het IM-beleid zal dezelfde afweging tussen doorstroming en veiligheid moeten worden gemaakt.

Er zijn voorbeelden van situaties waarin de afweging tussen doorstroming en veiligheid gemaakt kan worden, de huidige richtlijnen en procedures daargelaten. Echter, door de heldere prioriteitstelling van IM en de richtlijnen die hiermee zijn opgezet, is er weinig ruimte voor eigen interpretatie en staan de te nemen acties vaak vast.

Uit een voorbeeld berekening bleek dat zowel met als zonder extra veiligheidsmaatregelen, de verwachtte gevolgen van een pechgeval voor de hulpverleners waarschijnlijk het laagst zijn. Die van de weggebruikers is beduidend hoger. Deze schade in termen van slachtoffers komt nog boven op de economische schade die als gevolg van een file optreedt.

Er blijkt dat niet voor alle incidentgevallen de prioriteitstelling van IM (eigen veiligheid boven die van de weggebruikers en slachtoffers) te verdedigen is. Dit kan aanleiding zijn voor extra onderzoek naar de gevolgen van het veranderen van de capaciteit op de totale veiligheid.

8.3 Conclusies

De belangrijkste conclusies uit dit onderzoek zijn:

- Incidenten op het Nederlandse snelwegennet hebben een groot effect op de veiligheid op het netwerk en de betrouwbaarheid van het netwerk.
- Het IM-beleid heeft in Nederland door het verkorten van de afhandelingstijd van een incident en door het beïnvloeden van de capaciteit van de weg een positief effect gehad op de veiligheid en de doorstroming rond een incident.
- Het onderzoek heeft aangetoond dat er nog ruimte is om nog meer verbeteringen aan te brengen in de veiligheid van het verkeerssysteem. Tussen de risico's die de verschillende groepen lopen en de effecten van het IM-beleid zit vooral in de eerste fases van het incident nog veel ruimte. Dit blijkt vooral voor de slachtoffers van het primair incident en de weggebruikers zo te zijn.
- Voor de weggebruiker zijn informatiesystemen in en buiten de auto belangrijk om dit 'veiligheidsgat' te dichten. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan systemen als (automatische) incident detectie en verkeerssignalering.
- Voor de slachtoffers is het bij een incident belangrijk om de gevolgen te beperken (lekenhulp) en de blootstelling aan extra risico's te verkleinen (project Blikschade? Weg vrij!).
- Het effect van een extra tijdswinst in de afhandelingsfase van een incident heeft behoorlijke effecten op het aantal VVU. Het oefenen van bestaande procedures en het vinden van nieuwe maatregelen om de afhandelingstijd te minimaliseren is dan ook erg belangrijk.
- Het dilemma tussen doorstroming en veiligheid blijkt minder groot dan verwacht. Veiligheid van de incidentlocatie gaat in het huidige beleid voor doorstroming.
- De prioriteitstelling van IM conflicteert in sommige gevallen met het maatschappelijk belang. De risico's op de incidentlocatie wegen niet altijd af tegen de economische schade en de veiligheidsrisico's in de filestaart.

9. Aanbevelingen

Naar aanleiding van dit onderzoek, zijn er aanbevelingen te doen ten aanzien van onderzoeksmethodiek, verder onderzoek en het gebruik van de resultaten.

9.1 Effecten van een incident op de veiligheid

Delphi

Het uiteindelijke panel in het Delphi onderzoek bestond uit 8 experts. Het was de bedoeling een panel van 15 experts te gebruiken, maar om verschillende redenen vielen er een aantal experts af. Het is lastig een panel van 15 mensen bij elkaar te krijgen en ook om het bij elkaar te houden. Het feit dat het hier 'slechts' om een afstudeeronderzoek ging, heeft hier ook effect op gehad.

Het ging in dit onderzoek om een globale kwalificatie van risico's. Bij een gedetailleerde inventarisatie van deze risico's verdient het de aanbeveling (wanneer er een Delphi wordt gebruikt) het panel groter en diverser te maken. Van elke hulpdienst zal er minimaal een vertegenwoordiger in het panel moeten zitten.

Ook is het voor de resultaten beter om de Delphi in meerdere rondes te doen. Wanneer de experts feedback krijgen over de antwoorden, worden ze extra gestimuleerd om over het probleem na te denken. Wegens tijdgebrek was dit hier niet mogelijk.

9.2 Effect van een incident op de doorstroming

Incidentregistratie

Om tot reductiefactoren te komen voor de capaciteit, is gebruik gemaakt van een incidentdatabase van VCNL. Wat in deze database opvalt, is dat de registratie van de meeste incidenten niet compleet en niet nauwkeurig is. Vooral in de tijdsregistratie van incidenten worden veel cellen in de registratie leeg gelaten en veel tijden in de registratie komen overeen, waardoor er geen aanrijtijden en afhandelingstijden kunnen worden bepaald voor de incidenten.

Het verdient aanbeveling de registratie van incidenten te verbeteren, zodat er in de toekomst met deze database beter onderzoek kan worden gedaan naar aanrijtijden van wegingspecteurs, afhandelingstijden van incidenten of de analyse van incidenten. Er kan gedacht worden aan het aanvullen van de huidige registratie met gegevens van bijvoorbeeld verzekeraars of de politie (proces verbaal).

Capaciteitreductiefactoren (CRF)

Mede door een slechte registratie van incidenten, werd de database met bruikbare incidenten voor het bepalen van CRF dermate klein, dat het niet zeker is dat de sample size groot genoeg is. Er is een betrouwbaarheidsinterval opgesteld voor de CRF. Dit geeft de gemiddelde waarde die in het onderzoek is gevonden een stochastisch karakter. Er kan niet met volledige zekerheid gezegd worden dat de waarde van de CRF in dit interval ligt.

Wanneer er uitgebreider onderzoek gedaan gaat worden naar CRF's bij incidenten, is het beter een grotere verzameling bruikbare incidenten te gebruiken. Op deze manier kan een reductiefactor (of gereduceerde capaciteit) beter worden weergegeven als een stochast. De factoren zijn dan ook beter te gebruiken in simulatieprogramma's.

Monigraph

Een andere reden waarom het aantal bruikbare incidenten laag was, kwam doordat er slechts van een aantal trajecten verkeersgegevens beschikbaar was. Het converteren van verkeersgegevens uit de Monica-lussen naar Matlab bestanden nam veel tijd in beslag.

Voor toekomstig onderzoek met verkeersgegevens (in het Edulab) is het erg handig om deze gegevens direct beschikbaar te hebben. Het is bijvoorbeeld mogelijk om voor alle trajecten op het Monica-meetnet aan het einde van elke dag alle gegevens in te lezen, zodat deze gegevens meteen bruikbaar zijn in Matlab.

9.3 Effecten van IM op de veiligheid

Subjectief karakter van het onderzoek

De effecten van de IM-maatregelen op de veiligheid is per maatregel per risicogroep bepaald. Gezien het globale karakter van het onderzoek is dit niet via een panel van experts getoetst. De grootte van de effecten is door de auteur bepaald, waardoor het onderzoek een subjectief karakter krijgt.

Bij een verdere uitwerking van de effecten van IM is het aan te bevelen de inschatting van de effecten van IM maatregelen (waar, wanneer en voor wie) te laten doen door experts in het vakgebied IM, doorstroming en veiligheid.

Uitbreiding van het onderzoek

Het onderzoek naar het effect van IM op het aantal VVU kan echter nog worden uitgebreid. Een eerste uitbreiding is naast het effect van de landelijke personenauto regeling ook het effect van de andere IM-maatregelen te kwantificeren en mee te nemen in het onderzoek. Er wordt zo een realistischer beeld geschept van het effect van IM op de doorstroming.

Een tweede uitbreiding kan zijn om in plaats van een verticale wachtrij een horizontale wachtrij te maken, waardoor er ook eventuele terugslag effecten op de rest van het netwerk kunnen worden berekend.

9.4 Effecten van IM op de doorstroming

Onderzoeksmethodiek

In dit onderzoek is er alleen gesimuleerd in spitsperiodes. Er werd vanuit gegaan dat in de toekomst de intensiteiten op het hele wegennet zullen stijgen, en dat met deze simulaties in elk geval effecten voor incidenten in de Randstad en/of de spitsperiode goed worden weergegeven.

Niet alle incidenten veroorzaken echter file. Wanneer de netto effecten van IM op de doorstroming worden bepaald, is het aan te bevelen meerdere locaties door het hele land aan te wijzen en ook te simuleren op meerdere tijdstippen. Op deze manier wordt het effect op de VVU beter bepaald.

9.5 Doorstroming en veiligheid

Er bleek dat voor sommige incidenten de prioriteitstelling van IM (eigen veiligheid voor veiligheid weggebruikers) niet verdedigbaar is als de gevolgen voor de maatschappij worden bekeken. In sommige gevallen zorgen de maatregelen ervoor dat er een file ontstaat.

Het verdient aanbeveling te onderzoeken of de gevolgen van een file (en het risico van een secundair incident) voor de samenleving afwegen tegen de veiligheidswinst die de verkeersmaatregelen van IM pakken op de incidentlocatie.

Literatuurlijst

Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Inventarisatie beleidseffecten incidentmanagement, Indicatie van de bijdrage van incidentmanagement aan de beleidsdoelstellingen voor bereikbaarheid en veiligheid. Rotterdam: Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 2007.

Aidoo, M.Y., Voorspelling van incidentduur op basis van direct beschikbare informatie. Amersfoort: Business Improvement, 2006.

Beleidsregels Incident Management Rijkswaterstaat. In: Staatscourant 1999, nummer 89. Den Haag, Hoofdkantoor van de Waterstaat, Stafafdeling Bestuurlijk Juridische Zaken, 1999.

Berenschot, Landelijke evaluatie incidentmanagement. Utrecht: Berenschot, 2002.

Blumentritt, C.W., D.W. Ross, J. Glazer, C. Pinnell, W.R. McCasland, Guidelines for selection of ramp control systems. In: NCHRP Report Issue number 232. Washington: Transportation Research Board, 1981.

Daganzo, C., Fundamentals of transportation and traffic operations. Pergamon, 1997.

Goolsby, M.E., Influence of incidents on freeway quality of service, presented at 50th TRB annual meeting. Washington: Transportation Research Board, 1971.

Gordon, R.L., R.A. Reiss, H. Haenel, E.R. Case, R.L. French, A. Mohaddes, R. Wolcott, Traffic Control Systems Handbook. Washington: U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, 1996.

Handboek Capaciteitswaarden infrastructuur autosnelwegen, versie 2. Rotterdam: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 2002.

Het Rood-Blauwe boekje, 8e druk. Utrecht: Verkeerscentrum Nederland, 2007.

Highway Capacity Manual. Washington: Transportation Research Board, National Research Council, 2000.

Hurdle, V.F., M. Merlo en D. Robertson, Study of speed-flow relationships on individual freeway lanes. Washington, D.C.: Transportation Research Board, 1997.

Immers, L.H., Kosten-baten analyse invoering personenautoregeling. Delft: TNO Inro, 2000.

Immers, L.H., Visie Incident Management. Utrecht: VCNL, 2007.

Knibbe, W.J. en L. Wismans, Voertuigverliesuren door incidenten. In: Verkeerskunde DVM-congres 2007. Rotterdam: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 2006.

Knoop, V.L., S.P. Hoogendoorn, H.J. van Zuylen, Capacity reduction at incidents: Empirical data collected from a helicopter. Delft, TU Delft, 2007.

Kouwenhoven, M., H. Siemonsma, R. van Grol, Voertuigverliesuren door incidenten: Hoeveel kan incidentmanagement bijdragen aan de vermindering van files. Leiden: RAND Europe, 2006

Leermap Introductie Incident Management. Utrecht: Verkeerscentrum Nederland, 2006.

Masinick, J.P., H. Teng, An analysis of the impact of rubbernecking on urban freeway traffic, research report no. UVACTS-15-0-62. Charlottesville: Center for Transportation Studies, University of Virginia, 2004.

Meeuwissen, A.M.H., M. Snelder, J. Schrijver, Statistische variabiliteit reistijden voor SMARA. Delft, TNO Inro, 2004.

Minderhoud, M.M., H. Botma, P.H.L. Bovy, An assessment of roadway capacity estimation methods. Delft: TU Delft, Faculteit der Civiele Techniek, Vakgroep Infrastructuur, Sectie Verkeerskunde, 1996.

Nieuwe Ontwerprichtlijnen Autosnelwegen, Rotterdam: Rijkswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 2007.

Polus, A. en Y. Schwartzman, Flow characteristics at freeway work zones and increased deterrent zones. Washington, D.C.: Transportation Research Board, 1999.

Projectbureau IM, Incident Management, Vrachtautoberging. Projectbureau IM, 1997.

Qin, L. en B. Smith, Characterization of accident capacity reduction, research report No. UVACTS-15-0-48. Charlottesville: Center for Transportation Studies, University of Virginia, 2001.

Raad van Transportveiligheid, Ongevallen op de vluchtstrook, Veiligheidsstudie. Den Haag, RVTV, 2003.

Reiss, R.A. en W.A. Dunn, Freeway Incident Management Handbook. Washington: U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, 1991.

Richtlijn Eerste Veiligheidsmaatregelen bij Incidenten op auto(snel)wegen. Utrecht: Verkeerscentrum Nederland, 2004.

Rijkswaterstaat Corporate Dienst, Aanpak van files op de korte termijn. Hellendoorn: Catapult creatieve communicatie, 2006

Schrijver, J., B. Immers, M. Snelder, R. de Jong, Effecten van de landelijke invoering van incidentmanagementmaatregelen op de voertuigverliestijd in et netwerk. Delft, TNO Mobiliteit en Logistiek, 2006.

Smith, B.L., J.M. Ulmer, Freeway traffic flow rate measurement: Investigation into impact of measurement time interval. In: Journal of Transportation Engineering, volume 129, nummer 3. Where?: American Society for Civil Engineers, 2003.

Startnotitie A28 Zwolle – Meppel, Traject Hattermerbroek Zwolle Zuid; Traject Ommen Lankhorst. Arnhem, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat Oost-Nederland, 2005.

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, SWOV-factsheet: Verkeersveiligheid bij werk in uitvoering. Leidschendam, SWOV, 2005.

Toorenborg, J.A.C. van, T.A. Nijenhuis, Capaciteitsbeperking door incidenten. Amersfoort: Transpute, 2007.

Urbanik, T., W. Hinshaw en K. Barnes, Evaluation of high-volume urban Texas freeways. Washington, D.C.: Transportation Research Board, 1991.

Ven, van de L.R.W., Automatische incident detectie met behulp van meetlusgegevens – Onderzoek naar incidentdetectie op rijstrookniveau, vergelijkingsstudie. Delft: ITS Edulab, 2007

ViaStat Online, Januari 2008 <http://www.viastat-online.nl>

Zhou, M en F.L. Hall, Investigation of speed-flow relationship under congested conditions on a freeway. Washington, D.C.: Transportation Research Board, 1999.

Zwegers, A., Capaciteit bij incidenten: Verkennend onderzoek naar de mogelijkheden van het opstellen van een methode voor het bepalen van de capaciteitswaarden bij incidenten. Rotterdam: Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 2000.

In deze bijlage wordt een overzicht gegeven van de tot nu toe ingevoerde maatregelen voor Incident Management.

De landelijke personenautoregeling

In Nederland zijn alle personenauto's minimaal WA verzekerd. In deze WA verzekering is een dekking opgenomen voor de vergoeding van een eerste spoedeisende berging na een incident. De verzekeraars hebben deze taak nu bij de alarmcentrales neergelegd. De landelijke personenautoregeling (LPR) voorziet de inschakeling van een berger bij incidenten. Eerder werd er bij melding van een incident eerst een politiepatrouille op pad gestuurd om een inventarisatie te maken van de schade. Daarna werd indien nodig een berger gewaarschuwd. Met een wetswijziging is er nu voor gezorgd dat bij melding van een incident direct het Centraal Meldpunt Incidenten (CMI) wordt gewaarschuwd, die op zijn beurt direct een berger naar de plaats van het incident kan sturen, zonder dat er een politiepatrouille ter plaatse is geweest. De afhandelingstijd van kleine incidenten wordt op deze manier verkort. De Stichting Incident Management Nederland heeft deze maatregel verder uitgewerkt, door Nederland in te delen in rayons en per rayon bergingbedrijven te contracteren. Het is dus bij de meldpunten bekend welke berger er bij een bepaald incident dient te worden gewaarschuwd. Nadeel van de maatregel is dat er niet altijd een berger nodig is op de incidentlocatie. Wanneer dit het geval is, en er door de berger een vergeefse rit is gemaakt, worden de kosten van deze rit betaald door Rijkswaterstaat.

De landelijke vrachtautoregeling

Een gelijksoortige regeling als de landelijke personenauto regeling is getroffen voor vrachtauto's. De kern van deze maatregel is dat de meldkamer bij een incidentmelding met een vrachtauto als botspartner een politiepatrouille naar de locatie van het incident stuurt. Na een beoordeling van de incidentsituatie, wordt het Centraal Meldpunt Vrachtautoberging (CMV) gewaarschuwd, die vervolgens een door RWS gecontracteerde zware berger waarschuwt. In het verleden gebruikten vrachtauto's vaak eigen bergers. Dit had een negatief effect op de afhandelingstijd van het incident. Met de gecontracteerde bergers met elk een toegewezen rayon wordt de afhandelingstijd van het incident drastisch verkort.

Om deze maatregel soepel in te voeren en de aanbesteding van bergers eerlijk te laten verlopen is er de Stichting Incident Management VrachtAuto's (STIMVA) in het leven geroepen. STIMVA is opgericht voor de centrale coördinatie van de inzet van bergingspersoneel en materieel. Het is een samenwerkingsverband van het Verbond van

Verzekeraars, de brancheorganisaties Transport Logistiek Nederland (TLN), Ondernemersorganisatie voor logistiek en transport (EVO), Koninklijk Nederlands Vervoer (KNV) en Rijkswaterstaat. Deze partners hebben de zorg op zich genomen het CMV in te richten en te exploiteren, alsmede een Salvage Transport Incident (STI) in het leven te roepen. De STI-deskundige is een bergingsdeskundige die de hulpverleners en de wegbeheerder adviseert met betrekking tot de eerste berging met vrachtauto's. De STI-deskundige (ook wel vrachtwagendeskundige genoemd) is een schade expert op het gebied van voertuig-, lading- en milieuschade. De expert adviseert over de wijze van bergen, de belangen van de verschillende partijen in ogenschouw nemend.

Samenwerking en organisatie

Om als hulpverlener van elkaars taken op de hoogte te zijn en ervoor te zorgen dat de hulpverlening op de locatie van het incident in goede banen wordt geleid, is er in het IM-beleid veel aandacht besteed aan de organisatie van de hulpverlening op de incidentlocatie. Dit onderdeel van het IM-beleid is vooral gericht op het versnellen van het hulpverleningsproces en de kwaliteit van de hulpverlening te verbeteren. Er zijn een aantal maatregelen getroffen teneinde deze doelstelling te bereiken.

Allereerst is er een CoördinatieTeam Plaats Incident (CTPI) in het leven geroepen, bestaande uit medewerkers van politie, brandweer, ambulance en Rijkswaterstaat. Voor grotere incidenten geldt, dat van elke hulpdienst de medewerker die als eerste ter plaatse is (of een later ter plaatse gekomen leidinggevende), plaats neemt in het CTPI. Deze medewerker is op de incidentlocatie aanspreekpunt voor zijn hulpdienst. Het CTPI bepaalt de aanpak van de afhandeling en maakt onderling afspraken over de uit te voeren werkzaamheden. Dit leidt tot een meer parallelle uitvoer van de taken, in plaats van dat deze opeenvolgend worden uitgevoerd.

In het CTPI neemt dus ook een medewerker van Rijkswaterstaat plaats. In 2004 is er vanuit Rijkswaterstaat begonnen met het opleiden van weginspecteurs en calamiteitcoördinatoren (onder de noemer IM⁺). Bij melding van een incident gaat er nu in beginsel altijd een weginspecteur naar de incidentlocatie.

Ten tweede is er een tweetal documenten opgesteld die ervoor moet zorgen dat alle hulpdiensten in het geval van een incident weten wat hun taken zijn. Het Rood-Blauwe boekje (VCNL, 2007) geeft voor de politie, brandweer, ambulance, Rijkswaterstaat en de bergers een overzicht van de taken in het afhandelingsproces van een incident. Aan de ene kant geeft het boekje een checklist voor de medewerkers van de betreffende meldkamer. De uitvraagprocedure bij de melding wordt doorgenomen, er wordt aangegeven wie er verder aangestuurd dient te worden, en met wie er overlegd en gecommuniceerd dient te worden. Aan de andere kant bestaat het boekje uit richtlijnen voor de aanrijdende hulpverlener. Per fase van het incident wordt een overzicht gegeven van de taken van de hulpverlener met het oog op veiligheid, hulpverlening, informatie en coördinatie.

Het tweede document is de 'Richtlijn Eerste Veiligheidsmaatregelen bij Incidenten'. In dit document wordt de aandacht vooral gevestigd op een eerste beveiliging van de incidentlocatie. De hulpverlener die als eerste op de incidentlocatie arriveert, dient zich aan het principe van de zes V's te houden. Deze eerste veiligheidsmaatregelen worden in de Richtlijn uitgelegd. De zes V's bestaan uit:

- Veiligheidsruimte. Er moet een veiligheidszone van honderd meter tussen het hulpvoertuig en het incident aanwezig zijn.
- Voertuig als buffer. Het voertuig van de hulpdienst dient in een fend-off positie schuin op de weg te worden geplaatst.
- Veiligheidskleding. Elke hulpverlener op de incidentlocatie moet een reflecterend veiligheidsvest aan.
- Verkeersregels. Door het plaatsen van kegels wordt de incidentlocatie zichtbaar afgeschermd.
- Verkeerssignalering. Wanneer er verkeerssignalering aanwezig is, biedt dit een extra mogelijkheid de incidentlocatie te beveiligen door het afkruisen van rijstroken.
- Vrijhouden van aan- en afvoeroute. De hulpdiensten dienen zodanig in lijn met het incident te parkeren, dat de hulpverleners hun werk kunnen doen, de vluchtstrook vrij blijft voor aan- en afvoer van hulpdiensten en de eventuele extra capaciteit wordt benut voor de doorstroom van voertuigen. Hierbij moet de bufferzone wel vrij blijven.

Vervoer gevaarlijke stoffen

Naast algemene richtlijnen voor veiligheidsmaatregelen tijdens incidenten, zijn er ook richtlijnen opgesteld voor het werken op incidentlocaties waar er gewerkt wordt met gevaarlijke stoffen. In deze richtlijnen wordt de nadruk gelegd op eigen veiligheid, het herkennen van gevaarlijke stoffen, en het Coördinatie Team Gevaarlijke Stoffen (CTGS).

Bij een ongeval met gevaarlijke stoffen wordt de rijbaan vaak afgesloten. Deze relatief gecompliceerde ongevallen vragen vaak de expertise van verschillende disciplines om een zo veilig mogelijk afhandeling te garanderen. Ervaring met soortgelijke situaties is hierin ook belangrijk. Daarom is het belangrijk dat er bij een incident met gevaarlijke stoffen niet alleen een Coördinatie Team Plaats Incident (CTPI) wordt gevormd, maar ook een Coördinatie Team Gevaarlijke Stoffen (CTGS). Bij alle disciplines zijn specialistische diensten die getraind zijn in het omgaan met gevaarlijke stoffen. Met het vormen van een Coördinatie team Gevaarlijke Stoffen wordt structuur gegeven aan het noodzakelijke overleg over de veilige afhandeling van het incident. De specialisten van de verschillende disciplines overleggen met elkaar wat in de gegeven situatie een veilige en efficiënte wijze van afhandelen van het incident is. Dit resulteert in een unaniem en bindend advies aan het CTPI.

Bij de brandweer zijn er de Regionaal Officieren Gevaarlijke Stoffen (ROGS) en de Adviseurs Gevaarlijke Stoffen (AGS); bij de politie is er een tak van specialisten aanwezig bij het KLPD; bij de medische hulpverlening zijn er gezondheidkundig adviseurs gevaarlijke stoffen

(GAGS), medisch milieukundigen of vergelijkbare functionarissen; en bij Rijkswaterstaat is er de afdeling Inspectie Verkeer en Waterstaat (IVW).

IM-informatiesysteem

Om meer grip te krijgen op de realisatie van de IM-doelen, is het VerkeersCentrum Nederland (VCNL) in 2004 van start gegaan met het project 'ICT-IMIS' (Incident Management Informatie Systeem), het zogenaamde 'IM-monitoring'. Hierdoor wordt het mogelijk om IM te monitoren op basis van genomen maatregelen en bereikte effecten. De gegevens van verschillende partijen (CMI/CMV, RWS, KLPD en regiopolitie) worden systematisch verzameld, bewerkt en maandelijks geactualiseerd. Daarbij wordt ook gebruikgemaakt van de data die door de Stichting Incident Management Nederland (SIMN) bijgehouden wordt ten behoeve van de uitvoering van de momenteel contractueel verplichte registratie van aanrijtijden door bergers.

If you can steer it, clear it! (Blikschade? weg vrij!)

Het IM-beleid in de VS is erg gericht op incidenten zonder letsel. Er zijn al veel publicaties gedaan over hoe voertuigen veilig kunnen worden verplaatst na een incident. Via de media wordt ook nadruk gelegd op het verplaatsen van het voertuig naar de vluchtstrook onder het motto: If you can steer it, clear it! In verschillende staten zijn de wetten op dit gebied aangepast, zodat het nu verplicht is het voertuig naar de vluchtstrook te verplaatsen. Dit gaf de politie de mogelijkheid de zogenaamde push-bumpers in te zetten om voertuigen te verplaatsen. Ook in de VS is er begonnen aan het uitbesteden van bergingen. Bij een incident zorgt de politie voor berging door een bergingsbedrijf in de omgeving op te roepen. Er wordt hier gesproken over 'Towing by agreement, not by contract'. Ook zijn er First Response Vehicles, die ervoor zorgen dat gestrande voertuigen sneller worden weggesleept. Deze patrouillerende sleepauto's zijn reeds in zestig procent van de incidenten present om de voertuigen te bergen. In Nederland is ditzelfde principe nu in het project Blikschade? Weg vrij!

Toekomst van IM in Nederland

Bovenstaande maatregelen worden op nationale schaal en op een uniforme wijze toegepast, waarbij de betrokken hulpverlenende instanties op een onderling afgesproken wijze samenwerken. Door deze aanpak is er een hogere mate van professionaliteit in het afhandelingproces van een incident bereikt (Immers, 2007). In de toekomst echter zal het wegennet steeds intensiever worden gebruikt waardoor de kans op een incident toeneemt en de gevolgen van een incident steeds groter worden. Er is dus behoefte aan het verder ontwikkelen van het IM-beleid. Er wordt momenteel gewerkt aan een Visie Incident Management 2006-2012 (Immers, 2007) waarin een strategische visie wordt ontwikkeld voor de verdere toepassing van IM op het Nederlandse wegennet. Er wordt gezocht op welke plekken in het beleid er mogelijkheden zijn verbeteringen aan te brengen in het

IM-proces. Aan de hand van nationale beleidsplannen als de Nota Mobiliteit, de Visie Verkeersmanagement en de Visie Verkeersinformatie kunnen er bepaalde ambities met betrekking tot IM worden geformuleerd. De Visie Incident Management is samen te vatten in een vijftwintig aanbevelingen richting de overheid. Aan de overheid de taak om deze aanbevelingen om te zetten in acties voor de toekomst.

Dit is een samenvatting van een interview met Michel de Korte, medewerker van de Wegenwacht (ANWB). Dit interview is telefonisch afgenomen, d.d. 5 oktober 2007.

Incidenten

In principe maakt de wegenwacht het onderscheid tussen een drietal soorten incidenten;

1. Normaal incident

Bij deze incidenten kan er op de locatie van het incident getracht worden het voertuig weer aan de praat te krijgen.

2. LBI incident

De wegenwacht houdt een database bij waarin locaties staan vermeld die volgens de ANWB als te gevaarlijk worden verondersteld voor directe reparatie van het voertuig. Bij incidenten op zulke locaties (Locatie Bijzondere Inzet) stuurt de ANWB daarom naast de wegenwacht ook een lepelvoertuig mee. Dit lepelvoertuig zorgt ervoor dat het voertuig van de LBI naar een veiligere locatie wordt gebracht. Elke LBI in de database heeft een eigen veiligstellocatie. Op de veiligstellocatie kan er verder aan het voertuig worden gewerkt.

3. IM incident

Bij incidenten op de rijstroken, op de linkervluchtstrook op in tunnels, wordt er geen wegenwacht naar de incidentlocatie gestuurd. De melding wordt doorgestuurd naar de meldkamer van Rijkswaterstaat, die dan de IM berging in werking stelt. De ANWB verzoekt de klant weer contact op te nemen wanneer die op het terrein van de berger is aangekomen.

Meldingen

Verreweg de meeste meldingen komen binnen via particulieren. Van particuliere meldingen komt weer het overgrote deel via de mobiele telefoon binnen, en een klein gedeelte via de praatpalen langs de snelweg (2%). Naast meldingen van particulieren komen er ook meldingen binnen van de verkeerscentrales van RWS alsmede via de weginspecteurs van RWS.

Wegsleepregeling

Wanneer een voertuig naar een eerste inspectie niet gerepareerd kan worden, zijn er drie mogelijkheden om het voertuig van de vluchtstrook af te krijgen. Voor de korte afstanden kan ervoor gekozen worden via een kabel of trekstang het voertuig naar een veilige locatie af te voeren. Voor de langere afstanden wordt een lepelvoertuig gebruikt. Wanneer het voertuig niet gerepareerd kan worden, zet de ANWB een berger in. De berging van voertuigen gaat niet zoals die bij IM berging, waar er een aanbesteding is gedaan van bergers. De ANWB heeft een

eigen dochteronderneming, Logics, die de berging van voertuigen regelt. Logics heeft net als RWS contracten met bergers. Deze contracten zorgen echter niet voor een landelijke dekking. Het uitgangspunt van Logics is daarom zo efficiënt mogelijk de ritten te verdelen, zodat er weinig 'lucht wordt vervoert'.

Registratie

In principe worden alleen IM incidenten (categorie 3) gemeld en dus geregistreerd door Rijkswaterstaat. De andere incidenten worden wel geregistreerd, maar door de ANWB zelf, en daarom zullen deze meldingen niet voorkomen in de incidenten database van RWS. De ANWB is sinds 1 juni jongstleden wel bezig met een proef om alle incidenten op de A1, A2, A27 en A28 in de driehoek Amsterdam – Utrecht – Amersfoort te registreren. Uit evaluatie van deze proef zal moeten blijken of het voor RWS nuttig is om zoveel extra informatie over incidenten in de database te hebben. Het gaat hier om ongeveer 300 extra incidenten per dag.

Veiligheidsrichtlijnen

Voor de medewerkers van de pechhulpdiensten gelden op de incidentlocaties dezelfde veiligheidseisen als voor andere hulpverleners in het IM proces, zoals beschreven in de Richtlijn Eerste Veiligheidsmaatregelen bij Incidenten.

Aanrijtijden

Over de aanrijtijden kon de medewerker van de ANWB weinig kwijt, omdat het hier bedrijfsinformatie van de ANWB betrof. De beleidsregel voor een incident met algemene prioriteit op de snelweg is dat de wegwacht binnen 20 minuten op de incidentlocatie aanwezig moet zijn. Deze aanrijtijd wordt niet altijd gehaald.

Over de verblijfsduur van de wegwacht op de incidentlocatie zijn afspraken gemaakt met RWS. De wegwacht probeert in elk geval zo kort mogelijk op de incidentlocatie aanwezig te zijn. Hoelang dit is hangt af van de omstandigheden (weer, verkeersaanbod). Een eerste diagnose van het pechgeval moet dan uitwijzen of er wordt weggesleept, of dat er ter plekke reparatie wordt uitgevoerd.

Tracé studiegebied

Het gekozen studiegebied voor de risicoanalyse is een deel van het tracé van de A28 op het traject Zwolle – Meppel. Deze studie beslaat beide weghelften van dit tracé. Het gekozen tracé loopt vanaf Knooppunt Hattemerbroek (A28-A50) als 2x3-strooks snelweg (2 rijstroken, een spitsstrook en een vluchtstrook) in noordelijke richting over de IJssel door het centrum van Zwolle. De A28 loopt dan tot afslag Ommen door als 3-strooks snelweg, waarna de spitsstrook eindigt. Het overige deel is 2-strooks, tot aan knooppunt Lankhorst (A28-A32). Het totale tracé heeft een lengte van 26 kilometer en zes afslagen (afslagen 18 tot en met 23). Het tracé verloopt nagenoeg vlak. Vanaf de IJsselbrug tot aan het einde van het centrum van Zwolle is de A28 verhoogd aangelegd.

Woonkernen

Er worden in totaal twee woonkernen doorkruist. De belangrijkste van deze kernen is Zwolle (120.000 inwoners). De A28 loopt langs het oude stadscentrum heen (Figuur C 1-4).

Het noordelijk deel van het tracé doorkruist het dorp Staphorst. De bebouwing bestaat hier voornamelijk uit woongebied. Vlak voor Staphorst ligt het dorp Rouveen (figuur xx-1), waar de A28 langs loopt. De bebouwing in Rouveen bevindt zich voornamelijk langs de Oude Rijksweg, die loopt parallel aan de A28 van afslag 22 (Nieuwleusen) tot aan Staphorst (23).

De omgeving van de A28 tussen Zwolle en Staphorst bestaat voornamelijk uit land bestemd voor akkerbouw en vooral veeteelt.

Functie en problematiek

De A28 vervult een belangrijke rol in de afwikkeling van verkeer op verschillende niveaus. Op internationaal niveau is de A28 een schakel tussen de Randstad en Noord-Duitsland en Scandinavië. Op nationaal niveau vormt de A28 de hoofdverbinding tussen de Randstad en Midden-Nederland (Utrecht, Amersfoort) met Noord-Nederland (Groningen, Assen, Leeuwarden). Omdat bij Hattemerbroek de A28 en de A50 samenkomen en bij Lankhorst de A28 zich weer opsplijt in de A28 en de A32, is dit gedeelte van de A28 van groot belang voor de ontsluiting van Noord-Nederland. Op lokaal en regionaal niveau fungeert de A28 als verbinding voor het verkeer binnen het stadsgewest Zwolle. Mede door o.a. het beperkt aantal rivieroverschrijdende verbindingen maakt ook relatief veel lokaal verkeer gebruik van de A28.

Het gevolg van deze belangrijke functie is dat het traject vaak onder druk staat, zie tabel. De hoogste Intensiteits-Capaciteitsverhouding (I/C) komt voor op het wegvak Ommen-Nieuwleusen, waar de spitsstrook eindigt en de snelweg dus een rijstrook verliest.

.....
Figuur C 1 Overzicht van het studiegebied



Tabel 24 Intensiteiten wegvakken A28

Wegvak A28	2003 (mvt/etmaal)	2010 (mvt/etmaal)	2020 (mvt/etmaal)	I/C 2003	I/C 2010
Hattermerbroek – Zwolle Zuid	106.000	122.000	140.000	0,85	0,93
Ommen – Nieuwleusen	77.000	87.000	94.000	1,02	1,05
Nieuwleusen – Staphorst	74.000	83.000	90.000	0,90	0,93
Staphorst - Lankhorst	73.000	83.000	91.000	0,89	0,94

(Bron: Startnotitie A28 Zwolle - Meppel)

Maatregelen

Op de A28 tussen de knooppunten Hattermerbroek en Lankhorst treedt regelmatig filevorming op. Voor een deel van dit traject is hier in 2004 wat aan gedaan. Het capaciteitsknelpunt ter hoogte van Zwolle op de A28 is destijds opgelost door de openstelling van spitsstroken tussen de afslagen Zwolle Zuid (18) en Ommen (21). Op dit traject is met de openstelling van deze spitsstroken ook begonnen met verkeerssignalering en monitoring van de verkeersstroom door middel van videocamera's.

De aansluitende wegvakken, knooppunt Hattermerbroek tot afslag Zwolle Zuid en afslag Ommen knooppunt Lankhorst, zullen zonder extra capaciteitsvergrotenende maatregelen de groei van het verkeer niet kunnen verwerken. In de toekomst zal dit probleem voor de doorstroming alleen maar groter worden. Er bestaan daarom plannen om ook deze wegvakken uit te breiden (RWS-ON, 2005)

Mogelijke omleidingen

Bij grotere incidenten bestaat er de kans dat de volledige rijbaan afgesloten moet worden. In dit geval zal in sommige gevallen het verkeer omgeleid moeten worden over het onderliggend wegennet (OWN). In dit studiegebied bestaan er diverse mogelijkheden het verkeer in dergelijke situaties om te leiden. In het gebied rond Zwolle kan het verkeer over de rondwegen rondom het centrum worden omgeleid. Wanneer er een omleiding dient te worden verzorgd op het wegvak afslag Nieuwleusen – afslag Staphorst, kan dit over de Oude Rijksweg door Rouveen gebeuren. Op het tussenliggende wegvak (Afslag Ommen – afslag Nieuwleusen) zijn de mogelijkheden tot

omleiden beperkter en over het OWN worden omgeleid. De omleidroutes binnen Zwolle zijn te zien in Figuur C 2. In alle gevallen komt het OWN onder extra druk te staan. De kans op een ongeval is hoger op het OWN. Het is daarom ook beleid bij incidenten op snelwegen zo min mogelijk om te leiden over het OWN.

Figuur C 2 Mogelijke omleidingen in Zwolle



Er zal via een actoren analyse van de verschillende actoren rond een incident een overzicht worden verkregen van mogelijke deelnemers aan het Delphi onderzoek. Randvoorwaarde voor deelname is dat er enige expertise aanwezig moet zijn rond veiligheidsrisico's rond incidenten.

Slachtoffers en weggebruikers

De eerste actor die een rol speelt in het proces rond een incident is de bestuurder van het voertuig die verwickeld is in een incident en de weggebruikers op de weg voor, achter en naast het incident. De expertise van de slachtoffers en weggebruikers is in beginsel niet voldoende om deel te nemen aan een Delphi methode. De slachtoffers en weggebruikers worden echter wel gerepresenteerd door diverse organisaties. Bij slachtoffers valt hierbij te denken aan Slachtofferhulp, die klaarstaat na een incident om de zaken door te spreken met slachtoffers, maar ook met veroorzakers. De weggebruikers worden in geval van kleinere incidenten vaak geholpen door de Wegenwacht van de Algemene Nederlandse WielrijdersBond (ANWB).

Actoren in de hulpverlening

Het meest voorkomende incident op de Nederlandse snelwegen is een pechgeval. Bij zo een kleinschalig incident is het tegenwoordig beleid om een berger en een patrouille van de politie op pad te sturen. Deze organisaties zouden dus in principe een bepaalde mate van ervaring bezitten met de risico's die de hulpverleners lopen bij incidenten, gezien het feit dat van de hulpverleningsdiensten, zij het vaakst blootgesteld worden aan deze risico's. Een vertegenwoordiger van de bergingsbedrijven en een medewerker van de KLPD zijn daarom potentiële deelnemers.

Als het gaat om overlevingskansen van slachtoffers en risico's van het werken onder druk op de incidentlocatie, bezit de GGD over aardig wat expertise. Een aanspreekpunt van de GGD kan dus ook als deelnemer van de analyse worden gezien. Ook de brandweer moet vaak op de locatie van een ongeval onder druk en met gevaar voor brand en explosie aan het werk. Een medewerker van de brandweer zou nuttig zijn op het gebied van risico's voor de hulpverleners en externe veiligheid.

Voor het inventariseren van regiospecifieke risico's, oftewel specifieke risico's van het gekozen studiegebied, kan een weginspecteur van de lokale afdeling van Rijkswaterstaat erg waardevolle informatie geven. Een inspecteur met lokale expertise is daarom zeker welkom in een expertpanel.

Actoren in de onderzoeksinstituten

In Nederland zijn er diverse actoren in het onderzoek op het gebied van verkeer en vervoer actief. Binnen deze actoren bestaat er een ruime

hoeveelheid aan expertise op verschillende vlakken van het veiligheidsspectrum.

De Adviesdienst Verkeer en Vervoer is het onderzoeksinstituut van Rijkswaterstaat, die door de inbreng van kennis mede verantwoordelijk is voor het verbeteren van het verkeer- en vervoersysteem in Nederland. Binnen de AVV zijn diverse veiligheidsexperts aanwezig, bijvoorbeeld op het gebied van wegontwerp, IM, risicomanagement en menselijk gedrag.

Het instituut voor verkeersveiligheid is echter de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV). Het onderzoeken en verbeteren van de verkeersveiligheid in Nederland is hun enige bezigheid. Binnen het SWOV zullen er daarom ook experts rondlopen die vanuit verschillende invalshoeken geschikt zijn voor deelname aan de Delphi methode. Een ander instituut in het veld van veiligheid is de Onderzoeksraad voor Veiligheid. Via evaluaties en analyses van ongevallen doen ze aanbevelingen voor het aanpassen van beleid en infrastructuur. Deze expertise is erg nuttig voor dit onderzoek.

De Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO). Op het gebied van veiligheid houden ze zich vooral bezig met maatschappelijke veiligheid. Voor dit onderzoek zou hun expertise op het gebied van externe veiligheid uitkomst bieden. Ze doen bovendien ook onderzoek naar bereikbaarheid.

Ook de Technische Universiteit Delft is een onderzoeksinstituut. Aan de TU Delft wordt veel ondersteunend onderzoek gedaan, of onderzoek in samenwerking met eerdergenoemde instanties of consultants. Op de faculteit Civiele Techniek is op de afdeling Transport & Planning een flinke dosis expertise aanwezig op het gebied van verkeerskunde en verkeersmanagement. Er bestaat geen leerstoel verkeersveiligheid. Op de faculteiten van Technische Bestuurskunde (TB) bestaat er een afdeling risicomanagement.

Tenslotte kan er ook nog gekeken worden naar experts in het buitenland. Experts van buiten Nederland zullen wellicht een andere visie hebben op bepaalde problematiek dan Nederlandse experts. Bovendien wordt er ook in andere landen gewerkt aan een verkeersveiligheidsbeleid.

Het panel

Uit deze actorenanalyse kan nu een voorlopige lijst worden samengesteld van disciplines van potentiële panelleden.

- Slachtofferhulp
- ANWB
- Bergingsdienst
- KLPD
- GGD
- Brandweer
- RWS Oost Nederland
- AVV
- SWOV en OvV
- TNO
- TU Delft
- Universiteit van Leuven

Bijlage E Uitnodiging Delphi onderzoek

LS,

Sinds juli van dit jaar ben ik als afstudeerder verbonden aan de Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV) van Rijkswaterstaat. Als afstudeeronderzoek ga ik de effecten van Incident Management (IM)maatregelen bepalen op de veiligheid en de capaciteit rond een incident.

Als eerste stap in het onderzoek naar de effecten van IM op de veiligheid rond een incident, is het nodig een goed overzicht te verkrijgen van de risico's in de verschillende fases van een incident voor de diverse risicolopende groepen. Dit zal gemeten worden aan de hand van een kwalitatieve risicoanalyse met behulp van de Delphi methode. Voor deze Delphi is er een panel van experts nodig op het gebied van veiligheid rond incidenten. Elk van de panelleden die worden geselecteerd, hebben een specifieke expertise op het gebied van veiligheid rond incidenten.

Mijn vraag aan u is of u zou willen deelnemen aan deze Delphi als lid van het expert-panel. Uw expertise zal mij helpen om tot een goed overzicht te komen van de verschillende risico's rond een incident. Als bijlage bij deze brief heb ik een inleiding op het onderwerp meegestuurd met daarin ook verdere informatie over deze Delphi, Delphi in het algemeen en wat er van u wordt verwacht. Ik zou u willen vragen deze informatie door te nemen. Vervolgens hoor ik graag of u uw medewerking wilt verlenen.

Ik hoop u bij deze voorlopig voldoende te hebben geïnformeerd. Voor vragen kunt u altijd contact met mij opnemen via de contactgegevens boven aan deze brief. Met het oog op een snelle doorlooptijd van dit onderzoek, zou ik u willen verzoeken om uiterlijk voor [datum] te reageren.

Met vriendelijke groet,
Koen Adams

Noot: Met deze brief werd ook een inleiding op de Delphi verstuurd, met informatie over de scenario's, het studiegebied en het onderzoek

Bijlage F Resultaten Delphi onderzoek

In deze bijlage wordt een overzicht gegeven van de resultaten van het Delphi onderzoek dat is ondernomen om een overzicht te verkrijgen van de risico's rond incidentsituaties.

Er is gewerkt met een drietal scenario's:

- Scenario I – Een pechgeval op de vluchtstrook
- Scenario II – Een ongeval op de rijbaan (kop-staartbotsing)
- Scenario III – Een calamiteit met een tankauto

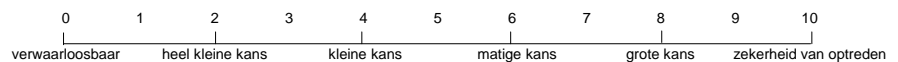
Per scenario wordt er een overzicht gegeven van de resultaten, met:

- In tabelvorm een overzicht, per tijdsfase per risicogroep, van het maatgevend geïdentificeerde risico, met de gemiddelde kwalitatieve waarden van de kans van optreden, de gevolgen en het risico (er is gemiddeld over alle experts).
- In tabelvorm een overzicht, per tijdsfase per risicogroep, van het minimaal en maximaal geïdentificeerd risico, alsmede de standaarddeviatie.
- In grafiek vorm een overzicht van de risico's voor de risicogroepen.

Voor dit onderzoek is er een schaling voor de kans en het gevolg toegepast:

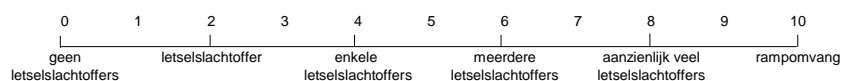
Voor de kans:

Figuur D 1 Schaling van de kans



Figuur D 2 Schaling van de gevolgen in termen van letselslachtoffers

Voor de gevolgen (in termen van letselslachtoffers):



Scenario I – Een pechgeval op de vluchtstrook

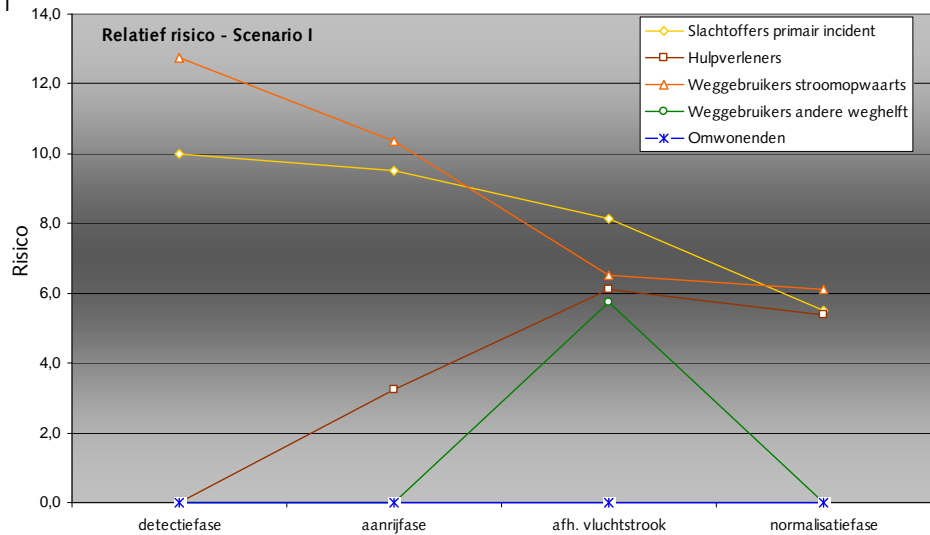
Tabel 25 Geïdentificeerd risico, met daaronder (kans, gevolg, risico) voor scenario I

	Detectiefase	Aanrijfase	Afhandelingsfase rijstroken	Afhandelingsfase vluchtstrook	Normalisatiefase
gedupeerde incident	aanrijding van gestrande voertuig. 3,3 2,8 10	aanrijding van gestrande voertuig. 3,5 2,6 9,5		aanrijding van het gestrande voertuig. 2,9 2,5 8,1	bergingsvoertuig wordt aangereiden 2,4 2,3 5,5
hulpverlening		pechhulpdienst wordt aangereiden 1,9 1,6 3,3		aanrijding van beveiligde zone. 2,5 2,4 6,1	nieuw incident bij het opruimen en 2,6 2 5,4
weggebruiker stroomopwaarts	kop-staart botsing achter primair incid. 3,9 3 12,8	weggebruiker rijdt in op het gestrande 3,1 3 10,4		aanrijding van het gestrande voertuig 2,5 2,6 6,5	weggebruiker rijdt in op de beveiligde 2 2,6 6,1
weggebruiker andere wegheft				risico van secundair incident a.g.v. 2,4 1,9 5,8	
omwonenden					

Tabel 26 Statistische indicatoren van de antwoorden voor scenario I

	Detectiefase			Aanrijfase			Afhandelingsfase rijstroken	Afhandelingsfase vluchtstrook			Normalisatiefase		
	min	max	st.dev.	min	max	st.dev.		min	max	st.dev.	min	max	st.dev.
gedupeerde incident	2	25	8,3	2	18	5,8		2	25	7,9	2	12	4,2
hulpverlening				1	8	2,5		2	15	4,2	1	12	3,3
weggebruiker stroomopwaarts	3	25	8,9	2	25	8		2	15	4,1	1	20	6,1
weggebruiker andere wegheft								1	18	6,8			
omwonenden													

Figuur D 3 Relatief risico voor scenario I



Scenario II – Een ongeval op de rijbaan (kop-staartbotsing)

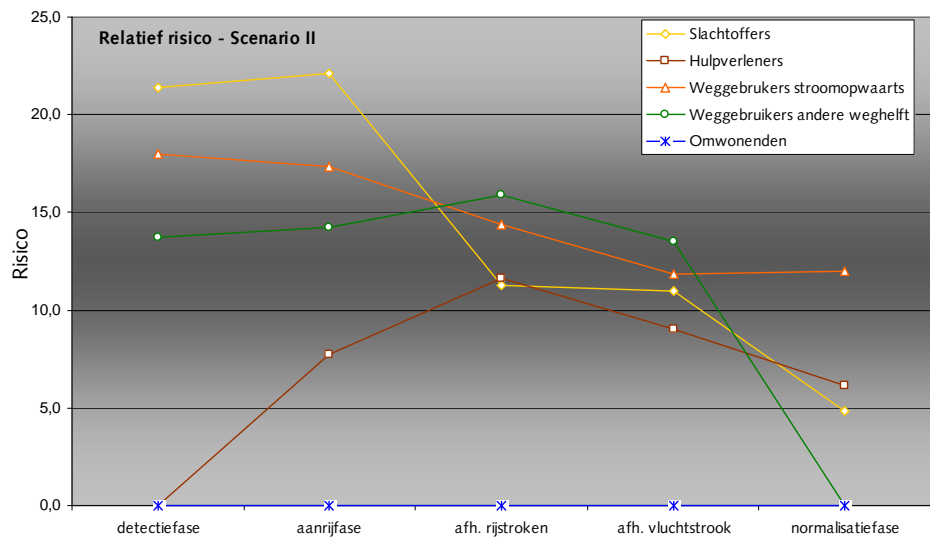
Tabel 27 Geïdentificeerd risico, met daaronder (kans, gevolg, risico) voor scenario II

	Detectiefase	Aanrijfase	Afhandelfingsfase rijstroken	Afhandelfingsfase vluchtstrook	Normalisatiefase
gedupeerde incident	nieuwe aanrijding gestrand voertuig 5,3 3,9 21,4	nieuwe aanrijding van gestrande 5,5 3,9 22,1	aanrijding van beveiligde zone. 3,4 3,5 11,3	risico van overrijden aan letsel. 3,3 3,6 11	nieuw incident bij verlaten locatie. 1,9 2,8 4,9
hulpverlening		hulpdienst betrokken bij aanrijding 3,3 2,3 7,8	aanrijding van beveiligde zone. 3,3 3,5 11,6	aanrijding van de beveiligde zone. 2,8 3,5 9	nieuw incident bij verlaten locatie. 2,6 2,6 6,1
weggebruiker stroomopwaarts	secundair incident achter primair 5,5 3,4 18	secundair incident achter primair 5,1 3,5 17,4	secundair incident achter primair 4,4 3,5 14,4	secundair incident achter primair 3,3 3,5 11,9	secundair incident achter primair 3,4 3,4 12
weggebruiker andere weghelft	secundair incident andere weghelft 4 3,4 13,8	secundair incident andere weghelft 4,3 3,4 14,3	secundair incident andere weghelft 4,6 3,4 15,9	secundair incident andere weghelft 3,9 3,4 13,5	
omwonenden					

Tabel 28 Geïdentificeerd risico, met daaronder (kans, gevolg, risico) voor scenario II

	Detectiefase			Aanrijfase			Afhandelfingsfase rijstroken			Afhandelfingsfase vluchtstrook			Normalisatiefase		
gedupeerde incident	min	max	st.dev.	min	max	st.dev.	min	max	st.dev.	min	max	st.dev.	min	max	st.dev.
	12	49	13,5	10	49	12,4	4	20	5,1	3	24	6,3	1	8	2,2
hulpverlening				min	max	st.dev.	min	max	st.dev.	min	max	st.dev.	min	max	st.dev.
				2	20	5,5	6	25	7,2	3	15	4	2	12	3,3
weggebruiker stroomopwaarts	min	max	st.dev.	min	max	st.dev.	min	max	st.dev.	min	max	st.dev.	min	max	st.dev.
	6	30	8,1	10	30	6,5	6	30	7,5	3	30	9,5	3	30	10,1
weggebruiker andere weghelft	min	max	st.dev.	min	max	st.dev.	min	max	st.dev.	min	max	st.dev.			
	6	24	6,6	8	24	6,5	6	25	8,1	4	24	7,5			
omwonenden															

Figuur D 4 Relatief risico voor scenario II



Scenario III – Een calamiteit met een tankauto

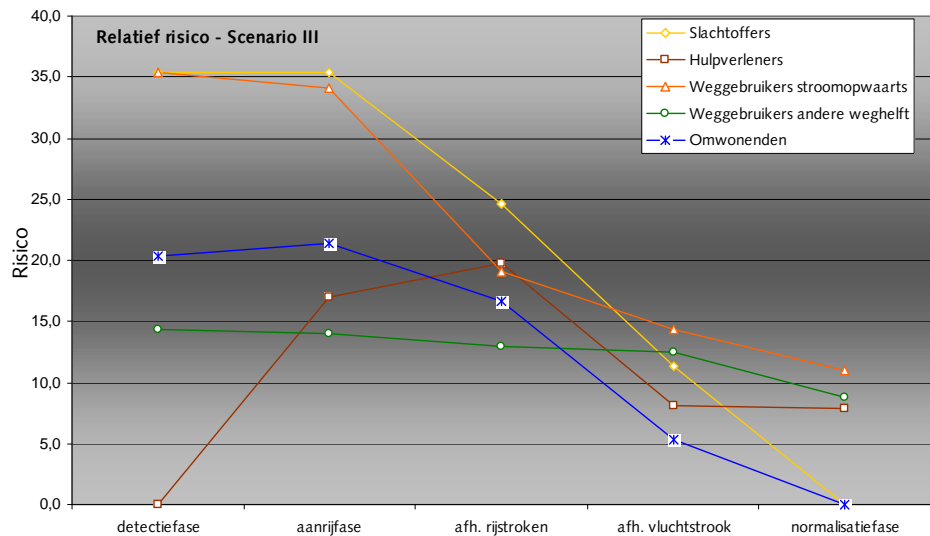
Tabel 29 Geïdentificeerd risico, met daaronder (kans, gevolg, risico) voor scenario III

gedupeerde incident	nieuwe aanrijding door verkeer	nieuwe aanrijding door verkeer	risico van overlijden aan letsel.	risico van overlijden aan letsel.																																									
	5,6	6,4	35,4	5,6	6,4	35,4	4,9	5,1	24,6	3,1	3,1	11,4																																	
hulpverlening	ongevalsrisico tijdens aanrijden.			letselrisico door gaswolk.			beveiligde zone wordt aangereden.			incidentrisico bij opruimen/verlaten																																			
	3,9			4,1			17			4			4,9			19,8			2,6			3,4			8,1			2,9			2,8			7,9											
weggebruiker stroomopwaarts	risico van secundair incident door dV			risico van secundair incident door dV			risico van secundair incident door dV			risico van secundair incident door dV			snelheidsverschillen filekop.																																
	5,1			6,6			35,4			5,3			6,4			34,1			4,3			4,5			19,1			3,8			3,9			14,4			3,3			3,3			11		
weggebruiker andere wegheeft	risico van secundair incident door dV			risico van secundair incident door dV			risico van secundair incident door dV			risico van secundair incident door dV			risico van secundair incident door dV																																
	4,3			3,4			14,4			4,4			3,3			14			4			3,1			13			3,8			3,4			12,5			2,9			3,1			8,8		
omwonenden	letselrisico door gaswolk.			letselrisico door gaswolk.			letselrisico door gaswolk.			verhoogd ongevalsrisico door omleiding																																			
	3,4			5,9			20,4			3,5			5,9			21,4			2,9			5,6			16,6			2,3			2			5,4											

Tabel 30 Geïdentificeerd risico, met daaronder (kans, gevolg, risico) voor scenario III

	Detectiefase			Aanrijfase			Afhelingsfase rijstroken			Afhelingsfase vluchtstrook			Normalisatiefase		
gedupeerde incident	min	max	st.dev.	min	max	st.dev.	min	max	st.dev.	min	max	st.dev.	min	max	st.dev.
hulpverlening	12	70	17,2	12	70	17,2	6	48	14,5	1	30	9,8	3	20	5,7
weggebruiker stroomopwaarts	12	70	20,6	18	70	17,2	8	30	8,4	8	30	7,5	4	30	8,5
weggebruiker andere wegheeft	8	24	6	8	24	6	6	30	7,9	6	30	7,8	4	12	3
omwonenden	8	48	13,9	8	48	15,1	3	40	13	0	12	3,8			

Figuur D 5 Relatief risico scenario III



Bijlage G Berekening schaling risico's

Teneinde te bepalen of de grote spreiding in antwoorden invloed heeft gehad op de uitkomsten van het onderzoek, is er een schaling toegepast. In deze bijlage wordt een voorbeeldberekening gemaakt, opdat duidelijk wordt hoe de grafieken met geschaalde waarden zijn gevormd.

Er is voor gekozen als rekenvoorbeeld scenario II te nemen.

Afkortingen:

DF – Detectiefase

AF – Aanrijfase

AR – Afhandelingsfase rijbaan

AV – Afhandelingsfase vluchtstrook

NF – Normalisatiefase


A-H – De experts

gem. – het gemiddelde

In onderstaande figuur is links de gecombineerde matrix te zien van alle experts (A – H) voor de risicogroep slachtoffers. Alle experts hebben per fase kans en gevolg ingevuld, wat een risico maakt (kans x gevolg). Per expert zijn nu deze risico geschaald naar rijmaximum. Oftewel, per expert wordt gekeken naar het grootste risico. Dit risico krijgt waarde 10. De rest van de risico's wordt geschaald naar dit risico. Resultaat van deze actie is de matrix aan de rechterkant van Figuur G 1.

Figuur G 1 Van originele antwoorden naar geschaalde antwoorden voor de risicogroep slachtoffers

Slachtoffers	DF	AF	AR	AV	NF
A	12	18	12	12	3
B	20	20	5	5	6
C	35	24	12	12	8
D	49	49	15	10	5
E	12	28	12	12	6
F	15	10	10	10	1
G	12	12	4	3	6
H	16	16	20	24	4
gem.	21,4	22,1	11,3	11,0	4,9



DF	AF	AR	AV	NF
6,7	10,0	6,7	6,7	1,7
10,0	10,0	2,5	2,5	3,0
10,0	6,9	3,4	3,4	2,3
10,0	10,0	3,1	2,0	1,0
4,3	10,0	4,3	4,3	2,1
10,0	6,7	6,7	6,7	0,7
10,0	10,0	3,3	2,5	5,0
6,7	6,7	8,3	10,0	1,7
8,5	8,8	4,8	4,8	2,2

Wanneer over deze geschaalde resultaten weer per fase het gemiddelde wordt genomen (onderste rij), krijgt men de geschaalde resultaten voor de risicogroep slachtoffers.

Dit proces wordt voor alle risicogroepen uitgevoerd (met uitzondering van de omwonenden, hier waren geen risico's geïdentificeerd in dit scenario)

Figuur G 2 Van originele naar geschaalde antwoorden voor de rest van de risicogroepen

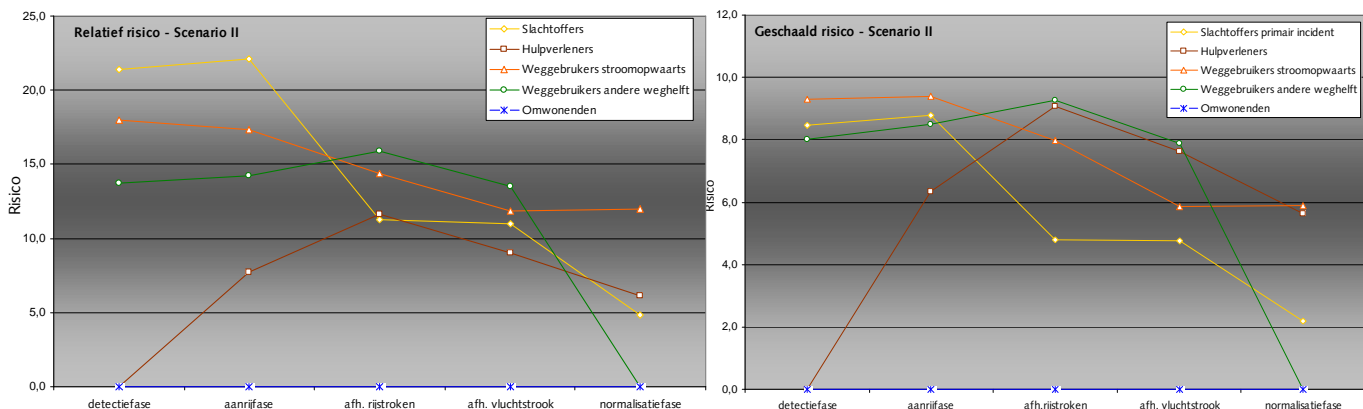
Hulpverleners											
	DF	AF	AR	AV	NF	DF	AF	AR	AV	NF	
A		6	10	10	10	0,0	6,0	10,0	10,0	10,0	
B		4	6	6	6	0,0	6,7	10,0	10,0	10,0	
C		20	12	8	4	0,0	10,0	6,0	4,0	2,0	
D		6	25	15	5	0,0	2,4	10,0	6,0	2,0	
E		10	8	12	6	0,0	8,3	6,7	10,0	5,0	
F		6	6	6	2	0,0	10,0	10,0	10,0	3,3	
G		2	6	3	4	0,0	3,3	10,0	5,0	6,7	
H		8	20	12	12	0,0	4,0	10,0	6,0	6,0	
gem.		7,8	11,6	9,0	6,1	0,0	6,3	9,1	7,6	5,6	

Weggebruikers stroomopwaarts											
	DF	AF	AR	AV	NF	DF	AF	AR	AV	NF	
A	25	20	15	15	20	10,0	8,0	6,0	6,0	8,0	
B	21	15	6	4	4	10,0	7,1	2,9	1,9	1,9	
C	30	30	30	30	30	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	
D	20	20	10	10	5	10,0	10,0	5,0	5,0	2,5	
E	20	20	20	20	20	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	
F	12	12	12	10	10	10,0	10,0	10,0	8,3	8,3	
G	10	12	12	3	4	8,3	10,0	10,0	2,5	3,3	
H	6	10	10	3	3	6,0	10,0	10,0	3,0	3,0	
gem.	18,0	17,4	14,4	11,9	12,0	9,3	9,4	8,0	5,8	5,9	

Weggebruikers andere weghelft											
	DF	AF	AR	AV	NF	DF	AF	AR	AV	NF	
A	16	16	24	20		6,7	6,7	10,0	8,3	0,0	
B	15	8	6	4		10,0	5,3	4,0	2,7	0,0	
C	24	24	24	24		10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	
D	20	20	25	20		8,0	8,0	10,0	8,0	0,0	
E	15	20	20	16		7,5	10,0	10,0	8,0	0,0	
F	6	10	10	10		6,0	10,0	10,0	10,0	0,0	
G	6	8	10	6		6,0	8,0	10,0	6,0	0,0	
H	8	8	8	8		10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	
gem.	13,8	14,3	15,9	13,5		8,0	8,5	9,3	7,9	0,0	

Wanneer dit proces voor alle risicogroepen is herhaald, kunnen alle gemiddeldes in een grafiek worden gezet. De grafiek met geschaalde uitkomsten is klaar. Hieronder staat de grafiek met geschaalde resultaten rechts, die met de originele antwoorden links.

Figuur G 3 Relatief en geschaald risico voor scenario II



Hier wordt een verantwoording gegeven voor de cijfers die gebruikt zijn om het onderzoek in hoofdstuk 3 te valideren (paragraaf 3.7.4)

Eerst een paar cijfers:

Aantal pechgevallen in 2007: 97654
Voertuigkilometers in 2006: 61,1 mld.
Groei vtgkm 2006-2007: 1,7%
Motorvoertuigenpark 2006: 9835793

Definitie:

Kans van optreden – de kans dat een bestuurder van een motorvoertuig betrokken raakt bij een bepaald incident.

Scenario I: Een pechgeval op de vluchtstrook

Dit scenario is gekozen omdat dit het meest voorkomende incident is. Uit de IM database voor een jaar zijn er bijna 100.000 incidenten met een gestrand voertuig (2007). Als men het aantal pechgevallen op jaarbasis deelt door het aantal motorvoertuigen krijgt men een kans van optreden van $2 \cdot 10^{-2}$. De voertuigkilometers op het HWN in 2007 bedroegen ongeveer 6,25 miljard vtgkm. Dit zijn 1,55 pechgevallen per miljoen vtgkm.

Uit dit scenario zijn een aantal risico's gehaald die vaak door het panel als maatgevend werden gekozen:

1. Aanrijding gestrand voertuig – vluchtstrookongeval
2. Kop-staart botsing – secundair ongeval

Aanrijding gestrand voertuig – vluchtstrookongeval

Met een vluchtstrookongeval wordt een ongeval verstaan waarbij een automobilist die op de snelweg rijdt dichtbij of op de vluchtstrook terechtkomt en daar in botsing komt met iets of iemand. In de statistiek is het erg lastig vluchtstrook ongevallen te definiëren en te vinden. Vaak wordt er in de ongevalregistratie geen melding gedaan van een vluchtstrook. De Onderzoeksraad voor de Veiligheid (OvV, toen nog de Raad Van TransportVeiligheid, RVTV) heeft in 2003 een groot onderzoek gedaan naar vluchtstrookongevallen (RVTV, 2003). Volgens dit onderzoek zijn er jaarlijks (1987 – 2001) tussen de 168 en 250 vluchtstrookongevallen, met een gemiddelde van 200. Hierbij vallen gemiddeld 68 doden en gewonden. Hieruit vallen de kans van optreden en gevolgen van een aanrijding op de vluchtstrook te halen.

Kans betrokkenheid pechgeval	= $2 \cdot 10^{-2}$
Kans aanrijding, gegeven pechgeval	= $2 \cdot 10^{-3}$
Kans aanrijding van pechgeval	= $4 \cdot 10^{-5}$
Gevolgen vluchtstrookongeval	= $68/200 = 0,34$ ernstig gewonden/aanrijding

Kopstaart botsing – secundair incident

Er is niet veel bekend over percentages en cijfers over secundaire incidenten. Een reden daarvoor is dat het niet altijd bekend is of het (secundair) incident direct gevolg is van een ander incident. Er is in twee databases gezocht naar secundaire ongevallen. De eerste database is ViaStat. Dit is een online database, gebaseerd op BRON 1.0. Hierin zijn ongevalgegevens gegeven over het HWN van 1994 – 2006. De database geeft voor 2006 18886 ongevallen, waarvan er 312 gevolg zijn van een ander ongeval. Dit is 1,6% van het totaal. Om dit cijfer te controleren, is er in MATLAB voor de IM database een programma geschreven om te controleren op secundaire incidenten. Er zijn hier randvoorwaarden gesteld aan wanneer een incident secundair is. Wanneer de tijd van de incidenten maximaal 15 minuten uit elkaar ligt en de locatie van de incidenten maximaal 1 kilometer uit elkaar ligt, worden er 823 secundaire incidenten geteld, op een database van 57210. Dit is 1,44%. De orde van grootte is dus gelijk aan die verkregen vanuit ViaStat. Er moet wel op gelet worden dat hier ongevallen met incidenten worden vergeleken.

Uit ViaStat blijkt dat de 312 ongevallen met 714 bestuurders 60 gewonden zijn gevallen. Dit zijn doden (1), ziekenhuis gewonden (15) en overige gewonden (44).

Voor 2006:

Kans betrokkenheid sec. ong. = secundaire ongevallen/wagenpark NL	= $714/9835793 = 7,26 \cdot 10^{-5}$
---	--------------------------------------

Kans dat een ongeval sec. ong. tot gevolg heeft = aantal secundaire ongevallen/aantal ongevallen	= $312/18886 = 1,7 \cdot 10^{-2}$
--	-----------------------------------

Gevolgen secundair ongeval	= $16/312 = 0,05$ ernstige gewonden/sec. ongeval = $60/312 = 0,19$ gewonden/sec. ongeval
----------------------------	---

Noot: Dit zijn cijfers van alle secundaire ongevallen, niet secundaire incidenten. Ook is in deze cijfers het primair incident een ongeval. Ongevallen als gevolg van pechgevallen worden niet meegenomen.

Scenario II: Een ongeval op de rijbaan

In de beschrijving van het scenario staat dat het in dit scenario gaat om een kopstaart botsing. Er is voor een kopstaart botsing gekozen, omdat

dit het meest voorkomende ongeval is. Ruim 40% van alle ongevallen op het HWN zijn kopstaart botsingen (bron: ViaStat Online). In 2006 zijn er 7639 kopstaart ongevallen geregistreerd. Op een wagenpark van bijna 10 miljoen is de kans van optreden dan $1 \cdot 10^{-3}$. Dit zijn 0,12 kopstaart ongevallen per miljoen kilometer.

Als maatgevende risico's werden in dit scenario genoemd:

1. Aanrijding gestrand voertuig (op rijbaan)
2. Aanrijding beveiligde zone
3. Secundair incident
4. Secundair incident (andere weghelpt)

Opmerkingen: punt 3. is al onder scenario I uitgezocht.

Aanrijding gestrand voertuig (op rijbaan)

Dit is lastig te bepalen. Het gaat hier om een aanrijding vlak nadat het primaire incident is gebeurd (seconden). Vaak wordt dit in de registratie als 1 incident gezien met meerdere betrokkenen. Uit de databases bleek dit ook. Er kon ook niet geselecteerd worden op betrokken voertuigen. Het is dan ook erg lastig dit risico te kwantificeren.

Er is wel een mogelijkheid in ViaStat om het aantal betrokken bestuurders te selecteren. Bij een kopstaart ongeval zijn in principe 2 bestuurders betrokken. Dit geeft een totaal aantal bestuurders van $7639 \cdot 2 = 15278$ bestuurders. ViaStat geeft echter aan dat er bij de kopstaart ongevallen in totaal 18506 bestuurders zijn betrokken. Dit zijn $18506 - 15278 = 3228$ extra bestuurders. Hieruit kan de kans van een secundaire aanrijding vlak na het primaire incident worden afgeleid:

$$\begin{aligned} \text{Kans betrokkenheid kopstaart ongeval} &= 15278/9835793 = 1,55 \cdot 10^{-3} \\ \text{Kans extra aanrijding bij kopstaart} &= 3228/7639 = 0,42 \end{aligned}$$

De gevolgen van de extra aanrijding zijn in deze niet te bepalen. De gevolgen van een kopstaart ongeval wel:

$$\begin{aligned} \text{Gevolgen kopstaart} &= 359/7639 = 0,05 \\ &\text{ernstig gewonden/kopstaart} \end{aligned}$$

Aanrijding beveiligde zone (incidentlocatie)

Het gaat hier om het risico voor hulpverleners aangereden te worden op de incidentlocatie. Hierover is weinig bekend. Er is in 2006 een onderzoek gedaan door AVV, waarbij in verschillende databases van AVV zelf, het CBS (niet-natuurlijke doodsoorzaken) en de Arbeidsinspectie is gezocht. Hieruit zijn geen feitelijke conclusies getrokken. De conclusie is dat er naar schatting 1 tot 2 mensen jaarlijks overlijden op het HWN als gevolg van een arbeidsongeval.

Er is meer bekend over incidenten en ongevallen rond werkzones. Deze zones zijn vergelijkbaar met incidentlocaties qua afzetting. De verwachting bestaat echter wel dat er minder ongevallen gebeuren rond incidentlocaties. Er is voor werkzones meer statistiek bekend. Er is een factsheet van de SWOV (SWOV, 2005) over ongevallen rond werk in uitvoering (OWN en HWN!). De kans dat een afzetting wordt

aangereden is $7,7 \cdot 10^{-3}$ (231 ernstige ongevallen op 30000 afzettingen). Dit is 2,26% van het totaal aantal ernstige ongevallen (231 op 10210). Volgens ViaStat zijn in 2006 492 ongevallen voorgevallen met 1014 bestuurders met als oorzaak werk in uitvoering. Dit is 2,6% (492/18886). Hierbij vielen in totaal 37 ernstig gewonden (en doden) en 70 gewonden. Dit gaat wel alleen over het HWN.

Kans betrokkenheid bij ongeval bij WIU	= $1014/9835793 = 1,0 \cdot 10^{-4}$
Kans aanrijding WIU locatie	= $492/30000 = 1,6 \cdot 10^{-2}$
Gevolgen ongeval bij WIU	= $37/492 = 0,07$ ernstig gewonden/ongeval
	= $70/492 = 0,14$ gewonden/ongeval

Secundair incident andere weghelft - kijkincidenten

Het is lastig om te laten registreren wanneer een ongeval het gevolg is van kijkgedrag. Dit wordt dan ook niet gedaan. In ViaStat is het niet bekend of een ongeval het gevolg is van kijkgedrag van de weggebruikers. Ook andere documentatie over dit onderwerp ontbreekt.

Er is wel een poging gedaan om een kans van optreden te bepalen voor kijkincidenten. In MATLAB is een programma geschreven die uit de database met incidenten bepaalt of een incident uit kijkgedrag is voortgekomen. De randvoorwaarden hierbij zijn dat een incident binnen 300 meter van het primaire incident moet zijn gebeurd, en maximaal 30 minuten nadien. Uit deze analyse worden op een database van 57210 incidenten, 820 kijkincidenten geteld. Dit is 1,43%. Dit is tevens dezelfde orde van grootte als secundaire incidenten (823 op 57210). Wellicht kunnen voor kijkincidenten dezelfde kans en gevolg worden gebruikt als voor secundaire incidenten.

Scenario III – Ongeval met tankauto en VGS

Dit scenario is gekozen omdat dit de maatgevende scenario's zijn in termen van mogelijke gevolgen. Wanneer het zover komt dat een tankauto ontploft zal dit dermate veel schade opleveren voor mensen op het wegdek en daarbuiten, dat er bijna sprake is van rampomvang. Waar de gevolgen groot zijn, is de kans van optreden die niet. Uit een onderzoek van OvV blijkt dat in de jaren 1999 tot 2006 naar schatting 6 tankautobranden zijn geweest. Hierbij zijn geen ontploffingen geconstateerd. Wel bleek bij de 3 branden die dieper zijn onderzocht, dat bij alle drie de tankauto's na de aanrijding een lek was ontstaan in de tank.

De maatgevende risico's uit dit scenario waren:

- Explosie n.a.v. lekkende tankauto
- Plasbrand n.a.v. lekkende tankauto
- Gaswolk n.a.v. lekkende tankauto
- Secundair incident

Er is te weinig statistiek over dit soort ongevallen om uitspraken te kunnen doen over kans van optreden en mogelijke gevolgen. Er zijn wel richtlijnen opgesteld met betrekking tot het VGS.

Allereerst het plaatsgebonden risico (PR). Dit is de plaatsgebonden kans op overlijden per jaar, ten gevolge van een ongeval met een bepaalde activiteit (bijvoorbeeld VGS) die een fictief persoon loopt als die zich continu en onbeschermd gedurende 1 jaar op 1 plaats bevindt. Deze worden weergegeven op kaarten waar punten met gelijk risico worden verbonden (PR-contourlijnen). Als PR-knelpunt wordt vaak het risico van $1 \cdot 10^{-6}$ gebruikt.

Het groepsrisico (GR) voor transport is de kans per jaar per kilometer transportroute dat een groep van tien of meer personen in de omgeving van de transportroute in 1 keer dodelijk slachtoffer wordt van een ongeval op die transportroute. Het groepsrisico voor wegtransport met $N = 1$ (aantal doden) is $1 \cdot 10^{-3}$. Bij $N = 100$ (rampomvang) is de kans $1 \cdot 10^{-4}$.

Bijlage I MATLAB code van het programma

DatabaseIncidenten.m

```
%Converteert Excel database naar Matlab database voor de incidenten
%Koen Adams, 16-10-2007

onbruikbaar=0;
bruikbaarongeval=0;
bruikbaarpechgeval=0;

%de kolommen zijn afhankelijk van welke bewerkingen er op de cellen zijn
%gedaan in Excel.
wegnummers=xlsread('DatabaseIncidenten','C2:C4599');
hectometerering=xlsread('DatabaseIncidenten','E2:E4599');
rijbaan=xlsread('DatabaseIncidenten','O2:O4599');
[num3,txt3]=xlsread('DatabaseIncidenten','D2:D4599');
begintijden=xlsread('DatabaseIncidenten','F2:F4599');
aankomsttijden=xlsread('DatabaseIncidenten','H2:H4599');
eindtijden=xlsread('DatabaseIncidenten','J2:J4599');
data=xlsread('DatabaseIncidenten','K2:K4599','basic');
[num,txt]=xlsread('DatabaseIncidenten','A2:A4599');
[num2,txt2]=xlsread('DatabaseIncidenten','K2:K4599');

for i=1:length(DatabaseIncidenten);
    incident(i).naam=i;
    incident(i).status=1;
    incident(i).soortincident=txt(i);
    incident(i).datum=txt2(i);
    incident(i).wegnummer=wegnummers(i);
    incident(i).rijbaant=txt3(i);
    if strcmp(incident(i).rijbaant,'Li');
        incident(i).rijbaant='L';
    else incident(i).rijbaant='R';
    end
    incident(i).hectometerpaal=hectometerering(i);
    incident(i).begintijd=begintijden(i);
    incident(i).aankomsttijd=aankomsttijden(i);
    incident(i).eindtijd=eindtijden(i);
    incident(i).aanrijtijd=aankomsttijden(i)-begintijden(i);
    incident(i).tijdsduur=eindtijden(i)-begintijden(i);
    incident(i).arraytijd=incident(i).begintijd:(incident(i).eindtijd-1);

    %Enkele regels om de bruikbaarheid van de incidenten te toetsen naar
    %aanleiding van de registratie.
    registratie;
end
```

```
save('incidenten','incident');
fprintf('\n');
fprintf('De database bevat %g incidenten voor de geselecteerde trajecten\n',
length(incident));
fprintf('Van deze incidenten zijn er %g onbruikbaar als gevolg van een
slechte registratie\n',onbruikbaar);
fprintf('Er blijven nu %g bruikbare pechgevallen over en %g bruikbare
ongevallen\n',bruikbaarpechgeval,bruikbaarongeval);
```

Registratie.m

```
%Enkele regels om de bruikbaarheid van de incidenten te toetsen naar
%aanleiding van de registratie.
```

```
if incident(i).tijdsduur<0;
    incident(i).tijdsduur=incident(i).tijdsduur+1440;
end

if incident(i).aanrijtijd<0
    incident(i).aanrijtijd=incident(i).aanrijtijd+1440;
end

if incident(i).eindtijd<1;
    incident(i).status=0;
end

if strcmp(txt(i),'ongeval') & incident(i).tijdsduur<30;
    incident(i).status=0;
end

if strcmp(txt(i),'gestrand voertuig') & incident(i).tijdsduur<10;
    incident(i).status=0;
end

if incident(i).status==0;
    onbruikbaar=onbruikbaar+1;
end

if incident(i).status==1 & strcmp(txt(i),'ongeval')
    bruikbaarongeval=bruikbaarongeval+1;
end

if incident(i).status==1 & strcmp(txt(i),'gestrand voertuig')
    bruikbaarpechgeval=bruikbaarpechgeval+1;
end
```

Afkruisen.m

```
%Script bepaald of er tijdens het incident rijstroken zijn afgekruist.
% er wordt alleen voor bruikbare incidenten gekeken of er is afgekruist
if incident(i).status==1

    zoekdirectory; %zoekt de juiste BeeldComplete bij het incident.
    zoeklokatie;  %zoekt de juiste doorsnede in LocLanes

    %per kolom in BeeldComplete.Beeld wordt gekeken of er afgekruist is.
    aantalxstroken=0;
    if incident(i).status==1
        for n=k:(l-1); %de kolommen bij deze doorsnede (zoeklokatie.m)

            %hulpparameters
            kruisarray=0;
            afkruistijd=0;

            %kruisen zoeken
            if incident(i).begintijd~=0
                t=strcmp('-x-',
BeeldComplete.Beeld(incident(i).begintijd:incident(i).eindtijd,n));
                else t=strcmp('-x-',
BeeldComplete.Beeld((incident(i).begintijd+1):incident(i).eindtijd,n));
            end

            arraykruis=find(t);
            kruistijd=length(find(t));

            %afkruistijden worden in de incidentendatabase gezet.
            if kruistijd ~=0
                fprintf('rijstrook %g\n',n);
                disp(arraykruis);
                disp(kruistijd);
                aantalxstroken=aantalxstroken+1;
                if aantalxstroken==1
                    incident(i).arraykruis1=[incident(i).begintijd +
arraykruis];
                    incident(i).beginafkruis1=min(incident(i).arraykruis1);
                    incident(i).eindafkruis1=max(incident(i).arraykruis1);
                    incident(i).afkruistijd1=kruistijd;
                    incident(i).arraykruis2=[];
                    incident(i).arraykruis3=[];
                elseif aantalxstroken==2
                    incident(i).arraykruis2=[incident(i).begintijd +
arraykruis];
                    incident(i).beginafkruis2=min(incident(i).arraykruis2);
                    incident(i).eindafkruis2=max(incident(i).arraykruis2);
                    incident(i).afkruistijd2=kruistijd;
                    incident(i).arraykruis3=[];
                elseif aantalxstroken==3
                    incident(i).arraykruis3=[incident(i).begintijd +
arraykruis];
```

```

        incident(i).beginafkruis3=min(incident(i).arraykruis2);
        incident(i).eindafkruis3=max(incident(i).arraykruis2);
        incident(i).afkruistijd3=kruistijd;
    end
end
end
end
end

incident(i).aantalxstroken=aantalxstroken;

%arrays maken voor 1 rijstrook afgesloten en 2 of 3 rijstroken afgesloten
incident(i).strook1=[];
incident(i).strook2=[];
incident(i).strook3=[];

array=[incident(i).arraykruis1; incident(i).arraykruis2;
incident(i).arraykruis3];
sorted=sort(array);

minn=[min(incident(i).arraykruis1),min(incident(i).arraykruis2),min(incident(
i).arraykruis3)];
maxx=[max(incident(i).arraykruis1),max(incident(i).arraykruis2),max(incident(
i).arraykruis3)];

for b=min(minn):max(maxx)
    B=find(sorted==b);
    if length(B)==1
        incident(i).strook1=[incident(i).strook1 b];
    elseif length(B)==2
        incident(i).strook2=[incident(i).strook2 b];
    elseif length(B)==3
        incident(i).strook3=[incident(i).strook3 b];
    end
end

%incident(i).arraykruis bepalen
if length(incident(i).arraykruis1)>length(incident(i).arraykruis2)...
    & length(incident(i).arraykruis1)>length(incident(i).arraykruis3)
    incident(i).arraykruis=incident(i).arraykruis1;
elseif length(incident(i).arraykruis2)>length(incident(i).arraykruis1)...
    & length(incident(i).arraykruis2)>length(incident(i).arraykruis3)
    incident(i).arraykruis=incident(i).arraykruis2;
elseif length(incident(i).arraykruis3)>length(incident(i).arraykruis1)...
    & length(incident(i).arraykruis3)>length(incident(i).arraykruis2)
    incident(i).arraykruis=incident(i).arraykruis3
end

%Status van incidenten kan veranderen naar aanleiding van het afkruisen.
if incident(i).status==1
    bruikbaarheid;
end

```

Zoekdirectory.m

```
%dit script zoekt de juiste directory voor DataComplete voor elk incident
%en laad vervolgens de juiste BPS, Beeld en DataComplete.

%maak van het datumformat een vector
D=0;
D=datevec(incident(i).datum, 'dd-mm-yyyy');

%bepaal in welk traject het incident valt
%A1 (NH of UT)
if incident(i).wegnummer==1
    traject=' - km. 0-29';
end

%A2 (UT)
if incident(i).wegnummer==2
    traject=' - km. 37-94';
end

%A4 (UT)
if incident(i).wegnummer==4
    traject=' - km. 21-49';
end

%wegvak directory aanmaken
weg=['A',num2str(incident(i).wegnummer),num2str(incident(i).rijbaant),traject
];

%juiste datum directory aanmaken
if D(3)<10
    datum=['2007','-','0',num2str(D(2)),'-','0',num2str(D(3))];
else
    datum=['2007','-','0',num2str(D(2)),'-',num2str(D(3))];
end

%naar de directory gaan op de harde schijf (waar Monigraph heenschrijft).
directory=['D:\DataKoen\' ,weg,'\ ',datum];
cd(directory);

load DataComplete;
%load BPSComplete;
%load BeeldComplete;

%directory van deze scriptfiles.
cd('G:\MATLAB\programma\');
```

Zoeklokatie.m

```
%Dit script zoekt de locatie van incident(i) in DataComplete

m=0;mm=0;

%de juiste meetlus wordt geselecteerd (stroomopwaarts van incident)
if strcmp(incident(i).rijbaant,'R')==1
    for m=1:length(DataComplete.LocLanes)
        if incident(i).hectometerpaal < DataComplete.LocLanes(m)
            m=m-1;
            mm=m+1;
            break
        end
    end
end
if strcmp(incident(i).rijbaant,'L')==1
    for m=1:length(DataComplete.LocLanes)
        if incident(i).hectometerpaal < DataComplete.LocLanes(m)
            m=m;
            mm=m-1;
            break
        end
    end
end

%voor de bepaalde locatie worden de juiste kolommen uit BeeldComplete.Beeld
%geselecteerd
S=0; ,n=0;k=0; ,l=0;

S=find(BeeldComplete.LaneNrs==1);
k=S(m);
if m==length(S)
    l=length(BeeldComplete.LaneNrs)+1;
else
    l=S(m+1);
end

%incident karakteristieken uit de BeeldComplete/DataComplete
incident(i).aantalstroken=l-k;
incident(i).beginstrook=k;
incident(i).eindstrook=l-1;
incident(i).locBN=m;
incident(i).locAF=mm;
```

bruikbaarheid.m

```
%bekijkt of de incidenten bruikbaar zijn n.a.v. gem. snelheden.
%de aanname (snelheid>70 --> geen capaciteitsstroom) geldt hier

totaal=0;
somsnelheid=0;
incident(i).gemsnelop=-2;
incident(i).gemsnelaf=-2;

%Afkruisen van rijstroken tijdens het incident is nodig voor vervolg.
if incident(i).aantalxstroken==0 &
strcmp(incident(i).soortincident, 'ongeval')
    incident(i).status=0;
end

%Bij de gemiddelden moet stroomopwaarts en stroomafwaarts worden getest.
%bepaal de gemiddelde snelheid rond het bruikbare ongeval
%stroomopwaarts
if incident(i).status==1 & strcmp(incident(i).soortincident, 'ongeval')

somsnelheid=sum(DataComplete.SpeedData(incident(i).locBN,incident(i).arraykruis));
    incident(i).gemsnelop=somsnelheid/length(incident(i).arraykruis);
end

%stroomafwaarts
if incident(i).status==1 & strcmp(incident(i).soortincident, 'ongeval')

somsnelheid=sum(DataComplete.SpeedData(incident(i).locAF,incident(i).arraykruis));
    incident(i).gemsnelaf=somsnelheid/length(incident(i).arraykruis);
end

%bepaal de gemiddelde snelheid rond het bruikbare pechgeval
%stroomopwaarts
if incident(i).status==1 & strcmp(incident(i).soortincident, 'gestrand
voertuig')

somsnelheid=sum(DataComplete.SpeedData(incident(i).locBN,incident(i).arraytijd));
    incident(i).gemsnelop=somsnelheid/length(incident(i).arraytijd);
end

%stroomafwaarts
if incident(i).status==1 & strcmp(incident(i).soortincident, 'gestrand
voertuig')

somsnelheid=sum(DataComplete.SpeedData(incident(i).locAF,incident(i).arraytijd));
    incident(i).gemsnelaf=somsnelheid/length(incident(i).arraytijd);
end
```

```

%De hectometrering van de lussen die de bottleneck definieren.
incident(i).BPSop=DataComplete.LocLanes(incident(i).locBN);
incident(i).BPSaf=DataComplete.LocLanes(incident(i).locAF);

%Bruikbaarheid testen
if incident(i).gemsnelop>70 | incident(i).gemsnelaf<70
    incident(i).status=0;
end

```

Refcap.m

```

%Bepaald een waarde voor de referentiec capaciteit

close all;

inlezenrefcap;

%datapunten selecteren
Density=[Flow./Speed];
index=find((Speed<70)& (Speed>0));
index2=find(Speed>70);

figure;
hold on
grid on
AC=plot(smooth(Density(index)),smooth(Flow(index)),'.');
VC=plot(smooth(Density(index2)),smooth(Flow(index2)),'r.');
```

hold off
filename=['refcap',num2str(i)];
print('-f1', '-djpeg', filename);

inlezenrefcap.m

```

%inlezen files voor RefCap
Flow=[];Speed=[];

% Er wordt een referentiec capaciteit bepaald voor 10 dagen voor of 10 dagen
% na het incident (afhankelijk van D(3))
for u=1:10

    D=datevec(incident(i).datum, 'dd-mm-yyyy');

    if D(3)<10
        u=-u;
    end
    zoekdirectory2;
    Flow=[Flow DataComplete.FlowData(incident(i).locAFK,1:1440)];
    Speed=[Speed DataComplete.SpeedData(incident(i).locAFK,1:1440)];
end
end

```

zoekdirectory2.m

```
%bepaald de directories voor het bepalen van de referentiecapaciteit
D(3)=D(3)-u

%bepaal de provincie van de lokatie
if incident(i).wegnummer==1 & incident(i).hectometerpaal<28.9
    traject=' - km. 0-29';
elseif incident(i).wegnummer==2
    traject=' - km. 37-94';
elseif incident(i).wegnummer==4
    traject=' - km. 21-49';
end

%wegvak directory aanmaken
weg=['A',num2str(incident(i).wegnummer),num2str(incident(i).rijbaant),traject
];

%juiste datum directory aanmaken
if D(3)<10
    datum=['2007','-','0',num2str(D(2)),'-','0',num2str(D(3))];
else
    datum=['2007','-','0',num2str(D(2)),'-',num2str(D(3))];
end

%naar de directory gaan op de harde schijf.
directory=['D:\DataKoen\',weg,'\ ',datum];
cd(directory);

load DataComplete;
%load BPSComplete;
%load BeeldComplete;

cd('G:\MATLAB\programma\');
```

incidentcap.m

```
%bepaald voor incident(i) de incidentcapaciteit op meetpunt locAF
%(stroomafwaarts)

close all;
zoekdirectory;
incident(i).inccap=mean(DataComplete.FlowData(incident(i).locAF,incident(i).a
rraykruis))

figure;
hold on;
plot(DataComplete.FlowData(incident(i).locAF,incident(i).strook1))
plot(1:length(incident(i).strook1),incident(i).inccap,'r. ');
hold off;
```

Bijlage J Berekeningen voor het bepalen van de geschaalde uitkomsten

In deze bijlage wordt een voorbeeldberekening gegeven voor het bepalen van de waarden in Figuur 5.3 tot Figuur 5.6. Er worden hier alleen de berekeningen voorgedaan voor de risicogroep 'slachtoffers'.

Risico's

In hoofdstuk 3 zijn door het panel risico's bepaald voor een kop-staartbotsing (scenario II). Deze risico's zijn bepaald per tijdsfase en per risicogroep (Figuur J 1)

Figuur J 1 Risico's als bepaald door het panel voor scenario II

	detectie fase	aanrij fase	afh. fase rijbaan	afh. fase vluchtstr.	norm. fase
slachtoffers	21,4	22,1	11,3	11,0	4,9
hulpverleners	0,0	7,8	11,6	9,0	6,1
wegg. stroomopw.	18,0	17,4	14,4	11,9	12,0
wegg. andere wegh.	13,8	14,3	15,9	13,5	0,0
omwonenden	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

De slachtoffers hebben in dit scenario de grootste risico's op een secundair incident in de eerste fases.

Effecten van IM

De effecten voor een kop-staartbotsing zijn in hoofdstuk 5 bepaald, door per maatregel per incidentfase de effecten op de veiligheid te bepalen (Figuur J 2). Deze effecten zijn per fase opgeteld.

Figuur J 2 Effecten van IM-maatregelen voor de slachtoffers van een primair incident

SLACHTOFFERS

actiefase slachtoffers

fase	detectiefase	aanrijfase	afh. rijbaan	afh. vluchtstrook	normalisatiefase	effect	
geïdentificeerde risico's	nieuwe aanrijding passagiers aangereden	nieuwe aanrijding passagiers aangereden	aanrijding bev. zone overlijden aan letsel	aanrijding bev. zone overlijden aan letsel	incident verlaten locatie	dK	dB
LPR/LVR		+3	+3	+3		0	+++
CTPI			+2	+2			+
R1e VI			+4	+4			+++
RBB		+1				0	+
IM+			+2	+2			++
	0	4	11	11	0		

Totaalbeeld

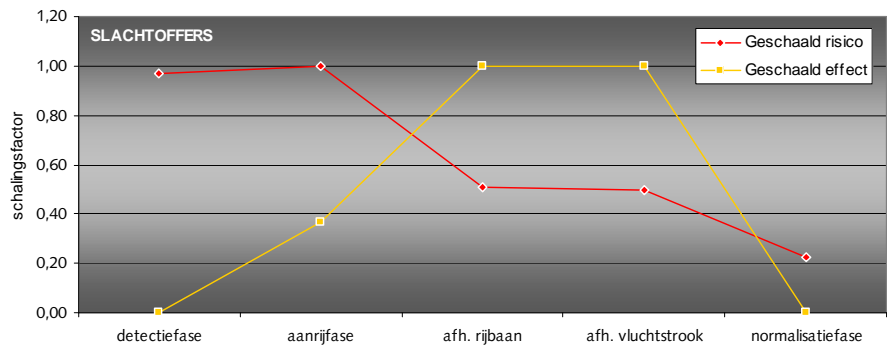
Het totaalbeeld komt tot stand door de risico's en effecten te schalen naar het maximum van de rij.

Tabel 31 Totaalbeeld risico's en effecten met schaling voor de slachtoffers

	detectie fase	aanrij-fase	afh. rijbaan	afh. vluchtstrook	normalisatie fase
risico uit onderzoek	21,4	22,1	11,3	11	4,9
effect uit vervolg	0	4	11	11	0
geschaald risico	0,97	1,00	0,51	0,50	0,22
geschaald effect	0,00	0,36	1,00	1,00	0,00

Door nu deze geschaalde cijfers in een figuur tegen elkaar uit te zetten, kan een overzicht worden verkregen van waar de grootste gaten zitten tussen de risico's op een secundair incident en de veiligheidseffecten van IM.

Figuur J 3 Grafiek met geschaalde risico's en effecten van IM voor de slachtoffers



Bijlage K MATLAB code wachtrijmodel

.....

.

Runit.m

```
%Verzorgt alle simulaties voor het wachtrijmodel
for simulatietijden=1:3
    for tijdstip=1:2
        for date=1:2
            for locinc=1:2
                wachtrij2;
            end
        end
    end
end
end
```

Wachtrij2.m

```
% Wachtrijmodel voor simulatie afstuderen
% door Koen Adams, februari 2008

close all;
W=0;
C=[];
WR=[];
CA=[];INTA=[];

%Incidentgegevens (invoer):
type='pechgeval';
simulatietijden=2;           %simulatietijden=1  1996 %simulatietijden=2
2006met %simulatietijden=3  2006zonder
tijdstip=1;                 %ochtendspits 7-9 = 420 - 540 %avondspits 16-18 =
960 - 1080
date=1;                      % 7-1 = maandag
locinc=1;

if tijdstip==1
    startincident=450;
elseif tijdstip==2
    startincident=990;
end
if date==1
    dag='15';
    maand='01';
elseif date ==2
    dag='10';
    maand='07';
end
if locinc==1
```

```

        site=1; %A1R14
elseif locinc==2
        site=2; %A2L40
end

zoekdirectory2;

%Capaciteit(reductiefactoren) en intensiteit
CRF1=0.72;
CRF2=0.36;
CRF3=0.36;

for t=startincident:1440
    INT(t)=DataComplete.FlowData(locatie,t)/60;
    if INT(t)<0
        INT(t)=6060/60;
    end
end

if locinc==1 & strcmp(maand,'01')==1
    Cref=7700/60;
elseif locinc==1 & strcmp(maand,'07')==1
    Cref=7500/60;
elseif locinc==2 & strcmp(maand,'01')==1
    Cref=7500/60;
elseif locinc==2 & strcmp(maand,'07')==1
    Cref=7300/60;
end

%tijden van het incident
fasetijden;

incidentduur=meldtijd+waarschuwingstijd+aanrijtijd+afhandelingRB+afhandelingV
S;

%tijdfases met verschillende reductiefactoren
if strcmp(type,'ongeval')==1

array1=[startincident:1:startincident+(meldtijd+waarschuwingstijd+aanrijtijd)
];
    array2=[max(array1):1:max(array1)+afhandelingRB];
    array3=[max(array2)+1:1:max(array2)+afhandelingVS];
    array4=[max(array3):1:1440];
elseif strcmp(type,'pechgeval')==1

array1=[startincident:1:startincident+(meldtijd+waarschuwingstijd+aanrijtijd)
];
    array2=[max(array1):1:max(array1)+afhandelingRB];
    array3=[max(array2)+1:1:max(array2)+afhandelingVS];
    array4=[max(array3):1:1440];
end

```

```

for t=startincident:1440
    if t>=startincident & t<=max(array1)
        C(t)=Cref*CRF1;
    elseif t>max(array1) & t<=max(array2)
        C(t)=Cref*CRF2;
    elseif t>max(array2) & t<=max(array3)
        C(t)=Cref*CRF3;
    elseif t>max(array3)
        C(t)=Cref;
    end

    W=W+(INT(t)-C(t));

    if W>0
        WR=[WR W];
    end
end

%bepalen welke run is gedraait (uitvoer)
run=[simulatietijden, tijdstip, date, locinc]
Incidentduur=incidentduur
Filetijd=length(WR)
Totaldelay=sum(WR)

%plot
figure;
hold on;
plot(WR, 'r');
plot(C(startincident:startincident+(length(WR))*60, 'k');
plot(INT(startincident:startincident+(length(WR))*60, 'm');
hold off;

%plot opslaan
filename=['wachtrij', num2str(run)];
print('-f1', '-djpeg', filename);

```

Zoekdirectory2.m

```

%bepaald de directories voor het bepalen van de referentiec capaciteit
if site==1
    traject=' - km. 0-29';
    weg=['A1R',traject];
    locatie=14;
elseif site==2
    traject=' - km. 37-94';
    weg=['A2L',traject];
    locatie=12;
end

datum=['2007', '-', maand, '-', dag];

%naar de directory gaan op de harde schijf.

```

```
directory=['D:\DataKoen\' ,weg, '\', datum];  
cd(directory);
```

```
load DataComplete;  
%load BPSComplete;  
%load BeeldComplete;
```

```
cd('H:\MATLAB\simulatie\');
```

fasetijden.m

```
%Fasetijden voor verschillende incidenten
```

```
if simulatietijden==1 & strcmp(type,'ongeval')==1 %ongeval 1996  
    meldtijd=5;  
    waarschuwingstijd=4;  
    aanrijtijd=11;  
    afhandelingRB=36;  
    afhandelingVS=10;  
elseif simulatietijden==2 & strcmp(type,'ongeval')==1 %ongeval 2006met  
    meldtijd=5;  
    waarschuwingstijd=0;  
    aanrijtijd=13;  
    afhandelingRB=15;  
    afhandelingVS=7;  
elseif simulatietijden==3 & strcmp(type,'ongeval')==1 %ongeval 2006zonder  
    meldtijd=5;  
    waarschuwingstijd=0;  
    aanrijtijd=13;  
    afhandelingRB=30;  
    afhandelingVS=7;  
elseif simulatietijden==1 & strcmp(type,'pechgeval')==1 %pechgeval 1996  
    meldtijd=0;  
    waarschuwingstijd=7;  
    aanrijtijd=24;  
    afhandelingRB=0;  
    afhandelingVS=20;  
elseif simulatietijden==2 & strcmp(type,'pechgeval')==1 %pechgeval 2006met  
    meldtijd=0;  
    waarschuwingstijd=0;  
    aanrijtijd=25;  
    afhandelingRB=0;  
    afhandelingVS=10;  
elseif simulatietijden==3 & strcmp(type,'pechgeval')==1 %pechgeval 2006zonder  
    meldtijd=0;  
    waarschuwingstijd=0;  
    aanrijtijd=25;  
    afhandelingRB=0;  
    afhandelingVS=10;  
end
```

Bijlage L Resultaten van de simulaties met het wachtrijmodel

Figuur L 1 Resultaten van de simulaties met het wachtrijmodel voor een pechgeval

					Incidentduur	Fileduur	VVM	
Ongeval	Simulatietijden 1	Tijdstip=1	Datum 1	Locatie 1	66	141	302760	
				Locatie 2	66	194	465904	
			Datum 2	Locatie 1	66	149	286900	
				Locatie 2	66	197	433210	
			Tijdstip=2	Datum 1	Locatie 1	66	157	294470
					Locatie 2	66	158	296800
		Datum 2		Locatie 1	66	164	307250	
				Locatie 2	66	142	231700	
		Simulatietijden 2	Tijdstip=1	Datum 1	Locatie 1	40	99	121790
					Locatie 2	40	142	170320
				Datum 2	Locatie 1	40	100	102459
					Locatie 2	40	136	148690
	Tijdstip=2			Datum 1	Locatie 1	40	93	93938
					Locatie 2	40	102	88037
			Datum 2	Locatie 1	40	101	95141	
				Locatie 2	40	86	71888	
	Simulatietijden 3		Tijdstip=1	Datum 1	Locatie 1	55	128	233160
					Locatie 2	55	178	353100
				Datum 2	Locatie 1	55	131	214820
					Locatie 2	55	178	322360
		Tijdstip=2	Datum 1	Locatie 1	55	140	212950	
			Locatie 2	55	144	214870		
	Datum 2	Locatie 1	55	147	212400			
	Locatie 2	55	125	166980				

Figuur L 2 Resultaten van de simulaties met het wachtrijmodel voor een ongeval

					Incidentduur	Fileduur	VVM	
Pechgeval	Simulatietijden 1	Tijdstip=1	Datum 1	Locatie 1	51	62	14945	
				Locatie 2	51	75	23614	
			Datum 2	Locatie 1	51	21	1656	
				Locatie 2	51	73	19750	
			Tijdstip=2	Datum 1	Locatie 1	51	51	2189
					Locatie 2	51	2	19
		Datum 2		Locatie 1	51	28	1548	
				Locatie 2	51	0	0	
		Simulatietijden 2	Tijdstip=1	Datum 1	Locatie 1	35	46	7705
					Locatie 2	35	53	11534
				Datum 2	Locatie 1	35	0	0
					Locatie 2	35	49	10657
	Tijdstip=2			Datum 1	Locatie 1	35	33	1074
					Locatie 2	35	2	19
			Datum 2	Locatie 1	35	11	186	
				Locatie 2	35	0	0	
	Simulatietijden 3		Tijdstip=1	Datum 1	Locatie 1	35	46	7705
					Locatie 2	35	53	11534
				Datum 2	Locatie 1	35	0	0
					Locatie 2	35	49	10657
		Tijdstip=2	Datum 1	Locatie 1	35	33	1074	
			Locatie 2	35	2	19		
	Datum 2	Locatie 1	35	11	186			
	Locatie 2	35	0	0				

Gemiddelde resultaten van de simulaties:

Tabel 32 Resultaten van de simulaties met het wachtrijmodel

Incident	Incidentduur (min)	Gemiddelde fileduur (min)	t.o.v. 2006 ref.	Gemiddeld aantal VVU (vtg*uur)	t.o.v. 2006 ref.
<i>Ongeval</i>					
2006 ref.	40	107		1859	
2006 nul	55	146	+31%	4022	+116%
1996	66	163	+51%	5456	+193%
<i>Pechgeval</i>					
2006 ref.	35	24		65	
2006 nul	35	24	+0%	65	+0%
1996	51	39	+61%	133	+104%

Resultaten simulaties voor de gevoeligheidsanalyse

Tijdsverschil is 2 minuten voor verschillende fases
 Array1 is de meld-, detectie- en aanrijfase
 Array2 is de afhandelingsfase op de rijbaan
 Array3 is de afhandelingsfase op de vluchtstrook

Figuur L 3 Resultaten van de simulaties voor de gevoeligheidsanalyse met dt= 2 minuten

				Incidentduur	Fileduur	VVM
Simulatietijden 2	Tijdstip=1	Datum 1	Locatie 1	40	99	121790
			Locatie 2	40	142	170320
		Datum 2	Locatie 1	40	100	102459
			Locatie 2	40	136	148690
	Tijdstip=2	Datum 1	Locatie 1	40	93	93938
			Locatie 2	40	102	88037
		Datum 2	Locatie 1	40	101	95141
			Locatie 2	40	86	71888
array1 = array1 - 2						
Simulatietijden 2	Tijdstip=1	Datum 1	Locatie 1	38	97	115870
			Locatie 2	38	131	154860
		Datum 2	Locatie 1	38	97	93109
			Locatie 2	38	132	140070
	Tijdstip=2	Datum 1	Locatie 1	38	91	88378
			Locatie 2	38	96	78589
		Datum 2	Locatie 1	38	99	89742
			Locatie 2	38	81	65015
array2 = array2 - 2						
Simulatietijden 2	Tijdstip=1	Datum 1	Locatie 1	38	97	112200
			Locatie 2	38	129	149787
		Datum 2	Locatie 1	38	96	89565
			Locatie 2	38	130	135080
	Tijdstip=2	Datum 1	Locatie 1	38	90	85004
			Locatie 2	38	95	75079
		Datum 2	Locatie 1	38	98	86099
			Locatie 2	38	80	62258
array3 = array3 - 2						
Simulatietijden 2	Tijdstip=1	Datum 1	Locatie 1	38	99	121250
			Locatie 2	38	137	163350
		Datum 2	Locatie 1	38	98	98289
			Locatie 2	38	137	148380
	Tijdstip=2	Datum 1	Locatie 1	38	94	93232
			Locatie 2	38	99	83803
		Datum 2	Locatie 1	38	102	95203
			Locatie 2	38	84	68780

Resultaten simulaties voor de gevoeligheidsanalyse

Tijdsverschil is 4 minuten voor verschillende fases

Array1 is de meld-, detectie- en aanrijfase

Array2 is de afhandelingsfase op de rijbaan

Array3 is de afhandelingsfase op de vluchtstrook

Figuur L 4 Resultaten van de simulaties voor de gevoeligheidsanalyse met $\Delta t = 4$ minuten

				Incidentduur	Fileduur	VVM
Simulatietijden 2	Tijdstip=1	Datum 1	Locatie 1	40	99	121790
			Locatie 2	40	142	170320
		Datum 2	Locatie 1	40	100	102459
			Locatie 2	40	136	148690
	Tijdstip=2	Datum 1	Locatie 1	40	93	93938
			Locatie 2	40	102	88037
		Datum 2	Locatie 1	40	101	95141
			Locatie 2	40	86	71888
array1 = array1 - 4						
Simulatietijden 2	Tijdstip=1	Datum 1	Locatie 1	36	94	106300
			Locatie 2	36	126	140385
		Datum 2	Locatie 1	36	93	83952
			Locatie 2	36	123	126000
	Tijdstip=2	Datum 1	Locatie 1	36	85	80121
			Locatie 2	36	90	69694
		Datum 2	Locatie 1	36	93	80374
			Locatie 2	36	76	58624
array2 = array2 - 4						
Simulatietijden 2	Tijdstip=1	Datum 1	Locatie 1	36	92	99175
			Locatie 2	36	124	130634
		Datum 2	Locatie 1	36	92	77105
			Locatie 2	36	121	116750
	Tijdstip=2	Datum 1	Locatie 1	36	81	73986
			Locatie 2	36	83	63394
		Datum 2	Locatie 1	36	90	73606
			Locatie 2	36	74	53503
array3 = array3 - 4						
Simulatietijden 2	Tijdstip=1	Datum 1	Locatie 1	36	98	116870
			Locatie 2	36	133	156520
		Datum 2	Locatie 1	36	97	94074
			Locatie 2	36	133	141710
	Tijdstip=2	Datum 1	Locatie 1	36	92	89259
			Locatie 2	36	97	79554
		Datum 2	Locatie 1	36	100	90756
			Locatie 2	36	82	65656

De gemiddelde resultaten van de gevoeligheidsanalyse:

Figuur L 5 Resultaten van de gevoeligheidsanalyse

Fase	Verschil in fileduur		Verschil in VVM	
	Abs. (min)	%	Abs. (vtguur)	%
<i>Simulaties voor $\Delta t = 2$ min.</i>				
Aanrijfase	-4,4	-4,1	-139	-7,5
Afhandeling rijbaan	-5,5	-5,1	-202	-10,9
Afhandeling vluchtstr.	-1,1	-1,0	-42	-2,3
<i>Simulaties voor $\Delta t = 4$ min.</i>				
Aanrijfase	-9,9	-9,2	-306	-16,5
Afhandeling rijbaan	-12,8	-11,9	-425	-22,9
Afhandeling vluchtstr.	-3,4	-3,2	-121	-6,5

Extra simulatie voor de berekeningen in hoofdstuk 7

.....
Figuur L 6 Resultaten van de extra simulatie

pechgeval

CRF=0,36 ipv 0,72

Simulatietijden 2	Tijdstip=1	Datum 1	Locatie 1	35	59	18828
			Locatie 2	35	71	26114
		Datum 2	Locatie 1	35	28	5618
			Locatie 2	35	66	22693
	Tijdstip=2	Datum 1	Locatie 1	35	47	7120
			Locatie 2	35	20	2850
		Datum 2	Locatie 1	35	30	6334
			Locatie 2	35	14	1806

gemiddelde fileduur: 42