

Schatting van verkeersveiligheidseffecten van intelligente voertuigsystemen

M.W.T. Christoph, MSc

R-2010-8

Schatting van verkeersveiligheidseffecten van intelligente voertuigsystemen

Een literatuurstudie



Transumo

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2010-8
Titel:	Schatting van verkeersveiligheidseffecten van intelligente voertuigsystemen
Ondertitel:	Een literatuurstudie
Auteur(s):	M.W.T. Christoph, MSc
Projectleider:	Ir. R.G. Eenink
Projectnummer SWOV:	05.3
Trefwoord(en):	Intelligent transport system; electronic driving aid; vehicle handling; control (mech); car; vehicle; technology; driver; driving (veh); driver information; stability; adaptive cruise control; warning; route guidance; communication; electronics; alcolock; breath test; dipped headlight; daylight; accident prevention; safety belt; traffic; safety; behaviour; calculation; forecast; accident rate; Netherlands; SWOV
Projectinhoud:	Er komen steeds meer mogelijkheden in het voertuig om de bestuurder te helpen comfortabel, veilig en zuinig te rijden. De vraag is of deze systemen inderdaad leiden tot een betere veiligheid en vermindering van de emissies en of de systemen leiden tot minder of juist meer files. In dit rapport wordt specifiek gekeken naar de mogelijke verkeersveiligheidseffecten van intelligente voertuigsystemen (IVS) in Nederland.
Aantal pagina's:	52 + 2
Prijs:	€ 11,25
Uitgave:	SWOV, Leidschendam, 2010

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

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

Samenvatting

Er komen steeds meer mogelijkheden in het voertuig om de bestuurder te helpen comfortabel, veilig en zuinig te rijden. De vraag is of deze systemen inderdaad leiden tot een betere veiligheid en vermindering van de emissies en of de systemen leiden tot minder of juist meer files. In dit rapport wordt specifiek gekeken naar de mogelijke verkeersveiligheidseffecten van intelligente voertuigsystemen (IVS) in Nederland.

De volgende intelligente voertuigsystemen zijn in dit rapport opgenomen:

- *Elektronische stabiliteitscontrole (ESC)* is een stabiliteitscontrolesysteem dat in veel gevallen een slipbeweging kan voorkomen. Vooral enkelvoudige ongevallen kunnen door ESC worden voorkomen.
- *Intelligente snelheidsassistentie (ISA)* is een verzamelnaam voor voertuigsystemen die voortdurend de gereden snelheid vergelijken met de geldende snelheidslimiet op de weg. Er zijn verschillende varianten van ISA bekend: van adviserend tot actief ingrijpend in de rijsnelheid, verplicht ingeschakeld of door de bestuurder in-/uitschakelbaar, en wel of niet rekening houdend met de feitelijke weg- en verkeerssituatie (vaste of dynamische snelheidslimiet).
- *Lane Departure Warning System (LDWS)* is een systeem dat bestuurders automatisch een signaal geeft wanneer het voertuig onbedoeld de rijstrook verlaat of dreigt te verlaten.
- *Advanced Cruise Control (ACC)* is een doorontwikkeling van de conventionele cruisecontrol (CC). Waar bij normale CC de bestuurder enkel de gewenste snelheid instelt, past ACC ook nog eens de snelheid aan, aan het voorliggende voertuig.
- *Navigatiesystemen* helpen de gebruiker bij het plannen en volgen van zijn/haar route naar een bepaalde bestemming.
- *Emergency Call (eCall)* is de naam van een Europees project dat tot doel heeft om snel hulp te kunnen verlenen aan betrokkenen bij een ongeval met voertuigen. Wanneer een voertuig betrokken is bij een ongeval, legt het (autonoom) contact met de hulpdiensten. Hierbij kan onder andere de exacte locatie van het voertuig doorgegeven worden.
- *Alcoholslotprogramma (ASP)* bestaat, behalve uit de inbouw van een alcoholslot, ook uit controle, begeleiding en evaluatie van het gebruik ervan. Een alcoholslot is een alcoholtester die gekoppeld is aan het startmechanisme van de auto.
- *Motorvoertuigverlichting overdag (MVO)* houdt in dat motorvoertuigen overdag licht voeren. Dit kan dimlicht zijn, maar ook verlichting door speciale units.
- *Gordelverklippers (Seat Belt Reminders of SBR)* waarschuwen op een meer of minder indringende manier als inzittenden de autogordel niet om hebben terwijl de auto in gebruik is.

De effectschattingen van bovengenoemde systemen zijn in deze studie gebaseerd op de onderzoeksliteratuur, expertinterviews, ongevallenanalyses en prognoses voor de penetratie van de systemen in het Nederlandse voertuigenpark. Waar mogelijk zijn de geschatte verkeersveiligheidseffecten gekwantificeerd. De tabel op de volgende pagina geeft een overzicht van de geschatte effecten voor de jaren 2020 en 2030.

Systeem	2020			2030		
	Penetratie	Reductie in verkeersdoden		Penetratie	Reductie in verkeersdoden	
		Aantal	Percentage		Aantal	Percentage
ESC	57%	33-72	7-15%	78%	33-71	10-21%
ISA						
Adviserend (vast)	–	+	+	–	+	+
Adviserend (dynamisch)	–	+	+	–	+	+
Ingrijpend (vast)	–	+	+	–	+	+
Ingrijpend (dynamisch)	–	++	++	–	++	++
LDWS	–	o	o	–	o	o
ACC	–	+	+	–	+	+
Navigatiesysteem	–	+	+	–	+	+
eCall	48%	1-3	0,2-0,7%	73%	1-3	0,3-1,0%
ASP	20%	ca. 14	3%	20%	ca. 10	3%
MVO	97%	ca. 20	4%	97%	ca. 14	4%
Gordelverklippers	100%	ca. 7	1%	100%	ca. 5	1%
o = nagenoeg geen effect op de verkeersveiligheid, + = een redelijk positief effect op de verkeersveiligheid, ++ = een positief effect op de verkeersveiligheid en – = geen gegevens beschikbaar						

Effectschattingen voor verschillende intelligente voertuigsystemen voor 2020 en 2030.

Alle intelligente voertuigsystemen opgenomen in deze effectschatting lijken in meer of mindere mate een positief effect op de verkeersveiligheid te hebben.

Van elk intelligent voertuigstelsel is de potentie voor de verkeersveiligheid afzonderlijk bekeken. Er is nog weinig bekend over mogelijk overlappende effecten of interacties tussen de verschillende intelligente voertuigsystemen. Wat is bijvoorbeeld het gecombineerde effect van het rijden in een voertuig uitgerust met zowel een ingrijpende ISA-variant als ACC? Beide systemen kunnen direct ingrijpen op de gereden snelheid en kunnen elkaars afzonderlijke effecten beïnvloeden. In dat geval is er een interactie-effect tussen beide systemen.

Ook kunnen de effecten van de verschillende systemen elkaar overlappen. Dit is het geval wanneer ze effect hebben op dezelfde groep potentiële slachtoffers, waardoor de besparing door de combinatie van systemen lager is dan de som van de afzonderlijke besparingen.

Door overlap of interactie-effecten is het werkelijke aantal bespaarde doden in 2020 en 2030 door gecombineerde intelligente voertuigsystemen dan ook geen simpele optelsom van de geschatte besparingen in de tabel.

Om zicht te krijgen op mogelijke overlap in effecten en de interactie-effecten is het van belang om de afzonderlijke effecten zo helder mogelijk in kaart te brengen. Door bijvoorbeeld meer kennis over het mechanisme achter het effect van ISA en ACC op snelheidsgedrag, kan er gericht onderzoek gedaan worden naar de mogelijke interacties en overlappende effecten. Hier kan dan in effectschattingen rekening mee gehouden worden.

Summary

Estimate of the safety effects of intelligent vehicle systems; A literature study

An increasing number of vehicle systems are becoming available to assist the driver in comfortable, safe and economical driving. The question presents itself if these systems do indeed result in increased safety and decreased emissions and if the systems lead to less or indeed to more congestion. This report specifically looks at the road safety effects of intelligent vehicle systems (IVS) in the Netherlands.

The intelligent vehicle systems which are discussed in this report are:

- *Electronic stability control (ESC)* is a stability control system which in many cases can prevent a skid. Especially single vehicle crashes can be prevented by ESC.
- *Intelligent speed assistance (ISA)* is a collective term for vehicle systems which continuously compare the speed driven with the actual speed limit for that road. There are different ISA variants: ranging from advising to actively interfering in the speed driven, automatic switch on or driver-controlled switch on, and either taking account or not of the actual road and traffic conditions (fixed or dynamic speed limit).
- *Lane Departure Warning System (LDWS)* is a system that automatically gives drivers a signal when the vehicle leaves or threatens to leave the driving lane.
- *Advanced Cruise Control (ACC)* is a further developed conventional cruise control (CC). Whereas the conventional CC needs the driver to set the desirable speed, ACC also adjusts the speed to that of the vehicle in front.
- *Navigation systems* help the user with planning and following his/her route to a certain destination.
- *Emergency Call (eCall)* is the name of a European project that is aimed at fast assistance for those involved in a vehicle crash. When a vehicle is involved in a crash, it (autonomously) contacts the emergency services. In doing so, the precise location of the vehicle can be communicated.
- *Alcolock programme (ASP)* involves checking, accompanying, and assessing the use of the alcolock in addition to installing the device in a vehicle. An alcolock is a breath analyzer which is connected to the vehicle's starter system.
- *Daytime running lights (DRL)* means that motor vehicles carry light during daytime. This can be done with dipped headlights, but lighting by using special units is also possible.
- *Seat belt reminders (SBR)* give a more or less penetrating warning when the vehicle occupants do not wear their safety belt while the vehicle is in use.

This study has taken literature, expert interviews, crash analyses, and prognoses about the penetration of the systems into the Dutch vehicle fleet as a basis for the effect estimates concerning the above systems. Wherever possible the estimated safety effects have been quantified. The following table contains a survey of the estimated effects for the years 2020 and 2030.

System	2020			2030		
	Penetration	Reduction in traffic fatalities		Penetration	Reduction in traffic fatalities	
		Number	Percentage		Number	Percentage
ESC	57%	33-72	7-15%	78%	33-71	10-21%
ISA						
Advisory (fixed)	-	+	+	-	+	+
Advisory (dynamic)	-	+	+	-	+	+
Interfering (fixed)	-	+	+	-	+	+
Interfering (dynamic)	-	++	++	-	++	++
LDWS	-	o	o	-	o	o
ACC	-	+	+	-	+	+
Navigation system	-	+	+	-	+	+
eCall	48%	1-3	0.2-0.7%	73%	1-3	0.3-1.0%
ASP	20%	ca. 14	3%	20%	ca. 10	3%
DRL	97%	ca. 20	4%	97%	ca. 14	4%
Seat belt reminders	100%	ca. 7	1%	100%	ca. 5	1%
o = hardly any road safety effect, + = a reasonably positive road safety effect, ++ = a positive road safety effect and - = no data available						

Effect estimates for different intelligent vehicle systems for 2020 and 2030.

All intelligent vehicle systems that are included in this effect estimate seem to have a positive road safety effect, to a larger or smaller extent.

The road safety potential of each of the vehicle systems has been investigated individually. As yet, little is known about possible effects of overlap or interaction between the various intelligent vehicle systems. For example, what is the combined effect of driving in a vehicle equipped with both an interfering ISA variant and ACC? Both systems can directly interfere with the speed driven and can influence each other's individual effect. In that case there is an interaction effect between the two systems. There can also be an overlap between the effects of the various systems. This is the case when they have an effect on the same group of potential casualties; the number of casualties saved by a combination of systems will be smaller than the sum total of the savings of the individual systems. Therefore, due to overlap or interaction effects the real number of fatalities saved in 2020 and 2030 as a result is not a simple addition of the lives saved as given in the table.

To gain insight in the possible overlap and interaction effects it is important to make the individual effects as clear as possible. For example, more knowledge about the mechanism behind the influence of ISA and ACC on the speed driven will facilitate more specific research into the possible interaction and overlap effects. These can then be taken into account in effect estimates.

Inhoud

Gebruikte afkortingen	8
Voorwoord	9
1. Inleiding	11
1.1. Achtergrond en doelstelling	11
1.2. Definitie intelligent voertuigstelsel (IVS)	11
1.3. Leeswijzer	11
2. Methode	13
2.1. Selectieproces	13
2.2. Methode van effectschatting	13
3. Selectieproces	15
3.1. Uitkomst inventarisatie IVS	15
3.2. Uitkomst van het selectieproces	16
4. Resultaat van de effectschatting	18
4.1. Elektronische stabiliteitscontrole (ESC)	18
4.2. Intelligente snelheidsassistentie (ISA)	21
4.3. Lane Departure Warning Systems (LDWS)	26
4.4. Advanced Cruise Control (ACC)	27
4.5. Navigatiesystemen	30
4.6. Emergency Call (eCall)	33
4.7. Alcoholslotprogramma (ASP)	35
4.8. Motorvoertuigverlichting overdag (MVO)	37
4.9. Gordelverklippers	39
5. Samenvatting en slotbeschouwing	42
Literatuur	46
Bijlage Berekening van de penetratiegraad van ESC	53

Gebruikte afkortingen

ACC	Advanced Cruise Control
ASP	alcoholslotprogramma
eCall	Emergency Call
EMA	Educatieve Maatregel Alcohol en verkeer
ESC	elektronische stabiliteitscontrole
GOW-bi	gebiedsontsluitingsweg binnen de bebouwde kom
GOW-bu	gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom
ISA	intelligente snelheidsassistentie
IVS	intelligent voertuigstelsel
LDWS	Lane Departure Warning System
MVO	motorvoertuigverlichting overdag
RTTI	Real Time Traffic Information
SW	stroomweg
TRANSUMO IV	TRANSition SUStainable MObility, Intelligent Vehicles

Voorwoord

Dit rapport is geschreven als product binnen het SWOV-project *Voertuigen/Intelligente Transportsystemen* (ITS). Daarnaast vormt het een onderdeel van het Transumo-project *Intelligent Vehicles* (Transumo IV). Transumo (TRansition SUstainable MObility) is een platform van bedrijven, overheden en kennisinstellingen die gezamenlijk kennis ontwikkelen op het gebied van duurzame mobiliteit. De centrale doelstelling van het project *Intelligent Vehicles* is om in-voertuigtechnologie te gebruiken om de kwaliteit van reizen en duurzaam wegverkeer te verbeteren en om de mogelijkheden van in-voertuigtechnologie te waarderen in termen van veiligheid, doorstroming, betrouwbaarheid en milieu.

1. Inleiding

1.1. Achtergrond en doelstelling

Er komen steeds meer mogelijkheden in het voertuig om de bestuurder te helpen comfortabel, veilig en zuinig te rijden. De vraag is of bestuurders op deze systemen zitten te wachten, of ze inderdaad leiden tot een betere veiligheid en vermindering van de emissies en of de systemen leiden tot minder of juist meer files. In dit rapport wordt specifiek gekeken naar de mogelijke verkeersveiligheidseffecten van intelligente voertuigsystemen (IVS).

In het Europese project eIMPACT (onder andere Wilmink et al., 2008; zie ook www.eimpact.info) is een sociaaleconomische effectschatting, waaronder verkeersveiligheidseffecten, gemaakt van IVS op Europees niveau. De onderhavige studie kijkt naar de mogelijke verkeersveiligheidseffecten van IVS specifiek voor Nederland. Het doel is effectschattingen te kunnen geven van de ontwikkelingen op het gebied van IVS voor de jaren 2020 en 2030. Waar mogelijk worden deze effecten uitgedrukt in bespaarde aantallen verkeersdoden in Nederland.

1.2. Definitie intelligent voertuigstelsel (IVS)

Een intelligent voertuigstelsel is een voertuigstelsel dat informatie uit de omgeving ontvangt, deze presenteert aan de bestuurder of, indien nodig, autonoom ingrijpt. Een voorbeeld van een intelligent voertuigstelsel is *Advanced Cruise Control*. Hierbij stelt de bestuurder de gewenste snelheid in en het voertuig probeert de ingestelde snelheid te houden zonder dat het gaspedaal ingedrukt hoeft te worden. Wanneer de afstand tot de voorligger te klein wordt (de informatie uit de omgeving), past het stelsel vanzelf de rijnsnelheid aan totdat een veilige volgafstand bereikt is (autonoom ingrijpen). De conventionele vorm van *cruisecontrol*, waarbij het voertuig alleen de ingestelde snelheid aanhoudt en geen omgevingsinformatie doorgeeft, is een voorbeeld van een *niet-intelligent* voertuigstelsel.

De definitie van een IVS wordt in de praktijk echter niet zo strikt gehanteerd als hierboven omschreven. Innovatieve ontwikkelingen op het gebied van voertuigsystemen worden als snel tot IVS gerekend. Ook in dit rapport zal af en toe van de strikte definitie van IVS worden afgeweken. Het doel is immers de verkeersveiligheidseffecten van voertuigsystemen in kaart te brengen; een exacte aansluiting bij de definitie van IVS is hierbij van ondergeschikt belang.

De laatste jaren neemt het aantal intelligente voertuigsystemen toe. Een aantal intelligente voertuigsystemen is al aanwezig in het Nederlandse voertuigpark en een minstens even zo groot aantal is nog in ontwikkeling.

1.3. Leeswijzer

In *Hoofdstuk 2* wordt de methode beschreven die is gehanteerd om tot een selectie van intelligente voertuigsystemen te komen. Allereerst zijn zo veel mogelijk IVS geïnventariseerd (om tot een groslijst te komen), en vervolgens

zijn de systemen geselecteerd om mee te nemen in deze effectschatting. Ook beschrijft *Hoofdstuk 2* de methode die vervolgens is gehanteerd om de verkeersveiligheidseffecten van de geselecteerde intelligente voertuigsystemen te schatten.

Hoofdstuk 3 geeft de resultaten van de inventarisatie en selectie van IVS. De mogelijke verkeersveiligheidseffecten van de geselecteerde systemen worden verder besproken in *Hoofdstuk 4*. Allereerst wordt elk systeem daar kort beschreven. Vervolgens wordt besproken wat er bekend is over de verkeersveiligheidseffecten van het systeem. Ten slotte wordt, indien mogelijk, voor elk systeem een effectschatting uitgevoerd voor de jaren 2020 en 2030.

Hoofdstuk 5 bespreekt de resultaten van de effectschattingen en andere bevindingen uit *Hoofdstuk 4*, en gaat in op het totaal te verwachten effect van IVS op de verkeersveiligheid.

2. Methode

2.1. Selectieproces

Om tot een effectschatting van IVS op de verkeersveiligheid te komen zijn eerst de IVS geselecteerd om de effecten van te schatten. Op basis van een literatuurstudie zijn allereerst de beschikbare IVS geïnventariseerd (zie *Paragraaf 3.1*). De uitkomst van deze inventarisatie (een groslijst) is naast een drietal criteria gehouden. IVS uit de groslijst die aan alle drie criteria voldoen, zijn vervolgens opgenomen in de effectschatting. De volgende drie criteria zijn gehanteerd:

1. Het systeem dient ofwel al geïmplementeerd te zijn in het Nederlandse voertuigenpark, dan wel aan het begin van de implementatiefase te staan. Systemen die nu nog niet geïmplementeerd zijn zullen binnen de tijdsspanne van de effectschatting (2020 en 2030) waarschijnlijk nog weinig bijdragen aan de verkeersveiligheid. Aan de andere kant worden ook systemen die al grootschalig geïmplementeerd zijn (gedurende een lange tijd, zoals airbags en ABS) buiten beschouwing gelaten. De effectschatting richt zich op relatief nieuwe systemen.
2. Er is voldoende wetenschappelijke basis om aan te nemen dat het systeem enige invloed heeft op de verkeersveiligheid in Nederland. Het is niet noodzakelijk dat het systeem primair is ontworpen om de verkeersveiligheid te bevorderen.
3. Het systeem wordt toegepast, of zal waarschijnlijk worden toegepast in personenauto's. Hiervoor is gekozen omdat er parallel aan dit project in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat een grootschalig onderzoek is uitgevoerd naar de verkeersveiligheidseffecten van 'Anti-Ongevalsysteem' voor vrachtauto's (Ministerie van Verkeer en Waterstaat et al., 2009). De verkeersveiligheidseffecten zijn onder andere geschat door de SWOV (Eenink, 2009).

2.2. Methode van effectschatting

Voor elk geselecteerd systeem is een literatuurstudie uitgevoerd naar de mogelijke verkeersveiligheidseffecten. Vervolgens zijn de resultaten van de literatuurstudie besproken met experts op het gebied van IVS en/of effectschattingen op het gebied van de verkeersveiligheid. Het beoogde resultaat van de literatuurstudie (aangevuld met kennis uit de expertinterviews) was om per systeem tot een reductiefactor voor het aantal verkeersdoden in Nederland te komen.

Om tot een kwantitatieve effectschatting te komen, is vervolgens een analyse uitgevoerd van dat type ongevallen waar het systeem het meest waarschijnlijk effect op zou hebben. Het eindresultaat van deze analyse was een trendschatting (zonder het effect van het IVS) van het aantal dodelijke ongevallen bij ongewijzigd beleid, voor de periode 2008 tot en met het jaar 2030. Waar nodig is in deze ongevallenanalyse ook gekeken naar het gemiddeld aantal doden per ongeval (bij een ongeval met dodelijke afloop kan immers meer dan één dode vallen). Op deze manier zijn reductiefactoren die bekend zijn voor het aantal dodelijke *ongevallen* ook om te rekenen naar besparingen in het aantal *verkeersdoden*.

Ten slotte is aan de hand van een literatuurstudie en analyse van gegevens over het Nederlandse voertuigenpark gekeken naar de huidige penetratiegraad van het systeem in kwestie, en de historische ontwikkeling van de penetratie van het systeem. Op basis van deze gegevens is een kwantitatieve voorspelling gedaan van de penetratie van het systeem in het Nederlandse voertuigenpark voor de periode 2008 tot en met het jaar 2030.

Met de gegevens uit de bovengenoemde analyses is het verkeersveiligheidseffect van het systeem geschat in termen van mogelijk te besparen verkeersdoden voor de periode 2008 tot en met het jaar 2030. Het resultaat van de effectschatting is expliciet vermeld voor de jaren 2020 en 2030. Voor het jaar 2020 is gekozen omdat dit een belangrijke peildatum in veel verkenningen en beleidsdocumenten is (bijvoorbeeld in de *Nota Mobiliteit* (Ministerie van Verkeer en Waterstaat & Ministerie van VROM, 2004), het *Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2008-2020* (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2008) en dergelijke). Het jaar 2030 wordt vermeld om een indicatie te geven van de ontwikkeling van de verkeersveiligheid na de genoemde peildatum 2020.

3. Selectieproces

3.1. Uitkomst inventarisatie IVS

Zoals gezegd zijn op basis van een literatuurstudie eerst zo veel mogelijk intelligente voertuigsystemen geïnventariseerd. *Tabel 3.1* geeft het resultaat van deze inventarisatie: een groslijst.

Naam	Omschrijving
ABS	Antiblokkeersysteem, voorkomt dat de wielen van een voertuig blokkeren wanneer er krachtig geremd wordt.
ACC	Advanced Cruise Control, variant van cruisecontrol die door actief ingrijpen minimale afstand tot voorligger bewaakt.
Adaptive front lighting system	Koplampen draaien mee in een bocht om zodoende zicht in een bocht te verbeteren.
Airbagsysteem	Beperkt letsel bij ongeval door automatisch opblazen van luchtkussen.
ASP	Alcoholslotprogramma, startonderbreker op basis van alcoholtest inclusief begeleidingsprogramma.
ASR (Anti-slip regulation)	Voorkomt het slippen van wielen op het wegdek.
Automatic headlights	Schakelt de voertuigverlichting automatisch in onder een bepaalde lichtintensiteit.
Automatic rain sensing / wipers	Schakelt de ruitenwissers automatisch in bij regenval.
Blind spot monitoring	Waarschuwt de bestuurder bij aanwezigheid medeweggebruiker in de dode hoek.
Brake assist	Remassistentie, verkort de remweg bij noodstops.
CC	Cruisecontrol, handhaaft constante snelheid zonder bestuurder het gaspedaal hoeft in te drukken.
Collision Mitigation	Verzamelnaam van systemen die actief ingrijpen op de voertuigbesturing, wanneer een botsing onvermijdelijk lijkt.
Distance alert	Waarschuwt de bestuurder wanneer de afstand tot de voorligger te klein wordt bij een gegeven snelheid.
Driver alert control (fatigue warning)	Waarschuwt de bestuurder wanneer vermoeidheid zich uit in het uitvoeren van de rijtaak.
eCall	Emergency Call, voertuig legt autonoom contact met hulpdiensten na ongeval.
Electronic brake force distribution	Verdeelt de remkracht over de wielen om tot een optimale vertraging en maximale stabiliteit te komen.
ESC	Elektronische stabiliteitscontrole, vergelijkt de stuurbeweging (intentie van de bestuurder) met de werkelijke beweging van het voertuig en kan indien nodig doelgericht individuele wielen afremmen.
Gordelverklikker	Waarschuwt de bestuurder visueel en/of akoestisch wanneer de veiligheidsgordel niet gedragen wordt.
Hill Hold control	Voorkomt achteruit rollen wanneer het voertuig op een schuin wegdek vanuit stilstand wegrijdt.
Intersection safety (INTERSAFE)	Waarschuwt de bestuurder bij potentieel gevaar op kruising. Werkt op basis van voertuig-voertuig- en voertuig-wegkantcommunicatie.
ISA	Intelligente snelheidsassistentie of -aanpassing, helpt de bestuurder om niet de geldende snelheidslimiet te overschrijden.
LDWS	Lane Departure Warning System, waarschuwt bij onbedoelde overschrijding van wegbelijning.
Low tyre-pressure warning system	Waarschuwt de bestuurder wanneer de bandenspanning buiten het optimum valt.

Naam	Omschrijving
MVO	Motorvoertuigverlichting overdag, schakelt automatisch (ook overdag) de voertuigverlichting aan.
Navigatiesysteem	Ondersteunt de bestuurder in het bepalen en volgen van een route naar een bestemming.
Nachtzichtsysteem	Vergroot het zichtveld van de bestuurder bij rijden in het donker.
Rollover avoidance	Vermindert kans op kantelongevallen.
RTTI	Real-Time Traffic Information, informeert de bestuurder over de actuele verkeerssituatie.
Variable power-steering	Variabele stuurbevestiging op basis van snelheid
Vehicle 2 Vehicle/ Roadside communication	Gegevensuitwisseling tussen voertuigen onderling of voertuigen en wegwegkantapparatuur.
Wireless hazard warning (WILLWARN)	Waarschuwt de bestuurder voor een gevaarlijke situatie op de weg voordat deze voor de bestuurder waarneembaar is.

Tabel 3.1. *Groslijst van intelligente voertuigsystemen.*

3.2. Uitkomst van het selectieproces

De IVS uit *Tabel 3.1* zijn vervolgens naast de drie criteria gehouden die in *Paragraaf 2.1* beschreven staan.

Tabel 3.2 geeft de uitkomst van het selectieproces. Deze tabel dient met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd te worden. Wanneer een systeem bijvoorbeeld niet voldoet aan het tweede criterium (“...voldoende wetenschappelijke basis om aan te nemen dat het systeem enige invloed heeft op de verkeersveiligheid...”), wil dat niet zeggen dat het systeem geen invloed zal hebben op de verkeersveiligheid. Het betekent bijvoorbeeld dat er onvoldoende wetenschappelijke literatuur beschikbaar is om de mogelijke effectiviteit van het systeem aan te tonen.

Er zijn uiteindelijk negen systemen die aan alle drie genoemde criteria voldoen:

- elektronische stabiliteitscontrole (ESC);
- intelligente snelheidsassistentie (ISA);
- Lane Departure Warning System (LDWS);
- Advanced Cruise Control (ACC);
- navigatiesystemen;
- Emergency Call (eCall);
- alcoholslotprogramma (ASP);
- gordelverklikker;
- motorvoertuigverlichting overdag (MVO).

Deze negen systemen zijn opgenomen in de effectschatting.

Naam	Criterium 1	Criterium 2	Criterium 3
ABS	_ ¹		
ACC			
Adaptive front lighting system		_ ³	
Airbag	_ ¹		
ASP			
ASR (Anti-slip regulation)		_ ³	
Automatic headlights		_ ³	
Automatic rain sensing / wipers		_ ³	
Blind spot monitoring	_ ²		
Brake assist		_ ³	
CC	_ ¹		
Collision Mitigation		_ ³	
Distance alert	_ ²	_ ³	
Driver alert control (fatigue warning)	_ ²	_ ³	
eCall			
Electronic brake force distribution		_ ³	
ESC			
Gordelverklipper			
Hill Hold control		_ ³	
Intersection safety (INTERSAFE)	_ ²		
ISA			
LDWS			
Low tyre-pressure warning system		_ ³	
MVO			
Navigatiesysteem			
Nachtzichtsysteem	_ ²	_ ³	
Rollover avoidance			-
RTTI		_ ³	
Variable power-steering		_ ³	
Vehicle 2 Vehicle / Roadside communication		_ ³	
Wireless hazard warning (WILLWARN)	_ ²		
¹ Het systeem is al grootschalig geïmplementeerd, het is geen nieuwe ontwikkeling. ² Het systeem is nog nauwelijks geïmplementeerd, er is onvoldoende basis om aan te nemen dat het systeem relatief snel, grootschalig wordt geïmplementeerd. ³ Er is onvoldoende wetenschappelijke basis om aan te nemen dat het systeem enige invloed heeft op de verkeersveiligheid.			

Tabel 3.2. *Uitkomst van het IVS-selectieproces. "-" betekent dat het IVS niet voldoet aan het criterium.*

4. Resultaat van de effectschatting

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de literatuurstudie, expert-interviews en indien mogelijk de effectschatting weergegeven. Van alle systemen wordt eerst een korte beschrijving gegeven.

4.1. Elektronische stabiliteitscontrole (ESC)

4.1.1. Beschrijving van ESC

Wanneer een voertuig slipt, verliest de bestuurder in de meeste gevallen de controle over het voertuig, hetgeen een ongeval tot gevolg kan hebben. Er zijn de laatste jaren systemen ontwikkeld die dienen te voorkomen dat een voertuig bij een (onverwachte) manoeuvre slipt of kantelt.

Het meest veelbelovende van bovengenoemde systemen is elektronische stabiliteitscontrole (ESC). ESC werd in 1995 geïntroduceerd (SWOV, 2007a). ESC vergelijkt de stuurbeweging (intentie van de bestuurder) met de werkelijke beweging van het voertuig. De werkelijke beweging van het voertuig wordt bepaald door de laterale acceleratie (beweging in dwarsrichting), rotatie van het voertuig en de individuele snelheid van de wielen. Bij een beginnende slipbeweging verschilt de gewenste rijrichting (stuurhoek) van de werkelijke beweging van het voertuig. Het systeem kan dan doelgericht individuele wielen afremmen. Daarnaast grijpt ESC in veel gevallen ook direct in op de gastoevoer. De gastoevoer (en daarmee het geleverde motorvermogen) wordt verminderd waardoor het voertuig langzamer gaat rijden (Ferguson, 2007). Een slip kan met behulp van ESC in veel gevallen worden voorkomen, de bestuurder houdt controle over het voertuig. ESC is een autonoom systeem; de bestuurder hoeft niets te doen om het in te schakelen en het systeem treedt alleen in werking wanneer een beginnende slipbeweging wordt gedetecteerd.

In maart 2009 hebben leden van het Europees parlement gestemd voor de verplichte aanwezigheid van ESC op alle nieuwe typen voertuigen vanaf november 2011 en op alle nieuw verkochte voertuigen vanaf november 2014. Dit voorstel is aangenomen (Schwab, 2009). Dit is eerder dan werd voorzien op basis van het voorstel van de Commissie (European Commission, 2008).

Vanaf januari 2009 is de aanwezigheid van ESC ook een integraal onderdeel van het European New Car Assessment Program (EuroNCAP). Alleen voertuigen met ESC kunnen nog vijf sterren (het maximum aantal) halen in de tests.

Ten slotte loopt er momenteel in Europa een voorlichtingscampagne over ESC met de naam 'Choose ESC' (www.chooseesc.eu). Deze campagne wordt ondersteund door zowel EuroNCAP als de Europese Commissie.

4.1.2. Effecten van ESC

Uit de eerste onderzoeken naar de effectiviteit van ESC bleken zeer gunstige effecten op de stabiliteit van het voertuig (Ferguson, 2007). Er is een scala aan onderzoeken gedaan naar de mogelijke effecten van ESC op de verkeersveiligheid. Hier worden de voornaamste bevindingen genoemd.

Zowel Erke (2008) als Ferguson (2007) hebben een meta-analyse uitgevoerd op de bestaande literatuur (zie *Tabel 4.1*). De verschillende onderzoeken blijken eensgezind over het positieve effect van ESC op met name enkelvoudige ongevallen. Enkelvoudige ongevallen zijn ongevallen waarbij slechts één rijdend voertuig betrokken is. De geschatte reductie in dodelijke enkelvoudige ongevallen met personenauto's door ESC loopt uiteen van 30% tot 62% (Erke, 2008; Ferguson, 2007). Bij enkelvoudige ongevallen met gewonden ligt de reductie tussen de 18% en 64% (Erke, 2008). Het effect van ESC op meervoudige ongevallen (een ongeval waarbij meer dan een voertuig betrokken is) is wat minder duidelijk. Er lijkt sprake van een positief effect van ESC op met name de ernstige meervoudige ongevallen (met dodelijke afloop). Ferguson en Erke vinden een reductie in meervoudige ongevallen met dodelijke afloop tussen de 17% en 43%. Het effect op het aantal meervoudige ongevallen met gewonden lijkt vrij klein. Erke vindt zelfs een kleine toename (+1% tot +3%) voor het aantal meervoudige ongevallen met gewonden.

Ongevalstype/-ernst	Erke (2008)		Ferguson (2007)
	Puntschatting (%)	95% betrouwbaarheidsinterval	Gemiddelde 'min.;max.' gevonden in opgenomen studies (%)
Enkelvoudig dodelijk	-49	(-62;-33)	-30;-53
Enkelvoudig ziekenhuis	-46	(-64;-18)	-40;-50
Meervoudig dodelijk	-32	(-43;-20)	-17;-38
Meervoudig ziekenhuis	+2	(+1;+3)	0

Tabel 4.1. *Effecten van ESC volgens de meta-analyse van Erke (2008) en Ferguson (2007); reductie van het aantal ongevallen in procenten.*

Rudin-Brown et al. rapporteren op basis van een grootschalig telefonisch interview (1.517 interviews) dat er mogelijk gedragsadaptatie kan ontstaan bij de aanwezigheid van ESC (Rudin-Brown et al., 2009). Gedragsadaptatie in deze context betekent dat bestuurders hun gedrag aanpassen als gevolg van een verandering in het vervoerssysteem (zoals de aanwezigheid van ESC in een voertuig). De werking van ESC op de voertuigstabiliteit (en daarmee het gevoel van veiligheid) zou door de bestuurder overschat kunnen worden, wat kan leiden tot roekelozer rijgedrag. Er is echter nog te weinig onderzoek gedaan naar mogelijke gedragsadaptatie als gevolg van ESC om een sluitende uitspraak te kunnen doen. Dit mogelijke bijeffect van ESC is in de meta-analyses van Erke en Ferguson al verdisconteerd.

4.1.3. *Penetratiegraad van ESC*

In een rapport van eSafety (Grošanić & Assenmacher, 2008) is berekend dat ESC in 2007 in circa 7% van alle Nederlandse (personen)auto's aanwezig was.

Nu de Europese Commissie heeft besloten dat vanaf 2011 stabiliteitscontrole verplicht is voor nieuwe typen voertuigen, en vanaf 2014 alle nieuw verkochte auto's een stabiliteitscontrolesysteem dienen te hebben, mag aangenomen worden dat de penetratie sneller zal verlopen dan in eerdere

schattingen is verondersteld (Grošanić & Assenmacher, 2008). Op basis van bovenstaande gegevens wordt geschat dat ESC in 2020 een penetratie van 57% en in 2030 van 78% heeft bereikt. In de *Bijlage* staat de berekening die bij deze schatting is gebruikt.

4.1.4. *Effectschatting voor ESC*

Voor de effectschatting van ESC is gebruikgemaakt van de bovengenoemde schattingen van de penetratie van ESC. Vervolgens zijn historische reeksen van twee typen ongevallen geanalyseerd. Het gaat hierbij om enkelvoudige ongevallen met een personenauto en meervoudige ongevallen tussen motorvoertuigen waarbij een personenauto de eerste botser is. De historische reeksen van deze ongevallen zijn om te beginnen gecorrigeerd voor de ongevallen die destijds al door ESC zijn voorkomen. Van deze 'ESC-vrije' reeksen is vervolgens de trend berekend.

Voor de effectiviteit van ESC (de reducerende factor) is een interval tussen 30% en 62% genomen voor enkelvoudige dodelijke ongevallen en tussen 17% en 43% voor meervoudige dodelijke ongevallen. Deze waarden zijn gebaseerd op de meta-analyses van Erke (2008) en Ferguson (2007) in *Tabel 4.1*

4.1.5. *Conclusie*

Naar schatting kan ESC in personenauto's in Nederland tussen de 33 en 72 verkeersdoden voorkomen in 2020; voor 2030 ligt de besparing tussen de 33 en 71 verkeersdoden (zie *Tabel 4.2*). Deze besparingen gelden voor enkelvoudige en meervoudige ongevallen waarbij een personenauto de veroorzaker van het ongeval is.

Jaar	2020	2030
Penetratie	57%	78%
Reducerende factor	30%-62% voor enkelvoudige dodelijke ongevallen 17%-43% voor meervoudige dodelijke ongevallen	
Reductie in aantal doden	33-72	33-71
Reductie ten opzichte van totaal aantal verkeersdoden	7-15%	10-21%

Tabel 4.2. Reductie in aantal verkeersdoden door ESC in personenauto's voor de jaren 2020 en 2030.

Enkele factoren die mogelijk van invloed zijn op de uitkomst van de effect-schatting van ESC konden niet worden meegenomen. Allereerst is het mogelijk dat de gebruikte reductiefactoren van ESC aan de hoge kant zijn voor de Nederlandse situatie. Nederland is een land met een relatief veilige infrastructuur; wellicht behaalt Nederland relatief minder 'winst' dan landen die op het gebied van infrastructuur slechter scoren (Aarts et al., 2008). Omdat er geen literatuur beschikbaar is van de mogelijke effecten van ESC specifiek voor de Nederlandse situatie, is ervoor gekozen om niet af te wijken van de reductiefactoren uit de meta-analyses (Erke, 2008; Ferguson, 2007).

Ten tweede zijn er aanwijzingen dat het effect van ESC sterk afhankelijk is van de situatie van het wegdek (droog of nat; Lie et al., 2006). De situatie van het wegdek kan per land sterk verschillen vanwege bijvoorbeeld klimaatverschillen. Er zijn nog geen meta-analyses uitgevoerd die rekening houden met deze factor.

4.2. **Intelligente snelheidsassistentie (ISA)**

4.2.1. *Beschrijving van ISA*

Snelheid is een van de basisrisicofactoren in het verkeer (Wegman & Aarts, 2005) en is van grote invloed op de uiteindelijke letselernst bij een ongeval (SWOV, 2009b). Wanneer alle Nederlandse automobilisten zich aan de geldende verkeerslimieten zouden houden, zou dit een aanzienlijk aantal verkeersdoden en ziekenhuisgewonden besparen (Oei, 2001).

ISA is een verzamelnaam voor alle voertuigsystemen die voortdurend een vergelijking maken tussen de gereden snelheid en de geldende snelheidslimiet op de weg. Een ISA-systeem bepaalt over het algemeen de positie van het voertuig en aan de hand van een digitale kaart de geldende snelheidslimiet op die positie. Grosso modo zijn er vier varianten van ISA-systemen (zie *Tabel 4.3*): ingrijpend gesloten, ingrijpend half open, waarschuwend (open) en informerend. De ingrijpend gesloten variant grijpt bij een overschrijding van de geldende limiet direct in op de gastoevoer van het voertuig en geeft krachtige (haptische) feedback op het gaspedaal. De ingrijpend half open variant geeft (haptische) feedback op het gaspedaal, maar grijpt niet in op de gastoevoer. Wanneer de bestuurder de geldende snelheidslimiet overschrijdt, kost het meer kracht om het gaspedaal verder in te drukken. De waarschuwende variant geeft de bestuurder akoestische en/of visuele feedback wanneer hij de snelheidslimiet overschrijdt. De informerende variant geeft enkel informatie over de geldende snelheidslimiet. Voor alle vier genoemde varianten geldt dat ze ofwel vrijwillig in-/uitschakelbaar zijn, dan wel verplicht aan staan.

Assistentieniveau	Type feedback	Feedback
Informerend	Voornamelijk visueel	De snelheidslimiet en wijzigingen in de snelheidslimiet worden weergegeven.
Waarschuwend (open)	Visueel/auditief	Het systeem waarschuwt de bestuurder wanneer hij de ter plaatse geldende snelheidslimiet overschrijdt. De bestuurder beslist zelf wat hij met deze informatie doet en of hij zijn snelheid aanpast.
Ingrijpend, half open	Haptisch pedaal (middelmatische/lichte feedback)	De bestuurder voelt tegenwerking in het gaspedaal wanneer hij de snelheidslimiet probeert te overschrijden. Als er voldoende kracht wordt uitgeoefend is het mogelijk harder te rijden dan de limiet.
Ingrijpend, gesloten	Haptisch pedaal (krachtige feedback) en uitgeschakeld pedaal	De maximumsnelheid van het voertuig wordt automatisch beperkt tot ten hoogste de ter plaatse geldende snelheidslimiet. Pogingen van de bestuurder om harder te rijden worden eenvoudigweg genegeerd.

Tabel 4.3. *Verschillende varianten van ISA-systemen (SWOV, 2007b).*

Naast de mogelijkheden in assistentieniveau (*Tabel 4.3*) zijn er ook nog verschillende mogelijkheden in wat het ISA-systeem hanteert als geldende snelheidslimiet (SWOV, 2007b):

1. Vaste snelheidslimieten; de bestuurder wordt geïnformeerd over de geldende snelheidslimieten.
2. Variabele snelheidslimieten; de bestuurder wordt bovendien geïnformeerd over (lagere) snelheidslimieten op speciale locaties, bijvoorbeeld bij wegwerkzaamheden, rond oversteekplaatsen voor voetgangers, in scherpe bochten, en dergelijke. De snelheidslimieten hangen dan af van de locatie.
3. Dynamische snelheidslimieten; het dynamische ISA-systeem hanteert snelheidslimieten die rekening houden met de feitelijke weg- en verkeerssituatie (weersomstandigheden, verkeersdichtheid). De dynamische snelheidslimieten verschillen daarom niet alleen per plaats maar ook in de tijd.

Voordat een grootschalige implementatie van een ISA-systeem mogelijk is, zijn er nog twee technische hobbels te nemen. De eerste betreft de eerder genoemde digitale kaart waarin de snelheidslimieten van het hele Nederlandse wegennet zijn opgenomen. Met name voor de gesloten variant van ISA is het van belang dat deze digitale kaart frequent wordt geactualiseerd. Naast betrouwbare informatie over de geldende snelheidslimiet op een bepaalde positie, is ook de nauwkeurigheid van de positiebepaling van het voertuig van groot belang. Bij veldtesten bleek het ISA-systeem weleens de limiet van een parallelweg te gebruiken in plaats van van de hoofdweg waarop werd gereden. De positiebepaling van het voertuig moet voldoende nauwkeurig zijn om de wegen in dergelijke situaties te kunnen onderscheiden.

4.2.2. Effecten van ISA op snelheid

Sinds het begin van de jaren tachtig van de vorige eeuw wordt er onderzoek gedaan naar de effecten van ISA-systemen op het rijgedrag. In deze paragraaf zullen de meest prominente effecten achtereenvolgens behandeld worden.

In essentie zijn ISA-systemen ontworpen om bestuurders te helpen om de geldende snelheidslimiet niet te overschrijden en hiermee de verkeersveiligheid te vergroten. Behalve op het aantal overschrijdingen van de snelheidslimiet, hebben ISA-systemen onder andere ook een effect op de gemiddeld gereden snelheid en de spreiding van de gereden snelheid. *Tabel 4.4* geeft een overzicht van de effecten van ISA-systemen die zijn gevonden in diverse onderzoeken (Morsink et al., 2008).

Onderzoek	Methodologie	Land	Gemiddelde snelheid	Standaardafwijking snelheid	Snelheids-overtredingen
Comte (2000)	Simulator	UK	↓	↓	?
Peltola & Kulmala (2000)	Simulator	FIN	↑	↓	?
Hogema & Rook (2004)	Simulator	NL	↓	↓	↓
Van Nes et al. (2006)	Simulator	NL	↓	↓	↓
Brookhuis & De Waard (1999)	Experimenteel voertuig	NL	↓	↓	↓
Päätaalo, Peltola & Kallio (2001)	Experimenteel voertuig	FIN	↓	?	↓
VVN & SenterNovem (2006)	Experimenteel voertuig	NL	?	?	↓
AVV (2001)	Veldtest	NL	↓	↓	?
Lahrmann, Madsen & Boroach (2001)	Veldtest	DK	↓	?	?
Biding & Lind (2002)	Veldtest	S	↓	↓	↓
Vlassenroot et al. (2007)	Veldtest	B	↓	↓	↓
Regan et al. (2006)	Veldtest	AUS	↓	↓	↓
Bossaert & Vleugels (2006)	Veldtest / Simulator	NL, BE, ES, SE, HU	↓	↓	↓

Tabel 4.4. Effecten van ISA op gemiddelde snelheid, standaardafwijking van de snelheid, en het aantal verkeersovertredingen in diverse onderzoeken (↓ daling, ↑ stijging, ? niet onderzocht) (Morsink et al., 2008).

Volgens de onderzoeken uit *Tabel 4.4* ligt de gemiddelde snelheidsvermindering van voertuigen door een ISA-systeem tussen de 2 tot 7 km/uur. Hierbij geldt: hoe dwingender het systeem, des te groter de snelheidsvermindering. Daarnaast blijkt vrij consistent de spreiding van de snelheid en het aantal overschrijdingen van de limiet af te nemen.

4.2.3. Effecten van ISA op veiligheid

In een onderzoek van Carsten & Tate (2005) is geschat wat een 100% invoering van diverse ISA-varianten zou betekenen voor de verkeersveiligheid in het Verenigd Koninkrijk. Hun schatting is gebaseerd op ongevallendata uit de nationale database van het Ministry of Transport van het Verenigd Koninkrijk en op de resultaten van enkele onderzoeken uit *Tabel 4.4*. Voor de berekening is gebruikgemaakt van de schatting van Finch et al. (1994), die stellen dat een verandering van 1 km/uur in gemiddelde snelheid, in een verandering van 3% in ongevalrisico resulteert. Een overzicht van de resultaten van dit onderzoek staat in *Tabel 4.5*. De schatting van Carsten & Tate suggereert een grote winst in de verkeersveiligheid bij invoering van ISA. Opvallend is dat voor alle varianten van ISA de besparing in verkeersslachtoffers aanzienlijk groter is bij een dynamische limiet dan bij een vaste limiet.

Systeemtype	Type snelheidslimiet	Meest betrouwbaar geschatte daling ongevallen met letsel	Meest betrouwbaar geschatte daling ernstige ongevallen	Meest betrouwbaar geschatte daling dodelijke ongevallen
Adviseerend	Vast	10%	14%	18%
	Variabel	10%	14%	19%
	Dynamisch	13%	18%	24%
Ingrijpend gesloten (vrijwillig, met aan-uitknop)	Vast	10%	15%	19%
	Variabel	11%	16%	20%
	Dynamisch	18%	26%	32%
Ingrijpend gesloten (verplicht, geen aan-uitknop)	Vast	20%	29%	37%
	Variabel	22%	31%	39%
	Dynamisch	36%	48%	59%

Tabel 4.5. *Geschatte afname in ongevallen per ISA-type (bij 100% penetratie) en ongevallencategorie (Carsten & Tate, 2005).*

Oei (2001) heeft een schatting gedaan voor het effect van ISA op de Nederlandse verkeersveiligheid. Oei schat een reductie van 25% in doden en ernstig gewonden bij een penetratie van 100% van de ingrijpend, gesloten (verplichte) ISA-variant met een vaste snelheidslimiet. Deze schatting is gebaseerd op Nilsson's formule (Nilsson, 1981) die de relatie tussen snelheid en verkeersslachtoffers beschrijft, en op gegevens van snelheidsovertredingen op diverse wegtypen. Gebruikmakend van dezelfde methode als Oei, voorspelt Kraay (2002) voor Nederland een reductie van 34% in dodelijke ongevallen en een reductie van 27% in letselongevallen bij verplichte invoering van een ingrijpend, gesloten ISA-systeem op 30- en 50km/uur-wegen. De schatting van Kraay is gebaseerd op de resultaten van de Nederlandse veldtest in 2000 (AVV, 2001).

4.2.4. Neveneffecten van ISA

De geschatte effecten van een ISA-systeem op de verkeersveiligheid zijn fors. Uit onderzoek van Warner & Aberg (2008) blijkt echter dat de grote, initiële daling in gemiddelde rijsnelheid, met een waarschuwende variant van ISA, op de lange termijn afneemt. De bestuurders blijven echter wel onder

de gemiddelde rijsnelheid van voor het experiment. Deze bevinding pleit voor een strengere ISA-variant.

De OECD (2006) merkt echter op dat wanneer de ingrijpende, gesloten variant verplicht wordt ingevoerd, er een gevaarlijke situatie kan ontstaan wanneer een deel van het wagenpark al wel met het systeem is uitgerust en het resterende deel nog niet. Hierdoor zouden (forse) snelheidsverschillen kunnen ontstaan tussen wel of niet met ISA uitgeruste voertuigen.

Comte (2000) waarschuwt op basis van een rijsimulatorstudie voor mogelijke gedragsadaptatie door gebruik van ISA; bestuurders gaan sneller rijden op wegen waar ISA niet actief is. Daarnaast zou volgens Comte mogelijk risicovol gedrag kunnen ontstaan wanneer ISA actief is, zoals een kleine volgafstand en laat remmen. Ten slotte zou de aandacht voor de rijtaak kunnen verminderen wanneer het systeem *niet* actief is, waardoor men bijvoorbeeld vergeet om de snelheid aan te passen wanneer de limiet verandert.

4.2.5. *Acceptatie van ISA*

Er lijkt een tegenstelling te bestaan tussen de effectiviteit en de acceptatie van ISA. Hoe 'strenger' de ISA-variant (oplopend van informerend en vrijwillig naar ingrijpend, gesloten en verplicht, zie *Tabel 4.3*) des te effectiever het systeem, maar des te minder de acceptatie van het systeem (Morsink et al., 2008). Daarnaast blijkt ook de wijze waarop het ISA-systeem feedback aan de bestuurder geeft van invloed op de acceptatie van het systeem (Brookhuis & De Waard, 1999).

Er blijkt ook een verband tussen de geloofwaardigheid van een limiet en de gereden snelheid te bestaan (Van Nes et al., 2006). Wanneer een limiet ongeloofwaardig laag is, bijvoorbeeld door de weginrichting, wordt er harder gereden dan op een weg waar diezelfde limiet als geloofwaardig ervaren wordt. In de rijsimulatorstudie van Van Nes et al. bleek de snelheidsreductie als gevolg van een informerende ISA-variant lager bij een geloofwaardige limiet dan bij een ongeloofwaardige limiet.

In een rapport van de SWOV (Goldenbeld, 2004) blijkt dat er vanuit de Nederlandse politiek interesse is in ISA-systemen, maar dat er reserves zijn bij met name een verplichte invoering van ISA. Deze reserves houden verband met de aantasting van de vrijheid van de automobilist en met de mogelijke verstoringen van de werking van het systeem door technische fouten in het systeem, fraude en sabotage.

4.2.6. *Penetratiegraad van ISA*

ISA is, met name in de ingrijpende, half open en ingrijpende, gesloten variant, nog nauwelijks geïmplementeerd in Nederland. De adviserende en informerende varianten van ISA zijn steeds vaker terug te vinden als een functie in navigatiesystemen. Er zijn geen gegevens bekend over de penetratiegraad van navigatiesystemen met een ISA-functie. Daarnaast zijn geen gegevens bekend over het daadwerkelijke gebruik van deze functie van navigatiesystemen. De ISA-functie van navigatiesystemen gaat uit van een vaste snelheidslimiet.

4.2.7. *Conclusie*

Het effect van ISA op de verkeersveiligheid blijkt sterk afhankelijk te zijn van de variant van het systeem. Hoe strenger de variant, des te groter het te verwachten effect (Carsten & Tate, 2005). Een strengere variant is wellicht moeilijker te implementeren. Met name de acceptatie van de gebruikers speelt hierin een rol; hoe strenger de variant, des te lager de acceptatie (Morsink et al., 2008). Momenteel is ISA nog nauwelijks in Nederlandse personenauto's geïmplementeerd, met uitzondering van de ISA die deel uitmaakt van navigatiesystemen. Er is daarom geen kwantitatieve effectschatting van ISA te doen.

4.3. **Lane Departure Warning Systems (LDWS)**

4.3.1. *Beschrijving van LDWS*

Een LDWS is een systeem dat bestuurders automatisch een signaal geeft wanneer het voertuig onbedoeld de rijstrook verlaat of dreigt te verlaten. Met behulp van een camera wordt voortdurend de wegbelijning in de gaten gehouden. Wanneer een bestuurder zonder richting aan te geven het wegvak verlaat, geeft het systeem een signaal. Er bestaat inmiddels ook een LDWS-variant, ook wel Lane Keeping Assistent genoemd, die niet alleen een signaal geeft wanneer men de rijstrook (onbedoeld) verlaat maar ook het voertuig binnen de belijning van de rijstrook probeert te houden, door de stuurinrichting te beïnvloeden.

Hoewel LDWS met name is ontwikkeld voor vrachtauto's, zijn ook enkele personenauto's met het systeem uitgerust.

4.3.2. *Effecten van LDWS*

De Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV) heeft een van de weinige veldtesten met een LDWS bij personenauto's uitgevoerd (AVV, 2007). Behalve van LDWS is in dat onderzoek ook het effect van ACC onderzocht. Bij gebruik van LDWS bleek het aantal onbedoelde lijnoverschrijdingen af te nemen (AVV, 2007). Ook de spreiding in de laterale voertuigpositie (ten opzichte van het midden van de rijstrook) nam af. Met andere woorden, de bestuurders weken minder uit binnen de rijstrook. Dit gaf wel een extra belasting op de rijtaak, bestuurders moesten zich beter concentreren om waarschuwingen te voorkomen. Er was geen bewijs dat de bestuurders minder vaak van rijstrook wisselden. Wel werd er doorgaans langer op de linker- of middenstrook gereden. Op basis van de verzamelde gegevens heeft AVV het veiligheidseffect van LDWS geschat; een overzicht daarvan staat in *Tabel 4.6*.

Toedracht	SW	GOW-bu	GOW-bi
<i>Richting aangeven</i>			
Geen richting aangeven (LDW)	0,0%	0,1%	0,2%
Foutief richting aangeven (LDW)	0,0%	0,0%	0,0%
<i>Plaats op de weg</i>			
Onvoldoende rechts rijden	0,4%	1,4%	1,0%
Te veel rechts rijden (LDW)	0,5%	1,1%	1,1%
Totaal LDW	0,9%	2,7%	2,3%

Tabel 4.6. *Reductie in het aantal ongevallen als gevolg van LDWS (AVV, 2007). SW is een stroomweg, GOW-bu is een gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom, GOW-bi is een gebiedsontsluitingsweg binnen de bebouwde kom.*

De resultaten van het eIMPACT-project (Wilmink et al., 2008) laten een vergelijkbaar resultaat zien: een reductie van 2,2% in dodelijke ongevallen en van 4,8% in ziekenhuisongevallen bij een penetratie van 100%. Het eIMPACT-project schat het sociaaleconomisch effect binnen Europa voor verschillende IVS in termen van het effect op de verkeersveiligheid, de doorstroming en de efficiëntie (kosten/baten) van het systeem.

4.3.3. *Penetratiegraad van LDWS*

Slechts enkele personenauto's in Nederland zijn uitgerust met een LDWS; exacte gegevens hierover zijn niet beschikbaar. Daarnaast bestaat er ook twijfel of het systeem op grote schaal geïmplementeerd zal worden in personenauto's. Omdat er geen gegevens beschikbaar zijn op basis waarvan een (betrouwbare) schatting gedaan kan worden van de penetratiegraad voor de jaren 2020 en 2030, is ervoor gekozen om geen (kwantitatieve) schatting te berekenen voor LDWS.

4.3.4. *Conclusie*

Er is weinig informatie beschikbaar over de mogelijke verkeersveiligheids-effecten van een LDWS (Wilmink et al., 2008). De twee studies, van AVV en eIMPACT, verwachten een zeer gering effect van LDWS op de verkeersveiligheid. Daarnaast is het nog onzeker hoe de implementatie van LDWS zal verlopen.

4.4. **Advanced Cruise Control (ACC)**

4.4.1. *Beschrijving van ACC*

Advanced Cruise Control (ACC) is een doorontwikkeling van de conventionele cruisecontrol (CC). Waar bij normale CC de bestuurder enkel de gewenste snelheid instelt, past ACC ook nog eens de snelheid aan aan het voorliggende voertuig. Wanneer de volgafstand tot de voorligger kleiner wordt dan een bepaalde waarde, grijpt ACC in op de gastoevoer om de volgafstand te vergroten. Daarnaast zijn er varianten van ACC die, naast ingrijpen op de gastoevoer, ook de remmen autonoom bedienen (doorgaans tot 30% van het maximale remvermogen van het voertuig; Morsink et al.,

2008). Wanneer de volgafstand ondanks een ingreep op de gastoevoer en autonome bediening van de remmen alsnog te klein is, kan het systeem de bestuurder ook nog waarschuwen met een auditief signaal. ACC staat ook wel bekend onder de naam Adaptive Cruise Control of Intelligent Cruise Control.

4.4.2. Effecten van ACC

Er zijn diverse simulatorexperimenten uitgevoerd waarin het rijgedrag bij gebruik van ACC is bestudeerd. Een van de mogelijke effecten van ACC is dat op de gemiddelde rijnsnelheid, zoals eerder vermeld een belangrijke factor voor de verkeersveiligheid. *Tabel 4.7* geeft een overzicht van de resultaten van diverse simulatorexperimenten.

Onderzoek	Type Simulator	Proefpersonen				Effect van ACC op gemiddelde snelheid (km/uur)
		N	Leeftijd	Aantal jaren in bezit van rijbewijs	Rijervaring (km/jaar)	
Hogema, Van der Horst & Janssen (1994)	Vast platform	60	37,1 (21-54)	>3	>10.000	-3,85
Hogema & Janssen (1996)	Vast platform	12	<60	>3		-3,68
Nilsson & Nåbo (1996)	Bewegend platform	30 ¹	35,7 (23-57)	>5	>10.000	-1,50 0,90
Stanton, Young & McCaulder (1997)	Vast platform	12	21	3.4		0,00
Hoedemaeker (1999)	Vast platform	38	25-60	>3	>2.500	8,00
Hoedemaeker (1999)	Vast platform	30	25-60	>3	>2.500	-0,11
Brook-Carter et al. (2002)	Bewegend platform	32	16<60 16<25			1,00
Tornros et al. (2002)	Bewegend platform	24	40 (23-55)	19 (5-37)	15.100 (2.000-55.000)	0,10

Tabel 4.7. *Effecten van ACC op de gemiddelde rijnsnelheid (Morsink et al., 2008).*

Uit een analyse van Morsink et al. (2008) van de onderzoeken in *Tabel 4.7*, blijkt ACC de gemiddelde rijnsnelheid met 0,1 km/uur te doen toenemen, een verwaarloosbaar effect. Echter, hierbij dient vermeld te worden dat in de verschillende onderzoeken, diverse varianten van ACC zijn gebruikt. Dit verschil in uitvoering kan hebben bijgedragen aan het effect op de

¹ In het onderzoek van Nilsson en Nåbo waren er oorspronkelijk 60 proefpersonen. 30 hiervan waren ook betrokken in een experiment waarbij behalve de invloed van ACC, ook die van de mobiele telefoon op het rijden werd onderzocht. In dit overzicht is alleen het effect van ACC weergegeven.

gemiddelde snelheid. Met andere woorden, het mogelijke effect van ACC op de gemiddelde rijnsnelheid verdient nader onderzoek.

AVV onderzocht het effect van onder andere ACC in een van de weinige veldtesten die met ACC zijn uitgevoerd (AVV, 2007). Automobilisten bleken zich met ACC niet beter aan de heersende maximumsnelheid te houden. De spreiding in snelheden en acceleraties met ACC actief was kleiner dan in de gevallen waarin ACC uitgeschakeld of inactief was. Deze kleinere spreiding kan een positief effect hebben op veiligheid, comfort, brandstofverbruik en emissies (AVV, 2007). ACC werd met name gebruikt op autosnelwegen en in mindere mate op provinciale wegen; het systeem werd alleen gebruikt bij een vrije verkeersafwikkeling en bij druk verkeer. AVV heeft de effecten van ACC geschat, uitgedrukt in het percentage te besparen ongevallen (bij een penetratie van 100%, en gecorrigeerd voor de mate van gebruik). Een overzicht staat in *Tabel 4.8*.

Toedracht	SW	GOW-bu	GOW-bi
<i>Afstand bewaren</i>			
Onvoldoende afstand houden (ACC)	12,1%	3,3%	0,4%
Onverwacht/plotseling remmen (ACC)	0,8%	0,1%	0,0%
Plotseling opdoemende file (ACC)	0,0%	0,0%	0,0%
<i>Inhalen</i>			
Links inhalen (ACC)	0,0%	0,0%	0,0%
<i>Snelheid</i>			
Te snel rijden (ACC)	0,0%	0,0%	0,0%
Totaal ACC	12,9%	3,4%	0,5%

Tabel 4.8. Reductie in het aantal ongevallen als gevolg van ACC (AVV, 2007). SW is een stroomweg, GOW-bu is een gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom, GOW-bi is een gebiedsontsluitingsweg binnen de bebouwde kom.

Uit *Tabel 4.8* blijkt dat het grootste effect ligt in een grotere volgafstand bij het gebruik van ACC, en dan met name op stroomwegen. Er zijn echter enkele kanttekeningen te maken bij deze schatting. Zo diende de provincie Zuid-Holland als testgebied, dit is wellicht niet representatief voor heel Nederland. Daarnaast zou er sprake kunnen zijn van zelfselectie van de proefpersonen. Het kan bijvoorbeeld zo zijn dat juist 'rustige bestuurders' zich hebben aangemeld voor het experiment; de resultaten zijn dan niet representatief voor de gemiddelde bestuurder. Ten slotte is er in deze schatting niet gecompenseerd voor mogelijke gedragsadaptatie (zoals afgenomen aandacht voor de rijtaak).

Ten slotte zijn in een eerdere literatuurstudie van de SWOV (Hoetink, 2003) de volgende positieve en negatieve effecten op de verkeersveiligheid van ACC geconstateerd:

Positieve effecten:

- verlaging van de gemiddelde rijsnelheid bij rustig verkeer;
- homogenere snelheden in druk verkeer;
- reductie van het percentage zeer korte volgtijden;
- toename van het comfort en als gevolg daarvan mogelijk meer aandacht voor het verkeer.

Negatieve effecten:

- verhoging van de gemiddelde rijsnelheid bij druk verkeer;
- veranderd (en mogelijk onvoorspelbaarder) gedrag bij rijstrookwisselingen;
- gebruik op provinciale wegen met als mogelijk gevolg kortere volgtijden, gevaarlijker inhaalgedrag en vertraagde reacties bij voorrang geven;
- niet-adequate reactie in kritische situaties door afgenomen alertheid;
- mogelijke afname van de voorspelbaarheid van het gedrag van ACC-gebruikers voor overige weggebruikers;
- mogelijk gebruik tijdens weersomstandigheden met slecht zicht.

4.4.3. *Penetratiegraad van ACC*

Op dit moment is ACC nog nauwelijks geïmplementeerd. Er zijn te weinig gegevens om een betrouwbare schatting over het verloop van de penetratiegraad in de tijd van ACC op te baseren.

4.4.4. *Conclusie*

Advanced Cruise Control (ACC), handhaaft niet alleen de door de bestuurder ingestelde rijsnelheid, maar past ook de snelheid van het voertuig aan aan die van de voorligger en helpt zo een vooraf bepaalde volgtijd tot de voorligger te handhaven. Wanneer ACC-systemen worden gebruikt op snelwegen zonder filevorming (met vrije verkeersafwikkeling) kunnen ze een gunstig effect hebben op de verkeersveiligheid. Onder deze omstandigheden heeft ACC een matigend effect op de rijsnelheid en vermindert ACC het percentage zeer korte volgafstanden. Negatieve veiligheidseffecten zijn te verwachten bij ACC-gebruik in druk verkeer, en op andere wegen dan hoofdwegen, binnen en buiten de bebouwde kom.

4.5. **Navigatiesystemen**

4.5.1. *Beschrijving van navigatiesystemen*

Een navigatiesysteem helpt de gebruiker om zijn route naar een bepaalde bestemming te plannen. Een toenemend aantal automobilisten maakt gebruik van een navigatiesysteem in de auto. De voordelen voor de gebruiker zijn duidelijk: men bereikt zijn doel via de snelste of kortste route. Dit levert minder stress op, en de expositie in het verkeer wordt minder. Daarnaast zijn er nog diverse nevenfuncties van het systeem die de gebruiker vaak erg waardeert: weergeven van aankomsttijd op bestemming, weergeven van huidige snelheidslimiet en het weergeven van de eventuele aanwezigheid van snelheidscontroles. Er zijn echter ook enkele (onbedoelde) negatieve effecten. Zo kan het bedienen van en het kijken of luisteren naar het systeem tijdens het rijden de aandacht afleiden van de eigenlijke rijtaak. Al met al is nog niet zeker dat het gebruik van navigatiesystemen de verkeersveiligheid vergroot (SWOV, 2009e).

4.5.2. *Effecten van navigatiesystemen*

De gebruiker van een navigatiesysteem heeft bij het plannen van een route vaak de keuze tussen de snelste route of de kortste route. Een van de effecten van een navigatiesysteem is dan ook de verlaagde expositie in tijd of in gereden kilometers. De expositie wordt ook verlaagd omdat de gebruiker minder onnodige kilometers rijdt op zoek naar zijn of haar eindbestemming. Een verlaagde expositie heeft een positief effect op de verkeersveiligheid. Uit onderzoek met een geïnstrumenteerde auto van TNO (Vonk et al., 2007) bleken proefpersonen met een navigatiesysteem gemiddeld 16% minder kilometers af te leggen en een 18% kortere reistijd te hebben dan proefpersonen zonder een navigatiesysteem wanneer zij reden in een onbekende omgeving. Helaas is er geen schatting beschikbaar over de verhouding tussen gereden kilometers in bekende en onbekende omgevingen. Uit ditzelfde onderzoek bleek dat gebruikers van een navigatiesysteem gemiddeld 2 km/uur harder reden dan niet gebruikers. Daarnaast reden gebruikers van navigatiesystemen een groter deel van de tijd boven de geldende snelheidslimiet (17% van de tijd voor de gebruikers van navigatiesystemen tegenover 12% bij de niet-gebruikers). De eindconclusie van het onderzoek van TNO luidt dat het navigatiesysteem een positief effect op de verkeersveiligheid lijkt te hebben. Een terechte kanttekening in het rapport gaat over het feit dat de proefpersonen tijdens het experiment het navigatiesysteem niet mochten instellen. Met name deze handeling en de afleiding van de rijtaak als gevolg van deze handeling zou een negatieve invloed op de uitoefening van rijtaak kunnen hebben.

Perez et al. (1996) rapporteren over een studie waarin gedurende een jaar gegevens zijn verzameld van een groep voertuigen mét en een groep zonder navigatiesysteem. Zij vinden een gunstig effect van het navigatiesysteem op de uitvoering van de rijtaak en een klein positief (maar niet significant) effect op het aantal incidenten, bijna-ongevallen en ongevallen. Deze auteurs hebben ook een simulatiestudie uitgevoerd waaruit blijkt dat voertuigen mét een navigatiesysteem vaker kiezen voor routes met minder congestie. Die routes lopen echter via wegen met een hoger ongevalsrisico, waardoor de onveiligheid voor deze voertuigen hoger ligt dan voor voertuigen zonder systeem.

Het gebruik van een navigatiesysteem laat geen eenduidig effect zien op de aandacht voor de rijtaak. Uit onderzoek van DVS (2008a) blijkt dat 60% van de ondervraagden het systeem gebruikt omdat het rijden ermee minder inspanning vraagt. Het onderzoek van Vonk et al. laat een vergelijkbaar resultaat zien; 70% van de ondervraagden geeft aan minder gestrest te zijn tijdens het rijden. Deze effecten hebben naar verwachting een positieve invloed op de mate van aandacht voor de rijtaak. Het navigatiesysteem kan echter ook de gebruiker afleiden van de rijtaak. Het meest bekende voorbeeld is het instellen van het navigatiesysteem tijdens het rijden. Uit onderzoek van Oei (2003) blijkt dat, hoewel de overgrote meerderheid van de ondervraagden het als gevaarlijk beschouwt om het systeem tijdens het rijden in te stellen, 64% van de ondervraagden toch aangeeft dit wel eens te doen. Daarnaast kan de visuele informatie de gebruiker ook van de rijtaak afleiden. De visuele informatie zal de bestuurder meer afleiden dan eventuele auditieve informatie (Verwey & Janssen, 1988).

Daarnaast bevatten de huidige navigatiesystemen tegenwoordig ook vaak entertainmentfuncties, zoals de mogelijkheid om muziek te luisteren of filmpjes te kijken. Het ligt voor de hand dat deze extra functionaliteit doorgaans een negatieve invloed zal hebben op de mate van aandacht voor de rijtaak. Een zuiver en generaliseerbaar onderzoek naar de effecten van navigatiesystemen wordt vaak bemoeilijkt vanwege de beschikbaarheid van uiteenlopende uitvoeringen van navigatiesystemen met of zonder extra functionaliteiten. Onderzoek moet zich hierdoor richten op slechts bepaalde functionaliteiten van een systeem, iets wat in praktijk vaak lastig is.

Oei (2003) heeft de mogelijke effecten van navigatiesystemen op de verkeersveiligheid geschat. Bij de berekeningen is uitgegaan van een optimaal scenario, waarbij alle personenauto's zouden zijn uitgerust met een perfect ontworpen navigatiesysteem. Een belangrijk effect van navigatiesystemen wordt veroorzaakt door de eerder genoemde afname in expositie. De schatting van Oei laat slechts een zeer gering positief effect op de verkeersveiligheid zien.

4.5.3. *Effectschatting voor navigatiesystemen*

Er is geen literatuur gevonden met een kwantitatieve schatting van het veiligheidseffect van navigatiesystemen, in termen van reductiefactoren voor ongevallen of slachtoffercijfers. De schatting van Oei (2003) was alleen gebaseerd op de verlaagde expositie als gevolg van het navigatiesysteem. Al met al zijn er onvoldoende gegevens gevonden om een effectschatting van navigatiesystemen mee te kunnen berekenen.

4.5.4. *Penetratiegraad van navigatiesystemen*

TNO (Vonk et al., 2007) onderzocht gegevens van 1.144 automobilisten. In deze groep bezat 28% een navigatiesysteem. Dit percentage is volgens TNO hoger dan de circa 20% navigatiesysteembezitters die in andere studies is gevonden. Naar verwachting zal dit aandeel in 2009 nog hoger zijn, gezien de sterk stijgende verkoop van navigatiesystemen sinds 2005.

4.5.5. *Conclusie*

Inmiddels bezit ongeveer een derde van de automobilisten een navigatiesysteem (Katteler, Sombekke & Van Mieghem, 2009); dit aandeel neemt nog steeds toe. Dit zijn vooral automobilisten die meer dan het gemiddeld aantal kilometers per jaar afleggen. Zij gebruiken het navigatiesysteem vooral voor onbekende bestemmingen.

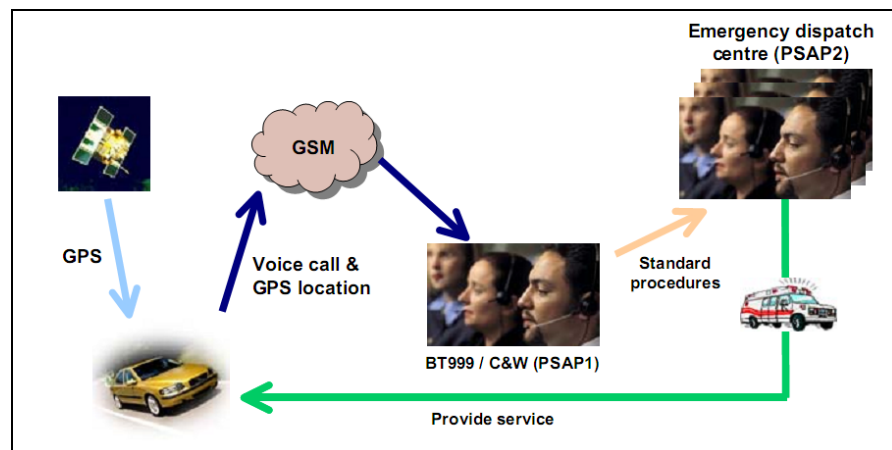
Bij goed gebruik – wanneer men het systeem instelt voordat men gaat rijden – verlichten navigatiesystemen de rijtaak. De gevolgde routes worden korter (qua tijd en afstand), waardoor de blootstelling aan 'gevaar' afneemt. Het voordeel van een kortere route kan teniet worden gedaan als de kortere route via wegen loopt met een hoger risico. Dit zijn met name gebieds-ontsluitingswegen en erftoegangswegen. Routes die over deze wegtypen leiden, zullen de onveiligheid doen toenemen: navigatiesystemen zouden in hun advies het gebruik van deze wegen zo veel mogelijk moeten vermijden.

Ten slotte kan het navigatiesysteem voor afleiding van de rijtaak zorgen. De mate van afleiding en het effect hiervan op de verkeersveiligheid zijn nog niet duidelijk.

4.6. Emergency Call (eCall)

4.6.1. Beschrijving van eCall

eCall is een Europees project dat tot doel heeft om snel hulp te kunnen verlenen aan betrokkenen bij een ongeval met voertuigen. Het systeem zou overal in Europa moeten werken. Het systeem zal bij een ongeval direct een verbinding leggen met de hulpdiensten. Een ongeval zou kunnen worden gedetecteerd als het voertuig een bepaalde vertragingsswaarde overschrijdt. De inzittenden van het voertuig kunnen dan bijvoorbeeld (handsfree) direct spreken met een hulpverlener zonder dat zij zelf het nummer van de alarmdienst hoeven te kiezen. Daarnaast kan het systeem ook nog extra informatie versturen naar de hulpdiensten zoals de exacte locatie van het voertuig, de kracht van de impact, het feit of bepaalde veiligheidssystemen zoals airbags geactiveerd zijn en dergelijke. Met deze gegevens kan de hulpverlening sneller en doeltreffender te werk gaan. In *Afbeelding 1* staat een vereenvoudigde weergave van de werking van eCall. Het is de bedoeling van de Europese Commissie dat eCall vanaf 2014 geïmplementeerd wordt (eSafety Support, 2009), hier zijn nog geen concrete wetten voor aangenomen.



Afbeelding 1. Overzicht van de werking van eCall (McClure & Graham, 2006).

4.6.2. Effecten van eCall

Het meest geanticiperde effect van eCall is dat het de tijd tussen een ongeval en de aankomst van de hulpdiensten zal verkorten. Bij hulpdiensten wordt vaak gesproken van het gouden uur. Dit houdt in dat het eerste uur na het ongeval het meest beslissend is voor de uitkomst van het opgelopen letsel. Tachtig procent van de slachtoffers die overlijden aan een ernstige verwonding, overlijdt in het eerste uur na het oplopen van deze verwonding (Bouler & Renault, 2005).

Geschat wordt dat door eCall de hulpverlening in plattelandsgebieden 10 minuten eerder aanwezig kan zijn (Bouler & Renault, 2005). In stedelijke gebieden zou deze winst 3 à 4 minuten zijn.

In *Tabel 4.9* staan de geschatte effecten op de verkeersveiligheid uit diverse studies samengevat. Er zijn geen specifieke schattingen voor Nederland bekend.

Onderzoek	Reductie voor alle ongevallen indien penetratie 100% is
eMerge	5% reductie in doden 10% reductie in ernstig gewonden
Zweden	2-4% reductie in doden 3-4% reductie in ernstig gewonden
Finland	5-10% reductie in doden
eSafety Forum	3-15% reductie in doden
Verenigde Staten	2-3% reductie in doden
Verenigd Koninkrijk	4% reductie in doden 3% reductie in ernstig gewonden

Tabel 4.9. Geschatte effecten van eCall op de verkeersveiligheid (Bouler & Renault, 2005).

De schattingen van het verkeersveiligheidseffect van eCall lopen sterk uiteen tussen de verschillende landen (zie *Tabel 4.9*). Dit kan diverse oorzaken hebben. Allereerst is er het gegeven of een land relatief veel wegen met een lage verkeersintensiteit heeft. Wanneer er veel wegen met een lage intensiteit aanwezig zijn (in een dun bevolkt gebied) zou het relatief lang kunnen duren voordat een ongeval opgemerkt wordt. eCall zou in deze gevallen een groot effect kunnen sorteren. Ten tweede is het effect van eCall afhankelijk van hoeveel winst (in tijd) het bestaande systeem van hulpdiensten in een land kan behalen als gevolg van eCall.

Nederland is een land met een relatief hoge verkeersintensiteit op de wegen. Daarnaast is Nederland ook relatief dicht bevolkt. Het is lastig het effect van eCall op basis van de gegevens in *Tabel 4.9* te bepalen. Wanneer bijvoorbeeld het effect van eCall op Zweden en het Verenigd Koninkrijk vergeleken worden, zou verwacht kunnen worden dat eCall een groter effect sorteert in Zweden dan in het Verenigd Koninkrijk. Het Verenigd Koninkrijk heeft namelijk een bevolkingsdichtheid van 377/km², Zweden heeft een bevolkingsdichtheid van 20/km². Dit zou kunnen betekenen dat Zweden meer verlaten wegen heeft en eCall hierdoor meer effect heeft. De gegevens in *Tabel 4.9* laten dit verschil niet zien. In deze schatting wordt daarom voor Nederland het behoudende reducerende percentage van 1-3% voor verkeerdoden aangehouden.

4.6.3. Penetratiegraad van eCall

Voor de schatting van de penetratie van eCall is ervan uitgegaan dat eCall vanaf 2014 verplicht geïmplementeerd wordt (hoewel hier nog geen concrete beslissingen over genomen zijn). De schatting van de penetratie

van eCall wordt berekend zoals de schatting van de penetratie van ESC. De berekening hiervan staat in de *Bijlage*.

Voor de effectschatting van eCall is dezelfde rekenwijze aangehouden als voor de effectschatting van ESC.

4.6.4. Conclusie

Wanneer eCall (automatisch) in werking treedt is er in de regel altijd sprake van een ongeval. Het meest voor de hand liggende effect van eCall is dat het de gevolgen van het ongeval voor de slachtoffers beperkt. Daarnaast kan eCall ook indirect bijdragen aan de verkeersveiligheid. Zo kunnen na een ongeval sneller wegen worden afgesloten, en kunnen de hulpdiensten eerder het overige verkeer (om)leiden. Met andere woorden, gevaarlijke situaties voor overige weggebruikers kunnen wellicht (eerder) worden voorkomen.

Jaar	2020	2030
Penetratie	48%	73%
Reducerende factor	1-3% voor alle dodelijke verkeersongevallen met personenauto's	
Reductie in aantal doden	1-3	1-3
Reductie ten opzichte van totaal aantal verkeersdoden	0,2-0,7%	0,3-1,0%

Tabel 4.10. *Reductie in aantal verkeersdoden bij personenauto's door eCall voor de jaren 2020 en 2030.*

4.7. Alcoholslotprogramma (ASP)

4.7.1. Beschrijving van het ASP

Een alcoholslot is een alcoholtester die gekoppeld is aan het start-mechanisme van de auto. Het functioneert als een startonderbreker: het is pas mogelijk de auto te starten nadat met goed gevolg een alcoholtest is afgelegd. De meest gebruikte en tot nu toe meest betrouwbaar gebleken testers voor alcoholsloten zijn ademtesters met een elektrochemische brandstofcel als sensor (SWOV, 2009a).

Een alcoholslotprogramma (ASP) bestaat niet alleen uit het inbouwen van een alcoholslot, maar ook uit controle, begeleiding en evaluatie. Het begeleidingsprogramma maakt de deelnemers vertrouwd met het gebruik van het alcoholslot en geeft hun adviezen om hun drankprobleem aan te pakken. Aan het alcoholslot is een datalogger gekoppeld, waarin alle relevante gebeurtenissen rond het alcoholslot worden opgeslagen. Deze gegevens worden regelmatig – meestal tweemaandelijks – uitgelezen. Het betreft onder andere gegevens over pogingen tot fraude met het alcoholslot en over pogingen om de auto te starten na alcoholgebruik. Deze laatste gegevens geven inzicht in de mate waarin een ASP-deelnemer alcohol en verkeer kan scheiden. In het buitenland maken soms ook medische onderzoeken deel uit van een ASP, maar volgens het wetsvoorstel van maart 2010 zal dat in Nederland niet het geval zijn.

4.7.2. Effecten van buitenlandse ASP's

Uit verschillende buitenlandse onderzoeken blijkt dat gebruikers van een alcoholslot 65-90% minder recidiveren dan bestuurders met een ontzegging van de rijbevoegdheid of ongeldigverklaring van het rijbewijs (Bax et al., 2001). Van de deelnemers aan het Zweedse ASP is in de eerste jaren zelfs niemand betrapt op rijden onder invloed (Bjerre & Bergman, 2004). Uit de buitenlandse onderzoeken komen ook de zwakke punten van ASP's naar voren. Een belangrijk probleem in landen waar het alcoholslot al is ingevoerd, is de lage deelnamegraad van bestuurders die ervoor in aanmerking komen. Bij bestuursrechtelijke programma's komt dit doordat deelname in het algemeen op vrijwillige basis is. Gecombineerd met de hoge kosten, heeft dat er in Zweden toe geleid dat de deelnamegraad maar 11% is (Bjerre & Bergman, 2004). Bij strafrechtelijke programma's, die door rechtbanken worden opgelegd en uitgevoerd, is de deelnamegraad vaak nog lager. In Californië blijken rechters slechts aan 10% van de daarvoor in aanmerking komende rijders onder invloed een ASP op te leggen. En van die kleine groep blijkt bijna 80% het vonnis van de rechter te negeren. In het Nederlandse ASP worden zware overtreders bestuursrechtelijk verplicht om een alcoholslot in hun auto te laten installeren. Doen ze dat niet, dan wordt hun rijbewijs ongeldig verklaard.

4.7.3. Globaal effect van een Nederlands ASP

In een eerder SWOV-rapport (Aarts et al., 2008) is globaal berekend welk effect behaald kan worden met de invoering van een alcoholslot voor alle ernstige alcoholovertreders (BAG > 1,3 ‰). Deze berekening had de volgende uitgangspunten:

- Een kwart van de verkeersdoden wordt veroorzaakt door alcoholgebruik (200 doden).
- 75% van deze doden wordt veroorzaakt door zware overtreders (BAG boven 1,3‰).

Hieruit volgt dat de doelgroep verantwoordelijk is voor 19% van de verkeersdoden:

- Op basis van het aantal uitgevoerde ademtesten wordt geschat dat jaarlijks ongeveer 15% van de ernstige overtreders wordt betrapt op het rijden met alcohol.
- Van de betrapte bestuurders gaat 67% daadwerkelijk aan het ASP deelnemen; de rest laat zijn rijbewijs ongeldig verklaren.
- De penetratiegraad op jaarbasis onder de zware overtreders is dan 15% * 67% = 10%. Het ASP heeft een standaardduur van twee jaar. Hieruit volgt een penetratiegraad van 20%.
- Bestuurders in het ASP recidiveren 75% minder vaak dan bestuurders met een ontzegging of ongeldigverklaring. Dit is het effect van de maatregel.

In *Tabel 4.11* staat een overzicht van het effect van het ASP (voor overtreders met een BAG > 1,3‰). Bestuurders mogen het ASP pas verlaten wanneer ze in staat blijken alcoholgebruik en verkeersdeelname van elkaar te scheiden.

Jaar	2020	2030
Penetratie	20%	20%
Reducerende factor	75% op 19% van alle verkeersdoden = 14% reductie in alle verkeersdoden	
Reductie in aantal doden	14	10
Reductie ten opzichte van totaal aantal verkeersdoden	3%	3%

Tabel 4.11. *Reductie in aantal verkeersdoden door het ASP in personenauto's voor de jaren 2020 en 2030.*

Het huidige wetsvoorstel wijkt op een aantal punten af van bovengenoemde uitgangspunten. Zo is de doelgroep gedifferentieerder dan de groep overtreders met een BAG boven 1,3‰. Daarnaast is een programmaduur van twee jaar niet standaard, maar het minimum. Per saldo zal het feitelijke effect op korte termijn wat kleiner zijn dan in bovenstaande berekening.

4.8. **Motorvoertuigverlichting overdag (MVO)**

4.8.1. *Beschrijving van MVO*

Motorvoertuigverlichting overdag (MVO) houdt in dat motorvoertuigen overdag licht voeren. Dit kan dimlicht zijn, maar ook verlichting door speciale units. Door overdag verlichting te voeren, vallen motorvoertuigen beter op in het verkeer en vallen er minder verkeersslachtoffers. In diverse Europese landen geldt een verplichting voor MVO. In Nederland is dit tot dusverre niet het geval. De laatste keer dat in Nederland metingen naar MVO-voering zijn gedaan, was in 1993; de MVO-voering was toen 30% (Lindeijer & Bijleveld, 1994).

De Europese Commissie (EC) streeft naar harmonisatie van de voorschriften voor het gebruik van licht overdag en naar de instelling van voertuigeisen op dit gebied. Daarbij is het zaak om het voordeel van MVO (slachtofferreductie) zo goed mogelijk tot zijn recht te laten komen en de nadelen (zoals een hoger brandstofverbruik) zo veel mogelijk te beperken. Een ander aandachtspunt voor de EC is de vraag of weggebruikers die overdag geen licht voeren (fietsers en voetgangers) nog wel gezien worden, en of motorrijders, die in de huidige situatie al MVO voeren, nog wel voldoende opvallen. Inmiddels heeft de EC besloten dat nieuwe typen personen- en bestelauto's met ingang van 2011 moeten zijn voorzien van energiezuinige verlichting die overdag automatisch gaat branden als de auto wordt gestart. Ter voorbereiding op deze Europese regelgeving, heeft de EC in 2003 een onderzoek laten uitvoeren naar het effect van MVO en naar strategieën voor implementatie. Onderzoeksinstituten in Nederland (TNO en de SWOV) en Noorwegen (Institute of Transport Economics TØI) hebben dit onderzoek uitgevoerd.

4.8.2. *Effecten van MVO*

Uit in-depth ongevalstudies valt af te leiden dat bij 50% van de ongevallen overdag meespeelt dat de andere weggebruiker niet gezien is; op kruispunten is dit zelfs het geval bij 80% van de ongevallen. Op basis van

theoretische inzichten en waarnemingsonderzoek wordt de werking van MVO vooral verklaard uit het grotere contrast tussen het voertuig en zijn omgeving; daardoor neemt de opvallendheid van voertuigen toe en zijn ze beter identificeerbaar. Een bijkomend effect is dat voertuigen met MVO dichterbij worden geschat dan in werkelijkheid het geval is. Hierdoor wordt minder risico genomen bij inhaalmanoeuvres en bij het oprijden van een kruispunt.

MVO is een middel om weggebruikers te ondersteunen in hun visuele waarnemingstaak. MVO-studies uit de jaren negentig kwamen uit op reducties van 10-15% (Elvik, 1996) en 8-22% (Koorstra, 1993) van ongevallen overdag waar twee of meer verkeersdeelnemers bij waren betrokken. Het onderzoek dat in 2003 in opdracht van de EC is uitgevoerd, betreft een meta-analyse van 41 studies voor het effect van personenauto's en 16 studies voor het effect van motorfietsen (Elvik, Christensen & Olsen, 2003). Hieruit blijkt dat MVO voor personenauto's het aantal letselongevallen overdag reduceert met 3-12%. Voor MVO voor motorfietsen is dit effect 5-10%. Bij beide uitkomsten moet worden opgemerkt dat de gevonden resultaten per studie erg uiteenlopen. De reductie heeft betrekking op letselongevallen overdag waar meer dan één verkeersdeelnemer bij betrokken is. Het effect voor dodelijke ongevallen mag wat hoger worden ingeschat. Bij sommige studies werd gevonden dat het effect van MVO na verloop van tijd verminderde, maar bij andere studies bleek dit niet het geval. Er werd geen bewijs gevonden dat het effect van MVO samenhangt met seizoenen. Bij de vraag in hoeverre brandende achterlichten overdag de remlichten kunnen maskeren, lijkt dit sinds de invoering van het derde remlicht (in Nederland verplicht sinds 1994) geen probleem meer te zijn. Verder is er bij automatische schakelaars de optie om de achterlichten niet mee te schakelen.

Er wordt wel geopperd dat verkeersdeelnemers die overdag geen licht voeren, door MVO-voertuigen visueel worden 'weggedrukt' (het maskerend effect). De EC heeft dit eveneens laten onderzoeken. Hiertoe heeft TNO een laboratoriumstudie uitgevoerd (Brouwer et al., 2004), waarbij proefpersonen dia's te zien kregen met afbeeldingen van verkeerssituaties onder daglicht-omstandigheden. De dia's bevatten een personenauto met of zonder MVO en een andere weggebruiker: een voetganger, een fietser of een motorrijder met of zonder verlichting. De proefpersonen werden geïnstrueerd zo snel mogelijk te bepalen of er volgens hen behalve de personenauto nog een andere weggebruiker aanwezig was. De tijd die hiertoe nodig was werd geregistreerd. Gevonden werd dat proefpersonen accurater en sneller de verkeerssituatie konden identificeren van personenauto's met MVO dan zonder. Er zijn geen aanwijzingen gevonden van een verminderde opvallendheid van kwetsbare verkeersdeelnemers in de nabijheid van MVO-voertuigen. Eerder wezen de resultaten in tegengestelde richting: weggebruikers zonder verlichting profiteerden in feite van MVO. Ook het feit dat kwetsbare verkeersdeelnemers personenauto's met MVO eerder kunnen zien dan personenauto's zonder MVO is een winstpunt. In de meta-ongevallenanalyse van (Elvik, Christensen & Olsen, 2003) wordt – weliswaar met enige terughoudendheid geconcludeerd dat MVO het aantal personenauto-ongevallen waar fietsers en voetgangers bij betrokken zijn waarschijnlijk doet afnemen. Een studie van het Oostenrijkse Epigus Instituut (Pfleger, 2007) concludeert op basis van kijkgedrag van verkeersdeelnemers dat MVO geen veiligheidsvoordeel oplevert bij mooi weer, maar

wel bij slecht weer. In uitzonderlijke gevallen zou volgens deze studie maskering van personen en voertuigen optreden door MVO. Door motorrijders, die in Nederland nagenoeg allemaal overdag verlichting voeren, wordt soms de vrees geuit dat hun opvallendheid vermindert als ook auto's overdag verlichting gaan voeren. Uit de laboratoriumstudie van TNO (Brouwer et al., 2004) bleek echter dat de proefpersonen motorrijders eerder zagen als auto's MVO voerden. Dit gold voor motorfietsen zowel met als zonder verlichting. Van beide groepen werden motorrijders mét verlichting overigens wel sneller gezien. Wildervanck (1994) verklaarde dit verschijnsel al eerder. Door het voeren van verlichting maakt de motor zich als het ware los van zijn statische omgeving, en valt hij hiermee op als een bewegend voertuig. Dat blijft een motorfiets doen, ook al voeren de voertuigen eromheen ook verlichting.

4.8.3. Penetratiegraad van MVO

In overeenstemming met een eerdere SWOV-berekening (Aarts et al., 2008) wordt ervan uitgegaan dat de penetratie van MVO in 2020 97% is. Voor 2030 wordt dezelfde penetratie geschat.

4.8.4. Conclusie

In een eerder SWOV-rapport (Aarts et al., 2008) is berekend dat MVO in het totaal een reductie van 4,3% in verkeersdoden kan opleveren bij een penetratie van 100%. *Tabel 4.12* geeft een overzicht van de geschatte effecten van MVO voor de jaren 2020 en 2030.

Jaar	2020	2030
Penetratie	97%	97%
Reducerende factor	4,3% reductie in alle verkeersdoden	
Reductie in aantal doden	20	14
Reductie ten opzichte van totaal aantal verkeersdoden	4%	4%

Tabel 4.12. Reductie in aantal verkeersdoden door MVO in personenauto's voor de jaren 2020 en 2030.

4.9. Gordelverklippers

4.9.1. Beschrijving van gordelverklippers

Veiligheidsgordels zijn een zeer effectief middel om de lichamelijke gevolgen van een verkeersongeval te beperken. Gordelgebruik is verplicht; een overgrote meerderheid van auto-inzittenden draagt dan ook autogordels. Uit de jaarlijkse metingen van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat blijkt dat in 2008 95% van de voorinzittenden en 80% van de achterpassagiers de gordel draagt (DVS, 2008b). Een gordelverklipper (Seat Belt Reminder of SBR) waarschuwt als inzittenden de autogordel niet om hebben terwijl de auto in gebruik is. Op een meer of minder indringende manier worden ze eraan herinnerd dat de gordel niet wordt gedragen.

Aanvankelijk was alleen de bestuurderszitplaats voorzien van een gordelverklipper, vervolgens ook de voorzitplaats van de passagier, en inmiddels zijn er auto's die voor alle zitplaatsen een gordelverklipper hebben. Het herinnerings- of waarschuwingssysteem kan bestaan uit een visueel signaal (knipperend icoon of display met tekst) of een geluidssignaal (akoestisch signaal in verschillende toonhoogtes). Bij de gordels voorin wordt een combinatie van beide signalen toegepast, terwijl er alleen een visueel signaal is wanneer de gordels achterin niet worden gedragen. Beide waarschuwingssignalen gaan uit zodra de tongplaat van de veiligheidsgordel in de sluiting wordt gedrukt. In de VS worden visueel en auditief waarschuwend systeem systemen gebruikt waarbij de waarschuwing langer dan 8 seconden duurt. Men noemt dit een Enhanced Seat Belt Reminder (Farmer & Wells, 2009). Er bestaan ook systemen die nagaan of de zitplaats wel door een 'persoon' wordt bezet, zodat er alleen wordt gewaarschuwd wanneer dit ook daadwerkelijk het geval is. Dit is uiteraard uitsluitend relevant voor de passagiersstoelen. Daarnaast waarschuwen deze intelligentere gordelverklippers alleen bij relevant gebruik van het voertuig, dat wil zeggen boven een bepaalde gereden wegafstand of rijsnelheid. Dit is bedoeld om geen hinder van de gordelverklipper te hebben bij bijvoorbeeld een parkeermanoeuvre, wanneer het dragen van een gordel minder noodzakelijk is.

4.9.2. *Effecten van gordelverklippers*

Een observatiestudie in de Verenigde Staten onder Ford-rijders (Williams, Wells & Farmer, 2002) laat zien dat in Fords met een gordelverklipper een significant hoger draagpercentage wordt waargenomen dan in Fords zonder (76% tegenover 71%). Eenzelfde soort studie bij Honda's enkele jaren later (Ferguson, Wells & Kirley, 2007) bevestigt dat beeld: het geobserveerde gebruik bleek in Honda's met gordelverklipper 90% te zijn tegenover 84% in Honda's zonder.

Krafft et al. (2006) rapporteerden de resultaten van een observatiestudie onder Zweedse automobilisten, onafhankelijk van automerk. In totaal zijn ruim drieduizend automobilisten geobserveerd in vijf verschillende steden in Zweden. Uit de studie bleek dat het gebruik van autogordels op 99% lag in auto's met een tamelijk indringende variant van een gordelverklipper (het door EuroNCAP geëntameerde systeem met een visueel signaal en een geluidssignaal dat na enige tijd sterker wordt en ten minste 90 seconden aanhoudt). Het draagpercentage was daarentegen 93% in auto's met een mildere variant (een visueel signaal en een minder krachtig geluidssignaal) en 83% in auto's zonder gordelverklipper. Gordelverklippers met een indringender (agressiever) geluidssignaal zijn dus effectiever. Dit wordt bevestigd door een Amerikaans onderzoek (Freedman et al., 2009).

De Europese Commissie zet zich in voor de gordelverklipper omdat het gordelgebruik in de lidstaten nog lang geen 100% is. Weliswaar zijn er diverse EU-landen (waaronder Nederland) waar het gebruik op voorzitplaatsen al boven de 90% ligt, maar in andere landen ligt dit percentage soms aanzienlijk lager. Het gebruik op achterzitplaatsen is in de meeste landen nog betrekkelijk laag. Nederland scoort hier redelijk met 81% in 2008 (DVS, 2008b). De ETSC (2007) heeft berekend dat als in alle landen van de Europese Unie het draagpercentage 99% zou zijn, er 2.400 verkeersdoden minder zouden vallen op de Europese wegen.

4.9.3. Penetratiegraad van gordelverklidders

Door de druk die EuroNCAP op autofabrikanten uitoefent en de houding van de Europese Commissie, is het aantal aanwezige gordelverklidders in nieuwe auto's de laatste jaren met sprongen toegenomen, ook in Nederland. Vanaf het midden van de jaren negentig zijn er steeds meer visuele gordelverklidders gekomen (het 'waarschuwingslampje'); in bijna 70% van de in 2005 verkochte nieuwe personenauto's waren deze aanwezig (SWOV, 2010). Vanaf het eind van de jaren negentig is ook het aantal akoestische gordelverklidders sterk toegenomen; deze waren al in ongeveer 50% van de in 2005 verkochte nieuwe personenauto's standaard aanwezig (SWOV, 2010). Gezien deze snelle stijging valt te verwachten dat in 2010 alle nieuw verkochte personenauto's een gordelverklidder hebben. De verwachting is dat de EU tot een verplichting zal overgaan.

4.9.4. Conclusie

Voor de Nederlandse situatie in 2008 geeft een draagpercentage van 100% een besparing van 10 doden, gebaseerd op slachtoffercijfers en draagpercentages van 2008 (voor de berekeningswijze zie Schoon, 1994). Vertaald naar het geschatte aantal verkeersdoden in 2020 en 2030 zal een draagpercentage van 100% respectievelijk een besparing van 7 en 5 doden opleveren. In *Tabel 4.13* staat een overzicht van de geschatte effecten van gordelverklidders voor de jaren 2020 en 2030.

Jaar	2020	2030
Penetratie	100%	100%
Reducerende factor	3,3% reductie in alle verkeersdoden	
Reductie in aantal doden	7	5
Reductie ten opzichte van totaal aantal verkeersdoden	1%	1%

Tabel 4.13. Reductie in aantal verkeersdoden door gordelverklidders in personenauto's voor de jaren 2020 en 2030.

5. Samenvatting en slotbeschouwing

Alle intelligente voertuigsystemen waarvoor een effectschatting is gemaakt hebben in meer of mindere mate een positief effect op de verkeersveiligheid. In *Tabel 5.1* staat een overzicht van de resultaten van de effectschatting voor de jaren 2020 en 2030, waar mogelijk gekwantificeerd. Voor de systemen waar geen kwantitatieve schatting voor gemaakt kon worden, is het te verwachten effect uitgedrukt in symbolen: 'o' (nagenoeg geen effect op de verkeersveiligheid), '+' (een redelijk positief effect op de verkeersveiligheid) en '++' (een positief effect op de verkeersveiligheid).

Systeem	2020			2030		
	Penetratie	Reductie in verkeersdoden		Penetratie	Reductie in verkeersdoden	
		Aantal	Percentage		Aantal	Percentage
ESC	57%	33-72	7-15%	78%	33-71	10-21%
ISA						
Adviserend (vast)	–	+	+	–	+	+
Adviserend (dynamisch)	–	+	+	–	+	+
Ingrijpend (vast)	–	+	+	–	+	+
Ingrijpend (dynamisch)	–	++	++	–	++	++
LDWS	–	o	o	–	o	o
ACC	–	+	+	–	+	+
Navigatiesysteem	–	+	+	–	+	+
eCall	48%	1-3	0,2-0,7%	73%	1-3	0,3-1,0%
ASP	20%	ca. 14	3%	20%	ca. 10	3%
MVO	97%	ca. 20	4%	97%	ca. 14	4%
Gordelverklidders	100%	ca. 7	1%	100%	ca. 5	1%
o = nagenoeg geen effect op de verkeersveiligheid, + = een redelijk positief effect op de verkeersveiligheid, ++ = een positief effect op de verkeersveiligheid en – = geen gegevens beschikbaar						

Tabel 5.1. *Geschatte effecten van intelligente voertuigsystemen voor 2020 en 2030.*

Van ESC wordt een groot effect op de verkeersveiligheid verwacht. Naast het relatief grote effect van het systeem zelf draagt ook de verplichte invoering als gevolg van het besluit van de Europese Commissie (European Commission, 2008) hiertoe bij. Wel zijn er enige aanwijzingen dat gedragsadaptatie zou kunnen optreden (Rudin-Brown et al., 2009). Er is echter meer onderzoek nodig om hier duidelijk zicht op te krijgen. Daarnaast is deze gedragsadaptatie in de methodiek van de gebruikte effectschattingen verdisconteerd (Erke, 2008; Ferguson, 2007).

Bij ISA is de grootte van het effect op de verkeersveiligheid sterk afhankelijk van de variant van het systeem. Hoe strenger de variant, des te groter het te verwachten effect (Carsten & Tate, 2005). Een strengere variant is wellicht

moeilijker te implementeren (Morsink et al., 2008). De waarschuwende en informerende varianten van ISA vinden hun weg in het wagenpark via de navigatiesystemen. Er zijn geen gegevens beschikbaar over de mate waarin de ISA-functie van navigatiesystemen gebruikt worden.

Er zijn in zeer beperkte mate onderzoeken gedaan naar het mogelijke (verkeersveiligheids)effect van LDWS bij personenauto's. Deze onderzoeken laten een zeer gering effect zien. Het LDWS heeft twee tegenstrijdige effecten: beter koers houden en een hogere belasting van de rijtaak. Het beter koers houden kan een positief effect op de verkeersveiligheid hebben, terwijl de hogere belasting van de rijtaak een negatief effect op de verkeersveiligheid kan hebben. Bovendien is het nog maar de vraag of LDWS een relevante penetratiegraad in personenauto's zal hebben in de jaren 2020 en 2030.

Er is weinig onderzoek gedaan naar de (verkeersveiligheids)effecten van ACC bij personenauto's. Uit de onderzoeken die wel gedaan zijn, blijkt ACC een matig positief effect op de verkeersveiligheid te hebben. Met name ongevallen als gevolg van onvoldoende afstand houden zouden door ACC kunnen worden voorkomen. Het is wel de vraag hoe intensief ACC op de Nederlandse wegen gebruikt zou kunnen worden. Allereerst is ACC een systeem dat met name geschikt is voor stroomwegen. Door de hoge intensiteit op de Nederlandse (stroom)wegen, zal het systeem in lang niet alle gevallen gebruikt kunnen worden. Daarnaast functioneert ACC optimaal in een automatisch geschakeld voertuig. ACC kan de snelheid (en daarmee de volgafstand) bij een automatisch geschakeld voertuig voor alle snelheden regelen. Bij een handgeschakeld voertuig is dit beperkt tot het snelheidsbereik van de gekozen versnelling. In Nederland zijn veruit de meeste personenauto's handgeschakeld.

Hoewel de penetratie van navigatiesystemen de afgelopen decennia een hoge vlucht heeft genomen, zijn de verkeersveiligheidseffecten van het systeem nog lang niet even duidelijk. Navigatiesystemen lijken een licht positief effect op de verkeersveiligheid te hebben. Deze bevindingen zijn met name gebaseerd op de verlaagde expositie als gevolg van het gebruik van het systeem en de verlaagde belasting van de rijtaak. Vreemd genoeg voor een systeem dat zo alom aanwezig is, zijn van een groot aantal aspecten van het systeem de effecten nog onduidelijk. Zo is er bijvoorbeeld nog vrij weinig bekend over het effect op de veiligheid van de rijtaak door interactie met het systeem. De interactie omvat aspecten als de bediening van het systeem, het kijken naar het systeem en het luisteren naar het systeem. Allemaal bezigheden die zullen afleiden van de rijtaak. Meer onderzoek is nodig om een duidelijk beeld van het interactiepatroon met het systeem te krijgen. Vervolgens kan er worden gekeken naar de verkeersveiligheidseffecten als gevolg van dit interactiepatroon. In het Europese project INTERACTION (www.interaction-fp7.eu) wordt onder anderen gekeken naar de interactiepatronen en de verkeersveiligheidseffecten van interactie met een navigatiesysteem. Ten slotte bevatten de huidige navigatiesystemen ook veel nevenfunctionaliteiten: ISA (informerend/waarschuwend), entertainment, Real Time Traffic Information (RTTI) en dergelijke. De mogelijke verkeersveiligheidseffecten van deze nevenfunctionaliteiten zijn nog onbekend en er is onderzoek nodig om de mogelijke effecten ervan in kaart te brengen.

Hoewel de verkeersveiligheidseffecten van eCall gering zijn, valt er bij brede Europese implementatie een redelijke winst te verwachten. Naast de besparing van de doden als direct gevolg van eCall zijn enkele besparingen als indirect gevolg te verwachten. Allereerst kan er sneller actie worden ondernomen op de plaats van het ongeval; dit verlaagt de kans op een mogelijk gevaarlijke situatie voor de overige weggebruikers. Daarnaast kunnen hulpdiensten efficiënter werken en hebben ze meer objectieve gegevens over het ongeval; hierdoor kunnen zij wellicht beter voorbereid op de plaats van het ongeval aankomen.

Er is inmiddels internationaal een grote hoeveelheid bewijs verzameld dat alcoholslotprogramma's de kans op recidive onder betrachte rijders onder invloed veel sterker reduceren dan ontzeggingen van de rijbevoegdheid en ongeldigverklaringen van het rijbewijs. Daarnaast is er veel kennis voorhanden over de wijze waarop de effectiviteit van ASP's kan worden geoptimaliseerd (zie bijvoorbeeld Silverans et al., 2006). Zo'n 14 verkeersdoden kunnen per jaar bespaard worden met een ASP dat opgezet is volgens het huidige wetsvoorstel (maart 2010). Bij een optimale afstemming van andere strafrechtelijke en bestuursrechtelijke maatregelen op het ASP lijkt in de wat verdere toekomst een besparing van 30 à 35 verkeersdoden per jaar realiseerbaar (SWOV, 2009c)

MVO kan bijdragen aan een verdere verbetering van de verkeersveiligheid. Voor de vaak veronderstelde negatieve effecten voor voetgangers, fietsers en motorrijders is geen overtuigende wetenschappelijke onderbouwing. Willen we op korte termijn profiteren van het verkeersveiligheidseffect van MVO, dan zou een gedragsmaatregel ingevoerd moeten worden (het met de hand aanzetten van het dimlicht), aangevuld met een voertuigmaatregel (geavanceerder automatische MVO-units in nieuwe auto's). Dit advies volgt uit een onderzoek van de SWOV met andere onderzoeksinstituten (SWOV, 2009d). De Europese Commissie heeft hier echter niet voor gekozen. Gekozen is voor een geleidelijke invoering van MVO door vanaf 2011 voor nieuwe modellen voertuigen de installatie van energiezuinige MVO-verlichting verplicht te stellen.

Een gordelverklikker herinnert de inzittenden van personenauto's aan het gebruik van de autogordel. Draagpercentages nemen daardoor toe, waardoor er minder slachtoffers bij verkeersongevallen vallen. Gordelverklikkers worden steeds intelligenter. Behalve dat ze in staat zijn om vast te stellen of een zitplaats wel of niet is bezet, houden ze tegenwoordig ook rekening met de rijnsnelheid en de afgelegde afstand van de auto. De systemen met een aanhoudend en indringend geluidssignaal zijn het meest effectief.

Te verwachten is dat in 2010 alle nieuw verkochte personenauto's een gordelverklikker op de bestuurdersplaats hebben. De organisatie EuroNCAP kent sinds 2002 punten toe voor een gordelverklikker op de bestuurdersplaats, en sinds 2009 een extra punt voor elke overige zitplaats in de auto die voorzien is van een gordelverklikker. De verwachting is dat de EU tot een verplichting voor personenauto's zal overgaan, en op een wat langere termijn ook voor andere categorieën voertuigen.

Alle besproken intelligente voertuigsystemen lijken dus in meer of mindere mate een positief effect op de verkeersveiligheid te hebben. Van elk voertuigstelsel is de potentie voor de verkeersveiligheid echter afzonderlijk

bekeken. Er is nog weinig bekend over mogelijk overlappende effecten of interacties tussen de verschillende intelligente voertuigsystemen.

Wat is bijvoorbeeld het gecombineerde effect van het rijden in een voertuig uitgerust met zowel een ingrijpende, gesloten ISA-variant als ACC? Beide systemen kunnen direct ingrijpen op de gereden snelheid en kunnen elkaars afzonderlijke effecten beïnvloeden. In dat geval is er een interactie-effect tussen beide systemen.

Ook kunnen de effecten van de verschillende systemen elkaar overlappen. Dit is het geval wanneer ze effect hebben op dezelfde groep potentiële slachtoffers, waardoor de besparing door de combinatie van systemen lager is dan de som van de afzonderlijke besparingen.

Door overlap of interactie-effecten is het werkelijke aantal bespaarde doden in 2020 en 2030 door gecombineerde intelligente voertuigsystemen dan ook geen simpele optelsom van de geschatte besparingen in dit rapport.

Om zicht te krijgen op mogelijke overlap in effecten en de interactie-effecten is het van belang om de afzonderlijke effecten zo helder mogelijk in kaart te brengen. Door bijvoorbeeld meer kennis over het mechanisme achter het effect van ISA en ACC op snelheidsgedrag, kan er gericht onderzoek gedaan worden naar de mogelijke interacties en overlappende effecten.

Een belangrijke basis hiervoor is gelegd binnen het Europese ADVISORS-project (ADVISORS, 2003) (zie <http://www.advisors.iao.fraunhofer.de> voor meer informatie). Het project had onder andere tot doel om methoden te ontwikkelen voor de beoordeling van in-voertuigapparatuur. ADVISORS richtte zich op de effecten van deze apparatuur op de gebieden veiligheid, effectiviteit en milieu.

Met verkregen kennis over mogelijke interacties en overlappende effecten kan vervolgens in effectschattingen rekening gehouden worden.

Literatuur

- Aarts, L.T., et al. (2008). *Maximaal 500 verkeersdoden in 2020: waarom eigenlijk niet?* R-2008-5. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- ADVISORS (2003). *Action for advanced Driver assistance and Vehicle control systems Implementation, Standardisation, Optimum use of the Road network and Safety*. ADVISORS. Geraadpleegd 27-11-2009 op <http://www.advisors.iao.fraunhofer.de/>.
- AVV (2001). *ISA Tilburg; Eindrapportage praktijkproef intelligente snelheidsaanpassing*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer & Vervoer, Rotterdam.
- AVV (2007). *Wegen naar de toekomst WnT; De Rij-Assistent*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer & Vervoer, 's-Gravenhage.
- Bax, C.A., et al. (red.) (2001). *Alcohol interlock implementation in the European Union: feasibility study; Final report of the European research project*. D-2001-20. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- Biding, T. & Lind, G. (2002). *Intelligent Speed Adaptation (ISA) : results of large-scale trials in Borlänge, Lidköping, Lund and Umeå during 1999-2002*. Publication 2002:89. Swedish National Road Administration SNRA, Borlänge.
- Bjerre, B. & Bergman, H. (2004). *The Swedish ignition interlock programme; is it possible to forecast which DWI offenders will succeed in the programme and which will not?* In: Proceedings of the 17th ICADTS International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety. 8-13 August 2004, Glasgow.
- Bossaert, E. & Vleugels, I. (red.) (2006). *Samenvatting van 3 jaar Europees onderzoek rond ISA*. Project for Research On Speed adaptation Policies on European Roads (PROSPER).
- Bouler, Y. & Renault, S.A.S. (2005). *Clarification Paper – BC 1 Overview of available studies on proven or assessed benefits of e-Call*. eSafety Forum.
- Brook-Carter, N., et al. (2002). *An investigation of the effect of an urban adaptive cruise control (ACC) system on driving performance*. In: ITS - enriching our lives; Proceedings of the 9th World Congress on Intelligent Transport Systems ITS. 14-17 October 2002, Chicago.
- Brookhuis, K. & De Waard, D. (1999). *Limiting speed, towards an intelligent speed adapter (ISA)*. In: Transportation Research, Part F: Traffic Psychology And Behaviour, vol. 2, nr. 2, p. 81-90.
- Brouwer, R.F.T., et al. (2004). *Do other road users suffer from the presence of cars that have their daytime running lights on?* TM-04-C001. TNO Human Factors Research Institute TM, Soesterberg.

- Carsten, O. & Tate, F.N. (2005). *Intelligent speed adaptation: accident savings and cost-benefit analysis*. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 37, nr. 3, p. 407-416.
- Comte, S.L. (2000). *New systems: new behaviour?* In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 3, nr. 2, p. 95-111.
- DVS (2008a). *Analyse nadelige effecten navigatiesystemen op routekeuze. Gebruik en misbruik van wegen; deel 2*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart DVS, Delft.
- DVS (2008b). *Beveiligingsmiddelen in de auto 2008*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart DVS, Delft.
- Eenink, R.G. (2009). *Verkeersveiligheidseffecten van Anti-Ongevalsysteem; Schatting van de effecten op ongevallen met vrachtauto's op autosnelwegen*. R-2009-11. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- Elvik, R. (1996). *A meta analysis of studies concerning the safety effects of daytime running lights on cars*. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 28, nr. 6, p. 685-694.
- Elvik, R., Christensen, P. & Olsen, S.F. (2003). *Daytime running lights; A systematic review of effects on road safety*. 688/2003. Institute of Transport Economics TØI, Oslo.
- Erke, A. (2008). *Effects of electronic stability control (ESC) on accidents: A review of empirical evidence*. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 40, nr. 1, p. 167-173.
- eSafety Support (2009). *European Commission wants eCall on European roads by 2014*. eSafety Support. Geraadpleegd 10 October 2009 op http://www.esafetysupport.org/en/news/european_commission_wants_ecall_on_european_roads_by_2014.htm.
- ETSC (2007). *Increasing seat belt use; Road Safety PIN Flash 4*. European Transport Safety Council ETSC, Brussels.
- European Commission (2008). *Proposal for a Regulation of the European Parliament and the Council concerning type-approval requirements for the general safety of motor vehicles*. COM(2008) 316 final. European Commission, Brussels.
- Farmer, C.M. & Wells, J.K. (2009). *Effect of enhanced seat belt reminders on driver fatality risk*. Insurance Institute for Highway Safety IIHS, Arlington, VA.
- Ferguson, S.A. (2007). *The effectiveness of Electronic Stability Control in reducing real-world crashes: A literature review*. In: Traffic Injury Prevention, vol. 8, nr. 4, p. 329-338.
- Ferguson, S.A., Wells, J.K. & Kirley, B.B. (2007). *Effectiveness and driver acceptance of the Honda belt reminder system*. In: Traffic Injury Prevention, vol. 8, nr. 5, p. 123-129.
- Finch, D.J., et al. (1994). *Speed, speed limits and accidents*. Project report 58. Transport Research Laboratory TRL, Crowthorne, Berkshire.

Freedman, M., et al. (2009). *Effectiveness and acceptance of enhanced seat belt reminder systems: characteristics of optimal reminder systems. Final report*. National Highway Traffic Safety Administration NHTSA, Washington D.C.

Goldenbeld, C. (2004). *Politiek draagvlak voor Intelligente Snelheidsaanpassing - ISA*. R-2004-05. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Grošanić, S. & Assenmacher, S. (2008). *eSafety – Implementation Status Survey 2007*. Technische Universität München, Munich.

Hoedemaeker, M. (1999). *Driving with intelligent vehicles; Driving behaviour with Adaptive Cruise Control and the acceptance by individual drivers*. Proefschrift Technische Universiteit Delft, Delft.

Hoetink, A.E. (2003). *Advanced Cruise Control en verkeersveiligheid*. R-2003-24. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Hogema, J.H., Van der Horst, A.R.A. & Janssen, W.H. (1994). *A simulator evaluation of different forms of intelligent cruise control*. TM-1994-C-30. TNO Human Factors Research Institute, Soesterberg.

Hogema, J.H. & Janssen, W.H. (1996). *Effects of intelligent cruise control on driving behaviour: a simulator study*. TM-96-C012. TNO Human Factors Research Institute, Soesterberg.

Hogema, J.H. & Rook, A.M. (2004). *Intelligent speed adaptation: the effects of an active gas pedal on driver behaviour and acceptance*. TM-04-D011. TNO Human Factors Research Institute, Soesterberg.

Katteler, H., Sombekke, E. & Van Mieghem, R. (2009). *Bewegwijzering en navigatiesystemen*. Arane / ITS, Nijmegen.

Koornstra, M. (1993). *Daytime running lights; Its safety revisited*. D-93-25. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Kraay, J.H. (2002). *The Netherlands traffic and transport plan: Road Safety with a special focus on speed behaviour*. In: Proceedings of the 15th ICTCT workshop. May 2002, Nagoya, Japan.

Krafft, M., et al. (2006). *The use of seat belts in cars with smart seat belt reminders. Results of an observational study*. In: Traffic Injury Prevention, vol. 7, nr. 2, p. 125-129.

Lahrman, H., Madsen, J.R. & Boroch, T. (2001). *Intelligent speed adaptation : development of a GPS based ISA-system and field trial of the system with 24 test drivers*. In: ITS - Transforming the future : proceedings of the 8th World Congress on Intelligent Transportation Systems ITS. 30 September - 4 October 2001, Sydney, Australia.

Lie, A., et al. (2006). *The effectiveness of electronic stability control (ESC) in reducing real life crashes and injuries*. In: Traffic Injury Prevention, vol. 7, nr. 1, p. 38-43.

Lindeijer, J.E. & Bijleveld, F.D. (1994). *Het gebruik van motorvoertuigverlichting overdag in Nederland: november 1989 t/m*

december 1993. R-94-88. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

McClure, D. & Graham, A. (2006). *eCall – The Case for Deployment in the UK - Final report*. SBD/TEL/1100a. Transport Technology and Department for Transport.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2008). *Veiligheid van, voor en door iedereen. Strategie Verkeersveiligheid 2008-2020. Concept maart 2008*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, et al. (2009). *Anti-ongevalsystemen voor vrachtauto's*. Connekt, Delft.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat & Ministerie van VROM (2004). *Nota Mobiliteit; Deel I: Naar een betrouwbare en voorspelbare mobiliteit*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat / Ministerie van VROM, 's-Gravenhage.

Morsink, P., et al. (2008). *Speed support through the intelligent vehicle*. R-2006-25. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Van Nes, C.N., et al. (2006). *De bijdrage van geloofwaardige limieten en ISA aan snelheidsbeheersing: een rijnsimulatorstudie*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, R-2006-26. Leidschendam.

Nilsson, G. (1981). *The effects of speed limits on traffic accidents in Sweden*. In: OECD Proceedings of the international symposium on the effects of speed limits on traffic accidents and transport energy use. 6-8 October 1981, Dublin.

Nilsson, L. & Nåbo, A. (1996). *Evaluation of application 3: intelligent cruise control simulator experiment: effects of different levels of automation on driver behaviour, workload and attitudes*. Reprint of Chapter 5 in Evaluation of Results, Deliverable No. 10, DRIVE II Project V2006 (EMMIS). Swedish National Road and Transport Research Institute VTI, Linköping.

OECD (2006). *Final report of the working group on speed management*. OECD/ECMT Joint Transport Research Committee.

Oei, H.L. (2001). *Veiligheidsconsequenties van Intelligente Snelheidsadaptatie ISA*. R-2001-11. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Oei, H.L. (2003). *Mogelijke veiligheidseffecten van navigatiesystemen. Een literatuurstudie, enkele eenvoudige effectberekeningen en resultaten van een enquête*. R-2002-30. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, Leidschendam.

Päätalo, M., Peltola, H. & Kallio, M. (2001). *Intelligent speed adaptation - effects on driving behaviour*. In: Traffic Safety on Three Continents. 19-21 September 2001, Moscow.

Peltola, H. & Kulmala, R. (2000). *Weather related ISA – experience from a simulator*. In: Proceedings 7th World Congress on Intelligent Transport Systems, 6-9 November Turin, Italy.

Perez, W.A., et al. (1996). *TravTek Evaluation Safety Study*. FHWA-RD-95-188. Turner-Fairbank Highway Research Center, Federal Highway Administration, Department of Transportation, Washington, D.C.

Pfleger, E. (2007). *Untersuchung von blicktechnischen Interaktionen im realen Straßenverkehr in Ortsgebieten und Freiland*. Epigus, Institut für ganzheitliche Unfall- und Sicherheitsforschung, Wien.

Regan, M.A., et al. (2006). *On-road evaluation of Intelligent Speed Adaptation, Following Distance Warning and Seatbelt Reminder Systems: final results of the TAC SafeCar project*. Report 253. Monash University Accident Research Centre MUARC, Victoria, Australia.

Rudin-Brown, C.M., et al. (2009). *Does Electronic Stability Control change the way we drive?* In: Proceedings of the 88th Annual Meeting of the Transportation Research Board TRB. 11-15 January 2009, Washington, D.C.

Schoon, C.C. (1994). *Toelichting op de rekenprogramma's 'Besparing slachtoffers bij gebruik van beveiligingsmiddelen'*. D-94-13. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Schwab, A. (2009). *Type-approval requirements for the general safety of motor vehicles ***I, P6_TAPROV(2009)0092*. In: TEXTS ADOPTED at the sitting of Tuesday 10 March 2009, P6_TA-PROV(2009)03-10. European Parliament, Brussels, p. 41-76.

Silverans, P., et al. (2006). *Alcolock implementation in the European Union. Description, results and discussion of the alcolock field trial*. BIVV/IBSR Belgian Road Safety Institute, Brussels.

Stanton, N.A., Young, M. & McCaulder, B. (1997). *Drive-by-wire: the case of driver workload and reclaiming control with Adaptive Cruise Control*. In: Safety Science, vol. 27 nr. 2/3, p. 149-159.

SWOV (2007a). *De top bedwongen : balans van de verkeersonveiligheid in Nederland 1950-2005*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2007b). *Intelligente Snelheidsassistentie (ISA)* SWOV-factsheet augustus 2007. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2009a). *Alcoholslot*. SWOV-factsheet april 2009. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2009b). *De relatie tussen snelheid en ongevallen* SWOV-factsheet. SWOV, Leidschendam.

SWOV (2009c). *Geschat effect op de verkeersveiligheid van een alcoholslotprogramma (ASP) en de kosten-batenverhouding ervan*. D-2009-1. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2009d). *Motorvoertuigverlichting overdag (MVO)*. SWOV-factsheet augustus 2009. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2009e). *Veiligheidseffecten van navigatiesystemen*. SWOV-factsheet januari 2009. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2010). *Gordelverklidders* SWOV-factsheet februari 2010. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Tornros, J., et al. (2002). *Effects of ACC on driver behaviour, workload and acceptance in relation to minimum time headway*. Paper gepresenteerd op Ninth World Congress on Intelligent Transportation Systems, 14-17 October 2002, Chicago, Illinois.

Verwey, W.B. & Janssen, W.H. (1988). *Route following and driving performance with in-car route guidance systems*. TNO Institute for Perception IZF 1998 C-14. Soesterberg.

Vlassenroot S., et al. (2007). *Driving with intelligent speed adaptation: Final results of the Belgian ISA-trial*. In: Transportation Research, vol. 41, nr. 3, p. 267-279.

Vonk, T., et al. (2007). *Do navigation systems improve traffic safety?* 06.34.15/N121/TVo/LK. TNO Mobility and Logistics, Delft.

VVN & SenterNovem (2006). *Snelheid aan banden - Onderzoek gebruik intelligente snelheidsadviseur*. Veilig Verkeer Nederland VVN / SenterNovem, Haarlem.

Warner, H.W. & Aberg, L. (2008). *The long-term effects of an ISA speed-warning device on drivers' speeding behaviour*. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour vol. 11, nr. 2, p. pp 96-107.

Wegman, F. & Aarts, L. (2005). *Door met Duurzaam Veilig; Nationale verkeersveiligheidsverkenningen voor de jaren 2005-2020*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Wildervanck, C. (1994). *Motoren, motorrijders en motorrijden*. In: Mobiliteitschrift, vol. 28, nr. 6, p. 7-14.

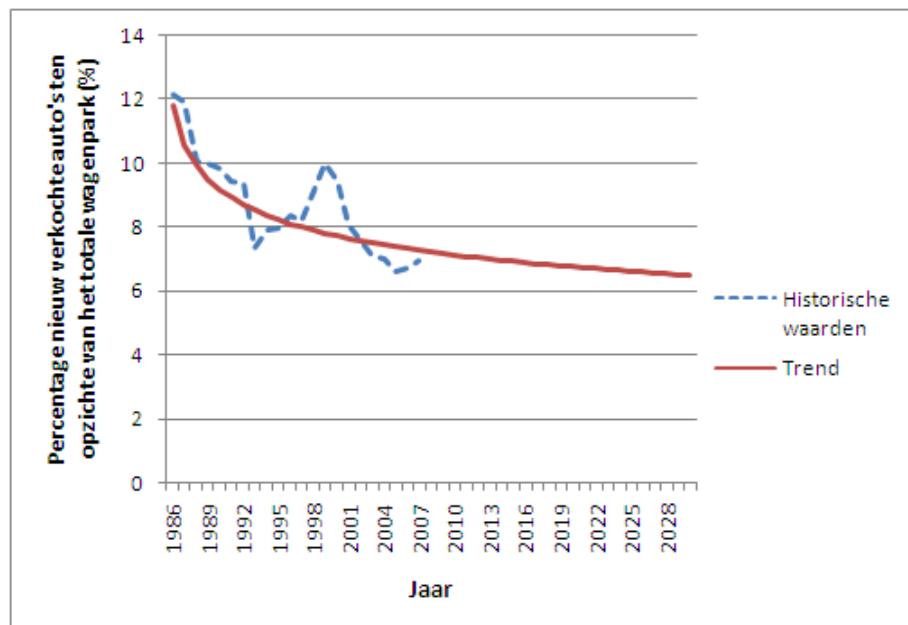
Williams, A.F., Wells, J.K. & Farmer, C.M. (2002). *Effectiveness of Ford's belt reminder in increasing seat belt use*. In: Injury Prevention, vol. 8, nr. 4, p. 293-296.

Wilmink, I., et al. (2008). *Socio-economic Impact Assessment of stand-alone and co-operative Intelligent Vehicle Safety Systems (IVSS) in Europe - Impact assessment of Intelligent Vehicle Safety Systems*. Deliverable D4. eIMPACT Consortium, European Commission, Brussels.

Bij de berekening van de penetratiegraad voor ESC in Nederland is in eerste instantie uitgegaan van de schatting uit het eSafety rapport (Grošanić & Assenmacher, 2008).

Zoals beschreven in *Paragraaf 4.1.1* heeft de Europese commissie besloten dat vanaf november 2011 alle nieuwe typen voertuigen moeten zijn voorzien van ESC en vanaf november 2014 alle nieuw verkochte voertuigen voorzien dienen te zijn van ESC. Dit houdt in dat vanaf 2014 de aanwezigheid van ESC bij nieuw verkochte auto's 100% is.

Om te beginnen is een schatting gemaakt van het aandeel nieuw verkochte auto's ten aanzien van het totale voertuigenpark voor de periode van 2009-2030. Hiertoe is de trend bepaald op basis van het jaarlijkse aandeel nieuw verkochte auto's ten aanzien van het totale voertuigenpark over de periode 1986-2008.



Afbeelding 2. Percentage nieuw verkochte auto's ten opzichte van het totale wagenpark, historische data en een trendberekening (CBS, 2009).

Deze schatting vertelt ons dat in 2014 het percentage nieuw verkochte auto's ten opzichte van het totale wagenpark circa 7% is. Van deze 7% bevat elke auto ESC. Voor de periode tot en met 2011 is bij de schatting van de penetratie van ESC de schatting uit het eSafety-rapport aangehouden. Vervolgens is aangenomen dat vanaf 2012 iedere nieuw verkochte auto ESC bezit. Dit is aan de ene kant een lichte overschatting (dit is pas verplicht vanaf 2014), aan de andere kant is wellicht de periode tot 2012 licht onderschat. Bij het opstellen van de schatting van eSafety was de maatregel van de EU nog niet bekend. Het valt te verwachten dat fabrikanten op deze maatregel anticiperen, waardoor de penetratie van ESC hoger uitkomt dan

door eSafety geschat. Aangenomen is dat deze over- en onderschatting elkaar uitmiddelen.

Om de penetratie in een gegeven jaar te berekenen is voor de periode 2012-2030 de volgende berekening gebruikt:

PN_{Jaar} = Percentage nieuw verkochte auto's ten opzichte van het totale wagenpark in een gegeven jaar

PEN_{Jaar} = De penetratie van ESC in een gegeven jaar

$PEN_{\text{Jaar}} = PN_{\text{Jaar}} + (100 - PN_{\text{Jaar}}) \times PEN_{\text{Jaar} - 1}$