

Advanced Driver Assistance (ADA) systemen

Perspectief verkeersveiligheid

31 augustus 2000

Govert Schermers

Afdeling Verkeersveiligheid (VMV)

Colofon

Uitgegeven door

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Adviesdienst Verkeer en Vervoer
Postbus 1031
3000 BA Rotterdam

Informatie

G. Schermers
tel. 010-2825704
fax: 010-2825646
E-mail: g.schermers@avv.rws.minvenw.nl

Uitgave: december 2000

1 Inleiding 5

1 1 Achtergronden 5

2 ONDERZOEKSMETHODIEK 8

2 1 Ontwikkeling van de verkeersveiligheid 8

2 2 Literatuurscan 8

2 3 Trends in verkeersveiligheid en ADA-systemen 8

2 4 Scenario ontwikkeling 9

3 VERKEERSVEILIGHEID IN NEDERLAND 11

3 1 Beleidsontwikkelingen en het effect op de verkeersveiligheid 11

3 1 1 Meerjarenplan Verkeersveiligheid en Structuurschema verkeer en vervoer 12

3 1 2 Duurzaam Veilig Fase 1 12

3 1 3 Duurzaam Veilig Fase 2 13

3 2 Verkeersongevallen 13

3 2 1 Ongevallenregistratie 13

3 2 2 Verkeersslachtoffers naar maand en jaar (1996 - 1998) 14

3 2 3 Verkeersslachtoffers naar jaar en snelheid 16

3 2 4 Ernstige verkeersongevallen naar jaar en wijze van verkeersdeelname 17

3 2 5 Verkeersslachtoffers naar jaar en leeftijd 17

3 2 6 Verkeersslachtoffers naar jaar en provincie 17

3 2 7 Verkeersdoden naar jaar en wijze van verkeersdeelname en tegenpartij 18

3 2 8 Verkeersrisico in Nederland en in het buitenland 18

4 Inventarisatie van ADA-systemen en geschatte effecten op verkeersveiligheid

20

4 1 Verkeersveiligheidseffecten van ADA/ITS systemen in America 20

4 1 1 Raming van verkeersveiligheidseffecten (McKeever (1998)) 20

4 1 2 Analyses van ongevallenoorzaken en toedrachten 23

4 1 3 Effecten van gemengd verkeer 24

4 1 4 Ander relevant onderzoek 25

4 2 Verkeersveiligheidseffecten van ADA/ITS systemen in Europa 26

4 2 1 Anti Collision Assist 26

4 2 2 System for effective Assessment of driver state and Vehicle control in Emergency situations (SAVE) 26

4 3 ADA/ITS ontwikkelingen in Japan 27

5 Raming van verkeersveiligheidseffecten in Nederland 29

5 1 Verkeersongevallenanalyse 1997 - 1999 29

5 1 1 Ongevallen naar aard, snelheid en bebouwing 29

5 1 2 Toedrachten van ongevallen binnen en buiten de kom 36

5 2 Effectraming ADA 44

5 3 Scenario's bij introductie van ADA 45

6 CONCLUSIES 47

7 Literatuur 50

Lijst met afkortingen

ACA	Anti-collision Assist
AC-Assist	Anti-collision Autonomous Support and Safety Intervention System
ACD	Automatic Control Device
ADA	Advanced Driver Assistance
AHS	Automated Highway System
ASW	AutoSnelWeg
AVG	Automatische Voertuig Geleiding
BIBEKO	Binnen de Bebouwde Kom
BUBEKO	Buiten de Bebouwde Kom
CAP	Collision Avoidance Programme
CAS	Collision Avoidance Systems
CVO	Commercial Vehicle Operations
DV	Duurzaam Veilig
ETW	Erf ToegangsWeg
FHWA	Federal Highways Administration
FMS	Freeway Management System
GOW	GebiedsOntsluitingsWeg
ITS	Intelligent Transport Systems
IVI	Intelligent Vehicle Initiative
IMU	Integrated Monitoring Unit
ISA	Intelligent Speed Adaptation
K-S	Kop-Staart (botsing)
LMR	Landelijke Medische Registratie
NAHSC	National Automated Highway System Consortium
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration
OVO	Ophoogkader Verkeersongevallen
OV	Openbaar Vervoer
SAVE	System for effective Assessment of driver state and Vehicle control in Emergency situations
SEH	Spoed Eisende Hulp
SMU	SAVE Monitoring Unit
UMS	Uitsluitend Materiele Schade
VMS	Variable Message Signs

1 Inleiding

In de afgelopen jaren is het thema Automatische VoertuigGeleiding (AVG) vaak in Nederland onder de aandacht gebracht. Een voorbeeld hiervan is Demo '98. Dit heeft aanleiding gegeven voor de verkenning van een Task Force AVG, de aanzet tot een businessplan AVG en de ontwikkeling van een Kennisoverzicht AVG. Ook heeft de groeiende belangstelling en bewustwording bij diverse organisaties (in publieke en particuliere sectoren) geleid tot het actief bijdragen aan het onderzoeks-, ontwikkelings- en implementatieketen van AVG en dergelijke systemen. Bij de Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV) zijn deze concepten opgenomen binnen het meerjarenonderzoek "Automatisering van de rij- en vaartaak".

In 1999 is AVV gestart met het ontwikkelen van nieuwe kennis op het gebied van Automatische VoertuigGeleiding (AVG), Advanced Driver Assistance (ADA) - systemen en automatisering van de rij- en vaartaak. Voor het verder ontwikkelen van een korte tot lange termijn visie is kennis op verschillende beleidsterreinen nodig. Verwacht wordt dat AVG, en met name ADA, systemen een effect kunnen hebben op de ontwikkeling van de verkeersveiligheid. De aard en omvang van deze effecten, en hun uitwerking op toekomstige verkeersveiligheidsbeleid, zijn vooralsnog onbekend. Dit rapport geeft een eerste perspectief naar de potentiële verkeersveiligheidseffecten die ADA-systemen in de korte tot middellange termijn met zich mee kunnen brengen.

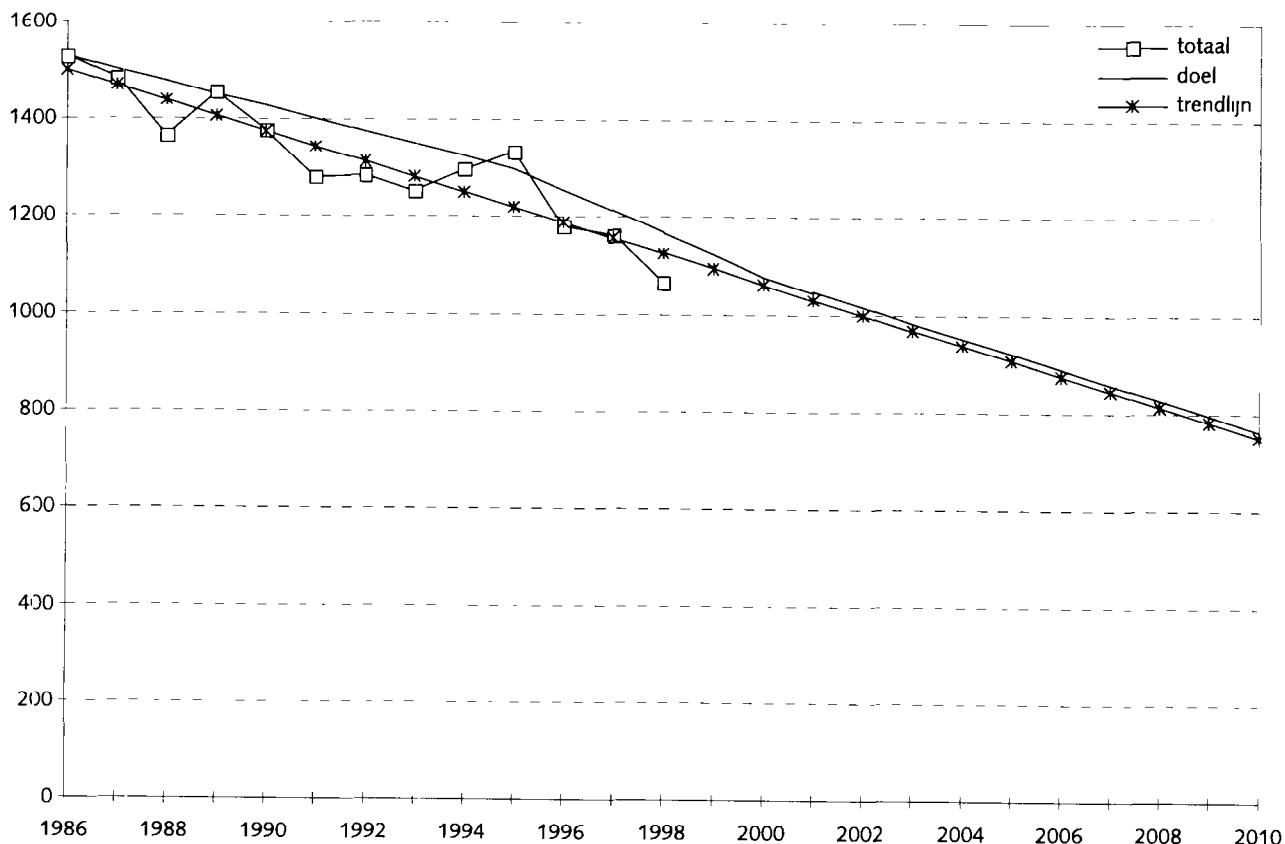
1.1 Achtergronden

Sinds de (begin)jaren vijftig voert Nederland actief beleid op het gebied van verkeersveiligheid. Het cumulatieve effect van de verschillende beleidsinitiatieven is te merken aan het in de loop der jaren dalende aantal verkeersdoden (Figuur 1).

In de periode van 1950 tot 1960 was het beleid gericht op wetgeving. Van 1960 tot 1970 is flink geïnvesteerd in het opbouwen van het hoofdwegennet. In de periode van 1970 tot 1980 is de passieve verkeersveiligheid verbeterd (bv. het verplicht stellen van het dragen van een bromfietshelm en een autogordel). De periode tachtiger jaren 1980 - 1990 is gestart met het "Speerpuntenbeleid" die zich de primaire aandachtsgebieden voor verbetering van verkeersveiligheid richt (bv. ouderen, zwaarverkeer, beveiligingsmiddelen, snelheden enz.). Halfweg de jaren 90 is gestart met het programma Duurzaam Veilig (DV). Duurzaam Veilig richt zich in hoofdlijnen op het (her)inrichten van het (onderliggend)wegennet met maatregelen die het gewenste rijgedrag afdwingen.

De doelstellingen van DV onderschrijven de MPV doelstellingen, oftewel, 25% minder letsel ongevallen tegen het jaar 2000 t.o.v. 1985 en 50% minder doden en 40% minder ernstig letsel ongevallen tegen het jaar 2010 t.o.v. 1986. Voor de periode na 2010 is waarschijnlijk nieuw verkeersveiligheidsbeleid nodig. Het is mogelijk dat nieuwe technologie en daarmee Intelligente Transport Systemen (ITS) hierin een belangrijke rol kunnen spelen.

Figuur 1 : Verkeersdoden (1986 - 1998)



Van belang is dat ieder nieuwe initiatief (of beleid) zijn voorgangers ondersteunt en niet op zichzelf een totale oplossing biedt. Ook is duidelijk dat de effecten van de beleidsmaatregelen een limiet kennen. Hierdoor is het nodig om continu nieuwe impulsen te ontwikkelen om de dalende trendlijn van het absolute aantal verkeersdoden te continueren.

Ongevallen in het verkeer zijn het resultaat van de interactie tussen mens, voertuig en omgeving. Binnen ieder van deze (hoofd)categorieën zijn oorzaken aan te wijzen die aanleiding kunnen geven tot het gebeuren van een ongeval en/of de afloop daarvan zullen beïnvloeden. Belangrijk is het te weten dat een ongeval het produkt van een aantal factoren is. Geen enkel ongeval is het gevolg van slechts één enkele factor. Over de relatieve bijdrage van de hoofdcategorieën kan worden geschat dat het mens in 70%, het voertuig in 20% en de omgeving in 10% van alle ongevallen een hoofdrol heeft (Moray, 1986, Zie ook Hagenzieker, 1999). Bij het verkeersveiligheidsbeleid wordt veelal gefocust op de elementen van het verkeers- en vervoerssysteem en de factoren daarbinnen. De beleidsacties richten zich dan ook op oplossingen in het kader van handhaving, engineering, educatie, communicatie, enz., vergezeld van monitoren en evaluatie. Door het monitoren en evalueren van trends binnen verkeersveiligheid kan de effectiviteit van de beleidsacties worden bepaald. Dit wordt van tijd tot tijd in een beleidseffectrapportage voor de verkeersveiligheid gepubliceerd. Ook wordt hiermee bepaald of en welke beleidsaanpassingen nodig zijn om de doelstellingen te bereiken of aan te passen.

Advanced Driver Assistance (ADA) systemen worden in toenemende mate ontwikkeld en in praktijk beproefd en zelfs toegepast. ADA systemen vormen een deelverzameling van Automatische Voertuig Geleiding (AVG) systemen, systemen die geheel of gedeeltelijk de rijtaken van een bestuurder overnemen. Bij rijtaak ondersteunende systemen voor voertuigen op de openbare weg wordt gesproken van ADA-systemen.

Verwacht wordt dat ADA-systemen een effect kunnen hebben op de verkeersveiligheid. In algemene zin zijn deze effecten in zowel Nederland als buitenland vrijwel onbekend. Door de Informatie en Communicatie Technologie- en auto-industrie wordt doorgegaan met de ontwikkeling en marketing van technologieën en systemen om vooral de rijtaak te ondersteunen, vereenvoudigen of zelfs automatiseren. Gezien deze ontwikkelingen en de mogelijke (toekomstige) effecten op de verkeersveiligheid, is verkennend onderzoek nodig.

Het hoofddoel van dit project is een status-quo onderzoek die de verkeersveiligheid in perspectief stelt tot ADA (rijtaak ondersteunende systemen binnen en buiten het voertuig). De aard en omvang van de verkeersveiligheidseffecten van afzonderlijke ADA-systemen moeten worden bepaald. Ook is het voor (toekomstige) beleid belangrijk een schatting te hebben van de verwachte effecten. Concreet geformuleerd zijn de doelen:

- het samenvatten van het Nederlands verkeersveiligheidsbeleid, doelen en strategieën,
- het in kaart brengen van bestaande, in ontwikkeling zijnde en niet beschikbare kennis op het gebied van ADA-systemen en verkeersveiligheid,
- het analyseren van verkeersongevallen over een periode van 3 jaar en het identificeren van trends en ontwikkelingen die door ADA-systemen kunnen worden beïnvloed, en
- het inschatten van de mogelijke lange termijn verkeersveiligheidseffecten en hun relatie tot ADA.

Dit onderzoek is een eerste aanzet hiertoe. In een eventueel vervolg wordt gepland het onderzoek uit te breiden naar de gegevens die door de verzekeringssector worden bijgehouden.

2 ONDERZOEKSMETHODIEK

2.1 Ontwikkeling van de verkeersveiligheid

Het Nederlands verkeersveiligheidsbeleid is vanaf het einde van de tweede wereldoorlog op hoofdlijn samengevat. Tevens zijn de gesignaleerde ontwikkelingen van de verkeersonveiligheidscijfers hiermee in verband gebracht. Dit resulteert in een globaal beeld van het effect van de diverse in het verleden ingezette beleidsrichtingen op het gebied van verkeersveiligheid.

2.2 Literatuurscan

Een literatuurstudie van binnen en buitenlandse literatuur is uitgevoerd naar onderzoek en andere relevante ontwikkelingen in het kader van ADA-systemen en verkeersveiligheid. De volgende werkwijze is gehanteerd:

- vaststellen van zoektermen
- uitgebreide verkenning van op Internet beschikbare informatie
- brede zoekactie op bekende databanken als International Road Research Documentation (IRRD), National Transportation Library, Electronic Document Library etc
- beoordelen van de samenvattingen op relevantie
- samenstellen van een literatuurlijst en verkrijgen van de meest relevante literatuur
- analyse
- opstellen samenvattingen

Als uitgangspunt is de volgende lijst van zoektermen gehanteerd

Zoektermen Nederlands	Zoektermen Engels
Verkeersveiligheid Ongevallen Intelligent Transport Systemen (ITS) Automatische Voertuig Geleiding (AVG) Advanced Driver Assistance (ADA) laterale controle Longitudinale controle	Automated vehicle guidance Advanced Driver Assistance Intelligent Transport Systems Road traffic accidents/crashes lateral vehicle control longitudinal vehicle control driver warning systems gap and headway control single vehicle accidents/crashes advanced cruise assist vehicle monitoring systems advanced cruise control collision avoidance systems IVHS crash/accident analysis anti-collision systems intelligent cars

De brede zoektocht heeft een aantal titels en samenvattingen opgeleverd. Deze zijn nader bekeken op (mogelijke) relevantie en een lijst van nader te bestuderen stukken is gegenereerd. Voor zover mogelijk werden de relevante documenten van Internet gehaald. Indien inhoudelijk relevante documenten/artikelen niet op Internet beschikbaar zijn, werden deze bij de publicerende organisatie opgevraagd.

Alle verkregen documenten zijn inhoudelijk geanalyseerd. Vervolgens zijn er samenvattingen van alle relevante stukken gemaakt en per werelddeel gerapporteerd (Hoofdstuk 4).

2.3 Trends in verkeersveiligheid en ADA-systemen

Op basis van de inhoudelijke analyse van alle documenten is een matrix van de ADA-systemen en hun (potentieel) effect op de verkeersveiligheid gemaakt. Hieruit is af te leiden

welke type ongevallen door de verschillende systemen worden beïnvloed (m a w de ongevallendoelgroep) Dit legt de bouwstenen voor het analyseren van ongevallen in Nederland en hun ontwikkeling in de loop van de tijd

Ongevallen over de periode 1994 tot 1998 zijn met behulp van het ongevallenbestand bij AVV-BG geanalyseerd Voor ieder jaar zijn de analyses gesplitst naar slachtoffers (dodelijk, ziekenhuis gewond, spoedeisende hulp) en naar ongevallen op basis van afloop Een verdere verdeling van ieder data set is gemaakt op basis van

- binnen/buiten de bebouwde kom
- ter plekke geldende snelheidslimiet (geeft een ruwe schatting van wegtype)
- weersgesteldheid
- wijze van verkeersdeelname
- tijd op de dag en dag van week
- enkelvoudige ongevallen
- oorzaken/toedracht

Op basis van de uit de literatuur bekende ongevallendoelgroepen zijn verschillende sets van ongevallendata opgemaakt en verder onderverdeeld met behulp van het kruisen van gegevens Dit leidt tot een eerste aanzet van een raming van de omvang binnen iedere doelgroep (bijv x% ongevallen met dodelijk of ernstig afloop zijn enkelvoudige ongevallen op 80km/h wegen in mistig weer en waar foutief door de bocht rijden een oorzaak is) Dit resultaat wordt bij de verdere uitwerking gebruikt om te schatten welke effecten ADA-systemen op de geselecteerde ongevallendoelgroepen in Nederland kunnen hebben

2.4 Scenario ontwikkeling

Het is onrealistisch te verwachten dat ADA-systemen binnen een korte tijd volledig de (automobil) markt zullen betreden Ook is niet te verwachten dat met de invoering van ADA-systemen alle relevante verkeersongevallen niet meer zullen voorkomen De invloed van dergelijke systemen op de verkeersveiligheid zal bepaald worden door diverse factoren, soms afzonderlijk en soms in combinatie Een aantal factoren is

- de ontwikkeling en betrouwbaarheid van de technologie (binnen en buiten het voertuig)
- de effecten van de technologie op het gedrag van de gebruikers
- de interactie tussen wel en niet met ADA-uitgeruste voertuigen
- koste en bate
- markt factoren
- economische factoren
- politieke factoren
- milieu overwegingen
- sociale factoren

Voor het doel van dit project, het maken van een eerste schatting van de verkeersveiligheidseffecten, wordt een aantal scenario's ontwikkeld Het is niet de bedoeling dat dit onderzoek een volledige marktanalyse voor ADA systemen oplevert, maar wel een aanduiding geeft van de potenties van ADA-systemen (en dus orde grote) Hiertoe worden er drie scenario's beschreven en getest, die een "worst-", "best-" en "most likely" case vertegenwoordigen

Hoe de verkeersveiligheid zonder de introductie van ADA-systemen in de toekomst gaat ontwikkelen is ook afhankelijk van een combinatie van factoren Om dit betrouwbaar te voorspellen ligt buiten de scope van dit onderzoek Om de toekomstige effecten van ADA-systemen op verkeersveiligheid te testen wordt een aantal hypothesen (aannames) geformuleerd en gebruikt

Op basis van de drie ADA-ontwikkeling scenario's en gemaakte verkeersveiligheidsaannames wordt een matrix van verwachte effecten berekend

3 VERKEERSVEILIGHEID IN NEDERLAND

3.1 Beleidsontwikkelingen en het effect op de verkeersveiligheid

Over de periode 1950 tot 1986 is in Nederland de kans op een ongeval met dodelijke afloop per reiseenheid met gemiddeld 6 tot 7 procent per jaar gedaald. Over de periode 1986 tot 1991 is de daling in risico afgenomen tot gemiddeld 4 procent per jaar. In absolute aantallen is het dodental van 1000 in 1950 gestegen tot 3200 in 1972 en vervolgens gedaald naar 1280 in 1991 en 1060 in 1998 (Fig. 1). Over dezelfde periode is de mobiliteit (uitgedrukt per miljard-voertuigkilometers) sterk toegenomen (19% tussen 1986 en 1991).

Het verkeersveiligheidsbeleid dat de afgelopen decennia in Nederland is gevoerd, kan in een aantal fasen worden beschreven. In de periode na de tweede wereldoorlog is ingezet op wetgeving. In 1951 verscheen de Wegenverkeerswet(geving) gevolgd door regelgeving voor wegverkeer, bebakening, bebording en VRI in 1966. Tijdens en na de introductie van de wet- en regelgeving is sterk ingezet op handhaving met binnen korte tijd positieve gevolgen voor de verkeersveiligheid. Dit effect bereikt een maximum en blijft daarna constant, ondanks verdere aanpassingen aan wet- en regelgeving in de loop van de tijd.

Gedurende de vijftiger en zestiger jaren zijn significante investeringen gedaan ten behoeve van het aanleggen van nieuw infrastructuur. Dit geld is met name gebruikt voor het hoofdwegenet. Het effect op de verkeersveiligheid is duidelijk merkbaar in de periode van 1960 tot 1970. Zodra er minder in nieuwe infrastructuur geïnvesteerd wordt, neemt ook het effect minder toe en blijft vervolgens constant.

Vanaf het begin van de jaren zestig richt het beleid zich op de passieve veiligheid. Het verplicht stellen van maatregelen als het dragen van helmen op motors, gordels in auto's en het verbeteren van de passieve voertuigveiligheid (o.a. kreukelzones) heeft een positief effect op de verkeersveiligheid. Dit manifesteert zich sterk in de periode van 1970 tot 1980. De groei in effect neemt af maar blijft tot vandaag toe positief, dankzij nieuwe ontwikkelingen op het gebied van de passieve veiligheid.

Sinds het begin van de jaren zeventig heeft het verkeersveiligheidsbeleid zich ook gericht op het door handhaving, educatie, communicatie, woonerven en andere maatregelen beïnvloeden van verkeersgedrag. Het effect hiervan wordt duidelijk merkbaar in de tachtiger jaren gedurende welk sterk is ingezet met acties als handhaving voor rijden onder invloed, snelheidscontroles, 30km/h zones, verplicht verkeerseducatie op basisscholen en anderen.

In de tweede helft van de jaren 80 richt het beleid zich op organisatorische aspecten. Ook wordt een duidelijk doel voor de verkeersveiligheid geformuleerd. Een afname in letsel ongevallen van 25% gemeten over de periode 1985 - 2000 (de actie -25%). Om wegbeheerders te stimuleren is een financiële stimuleringsregeling ingesteld. Daarnaast is het 1^e MeerjarenPlan Verkeersveiligheid (MPV) opgesteld. Hierin is als expliciete doelstelling voor verkeersveiligheid geformuleerd - In 2010 dienen er t.o.v. 1986 50% minder verkeersdoden en 40% minder ziekenhuisgewonden a.g.v. een verkeersongeval te zijn.

In het begin van de jaren 90 is begonnen met beleid gericht op het realiseren van een Duurzaam Veilige wegomgeving. Dit heeft geleid tot het formuleren van een samenhangend pakket (infrastructureel en andere) maatregelen gericht om de SVV-doelstellingen te realiseren. De uitvoering van het DV beleid is in twee fasen gesplitst. De eerste fase is verwoord in het convenant "Startprogramma DV" dat is ondertekend door het Rijk, het Interprovinciaaloverleg (IPO), de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG) en de Unie van Waterschappen (UVW) - ook bekend als de convenantpartners. Fase 1 wordt in de periode van 1998 tot 2001 uitgevoerd. Fase 2 wordt in 2000 voorbereid en zal eveneens middels een convenant met de partners definitief worden vastgelegd. Fase 2 dient eind 2010 te zijn uitgevoerd.

Wat hierna als beleidslijn zal worden gekozen moet binnen enkele jaren duidelijk worden. Hier zal de nodige aandacht aan moeten worden besteed om de verdere verlaging van het aantal verkeersdoden ook na 2010 te kunnen voortzetten.

3.1.1 Meerjarenplan Verkeersveiligheid en Structuurschema verkeer en vervoer

De eerste concrete verkeersveiligheid doelstellingen zijn vastgelegd in het eerste Meerjarenplan Verkeersveiligheid (MPV) van 1987. Hierin is een taakstelling van 25% minder verkeersslachtoffers in 2000 vergeleken met 1985 opgenomen. Om deze taakstelling te realiseren worden enkele kansrijke aanvalspunten geformuleerd. Hierna zijn in het Structuurschema Verkeer en Vervoer (SVV-II) van 1989 nieuwe taakstellingen geformuleerd voor de jaren 1995 en 2010. Hierbij is als basisjaar 1985 gebruikt. In de volgende edities van het MPV (bijstellingen) zijn de meer gespecificeerde SVV doelstellingen overgenomen.

Het MPV-I noemt enkele kansrijke aanvalspunten voor nieuw beleid, onder anderen

- het tegengaan van rijden onder invloed (alcohol en medicijnen)
- het verbeteren van de botsveiligheid
- het aanpakken van snelheid(overtredingen), met een specifiek programma voor 80km/h wegen
- het aanpakken van gevaarlijke situaties, inclusief uitbreiding 30km/h zones
- aanpak zwaar verkeer, inclusief maatregelen voor botsveiligheid
- aanpak fiets en bromfietsveiligheid, inclusief bromfietscertificaat

In het SVV-II zijn er nieuwe taakstellingen geformuleerd. Ook wordt naast de aanvalspunten de volgende additionele aspecten benoemd die een directe invloed kunnen hebben op de sterfte- en letselkansen in het verkeer

- Educatie, opleiding en voorlichting, inclusief aanpak kwetsbare verkeersdeelnemers, nieuwe BABW, RVV, verkeers- en vervoer educatie, gedragsbeïnvloeding en vorderingen en keuringen
- Aandacht voor ouderen en gehandicapten
- Zichtbaarheid, inclusief voetgangers en motorvoertuig verlichting overdag
- Integratie in planvorming, inclusief ruimtelijke planning, auto-arme gebieden enz
- Verkeersveiligheid binnen bedrijven

In de volgende edities van het MPV zijn de meer gespecificeerde SVV doelstellingen overgenomen en de aanvalspunten worden speerpunten genoemd. Een aantal kansrijke maatregelen is toegevoegd.

In de beleidseffectrapportage van 1991 wordt geconcludeerd dat de doelstellingen voor 2010 wat betreft doden en gewonden met ernstig letsel niet met het vigerende beleid gehaald zullen worden. Alhoewel de aanpak waarschijnlijk wel de doelen voor 1995 en 2000 zal kunnen realiseren, is men van mening dat er additioneel beleid moet worden gevoerd om de taakstelling voor 2010 te halen. Dit werd opgepakt in de derde editie van het MPV en vormde de aftrap voor het ontwikkelen en uitvoeren van het programma Duurzaam Veilig.

3.1.2 Duurzaam Veilig Fase 1

Duurzaam Veilig is als essentieel onderdeel van het verkeersveiligheidsbeleid opgenomen in het Meerjaren Programma Verkeersveiligheid (MPV-3, 1997) en het SVV-II (1991). De uitwerking in maatregelen en uitvoering hiervan is gesplitst in twee fasen. Fase 1 loopt van 1998 tot 2001 en fase 2 van 2001 tot 2010. De realisatie van Fase 1, met een plan van aanpak is opgenomen in het Convenant "Startprogramma Duurzaam Veilig". Het convenant legt een 24-tal afspraken vast en is in december 1997 ondertekend door het Rijk, het Interprovinciaal Overleg (IPO), de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG) en de Unie van Waterschappen (UvW).

De belangrijkste afspraken in het convenant zijn

- door alle wegbeheerders het voorbereiden en indienen van wegcategoryseringsplannen op basis van de nieuwe DV wegcategoryen
- de uitbreiding van het 30km/h wegennet. De doelstelling is om voor eind 2000 minstens 12.000km van het Bibeko wegennet als 30 km/h gebied te realiseren.

- het voor eind 2000 realiseren van 3000km aan 60 km/h wegen
- voor eind 1999 de voorrang regelen op all kruispunten op gebiedsontsluitings- en voorrangswegen
- voor eind 1998 de introductie van Bromfiets op de Rijbaan (BoR)
- voor eind 1999 de introductie van de algemene regel Voorrang Fietzers van Rechts
- de uniformering van de voorrangsregel bij rotondes
- voor eind 2000 de introductie van een algemeen snelheidslimiet van 30km/h binnen de bebouwde kom
- de introductie van voorlichtingscampagnes ter ondersteuning van de nieuwe maatregelen
- voor eind 1999 het voorbereiden van een plan van aanpak voor de 2^e Fase

Voor de realisatie van Fase 1 is een bedrag van f200 miljoen aan subsidie door het Rijk beschikbaar gesteld. Een aantal van de afspraken is al nagekomen. De implementatie van 30 en 60km/h gebieden is in volle gang. Er wordt verwacht dat de meerderheid afspraken binnen de gemaakte tijdsplanning zullen worden gerealiseerd. Enkele afspraken kunnen slechts vertraagd worden uitgevoerd, waardoor fase 1 verlengd wordt met 1 jaar en fase 2 1 jaar later zal starten. De effecten van de genomen maatregelen op de verkeersveiligheid zullen pas na enkele jaren duidelijk worden.

3.1.3 Duurzaam Veilig Fase 2

In 2000 wordt aan de convenant partners een definitieve plan van aanpak voor Fase 2 aangeboden. Onder andere zal dit de realisatie van de categoriseringsplannen, het verder uitbreiden van de 30 en 60km zones en de financiering van de uit te voeren maatregelen omvatten.

3.1.4 Het Nationale Verkeers- en Vervoersplan (NVVP)

In 2000 wordt het Nationaal Verkeers- en Vervoersplan 2001 - 2020 "Van A naar Beter" gepubliceerd. Het NVVP heeft als kerndoelstelling een 25% reductie in het aantal doden en ziekenhuisgewonden ten opzichte van het huidige (2000) niveau. Het NVVP richt zich op vier (hoofd) instrumenten, handhaving en regelgeving, voorlichting en educatie, aanpassing van wegen en spoorwegen, en de toepassing van nieuwe technologie. Het laatste instrument richt zich met name op het toepassen van Intelligente Snelheidsadaptie (ISA), voertuig-technologie en botspreventie.

3.2 Verkeersongevallen

3.2.1 Ongevallenregistratie

Bij AVV-BG worden verkeersongevallen registratie sets gebruikt om de verkeersongevallen database te vullen. De registratie sets worden ingevuld door de politie. Helaas wordt bij minder ernstige verkeersongevallen niet altijd een formulier ingevuld, waardoor niet alle ongevallen (m n letsel en Uitsluitend Materiele Schade ongevallen) geregistreerd worden.

Gegevens over verkeersslachtoffers met ernstig letsel (m a w mensen die in een ziekenhuis zijn opgenomen) zijn afkomstig uit bestanden van de Landelijke Medische Registratie (LMR). Dit systeem is gekoppeld aan het AVV systeem. Ook in dit systeem worden niet alle slachtoffers met ernstig letsel geregistreerd.

Gegevens over verkeersslachtoffers die op de spoedeisende hulp post van een ziekenhuis worden behandeld worden in het Letsel Informatie Systeem (LIS) geregistreerd. Een (groot) deel verkeersslachtoffers in deze categorie meldt zich niet als zodanig in het ziekenhuis en wordt dus ook niet geregistreerd. AVV gebruikt deze gegevens en hoort die op naar een landelijke cijfer.

Voor wat betreft ongevallen registratie is het duidelijk dat alleen ongevallen met dodelijke afloop een hoge registratiegraad hebben (bijna 100%). Dit is ook de enige categorie waar met enige zekerheid trends en voorspellingen kunnen worden gemaakt. Data over

ongevallen met ernstig letsel geven geen compleet beeld, maar is voldoende om zicht te krijgen op de verkeersveiligheid problematiek. Ongevallen met uitsluitend materiele schade (UMS) en ongevallen met slachtoffers die spoedeisende hulp nodig hebben, worden nog minder geregistreerd. Omdat de beschikbare data onvoldoende zijn om een beeld van de Nederlandse situatie te krijgen, worden deze ongevallen in dit onderzoek niet verder meegenomen.

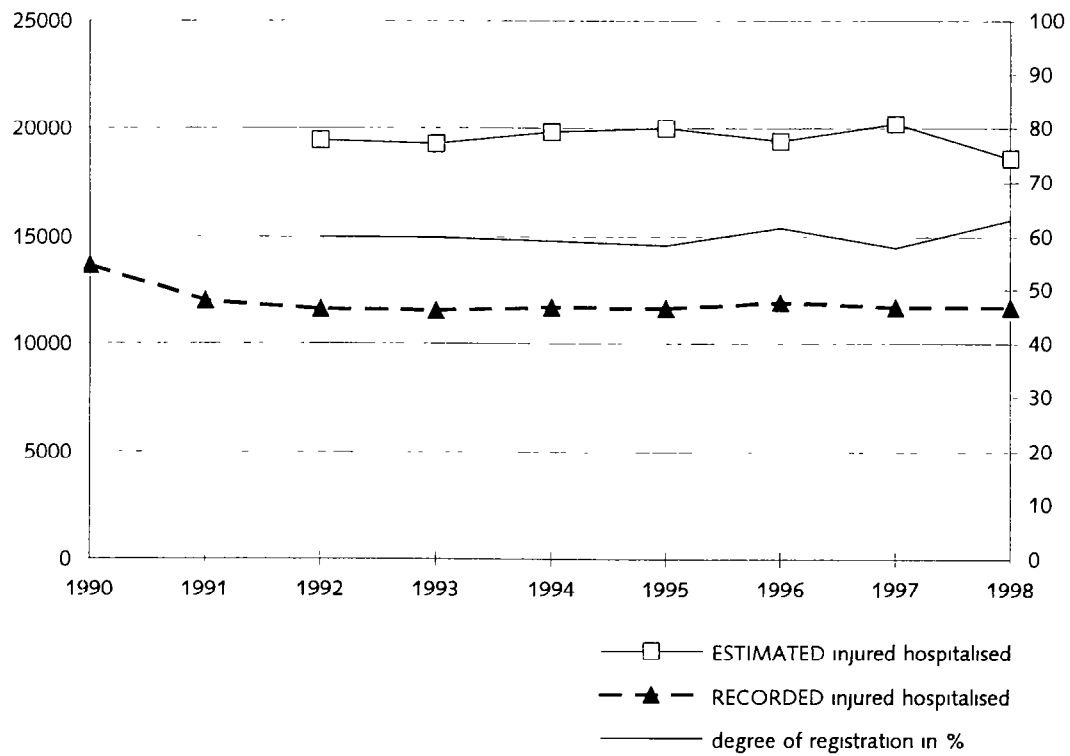
3.2.2 Verkeersslachtoffers naar maand en jaar (1996 - 1998)

Zoals eerder vermeld zijn betrouwbare cijfers niet voor alle typen verkeersongevallen in Nederland beschikbaar. Wel wordt geschat dat er ongeveer 1 miljoen ongevallen per jaar plaatsvinden. De registratie van ongevallen met dodelijk afloop is bijna volledig (circa 98%). De registratiegraad van ongevallen met uitsluitend materiele schade (UMS) is onbekend. UMS ongevallen worden geschat op basis van de CBS-enquête Ophoogkader verkeersongevallen (OVO).

Het aantal verkeersdoden is over de periode 1986 tot 1998 gedaald met 30 procent (Fig. 1 - van 1529 naar 1066). Het aantal ziekenhuisgewonden en Spoedeisende hulp (SEH) slachtoffers is in die zelfde periode ongeveer constant gebleven (Figuur 2).

In de periode 1996 tot 1998 is het aantal ongevallen met dodelijk afloop afgenomen van 1099 naar 988. Het aantal doden is gedaald van 1180 naar 1066 (Tabel 1). Met uitzondering van de periode tussen januari en maart en ook december zijn het aantal ongevallen met dodelijk afloop vrij redelijk gelijk verdeeld (Tabel 1). Gedurende die vier winter maanden vallen er minder ongevallen met ernstig letsel en met dodelijk afloop. Het gemiddelde aantal doden per ongeval met dodelijk afloop is ongeveer 1,08. Voor ernstig gewonden ligt dit iets hoger op 1,12.

Figuur 2: Ziekenhuisgewonden



(a) *Tabel 1 Verkeersongevallen met ernstige afloop naar maand*

Maand	1996				1997				1998			
	Dodelijk		ZGW		Dodelijk		ZGW		Dodelijk		ZGW	
	Ong	Slacht	Ong	Slacht	Ong	Slacht	Ong	Slacht	Ong	Slacht	Ong	Slacht
Jan	79	85	1 160	1 310	81	94	1 210	1 390	78	85	1 210	1 370
Feb	74	82	1 010	1 130	66	67	1 100	1 210	74	77	1 040	1 160
Mrt	69	75	1 170	1 310	72	77	1 430	1 570	90	101	1 260	1 440
Apr	116	120	1 540	1 720	93	98	1 500	1 690	86	93	1 320	1 490
Mei	97	105	1 500	1 650	85	97	1 700	1 880	101	110	1 810	1 990
Jun	91	100	1 810	2 000	96	103	1 800	2 000	76	84	1 600	1 800
Jul	99	109	1 610	1 800	109	113	1 660	1 860	78	83	1 400	1 640
Aug	88	91	1 690	1 860	116	134	1 870	2 100	70	75	1 540	1 740
Sep	102	108	1 660	1 820	82	91	1 650	1 830	74	82	1 540	1 680
Okt	102	111	1 590	1 740	96	100	1 580	1 750	86	90	1 380	1 550
Nov	105	111	1 480	1 680	91	96	1 260	1 440	81	87	1 210	1 360
Dec	77	83	1 250	1 410	89	93	1 330	1 460	94	99	1 240	1 400
Totaal	1 099	1 180	17 510	19 420	1 076	1 163	18 100	20 190	988	1 066	16 550	18 620

3 2 3 Verkeersslachtoffers naar jaar en snelheid

Tabel 2 geeft een aanduiding bij welke snelheden ongevallen met dodelijke afloop en ongevallen met ernstig letsel gebeuren. Het grootste aandeel van alle ongevallen met dodelijk afloop gebeuren bij een snelheid (limiet) van 80 tot 90 km/h (ongeveer 48%). Het gemiddelde aantal doden per ongeval bij deze snelheid is hoger dan bij bijvoorbeeld een snelheid van 50 km/h. Meer dan 80 procent van alle ongevallen met dodelijk afloop gebeurt bij snelheden van 50 tot 90 km/h. Wegcategorieën worden in de ongevallenregistratie niet meegenomen (wel snelheidslimiet), maar het is te verwachten dat een groot aandeel van deze ongevallen op gebiedsontsluitingswegen plaatsvinden (DV maakt een onderscheid tussen 3 categorieën wegen, stroomwegen, Gebiedsontsluitingswegen en toegangswegen). Uit onderzoek van de SWOV blijkt dat GOW binnen en buiten de bebouwde kom de meest gevaarlijke wegen zijn. Opmerkelijk is het relatief klein aandeel (5%) doden dat valt bij snelheden van 120 km/h (te verwachten zijn dit op autosnelwegen waar snelheden homogener zijn en minder conflicten plaatsvinden).

(a) *Tabel 2 Dodelijke verkeersongevallen naar snelheid*

Snelheid	1996		1997		1998	
	Ongevallen	Doden	Ongevallen	Doden	Ongevallen	Doden
<50 km/h	24	25	34	34	25	25
50 km/h	352	365	359	366	339	355
60-70 km/h	52	56	36	39	47	50
80-90 km/h	515	552	523	578	479	528
100 km/h	74	90	57	71	46	51
120 km/h	82	92	67	85	52	57
Totaal	1 099	1 180	1 076	1 163	988	1 066

3.2.4 Ernstige verkeersongevallen naar jaar en wijze van verkeersdeelname

De meeste verkeersdoden zijn bestuurders en inzittende van personenauto's (Tabel 3). In 1996 waren 48% van alle verkeersdoden autobestuurders of -passagiers. In 1998 werd dat er 52%. Het grootste aantal ernstig gewonde verkeersslachtoffers valt bij fietsers.

(a) Tabel 3 Ernstige verkeersongevallen naar wijze van verkeersdeelname

Deelname	1996		1997		1998	
	Doden	ZGW	Doden	ZGW	Doden	ZGW
Auto	575	6 320	547	6 420	551	6 120
Bestelauto	44		51		31	
Vrachtauto	15	130	11	130	9	90
Bus	1		3		2	
Motor	91	1 360	92	1 380	76	1 110
Railvoertuig	0	0	0	0	0	0
Brom/snorfiets	107	3 000	88	3 180	89	3 110
Fiets	233	7 000	242	7 450	194	6 760
Voetganger	109	1 600	119	1 530	110	1 340
Overig	5	110	4	110	4	90
Onbekend	0	0	0	0	0	0
TOTAAL	1 180	19 420	1 163	20 190	1 066	18 620

NB Voor de ziekenhuisgewonden (ZGW) zijn de categorieën auto en bestelbus en de categorieën vrachtauto en bus samengenomen.

3.2.5 Verkeersslachtoffers naar jaar en leeftijd

Ongeveer 65% van alle verkeersdoden en bijna 60% van alle ernstig gewonden zijn mensen in de economisch actieve leeftijdsgroep. Circa 25% zijn mensen in de leeftijdsgroep van 26 tot en met 40 jaar. Ook zijn ouderen in het verkeer vaak slachtoffer van een ernstig of dodelijk ongeval.

(a) Tabel 4 Aantal doden en ernstig gewonde slachtoffers naar leeftijd en jaar

Ouderdom	1996		1997		1998	
	Doden	ZGW	Doden	ZGW	Doden	ZGW
0 - 10	22	1 410	27	1 360	22	1 270
11 - 18	113	2 730	98	2 790	79	2 520
19 - 25	222	3 060	200	3 080	209	2 800
26 - 40	285	4 400	305	4 520	274	4 110
41 - 60	229	3 770	225	4 040	211	3 830
61 +	309	4 040	308	4 400	271	4 090
TOTAAL	1 180	19 410	1 163	20 190	1 066	18 620

3.2.6 Verkeersslachtoffers naar jaar en provincie

De meeste ernstige en dodelijke verkeersongevallen gebeuren in het westen van Nederland (provincies Noord-Holland, Zuid-Holland en Zeeland). Dit is ook conform verwachting want het westen heeft ook de drukste wegen, dichtste bevolking en bebouwing van heel Nederland.

(a) Tabel 5 · Ernstige en dodelijke ongevallen naar regio

Regio	1996				1997				1998			
	Dodelijk		ZGW		Dodelijk		ZGW		Dodelijk		ZGW	
	Ong	Slacht	Ong	Slacht.	Ong	Slacht	Ong.	Slacht.	Ong	Slacht.	Ong	Slacht
Noord	141	162	2 090	2 430	139	149	2 160	2 510	125	139	1 940	2 290
Oost	264	283	4 090	4 510	279	301	4 220	4 710	211	232	4 030	4 580
Zuid	291	310	3 990	4 450	286	311	4 080	4 620	266	283	3 540	3 990
West	403	425	7 270	8 040	372	402	7 630	8 370	386	412	7 040	7 760
Totaal	1 099	1 180	17510	19430	1 076	1 163	18100	20190	988	1 066	16550	18620

3.2.7 Verkeersdoden naar jaar en wijze van verkeersdeelname en tegenpartij

Tussen de 25 en 33 procent van verkeersdoden vallen bij enkelvoudige ongevallen (enkelvoudige ongevallen zijn ongevallen waar slechts een voertuig betrokken is - tabel 6) Hiervan zijn de meeste enkelvoudige ongevallen met personenauto's. Ongevallen tussen fietsers en auto's veroorzaken ongeveer 8% van alle verkeersdoden. Een aandachtspunt is verder het aantal dodelijke ongevallen waarbij er meer dan twee betrokkenen (voertuigen) zijn. Hierbij vallen circa 25% van alle verkeersdoden. Alhoewel het aantal voetgangersdoden sinds 1992 is gedaald, blijft het aantal voetgangers dat door gemotoriseerd verkeer wordt aangereden en gedood (11,5% in 1992 en ruim 10% in 1998) een zorg.

Tabel 6 Verkeersdoden naar jaar, wijze van verkeersdeelname en tegenpartij

Tegenpartij Deelname	Enkel- voudig	Ongevallen met twee betrokkenen					Meer dan twee be- trokkenen	TOTAAL
		Pers Auto	Vracht/ bestel	Motor/ scooter	Overige	Totaal		
Personenauto	245	76	72	1	22	171	159	575
Vrachtbestel	21	5	11	0	4	20	18	59
Motor/scooter	26	29	11	2	6	48	17	91
Brom/snorfiets	26	46	16	1	10	73	8	107
Fiets	8	104	77	4	22	207	18	233
Voetganger	1	50	17	1	24	92	16	109
Overig	2	0	0	0	0	0	4	6
TOTAAL 1996	329	310	204	9	88	611	240	1180
Personenauto	212	85	63	2	23	173	162	547
Vrachtbestel	26	6	10	0	3	19	23	68
Motor/scooter	22	33	12	0	6	51	19	92
Brom/snorfiets	10	41	13	1	10	65	13	88
Fiets	10	118	50	4	30	202	30	242
Voetganger	0	55	23	4	23	105	14	119
Overig	7	0	0	0	0	0	0	7
TOTAAL 1997	287	338	171	11	95	615	261	1 163
Personenauto	270	54	50	0	18	122	159	551
Vrachtbestel	17	2	4	1	1	8	15	40
Motor/scooter	23	19	8	0	4	31	22	76
Brom/snorfiets	25	23	12	1	16	52	12	89
Fiets	13	82	44	3	21	150	31	194
Voetganger	0	56	22	0	17	95	15	110
Overig	3	0	0	0	0	0	3	6
TOTAAL 1998	351	236	140	5	77	458	257	1 066

3.2.8 Verkeersrisico in Nederland en in het buitenland

Het risico in Nederland bij een verkeersongeval te overlijden is relatief laag ten opzichte van andere westerse landen (Tabel 7). Hierbij geldt als kanttekening

dat het aantal afgelegde kilometers sinds 1980 in Nederland minder is toegenomen dan in de andere landen. Ook blijkt dat andere landen sinds 1990 veel beter presteren op het gebied van de verkeersveiligheidsbeleid en snel bezig zijn Nederland in te halen. Toch blijft Nederland op dit moment en gemeten op een aantal aspecten (bv. verkeersdoden per 100 000 inwoners) een van de vijf (verkeers)veiligste landen in Europa. Wel is duidelijk dat Nederland de verkeersveiligheid op een nog hoger niveau moet krijgen, wil zij tot de top groep blijven behoren.

(a) Tabel 7 Aantal verkeersdoden per miljard voertuig-km in Westerse landen

Land	Index doden per miljard voertuig-km			
	1995	1996	1997	1998
Nederland	12,11	10,66	10,21	-
Ver. K	8,46	8,19	8,07	-
Japan	17,59	15,83	15,12	14,48
Engeland	8,40	8,13	8,02	7,45
Finland	10,46	9,50	10,06	8,92
Frankrijk	17,93	16,98	16,43	-
Duitsland	15,67	14,44	13,82	12,42
VSA	10,78	10,59	10,19	-
België	18,05	16,65	16,43	17,43

Bron: IRTAD, 2000

4 Inventarisatie van ADA-systemen en geschatte effecten op verkeersveiligheid

De afgelopen 10 jaar heeft op het gebied van ADA-systemen (internationaal) veel ontwikkeling plaatsgevonden, met name onder het vaandel ITS. In dit onderzoek is er gestart met een uitgebreid literatuuronderzoek op Internet. Gezocht is naar onderzoeken, publikaties en demonstraties/demonstratieprojecten over de (potentiele) verkeersveiligheidseffecten van ADA en dergelijke systemen. De sleutelbegrippen die bij de zoekactie zijn gebruikt, zijn:

Intelligent Transport Systems (ITS)
Intelligent Vehicle Highway Systems (IVHS)
ADA
Vehicle control systems (lateral/longitudinal)
driver warning systems

Verder is als filter voor de zoektocht gekozen voor de trefwoorden "road safety", "safety effects", "road safety estimates", en "road accidents". De zoektochten leverde een groot aantal documenten en onderzoeksresultaten op. Ook was het in veel gevallen mogelijk om links te leggen met relevante internetsites en informatiebronnen.

Op de meeste (Internet)sites was informatie over ITS/ADA verkrijgbaar. In elk geval is de verkregen informatie (in de vorm van een korte beschrijving, samenvatting, synopsis of "fact" sheet) gelezen en beoordeeld op relevantie. Verdere informatie over (mogelijk) relevante stukken is via de Internet bibliotheken opgevraagd. Meestal waren documenten en onderzoeksrapporten elektronisch op het Internet beschikbaar en konden met behulp van pakketten als ADOBE worden afgedrukt.

4.1 Verkeersveiligheidseffecten van ADA/ITS systemen in America

De Internet zoektocht leverde een groot aantal Amerikaanse (ruim 300) rapporten, publikaties en brochures op in het algemeen kader van ITS en IVHS op. Om een "information overload" te voorkomen, zijn alleen de stukken met een expliciete vermelding van verkeersveiligheidseffecten aangevraagd. Ook zijn stukken ouder dan 10 jaar niet meegenomen. De meest relevant lijkende documenten (23 in 't totaal) zijn "gedownload" en afgedrukt. Deze zullen hieronder worden besproken.

4.1.1 Raming van verkeersveiligheidseffecten (McKeever (1998))

In 1998 is door FHWA onderzoek gedaan naar het rammen van de effecten van ITS op verkeersveiligheid (McKeever, 1998). Op basis van een studie van Volpe (Najm 1995), een aantal case-studies en enkele veronderstellingen maakt McKeever een schatting van het percentage letsel ongevallen dat d.m.v. ITS systemen kan worden voorkomen. In het rapport wordt ITS in drie deelterreinen gesplitst, infrastructuur-, voertuig- en coöperatieve-ITS.

Infrastructuur- (Infra)ITS refereert naar systemen als Freeway Management systemen (FMS), Incident Detection, Video camera's voor handhaving, Verkeerssignaleringsystemen, Variable Message Signs (VMS) en Waarschuwingssystemen (files, weer, enz.) en spoorwegovergangen. De volgende ongevallenreducties worden toegelicht,

- uitproeven met FMS (een combinatie van toeritdosering en VMS) zijn ongevallen over het hele traject met 24 tot 50% afgenomen. Expliciet wordt genoemd dat de afname niet alleen te wijten is aan een reductie in

ongevallen bij convergeer/divergeer punten, maar dat de reducties voor alle type ongevallen geldt

- voor- en na-onderzoek is gedaan naar verkeersveiligheidseffecten van "automatische incident detectie systemen" op autosnelwegen. Na het detecteren van een langzaam rijdend of stilstaand voertuig wordt de snelheid met behulp van VMS stroomopwaarts automatisch verlaagd en de politie in kennis gesteld. Bij deze pilot is een afname van 18% in letsel ongevallen gemeten.
- in Engeland en Australië worden camera's (intensief) gebruikt voor snelheidshandhaving op autosnelwegen en drukke stedelijke (gebiedsontsluiting) wegen. In London heeft deze toepassing geleid tot een reductie van 20% in letsel ongevallen en van 50% in dodelijke/ernstig letsel ongevallen. In New South Wales en Victoria (Australië) zijn respectievelijk 22 en 30% van de ongevallen op die wegen met camera's bespaard.
- in Amerika komen op autosnelwegen kantelongevallen met (zwaar) vrachtverkeer vrij vaak voor. Door de in/uitritten met VMS ten behoeve van snelheidsadvisering uit te voeren, worden kantel ongevallen vermeden (in sommige proeven met zoveel als 100%). Soortgelijke systemen worden ook op wegen met steile hellingen toegepast.
- onderzoek naar monitoring- en informatie(VMS)systemen gericht op het weer heeft in Europa aangetoond dat snelheid met 10% afneemt en dat het aantal ongevallen (alle typen) gedurende de periode met slecht weer met 30% afneemt. Ernstige en dodelijke ongevallen nemen zelfs met 40% af. Systemen die de zichtbaarheid (mist enz.) monitoren en dit middels VMS aan het verkeer mededelen, kunnen een 85% reductie van mist gerelateerde ongevallen realiseren.

Misschien meer relevant voor dit onderzoek zijn de effecten die (ADA/ITS) voertuig systemen op de verkeersveiligheid kunnen hebben. Het onderzoek van McKeever richt zich in principe op drie systemen, Rear-end (kop staart) Crash Avoidance Systeem (CAS), lane change/meerge CAS en roadway departure CAS.

De verkeersveiligheidseffecten van CAS zijn in 1996 geschat door de National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). De NHTSA schattingen zijn gebaseerd op alle aan de politie gerapporteerde ongevallen. McKeever meent dat de schattingen voor dodelijke ongevallen (zeer) optimistisch zijn. Volgens hem heeft alcohol een grotere betrokkenheid bij dodelijke ongevallen en een CAS is (waarschijnlijk) minder effectief bij bestuurders die onder de invloed van alcohol rijden.

De volgende hoofdconclusies worden door NHTSA getrokken:

- Rear-end CAS monitort en relateert de positie (longitudinaal) en snelheid van het voertuig aan dat van de voorligger. Met behulp van een waarschuwingssysteem (dat waarschuwt als de afstand te klein en/of de snelheid te hoog is) wordt geraamd dat 48% van alle kop-staart letselongevallen in Amerika kunnen worden bespaard (dit is 9,1% van alle letselongevallen in Amerika).
- Lane change and merge (rijstrook wisselen en samenvoegen/ritsen) CAS, monitort vooral laterale positie en snelheid van het voertuig en relateert dit aan verkeer in aanliggende rijstroken. Hier wordt geschat dat 37% van alle ongevallen als gevolg van in- of uitvoegen en rijstrookwisselingen kunnen worden bespaard (0,7% van alle letselongevallen in Amerika).
- Road departure (van de weg raken) CAS monitort uitsluitend de laterale positie op de weg en waarschuwt de bestuurder voor het gevaar om van de weg te raken. Hier is een reductie van ongeveer 24% van alle (dodelijke) enkelvoudige voertuig ongevallen te verwachten (oftewel 8,4% van alle ongevallen met dodelijk afloop in Amerika). Een kanttekening hierbij is dat

dit uitsluitend geldt voor 1 type ongeval, namelijk dodelijke ongevallen met één voertuig, zonder invloed van overig verkeer of bijzondere omstandigheden waarbij het voertuig van de weg raakt

Bij cooperatieve ITS worden vier (sub)systemen onderkend, in vehicle navigation (in voertuig navigatie), emergency Mayday (SOS), Intelligent speed control en ITS for Commercial Vehicle Operations (CVO) and transit. Hier is geraamd dat navigatie systemen een 1% reductie van alle ongevallen op Bibeko gebiedsontsluitingswegen (urban arterials) kunnen realiseren. SOS systemen hebben een indirect effect. Zij voorkomen geen ongevallen maar kunnen het tijdsverloop tussen ongeval en eerste hulp met 43% verminderen en daardoor de kans op overleving met 7 tot 12% verhogen. In principe wordt er vanuit gegaan dat een halvering in wachttijd een 7% besparing in doden op wegen buiten de bebouwde kom teweeg brengt. Externe, intelligente snelheidscontrole en -aanpassing kan tot een reductie van 20-35% in letsel-ongevallen leiden. Het effect van CVO op de verkeersveiligheid wordt niet gerapporteerd.

McKeever gebruikt een aantal aannames in zijn analyses

- 1995 dient als basis jaar
- alle systemen worden voor 100% geïmplementeerd. Er worden geen (implementatie)scenario's in de analyses gebruikt
- andere ontwikkeling op het gebied van verkeersveiligheid worden niet meegenomen

McKeever komt tot een (aangepaste) raming van ongevallenreductie (Tabel 8). Het reductiepercentage geeft een aanduiding van de jaarlijkse besparing in ongevallen op het moment dat er voor 100% is geïmplementeerd. Hierbij maakt hij de kanttekening dat het gecombineerde effect van alle drie de (sub)systemen bij 100% implementatie is berekend en de systemen onafhankelijk van elkaar functioneren. Het dubbel berekenen van ongevallenreducties (in a.w. in meer dan één ITS categorie) is bewust voorkomen door een type ongeval in of de ene of de andere ITS categorie te plaatsen. Dit zou ook betekenen dat een geïntegreerd systeem een ander (mogelijk groter) effect op de verkeersveiligheid zal hebben.

Tabel 8 Raming van de effecten van ITS op verkeersongevallen (Amerika)

Maatregel	Reductie in letselongevallen (%)	Reductie in dodelijke ongevallen (%)
Infra ITS		
Toeritdosering (Bibeko)	2,8	2,3
Incident det (Bibeko)	2,1	1,7
Video handhaving (Bibeko)	8,3	4,4
Spoorwegovergang (Bibeko)	0,1	0,8
Weer monitoring (Bubeko)	0,9	1,1
Mist monitoring (Bubeko)	0,2	0,9
Totaal Infra-ITS	14,4	11,2
Voertuig ITS		
Kop-staart CAS	9,1	1,7
Rijstrookwisseling CAS	0,7	0,2
Enkelvoudig CAS	4,0	8,4
Totaal voertuig-ITS	13,8	10,3
Cooperatieve ITS		
In-voert Navigatie (Bibeko)	0,3	0,2
SOS systeem (Bubeko)	/	3,4
Int Snelheidsaanp (Bibeko)	1,4	0,7
Totaal Cooperatief -ITS	1,7	4,3
TOTAAL bij 100% invoeren	29,9	25,7

4 1.2 Analyses van ongevallenoorzaken en toedrachten

In 1992 is de NHTSA gestart met het "Crash Avoidance Program" (CAP), het eerste doelgerichte verkeersveiligheidsinitiatief binnen de ITS ontwikkelingen. Een onderdeel van het programma is het vergaren van kennis over de oorzaken en toedrachten van verkeersongevallen. Hiermee beoogt het programma de mogelijke effecten van verschillende ITS systemen op de verkeersveiligheid te bepalen.

Als onderdeel van het CAP is een drie jaar durend onderzoek in 1995 door Volpe afgerond (Najm et al, 1995). Dit onderzoek richt zich op het identificeren van de oorzaken van verkeersongevallen en ITS maatregelen die deze (positief) kunnen beïnvloeden.

Op basis van aandeel in het totaal aan verkeersongevallen zijn door Najm et al acht typen ongevallen voor verdere analyse geselecteerd. Samen omvatten zij 71% van alle ongevallen in Amerika. Om tot een uitspraak over oorzaken te komen zijn 942 "in-depth" ongevalsonderzoeken geanalyseerd. Hierbij bleek dat bijna 600 onderzoeken voldoende details voor een degelijke oorzaaksanalyse bevatten. Ook was binnen de 600 onderzoeken voldoende spreiding in type ongeval om algemene uitspraken over ieder van de acht hoofdcategorieën te kunnen doen.

Alle ongevallen zijn in detail ontleed om de hoofdoorzaak te bepalen. In de gevallen waar meerdere oorzaken een rol hebben gespeeld is de subjectieve mening van deskundigen ingezet om een hoofdoorzaak toe te wijzen. Hieruit ontstaat voor elke type ongeval een lijst met (hoofd)oorzaken.

Een punt van kritiek is dat ongevallen meestal meerdere oorzaken kennen en dat het moeilijk (soms onmogelijk) is met enige vertrouwen één oorzaak toe te kennen als de hoofdoorzaak. Desondanks is de ontleding doorgevoerd en op basis van de type ongevallen en (hoofd)oorzaak zijn de gegevens gekruist. De hoofdoorzaken zijn ook nog een keer gesorteerd naar rijfouten, fysiologische toestand (bestuurder), voertuig defecten, wegdek en zichtbaarheid.

Bij dit onderzoek is bepaald dat bijna 75% van de ongevallen door (menselijke) fouten bij de rijhandelingen zijn veroorzaakt. Veertien procent wordt veroorzaakt door bestuurders die fysiek niet fit waren (alcohol, ziek, vermoeid), 2,5% door defecten aan het voertuig, 8,0% door het (slechte) wegdek en 0,1% door mist en slecht zicht.

De analyse geeft een eerste aanzet voor het definiëren van (mogelijke) “crash avoidance” systemen. Drie interventie strategieën zijn gedefinieerd, adviserend, waarschuwend en automatisch beheer. Adviserende systemen zijn met name geschikt voor situaties waar er (kleine) kans op een ongeval bestaat maar geen (dringende) ontwijkende manoeuvres nodig zijn. Waarschuwingssystemen zijn bedoeld voor situaties waar de kans op een botsing groot is en waar de bestuurder onmiddellijk moet reageren om dit te voorkomen. Bij een automatisch systeem is de ingreep van de bestuurder niet meer voldoende en externe systemen moeten het beheer van de voertuig overnemen om het ongeluk te voorkomen.

Dit onderzoek geeft verder geen details over de typen systemen en de consequenties hiervan voor de verkeersveiligheid.

4.1.3 Effecten van gemengd verkeer

Het “National Automated Highway System Consortium” (NAHSC) is verantwoordelijk voor de ontwikkeling van een “automated highway” systeem (Jacoby en Schuster, 1997). Hierbij ligt de eerste uitdaging in het definiëren van het systeem. Is het systeem alleen bedoeld voor gebruik door geautomatiseerde voertuigen of worden ook “gewone” voertuigen toegestaan? In dit onderzoek gaat de voorkeur uit naar een gemengd systeem. Voordelen die hiervoor worden genoemd zijn:

- het AHS kan op een geleidelijke manier ontstaan,
- de constructiekosten worden geminimaliseerd,
- alle hoofdwegen (autosnelwegen) komen in principe in aanmerking voor AHS, en
- de AHS wegen zijn voor alle verkeer toegankelijk. Hierdoor wordt een optimale benutting gewaarborgd. Bovendien wordt niet de indruk gewekt dat AHS wegen alleen voor een kleine groep bevoorrechte weggebruikers bestemd is.

Ook zijn er argumenten tegen het gemengd gebruik. Bijvoorbeeld de verschillen tussen geautomatiseerde en normale voertuigen kan een negatief effect op de verkeersveiligheid hebben. Gedragsonderzoek wijst uit dat mensen zich minder concentreren als zij niet (volledig) de controle over de situatie hebben (Jacoby, 1997, Moray, 1986). Ook oplossingen bij divergeren/convergeren kunnen nadelig uitpakken voor de verkeersveiligheid. Ook in dit onderzoek wordt een analyse van de oorzaken van ongevallen gemaakt. Hier wordt de kanttekening gemaakt dat een geautomatiseerd systeem rekening moet houden met situaties die voor een (ervaren) bestuurder alledaags zijn en derhalve vaak niet in ongevallendata voorkomen. De analyse van de ongevalsoorzaken heeft vijf alternatieven opgeleverd die volgens de onderzoekers 56 van de 66 gevaarlijke situaties (en 95% van alle ongevallen met bekende oorzaak) zullen oplossen. Het eventuele AHS moet dus rekening houden met de volgende situaties (of scenario's):

- het geautomatiseerde voertuig nadert een langzamer rijdend, afremmend, (hard) remmend, stilstaand “normaal” voertuig,
- het geautomatiseerde voertuig wisselt naar een rijstrook met gewoon verkeer,
- een gewoon voertuig wisselt naar de rijstrook bedoeld voor geautomatiseerd verkeer,
- een obstakel (inclusief mensen en dieren) bevindt zich in de geautomatiseerde rijstrook,

- een gevaarlijke situatie (roadway hazards incl slecht weer) ontstaat in de rijstrook

Rekening houdend met de resultaten van het onderzoek zijn de volgende vereisten voor een gemengd AHS geformuleerd

- Het AHS moet preventief en zonder handmatige ingreep op alle situaties kunnen reageren,
- Het AHS moet veilig reageren in de aanwezigheid van (willekeurig) "gewoon" verkeer, zelfs in situaties waar de weg (geometrie) beperkt is,
- Het AHS moet dezelfde informatie als voor normale bestuurders aan het geautomatiseerde voertuig beschikbaar stellen,
- Geautomatiseerde voertuigen moeten in dezelfde weersomstandigheden kunnen functioneren als normale voertuigen,
- Het AHS moet gelijke aansprakelijkheid voor alle weggebruikers waarborgen,
- Het AHS moet het aanleggen van aanvullende infrastructuur en aanpassingen aan geometrie beperken tot de installatie van detectie en signaleringssystemen (m a w optimale benutting van het huidige dwars- en lengteprofiel)

4.1.4 Ander relevant onderzoek

In principe gebruiken de meeste onderzoeken uit Amerika dezelfde onderbouwing voor effect bepaling als hiervoor genoemd

Wilson (NHTSA, 1996) onderzocht kop-staart ongevallen met als doel voor dit type ongeval een ITS-achtige oplossing te ontwikkelen. Circa 23% van alle ongevallen in Amerika zijn kop-staart botsingen. In 90% van die gevallen wordt als wezenlijke factor een fout door de bestuurder genoemd (bijv onvoldoende afstand, niet opletten, afgeleid enz.). Hiervoor wordt een "rear-end collision warning and control" systeem aanbevolen. Het systeem omvat drie subsystemen, een "headway maintenance" systeem die de bestuurder informeert over voor- en omliggend verkeer (afstand tot voorligger enz.), een "driver warning" systeem dat de bestuurder voor een gevaarlijke situatie waarschuwt en een ontwijkend manoeuvre laat uitvoeren, en een automatisch systeem dat de besturing van het voertuig overneemt. Van cruciaal belang zijn de perceptie, de verwerking en het presentatievermogen van de (sub)systemen. Op dit moment wordt simulator onderzoek uitgevoerd naar de mens-machine interface en welke effecten deze zal hebben.

Little (Volpe, 1997) haalt ook de door het NHTSA geraamde (potentiele) verkeersveiligheidseffecten aan. Van belang bij dit stuk is het uitgangspunt van de "Intelligent Vehicle Initiative" (IVI) dat menselijke factoren centraal in het ontwerpen van (intelligente)technologie moeten staan. In haar artikel waarschuwt zij dat dergelijke systemen voor de bestuurder vooral problemen kan veroorzaken. De integratie van de verschillende systemen, met inachtnemen van de menselijke vermogens is belangrijk om te voorkomen dat te veel informatie wordt aangeboden. Dit kan het tegengestelde effect hebben en veroorzaken dat de bestuurder afgeleid wordt, te veel tijd nodig heeft om de informatie te verwerken, enz. Van belang voor het IVI zijn vanuit de mens ontworpen standaarden en richtlijnen. Het risico van teveel aan informatie ("overload") wordt verder door Leasure (FHWA, 1996) benadrukt.

Roberts en Shank (FHWA, 1995) rapporteren de eerste resultaten van het ITS initiatief in Amerika. Ook deze worden (grotendeels) gebaseerd op een groot aantal aannames. Zij ramen dat AHS de economie \$700 miljoen per jaar aan ongevallen kan besparen. Uit voorlopige (voor/nastudie) resultaten met toeritdoseering is gebleken dat de capaciteit met ruim 20% is toegenomen terwijl ongevallen met 27% zijn afgenomen. De meerderheid van de gerapporteerde resultaten is niet gericht op verkeersveiligheid. Hierbij wordt

opgemerkt dat ITS nog in een ontwikkelingsfase zit. Implementatie van dergelijke systemen is beperkt en vrij recent. Het effect hiervan op verkeersveiligheid is op dit moment dus nog moeilijk te achterhalen.

In het NHTSA verslag aan het Amerikaans Congres (1997) wordt geraamd dat tegen het jaar 2020 ITS in Amerika 1 miljoen ongevallen en daarmee bijna \$26 miljard per jaar kan besparen.

Uit de Amerikaanse literatuur wordt duidelijk dat systemen in het kader van ADA/AVG, ten aanzien van verkeersveiligheid zowel voor- als nadelen hebben. Over de voordelen is theoretisch veel en praktisch weinig bekend. Over de nadelen is op dit moment nog weinig theoretisch en bijna niets praktisch bekend. Wel wordt erkend dat de menselijke factor voor een nadeel aan de verkeersveiligheid kan zorgen. In hoeverre dergelijke systemen door bestuurders worden geaccepteerd, hoe het rijgedrag door de systemen wordt beïnvloed, welke (additionele) risico's bestuurders gaan nemen, enz. zijn allemaal vragen waarop nog geen antwoord kan worden gegeven. Vanwege dit onzekere aspect is het verstandig om effectramingen conservatief te houden en te compenseren voor deze mogelijke negatieve effecten.

4.2 Verkeersveiligheidseffecten van ADA/ITS systemen in Europa

4.2.1 Anti Collision Assist

In 1998 (Sala, CSST) is in opdracht van DG 13 van de Europese Commissie onderzoek gedaan naar de verkeersveiligheidseffecten van AC-Assist (Anti-collision Autonomous Support and Safety Intervention System). Door middel van microsimulatie van verkeer op autosnelwegen zijn verschillende relaties (intensiteit/dichtheid, intensiteit/snelheid etc.) getest.

Het ontwikkelde simulatiemodel is gebaseerd op een programma dat de dynamica in een verkeersstroom en interactie tussen meerdere verkeersstromen kan simuleren. Een statistisch algoritme wordt toegepast om de kans op een ongeval te berekenen. Een iteratief proces wordt ingezet om de significantie van iedere simulatie te vergroten.

Het model bestaat uit vier modules, definitie van de verkeersstroom (afstand, tijd tussen voertuigen), voertuigeigenschappen (lengte, reactietijd enz.), voertuig-dynamica (remvermogen enz.) en een data opslaan faciliteit.

Op basis van werkelijke verkeersgegevens (verzameld van tellers op een 2 x 3 autosnelweg) en ongevallen wordt het model gekalibreerd. De data input wordt gewijzigd en aangepast om een aantal situaties te simuleren (bijv. constante volgtijd/afstand). Ook wordt een aantal scenario's doorgerekend om het effect van AC-Assist-implementatie te bepalen. De verschillende resultaten worden vervolgens vergeleken.

De simulatieresultaten geven aan dat indien CAS bij 10 tot 50% van alle wegvoertuigen wordt geïmplementeerd, kop-staart en rijstrookwissel ongevallen op autosnelwegen met 8 en 40% zullen afnemen. Dit verkennend onderzoek is onderdeel van een groot project dat voor de EC (DG 13) door Jaguar (UK) wordt uitgevoerd en begeleid.

4.2.2 System for effective Assessment of driver state and Vehicle control in Emergency situations (SAVE)

Een consortium is opgericht voor het ontwikkelen van het SAVE systeem. Ook dit project is voor de EC uitgevoerd. SAVE richt zich met name op het voorkomen van ongevallen die door de (fysiologische) conditie van de bestuurder worden veroorzaakt. Er is geraamd dat in circa 30% van alle ongevallen de hoofd of secundaire oorzaak toe te schrijven is aan aspecten als vermoeidheid, slaperigheid, alcohol- drugsgebruik, onoplettendheid of plotselinge ziekte. SAVE wordt ontwikkeld ter voorkoming van deze

ongevallen. Het systeem volgt de toestand van de bestuurder en neemt op basis van gedragskenmerken (laterale positie, snelheid enz.) en fysiologische eigenschappen (oogbewegingen, stuurgreep, enz.) doelgerichte beheersacties.

SAVE bestaat uit drie subsystemen, een "Integrated Monitoring Unit" (IMU), een "SAVE Warning System" (SMU) en een "Automatic Control Device" (ACD). De drie subsystemen voorkomen ongevallen door

- met (veel) sensoren de toestand van de bestuurder te monitoren (Dit wordt gedaan zonder contact tussen sensor en lichaam),
- het op tijd waarschuwen d m v audio- en visuele middelen,
- het waarschuwen van de andere weggebruikers,
- het automatisch overnemen van de besturing van het voertuig en veilig aan de rechterzijde van de weg parkeren, en
- het automatisch bellen van een alarmcentrale

Dit onderzoek geeft aan dat de markt nog niet klaar is voor ACD systemen. Al zijn dergelijke systemen haalbaar, verder onderzoek naar draagvlak en bewustwording is nodig. Verwacht wordt dat het nog 15 a 20 jaar zal duren voordat de markt hiervoor rijp is.

De andere twee subsystemen (IMU en SWS) bevatten relatief goedkope componenten. Er wordt verwacht dat deze binnen (zeer) korte termijn de markt zullen betreden.

In een paper van Petica en Risser wordt maatschappelijke draagvlak van ADA-systemen (zoals beoogd met SAVE) besproken. Hierin wordt uitdrukkelijk gewaarschuwd dat ADA-systemen (met name bestuurder- en voertuigmonitoringssystemen) ook nadelig voor de verkeersveiligheid kunnen uitpakken. Vaak wordt verondersteld dat dergelijke systemen de verkeersveiligheid bevorderen, doordat zij de rijtaak ondersteunen, vergemakkelijken en zelfs overnemen. Weinig aandacht wordt gegeven aan de potentieel negatieve neveneffecten van de interface tussen de mens en het systeem. De interactie tussen verschillende systemen, tussen wel en niet met ITS technologie uitgeruste voertuigen en de effecten hiervan op de verkeersveiligheid zijn onderwerpen die nog (degelijk) onderzocht moeten worden.

4.3 ADA/ITS ontwikkelingen in Japan

Ook in Japan is men gestart met onderzoek naar de (potentiele) verkeersveiligheidseffecten van ADA (ITS) systemen. In Japan wordt gefocust op ontwikkelingen in het kader van het "Advanced cruise-assist Highway System" of AHS. Een simulatiemodel is ontwikkeld voor het ramen van de verkeersveiligheidseffecten (Mizutani et al, 1999, Kikutchi, et al, 1999).

Het AHS simulatiemodel is gebouwd met behulp van informatie uit gedragsonderzoek (simulator en testvoertuig), verkeersonderzoek (stroom, intensiteit, snelheid, volgafstand, weer etc.) en weginfrastructuur (type weg, verharding, uitvoering etc.). Daarnaast heeft het model gegevens over de AHS systemen en de daarvoor gebruikte sensoren. Ook gebruikt het model een module die het (dynamische) verkeersmanagement simuleert. Alle (input) variabelen kunnen naar wens worden ingesteld. In de simulatie worden voertuigen met willekeurig geselecteerde bestuurderseigenschappen gegenereerd en de verkeersprestatie gesimuleerd. Het model richt zich op laterale en longitudinale interacties. Hieruit kan het percentage ongevallen dat d m v ADA systemen wordt bespaard, worden bepaald.

Het onderzoek van Mizutani geeft aan dat een ADA systeem dat de bestuurder 4 seconden eerder dan normaal (reactietijd) waarschuwt voor

obstakels (stilstaande auto, voetganger etc) in de longitudinale richting, 90% van ongevallen met obstakels kan besparen. Bij een (vroeg) waarschuwing van 3 seconden ligt het reductie potentiaal op rond 55% en bij 2 seconden rond de 10%.

Tevens is het effect van een lateraal controlesysteem gesimuleerd. Hier is gevonden dat indien er 2 seconden eerder wordt gewaarschuwd dat het voertuig uit de rijstrook zal raken en botsen, er 90% van dit type ongeval kan worden bespaard.

Kikuchi et al (1999) beschrijft hetzelfde systeem maar bepaalt de raming van verkeersveiligheidseffecten op een andere manier. Voor ieder van de zeven zogenoemde "user services" van het AHS zijn simulaties uitgevoerd. Ook wordt de schatting op basis van een doeltreffendheidsindex aangepast. De index corrigeert voor het feit dat niet alle automobilisten correct zullen reageren en handelen en toch een ongeluk veroorzaken.

Ook bij dit onderzoek worden schattingen gemaakt voor ieder (sub) systeem. Het totale effect op de verkeersveiligheid wordt berekend als de som van alle onderdelen. Dit leidt tot een oversimplificatie van het probleem. De interactie tussen de systemen en mogelijke wisselwerking tussen (sub)systemen wordt niet meegenomen.

De resultaten van dit onderzoek luiden dat 97% van de dodelijke ongevallen met (vaste) voorwerpen met een "collision avoidance" systeem kunnen worden bespaard. Ook wordt geraamd dat 36% van alle dodelijke ongevallen met overstekende voetgangers met een waarschuwing systeem kunnen worden bespaard. Laterale controlesystemen (kunnen ongeveer 40% van alle dodelijke ongevallen van het type enkelvoudig (van de weg raken), flank en frontaal (op wegen zonder een fysieke rijrichtingscheiding) besparen.

5 Raming van verkeersveiligheidseffecten in Nederland

Uit de literatuur is bekend dat ADA systemen alleen op bepaalde categorieën ongevallen een effect kunnen hebben. Deze worden in het vervolg aangeduid als ongevallen doelgroepen. Voordat een raming van de effecten wordt gemaakt, wordt de omvang van iedere doelgroep gekwantificeerd. Vervolgens wordt over de periode 1997 tot 1999 vastgesteld wat het gemiddeld aantal verkeersdoden, ongevallen met dodelijke afloop, ernstig gewonden slachtoffers en ongevallen met ziekenhuis gewonden is. Met behulp van deze gemiddelden wordt een schatting van de potentiële verkeersveiligheidseffecten gemaakt.

5.1 Verkeersongevallenanalyse 1997 - 1999

Om te komen tot een schatting van de mogelijke verkeersveiligheidseffecten die toekomstige ADA-systemen met zich mee kunnen brengen, is inzicht in de aard en toedracht van de ongevallen nodig. Hiertoe zijn alle ongevallen met dodelijke afloop en ernstig letsel gedurende de periode 1997 tot en met 1999 geanalyseerd. Door middel van het maken van kruistabellen kan inzicht worden verkregen in de verschillende ongevalsverdelingen. Hierdoor kunnen de ongevallen doelgroepen voor de verschillende ADA-systemen worden bepaald. Uit de literatuur worden ongevallen op 100 en 120 km/h wegen buiten de bebouwde kom, ongevallen op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom, kop-staart ongevallen, flank ongevallen en eenzijdige ongevallen als doelgroep voor ADA gezien. Door het kruisen van bepaalde ongevalsgegevens wordt de bijdrage van deze ongevallen aan de totale verkeersonveiligheid in Nederland bepaald.

5.1.1 Ongevallen naar aard, snelheid en bebouwing

Bij het registreren van ongevallen worden een aantal gegevens (bijv. snelheid, weer, zicht, toedracht enz.) genoteerd. Het registratiesysteem wordt bij AVV Basisgegevens (BG) onderhouden. Op verzoek kunnen kruistabellen worden gemaakt. Wel moeten worden opgemerkt dat niet alle ongevallen in het systeem worden geregistreerd. Van ongevallen met dodelijke afloop wordt bijna 100% geregistreerd. Dit percentage neemt af met de ernst van het ongeval. Van ongevallen met ernstige afloop (ernstig letsel/ziekenhuisgewonden) wordt circa 60% geregistreerd.

Tabellen 9 - 14 geven over de periode 1997 tot 1999 inzicht in de verdeling van ongevallen met ernstig letsel of dodelijke afloop naar de heersende snelheidslimiet ter plekke, de locatie van het ongeval (Bibeko/Bubeko) en de aard van het ongeval.

Het aantal doden dat valt op wegen buiten de bebouwde kom is 1,5 à 2 keer zo hoog als binnen de kom. Buiten de bebouwde kom valt het grootste aantal doden op 70 en 80 km/h wegen (ongeveer 70% van alle doden buiten de kom). Op deze wegen maken flank ongevallen en ongevallen met een vast voorwerp het grootste deel uit van dit probleem.

Binnen de bebouwde kom valt het grootste deel van de doden op 40 en 50km/h wegen (ongeveer 85% van alle doden binnen de bebouwde kom)
Ook hier vertegenwoordigen flank ongevallen het grootste deel van deze ongevallen (bijna 50%)

Ook het grootste aantal ernstig letsel gewonden valt op 40 en 50 km/h wegen (ongeveer 85% van ernstige gewonden binnen de bebouwde kom) en 70/80km/h wegen (75% van ernstig gewonden buiten de bebouwde kom)
Weer komen flank ongevallen en ongevallen met vaste voorwerpen het meeste voor

Tabel 9 : Ongevallen met dodelijk afloop en ernstig letsel naar aard, snelheid en bebouwing (1997)

Ongevallen met dodelijk afloop 1997

	Dier	Eenzijdig	Flank	Frontaal	Gepark. Voertuig	Kop/ staart	Los Voorw.	Vast Voorw.	Voet ganger	Totaal
Bi <30	0	2	7	1	1	0	0	3	9	23
Bi 40/50	0	10	181	17	12	10	0	47	67	344
Bi 60/70	0	0	10	1	1	0	0	2	2	16
Bi >70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bu <60	1	2	16	2	0	1	0	3	1	26
Bu 60	0	0	0	1	0	1	0	3	0	5
Bu 70/80	1	38	194	81	9	21	4	163	27	538
Bu 90/100	0	2	13	20	0	1	0	19	2	57
Bu 120	0	11	6	2	1	15	0	26	6	67
Sub Bi	0	12	198	19	14	10	0	52	78	383
Sub Bu	2	53	229	106	10	39	4	214	36	693
Totaal	2	65	427	125	24	49	4	266	114	1076

Ongevallen met ernstig letsel(ZGW)
1997

	Dier	Eenzijdig	Flank	Frontaal	Gepark. Voertuig	Kop/ staart	Los Voorw.	Onbek.	Vast Voorw.	Voet ganger	Totaal
Bi <30	1	59	112	42	14	16	6	0	80	52	38
Bi 40/50	11	290	2898	450	198	254	13	1	520	682	531
Bi 60/70	0	7	90	12	1	24	1	0	49	10	19
Bi >70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bu <60	0	58	78	42	1	26	7	0	49	24	28
Bu 60	0	1	14	8	3	3	1	0	7	2	3
Bu 70/80	16	312	1332	344	45	282	17	0	786	85	321
Bu 90/100	0	32	78	17	9	59	2	0	92	4	29
Bu 120	1	91	38	1	8	127	4	0	159	3	43
Sub Bi	12	356	3100	504	213	294	20	1	649	744	589
Sub Bu	17	494	1540	412	66	497	31	0	1093	118	426
Totaal	29	850	4640	916	279	791	51	1	1742	862	1016

Tabel 10 : Doden en ernstig gewonden naar aard, snelheid en bebouwing (1997)

1997 Doden naar snelheid en aard										
	Dier	Eenzijdig	Flank	Frontaal	Gepark. Voertuig	Kop/ staart	Los Voorw.	Vast Voorw.	Voet ganger	Totaal
Bi <30	0	2	7	1	1	0	0	3	9	23
Bi 40/50	0	10	184	18	12	10	0	47	68	349
Bi 60/70	0	0	10	1	1	0	0	2	2	16
Bi >70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bu <60	1	2	18	2	0	1	0	3	1	28
Bu 60	0	0	0	1	0	1	0	3	0	5
Bu 70/80	1	43	209	92	10	24	5	175	27	586
Bu 90/100	0	2	16	25	0	1	0	25	2	71
Bu 120	0	11	12	2	1	18	0	34	7	85
Sub Bi	0	12	201	20	14	10	0	52	79	388
Sub Bu	2	58	255	122	11	45	5	240	37	775
Totaal	2	70	456	142	25	55	5	292	116	1163

Ernstig gewonden 1997 naar snelheid en aard

	Dier	Eenzijdig	Flank	Frontaal	Gepark. Voertuig	Kop/ staart	Los Voorw.	Onbek.	Vast Voorw.	Voet ganger	Totaal
Bi <30	1	61	115	52	14	16	6	0	83	54	40
Bi 40/50	11	296	3092	514	202	285	13	1	614	698	572
Bi 60/70	0	7	101	12	1	35	2	0	55	11	22
Bi >70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bu <60	0	60	89	55	1	37	8	0	53	29	33
Bu 60	0	1	14	10	3	3	1	0	8	2	4
Bu 70/80	16	343	1638	552	50	335	19	0	963	92	400
Bu 90/100	0	41	101	43	14	80	2	0	120	4	40
Bu 120	1	114	52	4	10	207	5	0	180	5	57
Sub Bi	12	364	3308	578	217	336	21	1	752	763	635
Sub Bu	17	559	1894	664	78	662	35	0	1324	132	536
Totaal	29	923	5202	1242	295	998	56	1	2076	895	1171

Tabel 11 : Ongevallen met dodelijk afloop en ernstig letsel naar aard, snelheid en locatie (1998)

Ongevallen met dodelijk afloop 1998

	Dier	Eenzijdig	Flank	Frontaal	Gepark. Voertuig	Kop /staart	Los Voorw.	Vast Voorw.	Voet ganger	Totaal
Bi<30	0	1	3	2	0	1	0	3	1	11
Bi40/50	0	13	156	20	6	8	1	52	67	323
Bi 60/70	0	0	11	1	0	1	0	6	2	21
Bi >70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bu<60	1	1	10	3	0	4	0	10	1	30
Bu60	0	2	7	0	0	0	0	2	0	11
Bu 70/80	1	42	169	66	4	10	5	172	23	492
Bu 90/100	0	2	12	12	1	3	0	11	7	48
Bu 120	0	4	5	1	3	12	0	24	3	52
Sub t Bi	0	14	170	23	6	10	1	61	70	355
Sub t Bu	2	51	203	82	8	29	5	219	34	633
Totaal	2	65	373	105	14	39	6	280	104	988

Ongevallen met ernstig letsel 1998

	Dier	Eenzijdig	Flank	Frontaal	Gepark. Voertuig	Kop/ staart	Los Voorw.	Vast Voorw.	Voetgan ger	Totaal
Bi<30	0	56	120	49	17	13	3	83	52	393
Bi40/50	9	299	2942	379	179	320	19	562	663	5372
Bi 60/70	0	2	85	7	1	27	1	24	8	155
Bi >70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bu<60	1	42	114	48	7	32	6	54	19	323
Bu60	0	1	16	10	2	4	1	13	1	48
Bu 70/80	13	274	1250	322	39	316	13	765	96	3088
Bu 90/100	1	42	78	20	8	95	2	84	2	332
Bu 120	3	79	56	0	7	120	3	156	1	425
Sub t Bi	9	357	3147	435	197	360	23	669	723	5920
Sub t Bu	18	438	1514	400	63	567	25	1072	119	4216
Totaal	27	795	4661	835	260	927	48	1741	842	10136

Tabel 12 : Doden en ernstig gewonden naar aard, snelheid en bebouwing (1998)

Doden 1998

	Dier	Eenzijdig	Flank	Frontaal	Gepark. Voertuig	Kop/ staart	Los Voorw.	Vast Voorw.	Voet ganger	Totaal
Bi<30	0	1	3	2	0	1	0	3	1	11
Bi40/50	0	16	160	22	6	8	1	57	67	337
Bi 60/70	0	0	11	1	0	1	0	7	2	22
Bi >70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bu<60	1	1	10	3	0	5	0	11	1	32
Bu60	0	2	7	0	0	0	0	2	0	11
Bu 70/80	1	48	185	75	4	11	5	188	23	540
Bu 90/100	0	2	13	16	1	3	0	14	7	56
Bu 120	0	5	5	1	4	13	0	26	3	57
Sub t Bi	0	17	174	25	6	10	1	67	70	370
Sub t Bu	2	58	220	95	9	32	5	241	34	696
Totaal	2	75	394	120	15	42	6	308	104	1066

Ernstig letsel slachtoffers 1998

	Dier	Eenzijdig	Flank	Frontaal	Gepark. Voertuig	Kop/ staart	Los Voorw.	Vast Voorw.	Voet ganger	Totaal
Bi<30	0	58	132	63	17	13	3	88	53	427
Bi40/50	9	307	3138	473	185	359	21	633	683	5808
Bi 60/70	0	2	107	8	1	28	1	27	10	184
Bi >70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bu<60	1	44	130	67	8	36	6	58	20	370
Bu60	0	2	17	14	2	4	1	15	1	56
Bu 70/80	14	298	1561	521	42	378	19	921	102	3856
Bu 90/100	1	50	117	51	8	114	2	103	2	448
Bu 120	11	92	64	6	10	173	3	224	1	584
Sub t Bi	9	367	3377	544	203	400	25	748	746	6419
Sub t Bu	27	486	1889	659	70	705	31	1321	126	5314
Totaal	36	853	5266	1203	273	1105	56	2069	872	11733

Tabel 13 : Ongevallen met dodelijk afloop en ernstig letsel naar aard, snelheid en locatie (1999)

Ongevallen met dodelijk afloop 1999

	Dier	Eenzijdig	Flank	Frontaal	Gepark. Voertuig	Kop/ staart	Los Voorw.	Vast Voorw.	Voet ganger	Totaal
Bi <30	0	2	4	1	0	1	0	3	1	12
Bi 40/50	0	13	140	27	10	5	1	58	61	315
Bi 60/70	0	0	6	1	0	4	0	6	1	18
Bi >70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bu <60	0	3	10	3	1	0	0	8	2	27
Bu 60	0	1	2	1	0	1	0	3	1	9
Bu 70/80	2	26	202	77	6	21	6	163	23	526
Bu 90/100	2	5	16	12	1	12	0	11	7	66
Bu 120	0	6	2	1	3	10	0	26	7	55
Sub T Bi	0	15	150	29	10	10	1	67	63	345
Sub t Bu	4	41	232	94	11	44	6	211	40	683
Totaal	4	56	382	123	21	54	7	278	103	1028

Ongevallen met ernstig letsel 1999

	Dier	Eenzijdig	Flank	Frontaal	Gepark. Voertuig	Kop/ staart	Los Voorw.	Vast Voorw.	Voet ganger	Totaal
Bi <30	3	61	156	59	17	9	5	85	75	470
Bi 40/50	11	259	2909	439	178	281	23	569	681	5350
Bi 60/70	0	7	84	12	0	21	0	34	4	162
Bi >70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bu <60	3	41	120	40	6	42	4	69	22	347
Bu 60	0	7	23	10	2	7	0	13	0	62
Bu 70/80	18	352	1333	394	29	300	19	842	77	3364
Bu 90/100	1	33	88	22	9	85	0	95	4	337
Bu 120	2	108	54	6	9	141	6	150	3	479
Sub T Bi	14	327	3149	510	195	311	28	688	760	5982
Sub t Bu	24	541	1618	472	55	575	29	1169	106	4589
Totaal	38	868	4767	982	250	886	57	1857	866	10571

Tabel 14 . Doden en ernstig gewonden naar aard, snelheid en bebouwing (1999)

Doden 1999

	Dier	Eenzijdig	Flank	Frontaal	Gepark. Voertuig	Kop/ staart	Los Voorw.	Vast Voorw.	Voet ganger	Totaal
Bi <30	0	2	4	1	0	1	0	3	1	12
Bi 40/50	0	13	142	28	10	5	2	64	61	325
Bi 60/70	0	0	7	1	0	5	0	6	1	20
Bi >70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bu <60	0	3	11	3	1	0	0	10	2	30
Bu 60	0	1	2	1	0	1	0	3	1	9
Bu 70/80	2	26	213	82	6	22	9	175	24	559
Bu 90/100	2	6	20	15	1	14	0	11	7	76
Bu 120	0	6	2	1	3	10	0	30	7	59
Sub T Bi	0	15	153	30	10	11	2	73	63	357
Sub t Bu	4	42	248	102	11	47	9	229	41	733
Totaal	4	57	401	132	21	58	11	302	104	1090

Ernstig letsel slachtoffers 1999

	Dier	Eenzijdig	Flank	Frontaal	Gepark. Voertuig	Kop/ staart	Los Voorw.	Vast Voorw.	Voet ganger	Totaal
Bi <30	3	61	168	71	19	9	6	94	80	511
Bi 40/50	11	264	3156	500	196	312	25	656	703	5823
Bi 60/70	0	7	99	18	0	31	0	40	5	200
Bi >70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bu <60	3	42	137	59	8	51	4	77	24	405
Bu 60	0	7	31	11	2	7	0	20	0	78
Bu 70/80	20	409	1636	621	35	361	24	1006	83	4195
Bu 90/100	3	38	135	57	12	109	0	124	5	483
Bu 120	3	151	76	9	16	212	8	215	3	693
Sub T Bi	14	332	3423	589	215	352	31	790	788	6534
Sub t Bu	29	647	2015	757	73	740	36	1442	115	5854
Totaal	43	979	5438	1346	288	1092	67	2232	903	12388

5.1.2 Toedrachten van ongevallen binnen en buiten de kom

Bij een verkeersongeval wordt door de politie een mogelijke oorzaak (toedracht) in het (ongeval)rapport opgenomen. De toekenning van de toedracht gebeurt vrij subjectief en is volledig afhankelijk van het oordeel van de agent. Toch is deze informatie te gebruiken om een redelijke indicatie te krijgen van de hoofd-oorzaken bij verkeersongevallen.

Voor dit onderzoek zijn de 83 oorzaken ingedeeld in 14 hoofdgroepen (Tabellen 15 - 20). Hieruit volgt dat fouten bij het verlenen van voorrang binnen en buiten de kom een veel voorkomende oorzaak van flank ongevallen is. Bijna 30% van alle doden valt bij een flank ongeval waarbij het foutief verlenen van voorrang een (hoofd)oorzaak is. Binnen de bebouwde kom valt ongeveer 55% van alle doden bij flank ongevallen als gevolg van een voorrangsfout. Buiten de bebouwde kom ligt dat percentage rond de 30%. Te verwachten is dat een groot deel van deze ongevallen op de 40/50km/h en 70/80km/h wegen plaats vindt. Ook opmerkelijk zijn de aantal dodelijke en ernstige ongevallen die plaatsvinden als gevolg van stuurfouten (ongeveer 35% van het totaal) en met name op wegen buiten de bebouwde kom. Ongeveer 42% van de doden buiten de bebouwde kom valt bij een ongeval als gevolg van een stuurfout. Hiervan valt het grootste deel bij ongevallen met een vast voorwerp (ongeveer 20% van alle doden buiten de bebouwde kom).

Tabel 15 : Ongevallen met dodelijk en ernstig afloop naar aard, bebouwing en toedracht (1997)

1997 Ongevallen met dodelijk
afloop

	Aard Ongeval	Be- bord	Voor- rang	Stuur- fout	rem- fout	ander bes	Voet- gang	Dier	weg	voer- tuig	overig	onbek	Snel- heid	NVT	Geen toed	Totaal
Bibeko	Eenzijdig	1	0	8	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	12
	Flank	32	125	28	0	1	0	0	0	1	3	1	0	4	3	198
	Frontaal	2	5	9	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	19
	Gprk Voert	0	0	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	14
	Kop/staart	0	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10
	Vast voorw.	1	0	31	1	3	0	0	1	0	2	1	2	9	1	52
	Voetganger	1	21	7	1	2	39	0	0	0	3	1	0	3	0	78
Bubeko	Dier	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
	Eenzijdig	1	0	35	0	1	0	1	3	2	4	4	0	2	0	53
	Flank	26	156	29	0	2	0	1	4	0	4	2	0	2	3	229
	Frontaal	5	5	69	3	0	0	0	3	0	6	3	2	2	8	106
	Gprk Voert	1	0	7	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	10
	Kop/staart	0	1	7	21	1	0	0	0	1	3	0	1	1	3	39
	Los voorw.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	4
	Vast voorw.	2	0	142	2	1	0	0	6	0	8	3	26	23	1	214
	Voetganger	0	0	4	0	1	29	0	0	0	1	1	0	0	0	36
	Totaal	72	313	388	34	14	68	4	20	4	38	18	32	48	23	1076
	Bibeko	37	151	95	8	8	39	0	3	1	9	5	2	18	7	383
	Bubeko	35	162	293	26	6	29	4	17	3	29	13	30	30	16	693

1997 Ongevallen met ernstig
letsel

	Aard Ongeval	be- bord	Voor- rang	Stuur fout	rem- fout	Ander best	Voet - gang	Dier	Weg	Voer t	Overig	Onbe- kend	Snel - heid	NVT	Geen toed	Totaal
Bibeko	Dier	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	12
	Eenzijdig	1	15	164	15	7	1	1	59	16	25	45	4	0	3	356
	Flank	302	2178	504	5	19	0	0	9	6	36	7	8	1	5	3080
	Frontaal	32	145	279	2	2	0	0	13	2	10	5	9	0	5	504
	Gprk voert	3	0	106	1	56	0	2	2	6	20	4	3	1	10	214
	Kop/staart	3	17	30	214	4	0	0	6	2	14	0	2	0	2	294
	Los voorw.	1	0	6	1	0	0	1	0	1	10	0	0	0	0	20
	Onbekend	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Vast voorw	11	3	460	2	15	0	4	28	6	55	2	33	26	3	648
	Voetganger	11	142	73	5	27	457	7	3	0	6	1	6	1	6	745
Bubeko	Dier	0	0	3	1	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	17
	Eenzijdig	2	3	307	9	14	0	3	42	8	32	48	22	0	4	494
	Flank	110	1047	296	13	6	1	1	11	2	24	2	7	1	12	1533
	Frontaal	15	85	259	4	2	0	2	14	4	13	2	3	0	9	412
	Gprk voert	10	0	33	0	4	0	0	3	1	10	0	1	2	2	66
	Kop/staart	3	16	31	396	3	0	0	8	3	24	2	1	5	4	496
	Los voorw	2	0	8	0	1	0	0	0	3	13	0	1	1	2	31
	Vast Voorwerp	10	7	784	12	17	1	6	55	15	79	8	50	44	5	1093
	Voetganger	1	4	22	0	3	76	5	0	1	2	0	3	0	1	118
	bibeko	364	2500	1622	245	130	458	27	120	39	176	84	65	28	35	5874
	bubeko	163	1162	1743	435	50	78	30	130	37	197	62	88	53	39	4260
	totaal	517	3662	3365	680	180	536	57	250	76	373	126	153	81	74	10134

Tabel 16 : Doden en ernstig letsel gewonden naar aard, bebouwing en toedracht (1997)

Doden 1997

	Aard Ongeval	Be- bord	Voor- rang	Stuur fout	rem fout	Ander best	Voet - gang	Dier	Weg	Voer- tuig	Overig	Onbek end	Snel heid	NVT	Geen toed	Totaal
Bibeko	Eenzijdig	1	0	8	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	12
	Flank	33	125	30	0	1	0	0	0	1	3	1	0	4	3	201
	Frontaal	2	5	9	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	20
	Gprk vtg	0	0	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	14
	Kop/staart	0	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10
	Vast Vwerp	1	0	31	1	3	0	0	1	0	2	1	2	9	1	52
	Voetganger	1	21	7	1	2	39	0	0	0	3	1	0	4	0	79
Bubeko	Dier	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
	Eenzijdig	1	0	38	0	2	0	1	3	2	4	4	0	3	0	58
	Flank	33	166	35	0	2	0	1	6	0	4	2	0	2	4	255
	Frontaal	7	5	80	3	0	0	0	3	0	6	5	3	2	8	122
	Gepk Vtuig	1	0	7	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	11
	Kop/staart	0	1	7	26	1	0	0	0	1	4	0	1	1	3	45
	Los Vwerp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	5
	Vast Vwerp	2	0	156	3	1	0	0	6	0	12	3	30	26	1	240
	Voetganger	0	0	4	0	1	30	0	0	0	1	1	0	0	0	37
	Totaal	82	323	424	40	15	69	4	22	4	43	20	38	54	25	1163
	Bibeko	38	151	97	8	8	39	0	3	1	9	5	2	20	7	388
	Bubeko	44	172	327	32	7	30	4	19	3	34	15	36	34	18	775

Letsel gewonden 1997

	Aard Ongeval	Be- bord	Voor- rang	Stuur fout	Rem foult	Ander best	Voet gang	Dier	Weg	Voer- tuig	Overig	Onbek end	Snel heid	NVT	Geen toed	Totaal
Bibeko	Dier	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	12
	Eenzijdig	1	15	170	15	7	1	1	60	16	26	45	4	0	3	364
	Flank	340	2322	519	5	20	0	0	10	7	38	8	11	1	6	3287
	Frontaal	39	159	320	2	3	0	0	18	2	12	6	10	0	7	578
	Gepk Vtuig	3	0	109	1	56	0	2	2	6	20	4	4	1	10	218
	Kop/staart	3	17	33	245	4	0	0	6	9	14	0	3	0	2	336
	Los Vwerp	1	0	6	2	0	0	1	0	1	10	0	0	0	0	21
	Onbekend	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Vast Vwerp	12	3	541	6	19	0	4	32	6	55	2	39	28	3	750
	Voetganger	11	148	75	5	28	462	7	4	0	6	1	10	1	6	764
Bubeko	Dier	0	0	3	1	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	17
	Eenzijdig	3	3	349	9	16	0	5	44	11	34	54	27	0	4	559
	Flank	133	1262	374	16	8	1	1	14	3	38	2	12	1	20	1885
	Frontaal	27	102	444	12	2	0	3	20	4	23	5	8	0	14	664
	Gepk Vtuig	12	0	40	0	4	0	0	5	1	11	0	1	2	2	78
	Kop/staart	4	18	42	510	5	0	0	10	3	53	2	1	6	7	661
	Los Vwerp	2	0	8	0	1	0	0	0	4	16	0	1	1	2	35
	Vast Vwerp	10	8	940	17	18	1	6	66	15	96	9	70	63	5	1324
	Voetganger	3	4	25	0	3	83	5	0	1	2	0	4	0	2	132
	Bibeko	410	2664	1773	281	137	463	27	132	47	181	66	81	31	38	6331
	Bubeko	194	1397	2225	565	57	85	33	159	42	273	72	124	73	56	5355
	Totaal	604	4061	3998	846	194	548	60	291	89	454	138	205	104	94	11686

Tabel 17 : Ongevallen met dodelijk en ernstig afloop naar aard, bebouwing en toedracht (1998)

1998 Ongevallen met dodelijk afloop																
		Be- bord	Voor rang	Stuur fout	Rem fout	Ander bes	Voet gang	Dier	Weg	Voer tuig	overig	onbek	Snel heid	NVT	Geen toed	Totaal
Bibeko	Eenzijdig	0	1	2	0	2	0	0	1		2	6	0	0	0	14
	Flank	23	101	32	0	5	0	0	0		3	0	3	0	3	170
	Frontaal	0	3	14	0	0	0	0	1		0	0	2	0	3	23
	Gepk Vtuig	0	0	4	0	2	0	0	0		0	0	0	0	0	6
	Kop/staart	2	0	0	5	2	0	0	0		0	0	0	0	1	10
	Los Vwerp	0	0	0	0	0	0	0	0		1	0	0	0	0	1
	Vast Vwerp	1	0	37	0	2	0	0	1		6	0	10	4	0	61
	Voetganger	1	19	1	0	2	42	0	1		0	1	2	0	1	70
	Totaal Bibeko	27	124	90	5	15	42	0	4	0	12	7	17	4	8	355
Bubeko	Dier	0	0	0	0	0	0	2	0		0	0	0	0	0	2
	Eenzijdig	1	0	30	1	3	0	0	4		0	8	4	0	0	51
	Flank	26	122	35	0	0	0	0	3		4	1	2	2	8	203
	Frontaal	2	6	60	0	1	0	0	2		3	2	0	0	6	82
	Gepk Vtuig	1	0	5	0	1	0	0	0		1	0	0	0	0	8
	Kop/staart	0	2	2	23	0	0	0	0		1	0	0	0	1	29
	Los Vwerp	0	0	1	0	0	0	0	0		3	0	0	1	0	5
	Vast Vwerp	2	1	147	1	5	0	0	8		8	0	12	32	3	219
	Voetganger	0	1	7	0	1	22	0	0		0	0	1	0	2	34
	Totaal Bubeko	32	132	287	25	11	22	2	17	0	20	11	19	35	20	633
	Totaal	59	256	377	30	26	64	2	21	0	32	18	36	39	28	988

1998 Ongevallen met ernstig letsel
(ZGW)

		Be- bord	Voor rang	Stuur fout	Rem fout	Ander best	Voet gang	Dier	Weg	Voer tuig	Overig	Onbe- kend	Snel heid	NVT	Geen toed	Totaal
Bibeko	Dier	0	0	1	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	9
	Eenzijdig	8	20	159	13	14	0	2	47	13	30	42	9	0	0	357
	Flank	328	2173	544	9	24	0	0	5	4	30	11	6	0	13	3147
	Frontaal	24	125	243	2	4	0	0	9	1	10	4	5	1	7	435
	Gepk Vtuig	4	2	112	2	45	0	1	2	3	14	0	4	0	8	197
	Kop/staart	1	22	31	282	6	0	1	4	3	5	1	1	0	3	360
	Los Vwerp	0	0	10	0	0	2	0	0	0	9	0	1	1	0	23
	Vast Vwerp	12	4	484	2	16	2	2	23	9	48	0	34	32	1	669
	Voetganger	19	99	71	0	36	467	5	1	0	4	0	15	0	6	723
Bubeko	Dier	0	0	1	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	18
	Eenzijdig	3	4	286	6	8	0	7	30	13	30	38	13	0	0	438
	Flank	122	990	318	11	12	0	0	12	3	30	1	6	2	7	1514
	Frontaal	11	76	262	4	1	0	0	15	2	7	4	5	0	13	400
	Gepk Vtuig	9	0	30	2	5	0	0	6	1	5	0	0	1	4	63
	Kop/staart	4	21	29	465	0	0	0	7	3	28	1	1	1	7	567
	Los Vwerp	2	0	4	0	3	1	0	3	1	10	0	0	1	0	25
	Vast Vwerp	10	5	780	2	13	0	10	66	11	72	0	52	50	1	1072
	Voetganger	2	6	29	2	2	66	6	0	0	2	1	1	1	1	119
	Totaal Bibeko	396	2445	1655	310	145	471	19	91	33	150	58	75	34	38	5920
	Totaal Bubeko	163	1102	1739	492	44	67	40	139	34	184	45	78	56	33	4216
	Totaal	559	3547	3394	802	189	538	59	230	67	334	103	153	90	71	10136

Tabel 18 : Doden en ernstig letsel gewonden naar aard, bebouwing en toedracht (1998)

1998 Doden																
	Aard Ongeval	Be- bord	Voor rang	Stuur fout	Rem fout	Ander bes	Voet gang	Dier	Weg	Voer tuig	overig	onbek	Snel heid	NVT	Geen toed	Totaal
Bibeko	Eenzijdig	0	1	2	0	2	0	0	1		2	9	0	0	0	17
	Flank	23	104	32	0	5	0	0	0		3	0	4	0	3	174
	Frontaal	0	3	16	0	0	0	0	1		0	0	2	0	3	25
	Gepk Vtuig	0	0	4	0	2	0	0	0		0	0	0	0	0	6
	Kop/staart	2	0	0	5	2	0	0	0		0	0	0	0	1	10
	Los Vwerp	0	0	0	0	0	0	0	0		1	0	0	0	0	1
	Vast Vwerp	1	0	42	0	2	0	0	1		6	0	11	4	0	67
	Voetganger	1	19	1	0	2	42	0	1		0	1	2	0	1	70
Bubeko	Dier	0	0	0	0	0	0	2	0		0	0	0	0	0	2
	Eenzijdig	2	0	34	1	3	0	0	4		0	8	6	0	0	58
	Flank	28	126	38	0	0	0	0	3		5	1	4	4	11	220
	Frontaal	2	6	73	0	1	0	0	2		3	2	0	0	6	95
	Gepk Vtuig	2	0	5	0	1	0	0	0		1	0	0	0	0	9
	Kop/staart	0	2	2	26	0	0	0	0		1	0	0	0	1	32
	Los Vwerp	0	0	1	0	0	0	0	0		3	0	0	1	0	5
	Vast Vwerp	2	1	161	1	6	0	0	8		9	0	12	36	5	241
	Voetganger	0	1	7	0	1	22	0	0		0	0	1	0	2	34
	Bibeko	27	127	97	5	15	42	0	4	0	12	10	19	4	8	370
	Bubeko	36	136	321	28	12	22	2	17	0	22	11	23	41	25	696
	Totaal	63	263	418	33	27	64	2	21	0	34	21	42	45	33	1066

1998 Ongevallen met ernstig letsel
(ZGW)

	Aard Ongeval	Be- bord	Voor rang	Stuur fout	Rem fout	Ander bes	Voet gang	Dier	Weg	Voer tuig	overig	onbek	Snel heid	NVT	Geen toed	Totaal
Bibeko	Dier	0	0	1	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	9
	Eenzijdig	8	20	163	13	14	0	3	48	13	31	42	12	0	0	367
	Flank	371	2328	569	10	26	0	0	5	4	32	11	7	0	14	3377
	Frontaal	31	140	312	2	4	0	0	13	1	13	6	12	2	8	544
	Gepk Vtuig	5	2	115	2	46	0	1	2	3	15	0	4	0	8	203
	Kop/staart	2	22	33	319	6	0	1	4	3	5	1	1	0	3	400
	Los Vwerp	0	0	12	0	0	2	0	0	0	9	0	1	1	0	25
	Vast Vwerp	14	5	543	2	19	2	2	25	10	51	0	42	32	1	748
	Voetganger	19	107	73	0	40	473	6	1	0	5	0	15	0	7	746
Bubeko	Dier	0	0	1	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	27
	Eenzijdig	7	4	315	6	10	0	9	32	13	34	40	16	0	0	486
	Flank	153	1228	395	12	14	0	0	14	6	39	2	9	3	14	1889
	Frontaal	20	110	441	11	3	0	0	19	3	12	9	6	0	25	659
	Gepk Vtuig	10	0	32	2	5	0	0	6	1	7	0	0	1	6	70
	Kop/staart	4	23	41	578	0	0	0	9	3	37	1	1	1	7	705
	Los Vwerp	2	0	6	0	3	1	0	3	4	10	0	0	2	0	31
	Vast Vwerp	13	7	957	2	17	0	10	77	16	83	0	71	65	3	1321
	Voetganger	3	6	30	2	2	71	6	0	0	2	1	1	1	1	126
	Bibeko	450	2624	1821	348	155	477	21	98	34	161	60	94	35	41	6419
	Bubeko	212	1378	2218	613	54	72	51	160	46	224	53	104	73	56	5314
	Totaal	662	4002	4039	961	209	549	72	258	80	385	113	198	108	97	11733

Tabel 19 : Ongevallen met dodelijk en ernstig afloop naar aard, bebouwing en toedracht (1999)

Ongevallen met dodelijk afloop 1999																
	Aard Ongeval	Be- bord	Voor rang	Stuur fout	Rem fout	Ander bes	Voet gang	Dier	Weg	Voer tuig	overig	onbek	Snel heid	NVT	Geen toed	Totaal
Bibeko	Eenzijdig	0	0	7	0	1	0	0	0	0	2	5	0	0	0	15
	Flank	31	89	22	0	1	0	1	1	0	2	2	1	0	0	150
	Frontaal	1	5	20	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	29
	Gepk Vtuig	0	0	5	0	2	0	0	0	0	2	0	1	0	0	10
	Kop/staart	0	2	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
	Los Vwerp	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Vast Vwerp	1	0	47	1	1	0	0	5	0	2	0	8	1	1	67
	Voetganger	2	13	2	0	3	41	0	0	0	1	0	1	0	0	63
Bubeko	Dier	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
	Eenzijdig	2	0	25	0	1	0	0	4	0	2	3	4	0	0	41
	Flank	34	145	37	4	3	0	0	2	0	1	0	3	0	3	232
	Frontaal	3	6	66	0	0	0	0	3	1	3	1	3	0	8	94
	Gepk Vtuig	0	0	4	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	3	11
	Kop/staart	0	0	5	33	1	0	0	0	0	2	0	1	0	2	44
	Los Vwerp	0	0	3	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	6
	Vast Vwerp	4	0	145	0	3	0	1	7	1	10	0	12	27	1	211
	Voetganger	1	2	6	0	1	24	0	0	0	3	1	1	0	1	40
	Bibeko	35	109	106	5	10	41	1	6	0	10	7	12	1	2	345
	Bubeko	44	153	291	37	10	25	5	18	2	23	5	24	28	18	683
	Totaal	79	262	397	42	20	66	6	24	2	33	12	36	29	20	1028

Ongevallen met ernstig afloop 1999

	Aard Ongeval	Be- bord	Voor rang	Stuur fout	Rem fout	Ander bes	Voet gang	Dier	Weg	Voer tuig	overig	onbek	Snel heid	NVT	Geen toed	Totaal
Bibeko	Dier	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	14
	Eenzijdig	8	9	165	13	9	2	1	63	9	14	30	4	0	0	327
	Flank	283	2160	572	11	28	0	1	18	6	30	14	8	1	17	3149
	Frontaal	34	151	291	5	4	0	1	3	1	6	5	4	0	5	510
	Gepk Vtuig	4	0	115	0	44	0	0	2	1	17	0	2	2	8	195
	Kop/staart	0	17	16	247	4	0	0	7	1	14	2	0	0	3	311
	Los Vwerp	2	0	15	1	0	0	0	0	1	8	0	0	0	1	28
	Vast Vwerp	16	8	500	5	13	0	3	19	1	39	0	41	42	1	688
	Voetganger	24	143	69	4	26	462	6	0	0	7	1	14	1	3	760
Bubeko	Dier	0	0	4	0	0	0	19	0	0	0	0	1	0	0	24
	Eenzijdig	4	8	368	12	5	1	8	39	5	31	38	22	0	0	541
	Flank	135	1068	336	18	7	0	0	19	2	18	2	5	2	6	1618
	Frontaal	22	96	286	10	3	0	0	21	2	12	3	3	2	12	472
	Gepk Vtuig	10	0	24	0	15	0	1	0	1	2	0	1	1	0	55
	Kop/staart	2	22	24	478	5	0	0	7	3	20	0	7	0	7	575
	Los Vwerp	1	0	7	1	1	0	0	0	5	13	0	0	1	0	29
	Vast Vwerp	7	8	864	8	6	0	7	68	9	71	0	61	58	2	1169
	Voetganger	3	2	28	0	3	60	5	0	1	1	2	0	0	1	106
	Bibeko	371	2488	1743	286	128	464	26	112	20	135	52	73	46	38	5982
	Bubeko	184	1204	1941	527	45	61	40	154	28	168	45	100	64	28	4589
	Totaal	555	3692	3684	813	173	525	66	266	48	303	97	173	110	66	10571

Tabel 20 : Doden en ernstig letsel gewonden naar aard, bebouwing en toedracht (1999)

Doden 1999

	Aard Ongeval	Be- bord	Voor rang	Stuur fout	Rem fout	Ander bes	Voet gang	Dier	Weg	Voer tuig	overig	onbek	Snel heid	NVT	Geen toed	Totaal
Bibeko	Eenzijdig	0	0	7	0	1	0	0	0	0	2	5	0	0	0	15
	Flank	33	90	22	0	1	0	1	1	0	2	2	1	0	0	153
	Frontaal	1	5	21	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	30
	Gepk Vtuig	0	0	5	0	2	0	0	0	0	2	0	1	0	0	10
	Kop/staart	0	2	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11
	Los Vwerp	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Vast Vwerp	1	0	53	1	1	0	0	5	0	2	0	8	1	1	73
	Voetganger	2	13	2	0	3	41	0	0	0	1	0	1	0	0	63
Bubeko	Dier	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
	Eenzijdig	2	0	26	0	1	0	0	4	0	2	3	4	0	0	42
	Flank	39	149	42	4	4	0	0	2	0	1	0	4	0	3	248
	Frontaal	3	6	71	0	0	0	0	3	1	4	1	3	0	10	102
	Gepk Vtuig	0	0	4	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	3	11
	Kop/staart	0	0	5	36	1	0	0	0	0	2	0	1	0	2	47
	Los Vwerp	0	0	6	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	9
	Vast Vwerp	4	0	157	0	3	0	1	8	1	10	0	14	30	1	229
	Voetganger	1	2	6	0	1	25	0	0	0	3	1	1	0	1	41
	Bibeko	37	110	114	5	10	41	1	6	0	10	7	12	1	3	357
	Bubeko	49	157	317	40	11	26	5	19	2	24	5	27	31	20	733
	Totaal	86	267	431	45	21	67	6	25	2	34	12	39	32	23	1090

1999 Ziekenhuiscgewonde

n

	Aard Ongeval	Be- bord	Voor rang	Stuur fout	Rem fout	Ander bes	Voet gang	Dier	Weg	Voer tuig	overig	onbek	Snel heid	NVT	Geen toed	Totaal
Bibeko	Dier	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	14
	Eenzijdig	8	9	168	13	9	2	1	63	9	14	31	5	0	0	332
	Flank	321	2351	613	11	28	0	1	19	7	32	14	8	1	17	3423
	Frontaal	39	164	349	5	4	0	1	3	1	7	5	5	0	6	589
	Gepk Vtuig	4	0	133	0	44	0	0	3	2	17	0	2	2	8	215
	Kop/staart	0	19	17	280	6	0	0	7	1	17	2	0	0	3	352
	Los Vwerp	2	0	17	2	0	0	0	0	1	8	0	0	0	1	31
	Vast Vwerp	17	8	576	5	14	0	3	19	1	45	0	54	46	2	790
Bubeko	Voetganger	25	147	76	4	26	476	6	0	0	7	1	16	1	3	788
	Dier	0	0	5	0	0	0	23	0	0	0	0	1	0	0	29
	Eenzijdig	4	8	435	13	6	1	8	50	6	40	44	32	0	0	647
	Flank	159	1317	434	28	9	0	0	23	4	22	2	8	3	6	2015
	Frontaal	35	122	488	21	3	0	0	31	3	19	4	7	2	22	757
	Gepk Vtuig	10	0	33	0	18	1	1	0	1	3	0	1	2	3	73
	Kop/staart	2	26	33	614	9	0	0	8	3	23	0	11	0	11	740
	Los Vwerp	1	0	13	1	1	0	0	0	5	14	0	0	1	0	36
	Vast Vwerp	7	8	1049	9	10	0	8	84	11	84	0	86	84	2	1442
	Voetganger	3	2	32	0	3	65	5	0	1	1	2	0	0	1	115
	Bibeko	416	2698	1949	320	131	478	26	114	22	147	53	90	50	40	6534
	Bubeko	221	1483	2522	686	59	67	45	196	34	206	52	146	92	45	5854
	Totaal	637	4181	4471	1006	190	545	71	310	56	353	105	236	142	85	12388

5.2 Effectraming ADA

Uit de literatuur en de analyses in paragraaf 5.1 is duidelijk geworden dat ADA systemen een (beperkt) effect op bepaalde ongevallen zullen hebben. In deze paragraaf wordt een schatting gegeven van de mogelijke omvang van deze effecten.

In principe zijn er op dit moment vijf ADA (in voertuig)systemen in ontwikkeling. Naast (invoertuig)systemen zijn er infrastructuur en combinatie (voertuig/infrastructuur) systemen als toeritdosering, incident detection en freeway management systemen. Sommige hiervan zijn al in werking en hiervan zijn de verkeersveiligheidseffecten (redelijk) bekend. De interactie van alle systemen en hun totale effect op de verkeersveiligheid is nog onbekend. Belangrijk bij het ramen van de effecten van de verschillende subsystemen is dat rekening gehouden wordt met de (mogelijke) effecten van de andere systemen. Dit voorkomt dat een overschatting van het totale effect wordt gemaakt.

Tabel 21 geeft de verschillende (invoertuig)ADA systemen aan en op welke (ongeval)doelgroepen zij effect hebben. Het uit de literatuur bepaalde reductie effect is vervolgens gecorrigeerd om rekening te houden met de wisselwerking tussen de systemen en hun totale effect op het aantal ongevallen. Tevens is rekening gehouden met typen ongevallen waar mogelijk meerdere ADA-systemen effect op hebben (bijv. flank ongevallen worden zowel beïnvloed door Intelligent Speed Control als door lane change/merge collision avoidance. Ook vindt een deel van de Kop-Staart en flank ongevallen op Autosnelwegen plaats). In zo een geval is het (potentiele) effect van één systeem op één ongevalsdoelgroep ook proportioneel omlaag gebracht. Dit geeft een meer realistisch beeld en vermijdt een overschatting door dubbel tellen. Hiermee zijn de aantallen ongevallen die mogelijk door de verschillende systemen bespaard kunnen worden berekend. Ook het totale effect is geraamd.

Tabel 21 Potentieel effect van ADA op ongevallen met ernstig en dodelijk afloop

Systeem	Doelgroep	Reductie potentieel %		Gem. aantal ongevallen (Gem. per jaar over 1997-1999)						Aantal bespaard op basis van Ned. aangepast	
		Uit de Literatuur	Voor Ned. aangepast	Met ernstig afloop		Met Dodelijk afloop		Totaal		Aantal en ernstig plus dodelijk (dodelijk alleen)	
				Ong.	Slachtof	Ong.	Slachtof	Ong.	Slachtof	Ong.	Slachtof
Intelligent speed control	Alle ong. Op 100/120km/h wegen	20	20	766	1064	115	135	881	1199	176 (23)	240 (27)
Navigatiesysteem	Alle ong. Op Bibeko GOW	1	1	5517	5988	346	356	5863	6344	59 (3)	63 (4)
Rear end CAS	Alle K-S botsingen	48	30	868	1065	47	52	915	1117	275 (14)	335 (16)
Lane change/merge CAS	Alle flank ongevallen	37	25	4689	5302	394	417	5083	5719	1271 (99)	1430 (104)
Roadway departure CAS	Eenzijdig	24	20	838	918	62	67	900	985	180 (12)	197 (13)
TOTAAL										1961 (151)	2265 (164)

Nota : De getallen tussen haakjes geven het geschatte aantal ongevallen en slachtoffers met dodelijk afloop aan.

De toegepaste (potentiele) reductie in ongevallen geeft aan dat een besparing van rond de 15% van alle dodelijke ongevallen (151 uit de ongeveer 1000 dodelijke ongevallen) en 10% van alle ongevallen met ernstig afloop (1961 uit de 20000 ongevallen) mogelijk is, mits alle vijf systemen voor 100% geïmplementeerd worden. Aangezien dergelijke systemen ook effect op andere type ongevallen kunnen hebben (bijv. een roadway departure systeem zal ook een effect op ongevallen met een vast voorwerp hebben), wordt dit als conservatief beschouwd.

Realistisch gezien kan een combinatie van de drie “collision avoidance systemen” (COMBI-CAS) de grootste winst boeken. Ieder systeem heeft invloed op slechts een type ongeval en kan men de uit het literatuur gehaalde reducties toepassen. In dit geval worden kop-staart botsingen met 48% vermindert, flank ongevallen met 37% en eenzijdige ongevallen met 24%. Hierdoor kan 18% van alle doden en 16% van alle ernstig gewonden worden gespaard (oftewel 37% van alle doden en ziekenhuis gewonden die bij kop-staart, flank en eenzijdige ongevallen valt). Let wel dit is gebaseerd op 100% implementatie, een situatie die zelfs voor 2020 onwaarschijnlijk lijkt.

5.3 Scenario's bij introductie van ADA

Het is onrealistisch om te verwachten dat dergelijke ADA systemen op korte termijn worden ingevoerd. Daarnaast zal Duurzaam Veilig en andere beleid zeer zeker ook een (grote) invloed hebben op rijgedrag, mobiliteit, modal split, enz. en daardoor op de verkeersveiligheid. Hoe dit zich precies zal afspelen is vooralsnog onbekend. Wel kan middels het extrapoleren van trends het een en ander worden ingeschat. Daarom wordt een aantal scenario's doorlopen om te bepalen welke (mogelijke) midden tot lange termijn effecten er zullen optreden. De scenario's die gebruikt worden zijn:

(a) *Scenario 1 Status Quo*

De huidige verkeersveiligheidssituatie blijft constant. DV bereikt niet haar doelstellingen en het absolute aantal ongevallen in 2010 met ernstige en dodelijke afloop blijft op hetzelfde niveau als in 1999.

De mobiliteit en het autobezit blijven constant toenemen. De verdeling tussen OV en autogebruik blijft constant. Gedurende de periode 2010 tot 2020 neemt het aantal (dodelijke) ongevallen toe met 1% per jaar.

In de periode 2000 tot 2010 wordt 10% van alle motorvoertuigen (incl. bussen en vrachtwagens) uitgevoerd met het geïntegreerde “collision avoidance” systeem (d.w.z. de combinatie kop-staart, in/uitvoegen en laterale positie systeem). Tegen 2020 zijn 50% van alle motorvoertuigen uitgerust met een ADA systeem.

(b) *Scenario 2 Waarschijnlijk*

Duurzaam Veilig bereikt haar doelstelling in 2010 (750 doden en 14.000 ziekenhuis gewonden). Na 2010 wordt het verkeersveiligheidsbeleid bepaald door ITS/AVG toepassingen.

De mobiliteit en het autobezit blijven toenemen. De verhouding OV en autogebruik blijft constant. Door middel van andere “infrastructuur gerelateerde ITS” toepassingen neemt het aantal dodelijke ongevallen en ongevallen met ernstig letsel af met 1% per jaar.

In 2010 is 10% van alle motorvoertuigen uitgerust met het geïntegreerde “collision avoidance” systeem. In 2020 bedraagt dit percentage 75%.

(c) Scenario 3 "Best case"

DV overtreft haar doelstelling met 10% (het aantal doden in 2010 daalt tot 675 en ernstig letsel gewonden tot 12 500)

Na 2010 wordt het verkeersveiligheidsbeleid bepaald door (infrastructuur) ITS toepassingen. De mobiliteit neemt toe maar autobezit blijft constant op het niveau van 2010. Het aandeel OV gebruik neemt toe. Dit heeft als gevolg dat het aantal ongevallen daalt met 2,5% per jaar tot 2020.

In 2010 zijn er 10% motorvoertuigen met het geïntegreerde CAS systeem uitgerust. In 2020 bedraagt dit percentage 50%.

In alle drie de scenario's blijft het aandeel (uitgedrukt als een percentage van het totaal) van verschillende ongevallenstypen hetzelfde. Uitgaande van de aannames opgenomen in de scenario's zijn de middelen tot lange termijn (verkeersveiligheids)effecten berekend (Tabel 22).

Tabel 22 : Raming van midden tot lange termijn effecten van ADA op verkeersveiligheid

Scenario	Aantal ernstig letsel en dodelijke slachtoffers						Aantal slacht Door CAS bespaard			
	1999		2010		2020		2010		2020	
	Ern let	Doden	Ern Let	Doden	Ern Let	Doden	Ern let	Doden	Ern let	Doden
(1) Totaal	19000*	1090	19000*	1090	21500*	1200				
Combi-CAS	11500	520	11500	520	12900	565	300	15	1680	75
(2) Totaal	19000	1090	14000	750	12650	675				
Combi-CAS			8400	350	7590	320	220	10	990	40
(3) Totaal	19000	1090	12500	675	9760	530				
Combi-CAS			7500	320	5860	250	325	8	760	30

NOTA * - Dit zijn ramingen van werkelijke aantallen ziekenhuisgewonden. Ziekenhuisgewonden worden niet voor 100% geregistreerd. De "COMBI-CAS" categorie is het aandeel die door een geïntegreerd (Rear-end plus lane change plus roadway departure) CAS wordt beïnvloed.

Uitgaande van de aannames wordt verwacht dat de implementatie van "collision avoidance" (als een onderdeel van ADA) systemen positief zal bijdragen aan de verkeersveiligheid. Reducties van 1 tot 7% (bij respectievelijk 10 en 50% implementatie) zijn realistisch. Gezien het feit dat er weinig bekend is over de effecten van dit soort systemen op andere typen ongevallen (bijv. met een vast voorwerp, met voetgangers enz.) is het mogelijk dat het totale effect groter kan zijn.

Van belang hierbij is dat het aantal ongevallen met licht letsel en uitzonderlijk materieel schade niet in de analyse is meegenomen. Ook is geen uitspraak gedaan over de effecten van dit soort ongevallen op congestie, secundaire ongevallen als gevolg van incidenten, enz. Vermoedelijk zal CAS hier een (nog) grotere positieve invloed op hebben. Tegelijkertijd wordt gewaarschuwd dat dit soort van systemen ook neven effecten met zich mee kan brengen. Bijvoorbeeld, hoe reageren systemen met en tussen elkaar, welke effecten heeft dit, hoe gedragen en reageren bestuurders in voertuigen met en zonder dergelijke systemen, wordt gedrag beïnvloed, enz. Hierover is op dit moment weinig bekend en hiervoor is vervolgonderzoek nodig.

6 CONCLUSIES

Dit verkennend onderzoek geeft aan dat de toepassing van intelligente voertuig systemen een positieve bijdragen kan maken aan verkeersveiligheid. Toch zijn er nog te veel onbekende factoren die dit beeld (aanzienlijk) kunnen veranderen. De ontwikkeling van dergelijke systemen moet nauwlettend worden gevolgd en ondersteund door grondig onderzoek.

De (hoofd)conclusies uit dit onderzoek zijn

(a) Algemeen

- het actief voeren van verkeersveiligheid beleid in Nederland heeft een (zeer) positief effect gehad op het aantal ernstig letsel en dodelijke ongevallen (over de periode 1986 - 1998 daalde het aantal verkeersdoden met 30%)
- in 1998 waren meer dan de helft van alle verkeersdoden inzittenden in passagiersauto's
- in 1998 waren meer dan 65% van alle verkeersdoden uit de economisch actieve deel van de bevolking. Ongeveer een kwart van alle verkeersdoden zijn in de leeftijd 25 tot 40 jaar
- 30% van alle verkeersdoden vallen bij enkelvoudige ongevallen. Een verdere 10% zijn voetgangers
- vergeleken met andere westerse landen is het risico op een dodelijk verkeersongeval in Nederland (nog) relatief klein. Dit risico daalt in Nederland langzamer dan in andere landen. Wil zij tot de topgroep blijven behoren zal een (sterkere) impuls aan verkeersveiligheid moeten worden gegeven

(b) ADA in het Buitenland

- het 100% implementeren van drie (collectieve) ADA/ITS systemen kan 25 tot 30% van alle ongevallen met ernstig en dodelijk afloop besparen (McKeever, FHWA, 1998). Invoertuig CAS ("Kop-staart, in/uitvoeg en van de weg") kan 14% van alle ernstig letsel en 10% van alle dodelijke ongevallen besparen, mits de systemen voor 100% zijn ingevoerd
- uit een steekproefanalyse (Najm, 1995) van ongevallen in Amerika bleek dat 75% zijn veroorzaakt door (menselijke) fouten met de rijhandeling. Deze analyse legde de basis voor het identificeren van interventiesystemen (ADA/ITS)
- Onderzoek naar Automated Highway Systems (AHS) in Amerika geeft voorkeur aan het geleidelijk ontwikkelen en implementeren van het systeem. Ook wordt gedeeld gebruik (m a w beide intelligente en niet intelligente voertuigen) aangemoedigd. Verder onderzoek naar de mens-machine interface wordt als noodzakelijk geacht
- Ramingen naar kosten in Amerika geven aan dat tegen het jaar 2020 ITS meer dan een miljoen ongevallen en \$26 miljard kan besparen. AHS draagt hiertoe \$700m bij
- Sala (Anti-collision ASSIST, 1998) heeft door middel van simulatieonderzoek bepaald dat kop-staart ongevallen met 8 tot 40% verminderd kunnen worden als 10 tot 50% van alle motorvoertuigen met een CAS toegerust zijn
- In het kader van het SAVE project (gericht op het monitoren, waarschuwen en beheersen van de rijtaak) wordt geconcludeerd dat de markt (d w z de bestuurder/weggebruiker) op dit moment niet gereed is voor beheersystemen (Automatic Control Devices) die de rijtaak overnemen in noodsituaties. Wel wordt verwacht dat monitoring- en waarschuwingssystemen binnenkort de markt zullen betreden

- Petica en Risser waarschuwen dat bestuurders- en voertuigmonitoringssysteem nadelige effecten voor verkeersveiligheid inhouden. Op dit moment is er onvoldoende onderzoek naar de mens-machine interface om het tegenovergestelde te accepteren.
- Simulatie onderzoek in Japan (Mizutani, 1998) gaf aan dat een (in longitudinale richting) waarschuwingssysteem die een bestuurder 2 - 4 seconden vooraf waarschuwt van een obstakel tussen 10 en 90% van ongevallen met obstakels kan voorkomen. Een lateraal waarschuwingssysteem (met 2s waarschuwing) kan 90% van de ongevallen veroorzaakt door rijstrook wisseling (flank) enz. voorkomen. Een vervolgonderzoek (Kikuchi, 1999) geeft aan dat 97% van alle (met dodelijk afloop) ongevallen met een vast voorwerp met een CAS kunnen worden bespaard. Ook kunnen 36% van alle (dodelijke) ongevallen met kruisende voetgangers met een waarschuwingssysteem worden voorkomen. Laterale controlesystemen kunnen 40% van enkelvoudige, flank en frontale ongevallen voorkomen.

(c) Nederland

- Buiten de bebouwde kom vallen 70% van de doden op 70 en 80km/h wegen, vaak als gevolg van een flank ongeval of ongeval met een vast voorwerp. Het aantal verkeersdoden buiten de kom is 1,5 tot 2 keer zo hoog als binnen de kom. Binnen de kom vallen 85% van alle verkeersdoden op 40 of 50km/h wegen.
- Fouten bij het verlenen van voorrang is een grote oorzaak bij flank ongevallen met ernstig letsel of dodelijk afloop (30% buiten en 55% binnen de kom).
- Stuurfouten zijn een (hoofd)oorzaak bij bijna 35% van allen ongevallen met dodelijk afloop. In velen gevallen leidt dit tot een botsing met een vast voorwerp (13% van alle verkeersdoden zijn als gevolg van een stuurfout en een botsing met een vast voorwerp).
- In Nederland vallen er relatief tot andere wegen weinig doden op 100 en 120km/h wegen. Uit internationaal onderzoek blijkt dat het voor 100% invoeren van intelligente snelheidscontrole in motorvoertuigen een reductie van ongeveer 20% van de verkeersdoden op dit soort wegen kan voorkomen (dit zou leiden tot een besparing van 2% van alle verkeersdoden in Nederland).
- Kop-staart CAS kunnen, mits voor 100% geïmplementeerd, 30-45% van alle verkeersdoden bij kop-staart botsingen voorkomen (ongeveer 1,5% van alle verkeersdoden).
- Laterale CAS (rijstrookwisseling enz.) kunnen, mits voor 100% ingevoerd, tussen 25 en 35% van alle verkeersdoden bij flank ongevallen voorkomen (dit is ongeveer 10% van alle verkeersdoden in Nederland).
- Gebaseerd op een meer realistisch scenario van een geleidelijke introductie van een intergraal CAS (d.w.z. longitudinaal en lateraal), de invloed van DV en ander (verkeersveiligheid)beleid, wordt het effect van CAS op korte termijn (2010) en met 10% implementatie geraamd op een 1% reductie in ernstig letsel en dodelijke ongevallen. Op langere termijn (2020) en met 50% CAS implementatie wordt een reductie van 7% in ernstig letsel en dodelijke ongevallen geraamd.
- de effecten van CAS op andere typen ongevallen en andere aspecten als congestie, secundaire incidenten enz. zijn op dit moment nog onbekend. Wel wordt verwacht dat de introductie van CAS op de medium tot lange termijn een positief effect zullen hebben. Onderzoek naar de kosten van UMS en SEH ongevallen, incidenten na v ongevallen, incidentele congestie enz. moet in samenwerking met verzekeraars, ziekenhuizen en wegbeheerders worden uitgevoerd om de werkelijke effecten van ADA te

achterhalen Ook gedragsonderzoek naar de mens-machine interface en de interactie van systemen moet worden gestart

7 Literatuur

McCeevee, B. B. November 1998 *Working paper Estimating the potential safety benefits of intelligent transportation systems* Federal Highways Administration, US Department of Transport, Washington DC, VSA

Najm, W. G., Mironer, M. S. En Fraser, L. C. Maart 1995 *Analysis of target crashes and ITS/Countermeasure actions* ITS America 5th Annual Meeting, US Department of Transport, Washington DC, VSA

Hagenzieker, M. P. 1999 *Rewards and road user behaviour - An investigation of the effects of reward programs on safety belt use* PhD Dissertation, University of Leiden, Leiden, the Netherlands

Jacoby, C. C. en Schuster, S. K. 1997 *Issues of automated vehicles operating in mixed traffic* Hughes Aircraft, IEEE, California, VSA

Wilson, T. Oktober 1997 *IVHS Countermeasures for rear-end collisions- Task 3 Test Results* National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), NHTSA Report HS 808 513, NHTSA, US Department of Transport, Washington DC, VSA

Little, C. 1997 *The intelligent vehicle initiative Advancing "Human centred" Smart Vehicles* Turner-Fairbanks Highway Research Centre, FHWA, US Department of Transport, Virginia, VSA

NHTSA. September 1997 *People saving people - on the road to a healthier future* NHTSA 2020 Report, NHTSA, US Department of Transport, Washington DC, VSA

Leasure, W. A. en Burgett, A. L. 1994 *NHTSA's IVHS Collision Avoidance Research Program Strategic Plan and Status update* NHTSA paper No. 94 S3001, NHTSA, US Department of Transport, Washington DC, VSA

Roberts, D. L. en Shank, D. E. Augustus 1998 *Assessment of ITS benefits Early Results* Mitre, FHWA, US Department of Transport, Washington DC, VSA

Knipling, R. R., Hendriks, D. L., Koziol, J. S., Allen, J. C., Tizerina, L. en Wilson, C. Mei 1992 *A front end analysis of rear end crashes* IVHS America Second Annual Meeting, Newport Reach, California, VSA

Sala, G. March 1998 *Microsimulation of traffic safety Effects* Project deliverable D09 1 TR 1001, AC-ASSIST, Telematics applications for Transport, DG XIII, European Commission, Brussels

Kikuchi, H., Murata, S. En Yokochi, K. (1999) *Effects of the introduction of Advanced Cruise Assist Highway System* ITS Division, Public Works Research Institute, Ministry of Construction, Ibaraki, Japan

Mizutani, H., Kano, T., Suetomi, T. en Sumida, M. 1999 *Simulation study of the accident reduction effect with advanced cruise assist highway system* Advanced Cruise Assist Highway Assist Highway Research Association (AHSRA), Public Works Research Institute, Ministry of Construction, Japan

Moray, G. *Monitoring Behaviour and Supervisory Control* In Boff, Kaufman en Thomas - Handbook of perception and human performance, 1986

Petica, S. en Risser, R. 1998 *Prospective Safety Assessment of driver and vehicle monitoring systems - toward a societal acceptability* Inrets, Cedex, France

Bloomberg, J. R. En Grant, A. R. April 1998 *Using an automated speed, steering and gap control system and a collision warning system when driving*

in clear visibility and in fog FHWA publication FHWA-RD-98-050, McClean, Virginia, VSA

Knipling, R. R. en Wang, J. S. November 1994 *Crashes and fatalities related to driver drowsiness and fatigue* NHTSA Research Note, NHTSA, US Department of Transport, VSA

Ministerie van Verkeer en Waterstaat 1987 *Meerjarenplan Verkeersveiligheid I* Den Haag

Ministerie van Verkeer en Waterstaat 1989 *Meerjarenplan Verkeersveiligheid II* Den Haag

Ministerie van Verkeer en Waterstaat 1991 *Meerjarenplan Verkeersveiligheid III* Den Haag

Ministerie van Verkeer en Waterstaat 1997 Aan de Start - Startprogramma Duurzaam Veilig Verkeer 1997 - 2000 Den Haag

Infopunt Duurzaam Veilig Verkeer 1997 Handleiding Startprogramma Duurzaam Veilig Deel 1 - Achtergronden CROW, Ede

Centraal Bureau voor de Statistiek en Adviesdienst Verkeer en Vervoer 1996, 1997 en 1998 *Verkeersongevallen* CBS en Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Heerlen

7.1 Internet adressen

ITS America joint program office (www.its.dot.gov)

Federal Highways Administration (www.fhwa.dot.gov)

National Highway Traffic Safety Administration (www.nhtsa.dot.gov)

Turner-Fairbank Highway Research Centre (www.tfhrc.gov)

Volpe (www.volpe.dot.gov)

Europees Commissie 4^e kader programma (www.europa.eu.int)

Transport telematics binnen de EC (www.trentel.org)

The MAIF Foundation (www.foundation.maif.fr)

Society of Automotive Engineers - SAE International (www.sae.org)

OECD (www.oecd.org)

Transportation Research Board (www4.nationalacademies.org/trb)

The National Transportation Library (<http://ntl.bts.gov>)

Tris Online (<http://tris.amti.com>)

Fachinformationszentrum Karlsruhe (www.fiz-karlsruhe.de)

International Transportation Research Document D-Base (vroeger IRRD www.oecd.org/dsti/sti/transport/road/stats/irrd)

ITS Electronic Document Library (www.itsdocs.fhwa.gov of via www.its.dot.gov)