

Intelligente transport- en rijhulpsystemen (ITS en ADAS)

SWOV-Factsheet, april 2019

SWOV



SWOV-factsheets bevatten korte en duidelijke antwoorden op de meest gestelde vragen over een specifiek verkeersveiligheidsonderwerp en worden met enige regelmaat geactualiseerd. Zie [swov.nl/factsheets](https://www.swov.nl/factsheets) voor de meest actuele versie van de factsheets.

Samenvatting

Intelligente transport- en rijhulpsystemen zijn toepassingen van informatie- en communicatietechnologie in voertuigen en transportinfrastructuur om het verkeer veiliger, efficiënter, comfortabeler, betrouwbaarder en milieuvriendelijker te maken.

ITS staat voor intelligente transportsystemen. Een groot deel van de ITS in voertuigen zijn zogeheten Advanced Driver Assistance Systems (ADAS). Een deel van deze rijhulpsystemen is bedoeld om de bestuurder te ondersteunen bij de uitvoering van de rijtaak. Dit zijn bijvoorbeeld systemen die waarschuwen of ingrijpen als het voertuig onbedoeld de rijstrook dreigt te verlaten, te dicht bij een voorganger komt, te hard rijdt of te hard door een bocht gaat. Een ander deel is gericht op het verhogen van het rijcomfort, bijvoorbeeld een navigatiesysteem, maar ook deze systemen kunnen een effect hebben op de veiligheid.

Deze factsheet beperkt zich tot deze intelligente systemen in voertuigen die een (mogelijk) effect hebben op de verkeersveiligheid.

Over het algemeen hebben rijhulpsystemen auto's veiliger gemaakt, maar het effect ervan is zeer verschillend. Systemen die ingrijpen zijn doorgaans effectiever dan systemen die waarschuwen. Bij het vaststellen van het effect moet rekening worden gehouden met de mogelijkheid dat mensen zich anders gaan gedragen door de aanwezigheid van een systeem (gedragsadaptatie). Hierdoor kan het theoretisch verwachte effect in de praktijk anders uitpakken. Overigens blijken automobilisten vaak niet te weten welke systemen er in hun auto zitten en worden deze ook lang niet altijd (ten volle) benut.

Bij de toepassing van ITS/ADAS in voertuigen mogen de systemen zelf natuurlijk geen bron van afleiding of verwarring zijn. Dit vereist een goed en eenduidig ontwerp, bij voorkeur afgestemd op de perceptuele en cognitieve mogelijkheden van oudere automobilisten. Op dit moment is nog niet wettelijk geregeld waaraan ITS/ADAS moeten voldoen; wel zijn er (Europese) aanbevelingen en algemene ontwerpprincipes.

1 Wat verstaan we onder intelligente transport- en rijhulpsystemen (ITS en ADAS)?

De verzamelterm ‘Intelligente transportsystemen’ (ITS) staat voor het benutten van informatie- en communicatietechnologieën in voertuigen en/of infrastructuur om het wegverkeer veiliger, efficiënter, comfortabeler, betrouwbaarder en milieuvriendelijker te maken.

In deze factsheet beperken we ons tot ITS in voertuigen die een (mogelijk) effect op de verkeersveiligheid hebben. Het gaat om losse apparatuur (‘nomadic devices’) zoals een smartphone of navigatiesysteem maar vooral om ingebouwde apparatuur. Deze zit in personenauto’s, bestelauto’s, vrachtwagens en bussen en – beperkter – in (gemotoriseerde) tweewielers. Een groot deel van ITS in voertuigen zijn zogeheten Advanced Driver Assistance Systems (ADAS). Deze zijn te definiëren als systemen die bijdragen aan de verkeersveiligheid door te helpen botsingen te vermijden, of de ernst van botsingen te verminderen en te helpen in de post-crash-fase [1]. Ze ondersteunen de bestuurder door bijvoorbeeld te helpen om de rijstrook niet onbedoeld te verlaten, de juiste afstand of snelheid aan te houden, te remmen als de bestuurder dat niet tijdig doet, of te waarschuwen bij vermoeidheid van de bestuurder. De manier waarop dat gebeurt, kan per systeem en fabrikant verschillen.

Er zijn ook verschillende namen voor systemen die een zelfde soort ondersteuning bieden. Al met al zijn er zo heel veel verschillende afkortingen te vinden voor ADAS van verschillende merken en toepassingen. Dat is lastig voor de consument en heeft ook gevolgen voor het gebruik [2] [3]. Het maakt het ook lastig om te bepalen hoeveel voertuigen met deze systemen zijn uitgerust (de penetratiegraad) en welk effect ze hebben op de verkeersveiligheid. Op de Amerikaanse website <https://mycardoeswhat.org> worden de 30 meest voorkomende systemen individueel in een filmpje uitgelegd.

2 Hebben ITS en ADAS auto’s veiliger gemaakt?

Over het algemeen hebben ITS en ADAS auto’s veiliger gemaakt, maar het effect van de diverse systemen is zeer verschillend. Sommige systemen helpen niet of nauwelijks, van andere is het onbekend en een paar hebben een groot (positief) effect op verkeersveiligheid. ITS en ADAS met een groot negatief effect op verkeersveiligheid zijn niet bekend, hoewel enkele kunnen leiden tot afleiding of minder alertheid (zie ook de vraag [Welke nadelen zitten er mogelijk aan ITS en ADAS?](#)). Systemen zijn vooral bedoeld om het comfort te verhogen of de verkeersstromen te beheersen en daar mag je geen groot veiligheidseffect van verwachten. Toch zijn die verwachtingen er, zoals bij [Adaptive Cruise Control](#) en [navigatiesystemen](#).

Grosso modo geldt dat dwingende, zelf ingrijpende systemen effectiever zijn dan informerende of waarschuwende systemen. Dit blijkt onder andere uit studies naar de effectiviteit van een adviserende, versus een ingrijpende vorm van intelligente snelheidsassistentie ([4], zie ook de vraag [Wat is Intelligent Speed Adaptation \(ISA\) en wat zijn de effecten op verkeersveiligheid?](#)). Een voorbeeld van een zelf ingrijpend systeem is Electronic Stability Control (ESC). Daarbij wordt per wiel gemeten of het voertuiggedrag overeenkomt met de richting waarin gestuurd wordt. Wijkt dat af, dan dreigt de auto in een slip te raken. Door per wiel apart te remmen, kan dit worden voorkomen. Dat lukt uiteraard niet altijd; de snelheid kan te hoog zijn of het wegdek te glad. Uit onderzoek is gebleken dat ESC een groot effect heeft op enkelvoudige ongevallen en een aanzienlijk effect op meervoudige ongevallen (onder andere [5]). Voor Nederland zou het volgens een conservatieve schatting gaan om 30% minder enkelvoudige en 17% minder meervoudige dodelijke ongevallen [6]. Sinds 2014 is ESC verplicht voor nieuwe auto's in Europa.

Soms is juist een combinatie van systemen effectief. Amerikaans onderzoek van verzekeraars [7] toont aan dat een combinatie van Forward Collision Warning (FCW; waarschuwt wanneer je te dicht op een voorganger rijdt) en een [Autonomous Emergency Brake](#) (AEB; remt automatisch als je te laat op het FCW-sigitaal reageert) leidt tot ongeveer 40% minder letselongevallen bij kop-staartbotsingen, terwijl FCW alleen geen effect had op (kop-staart)letselongevallen.

3 Aan welke wet- en regelgeving moeten systemen voldoen?

Nederlandse voertuigen moeten voldoen aan Europese eisen en die hebben vooral betrekking op het milieu en de veiligheid. De eisen worden in overleg bepaald door de EU-lidstaten, waarbij ook (grote) economische belangen spelen. Dat overleg en die eisen leiden tot veiligere auto's. Een Noorse studie [8] komt op zo'n 4% minder doden en ernstig verkeersgewonden per jaar, maar meer is mogelijk. De Europese Commissie heeft half mei 2018 een aantal nieuwe eisen voorgesteld, waaronder een adviserende ISA (intelligent speed adaptation), het faciliteren van een alcoholslot, de detectie (monitoring) van vermoeidheid en afleiding, en een Event Data Recorder in het voertuig [9]. Deze voorstellen zijn gebaseerd op een studie naar de kosten-batenverhouding van de maatregelen [10].

EuroNCAP ([European New Car Assessment Programme](#)) is in 1997 opgericht door Europese consumentenorganisaties, onder andere de ANWB. Het stelt aanvullende eisen om een hoge veiligheidsscore voor een voertuig te krijgen. Op vier verschillende onderdelen kunnen voertuigen maximaal 5 sterren verdienen. Dit zijn: rijhulpsystemen ('safety assists'), de veiligheid van inzittenden, de veiligheid van kinderen als inzittende en de veiligheid van fietsers en voetgangers. Bij rijhulpsystemen gaat het op dit moment om de werking en de doeltreffendheid van intelligente gordelverklippers (SBR, seat belt reminders), speed assist (soort ISA), noodstopssystemen (AEB, Autonomous Emergency Brake, werkt buiten de bebouwde kom) en rijstrookhulp (Lane Support System) [11]. Fabrikanten blijken gevoelig te zijn voor de EuroNCAP-score en maken hun auto's veiliger om (liefst) op alle onderdelen de maximale score te halen. De organisatie meldt dat dankzij de botsproeven al 78.000 levens zijn gered [12].

4 Waar moet het ontwerp van ITS/ADAS aan voldoen zodat ze veilig gebruikt kunnen worden, ook door ouderen?

Op dit moment zijn er (nationaal en internationaal) geen wettelijke eisen voor het ontwerp van ADAS en andere ITS. Wel zijn er aanbevelingen en algemene ontwerpprincipes, gericht op een veilig gebruik van ADAS/ITS. Een aanbeveling van de Europese Commissie over veilige en efficiënte informatie- en communicatiesystemen in voertuigen uit 2008 [13] is relevant. In *Paragraaf 4.3* van deze aanbeveling staan onder het kopje 'Beginselen' zes groepen van aanbevelingen (algemeen, installatie, presentatie, interactie, systeemgedrag, informatie over het systeem) en in *Paragraaf 5.2* staan aanbevelingen voor het gebruik, gericht op bijvoorbeeld werkgevers en gebruikers zelf. Het voert te ver ze hier allemaal te noemen, maar de algemene ontwerpdoelen geven een goed kader voor de principes. Het zijn:

- I. Het systeem ondersteunt de bestuurder en geeft geen aanleiding tot mogelijk gevaarlijk gedrag van de bestuurder of van andere weggebruikers.
- II. De displays en 'bedieningsorganen' van het systeem mogen de aandacht van de bestuurder niet in zodanige mate afleiden, dat te weinig aandacht voor het besturen zelf overblijft.
- III. Het systeem mag de bestuurder niet afleiden en geen visueel amusement bieden.
- IV. Het systeem mag de bestuurder geen informatie verstrekken die leidt tot mogelijk gevaarlijk gedrag van de bestuurder of van andere weggebruikers.
- V. De interfaces van, en de interactie met, systemen die bestemd zijn om in combinatie met elkaar door de bestuurder te worden gebruikt terwijl het voertuig in beweging is, moeten consequent en verenigbaar zijn.

In een resolutie van de UNECE uit 2017 [14] staat in Annex 5 informatie over ontwerpprincipes voor ADAS. Er zijn drie categorieën ADAS: ADAS die informeren, ADAS die waarschuwen en ADAS die ingrijpen ('control systems'). Alleen de laatste worden in de resolutie behandeld, verdeeld in vier secties.

1. het controle-element: de eis dat het systeem in geval van een onvermijdelijk ongeval zelf (autonoom) ingrijpt, maar dat de bestuurder het systeem ook bewust kan negeren.
2. de werking: het systeem staat standaard aan, maar moet door de bestuurder ook (blijvend) uitgezet kunnen worden.
3. de principes voor de communicatie via het display: daaruit moet voor de bestuurder duidelijk blijken of het systeem wel of niet in werking is en wanneer de bestuurder de volledige controle van het voertuig over moet nemen.
4. aanvullende elementen over voorlichting: elementen die erop wijzen dat de bestuurder altijd alert moet zijn, enzovoort.

Van oudere bestuurders is bekend dat ze informatie minder snel verwerken, minder scherp zien en horen, enzovoort (zie de gearchiveerde SWOV-factsheet [Ouderen en Intelligente Transportsystemen \(ITS\)](#)). Een tragere informatieverwerking betekent onder andere dat ouderen problemen kunnen krijgen als verschillende ADAS gelijktijdig, maar onafhankelijk van elkaar werken. Afstemming of keuzes zijn dus belangrijk. Minder goed zien en horen betekent dat letters extra groot moeten zijn, dat informatie liefst zowel zichtbaar, als hoorbaar en voelbaar

wordt gegeven, en dat de timing van informatie wordt afgestemd op de reactiesnelheid van de gebruiker. Omdat oudere mensen nogal verschillen in mogelijkheden en beperkingen, is maatwerk de ideale oplossing. Dat zou voor intelligente systemen mogelijk moeten zijn. Daarnaast is het van belang dat ADAS-toepassingen niet alleen worden getest door jonge, maar ook door oudere automobilisten. Als oudere automobilisten in staat zijn een taak veilig en zonder veel moeite uit te voeren, dan zullen andere automobilisten dat ook kunnen [15].

5 Welke nadelen zitten er mogelijk aan ITS en ADAS?

De Europese Commissie wijst op de volgende mogelijke nadelen van ITS en ADAS: afleiding, aanzetten tot gevaarlijk gedrag en verwarring [13]. Zo is het niet verstandig om tijdens het rijden de navigatie te bedienen, is het niet goed als een klein (navigatie)schermdat ver uit de rijrichting geplaatst is je dwingt om lang van de weg te kijken, enzovoort. Het kan ook verwarrend zijn als een intelligente snelheidsassistent een verkeerde (bijvoorbeeld tijdelijke) limiet aangeeft. Als een deel van de rijtaak, bijvoorbeeld inhalen, wordt overgenomen, moet dat op een natuurlijke manier gebeuren - zoals een menselijke bestuurder dat zou doen - om andere verkeersdeelnemers niet te verwarren.

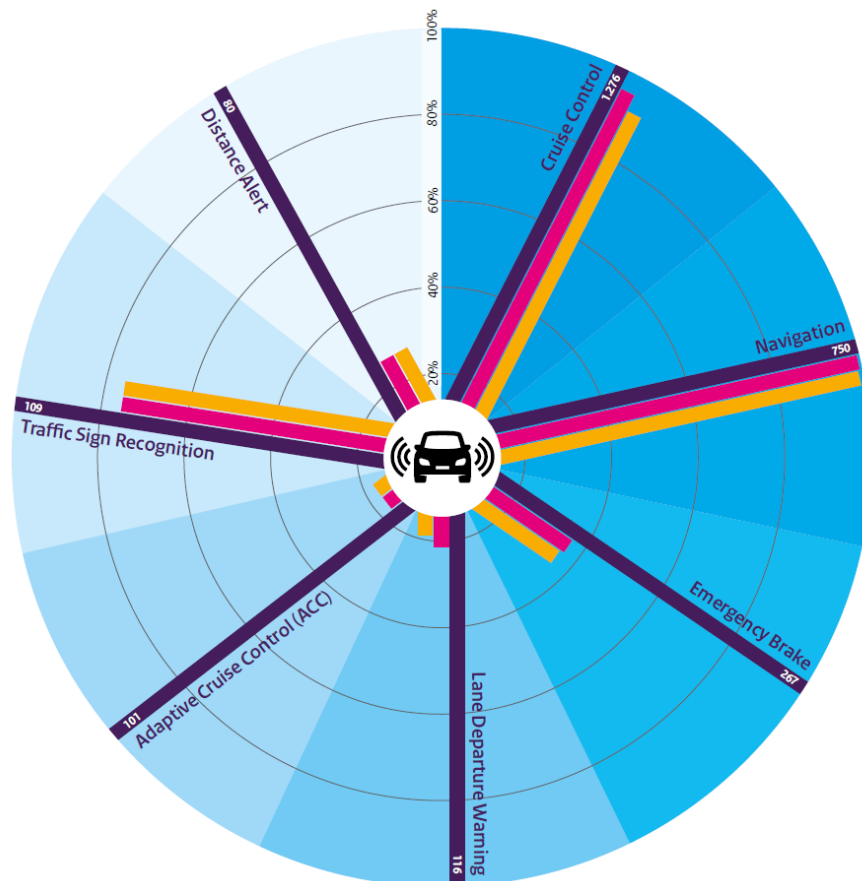
Een ander belangrijk punt van aandacht is de 'transfer of control'. Als een systeem faalt of in een bepaalde situatie (nog) niet werkt, moet het voor de bestuurder duidelijk zijn dat hij de controle over moet nemen. Dit vereist goede en tijdige communicatie met de bestuurder (zie ook de ontwerpprincipes van de UNECE uit 2017 [14]).

Over het (verkeerd) gebruik van systemen is niet veel bekend. Er zijn studies gedaan naar de effecten, gebaseerd op (vermeden) ongevallen, maar daarbij gaat het doorgaans om de aanwezigheid van een systeem. Meestal is niet bekend of het systeem aanstond en zeker niet hoe het werd gebruikt. Bij Naturalistic Driving-studies worden de bestuurders in hun eigen auto met onder andere camera's gevolgd en kan dat gebruik wel worden bepaald. Een grote Amerikaanse Naturalistic Driving-studie [16] vond ook voldoende ongevallen om iets over het risico van het bedienen van apparatuur in de auto te kunnen zeggen. Het bedienen van apparatuur zoals de airco en de radio kwam in respectievelijk 0,56% en 2,21% van de gereden afstand voor. Het bedienen van een systeem tijdens het rijden was onderdeel van de restcategorie die 0,83% van de gereden afstand in beslag nam. Het risico (odds ratio) van die restcategorie bleek overigens met 4,6 aanzienlijk hoger dan dat voor het bedienen van de airco (2,3) en de radio (1,9). 4,6 wil zeggen: per gereden afstand 4,6 maal zoveel ongevallen als gemiddeld.

Mensen passen hun gedrag aan op (veranderende) omstandigheden zoals een verkeersveiligheidsmaatregel; dat noemen we gedragsadaptatie [17]. Daardoor valt het theoretisch verwachte effect van maatregelen zoals ITS/ADAS in de praktijk soms anders uit [18]. Zo zou een nachtzichtstelsysteem ertoe kunnen leiden dat men vaker in het donker gaat rijden of in het donker harder rijdt dan zonder dat systeem, waardoor (een deel van) de potentiële winst teniet wordt gedaan. Het is daarom zaak de effecten in de praktijk goed te volgen en de systemen indien nodig aan te passen.

6 Hoe vaak gebruiken mensen de ITS/ADAS-voorzieningen in hun voertuig?

Een onderzoek onder 1355 zakelijke rijders naar het gebruik van zeven ITS/ADAS-voorzieningen [2] liet zien dat vier daarvan nauwelijks gebruikt worden. Een belangrijke reden dat mensen een voorziening niet gebruiken is dat ze niet weten dat hun auto die voorziening heeft. *Afbeelding 1* laat dat zien.



Afbeelding 1. Aanwezigheid van (donker blauw), bekendheid met (roze) en gebruik van (geel) ITS/ADAS bij zakelijke rijders (Bron: [2]).

Cruise control (1276 van 1355) en ingebouwde navigatie (750) zijn gangbare systemen en dat blijkt ook uit de bekendheid en het gebruik: bijna alle ondervraagden wisten dat dit systeem in hun auto zat en gaf aan het te gebruiken. Emergency Brake kwam al veel minder voor (267) en minder dan de helft daarvan wist dat het systeem beschikbaar was en ‘gebruikt’ het (voor zover er bij dit autonome systeem sprake kan zijn van gebruik). Minder dan een op de tien auto’s van de ondervraagde zakelijke rijders had Lane Departure Warning, Adaptive Cruise Control, verkeersbordenherkenning of Distance Alert. Heel weinig waren zich bewust van de aanwezigheid van die systemen in hun auto en gebruikten het. Een uitzondering was de verkeersbordenherkenning, die een ruime meerderheid kende en zei te gebruiken. De onderzoekers concluderen (pag. 3):

“Het gebrek aan kennis over het bezitten van ADAS lijkt de grootste bottleneck voor de doorbraak van het gebruik van ADAS. Veel zakelijke rijders zijn zich niet bewust van de ADAS die ze bezitten, terwijl de bestuurders die wel weten welke systemen ze bezitten deze over het algemeen ook gebruiken. Hoewel dit niet automatisch betekent dat het verhogen van het bewustzijn van ADAS ook het gebruik verhoogt, wordt dit wel verwacht.”

Voor de genoemde systemen is het gebrek aan kennis en gebruik niet zo erg voor de verkeersveiligheid. Het meest relevante systeem is Emergency Brake en dat werkt autonoom, dus onafhankelijk van de bestuurder. De andere systemen zijn vooral comfortsystemen en daarvan kan (hooguit) een beperkt effect op verkeersveiligheid worden verwacht. Relevanter is wellicht dat systemen die specifiek gericht zijn op verkeersveiligheid, in de zakelijke markt zeer weinig voorkomen, met uitzondering van Emergency Brake.

7 Wat is (Cooperative) Adaptive Cruise Control (C-ACC) en wat zijn de effecten op verkeersveiligheid?

Bij Adaptive, of Advanced, Cruise Control (ACC) wordt niet alleen de snelheid constant gehouden, zoals bij Cruise Control, maar wordt ook de afstand of de tijd tot de voorganger gemeten. Wanneer deze afstand of tijd te klein wordt, mindert de auto zelf vaart. Het is ook mogelijk dat ACC reageert op de verandering van de volgtijd en dan de zogeheten time-to-collision berekent, ofwel de tijd tot een botsing als er geen actie wordt ondernomen. Dit is overigens het principe van een Forward Collision Warning system (FCW), waarbij een FCW een waarschuwing geeft, terwijl ACC zelf ingrijpt door af te remmen.

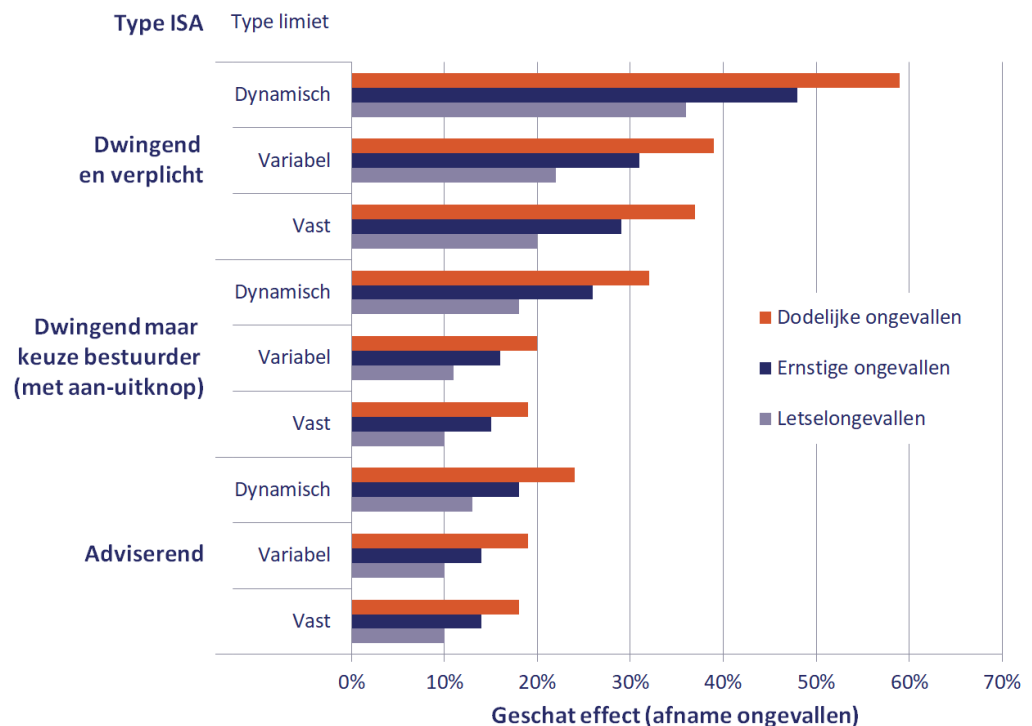
Van Cooperative ACC (C-ACC) is sprake als de auto communiceert met andere auto's en weet of auto's verderop al snelheid minderen. Het grote voordeel daarvan is, dat de verkeersstroom stabiel wordt en er minder schokgolven optreden. Schokgolven kunnen leiden tot kop-staartbotsingen. C-ACC wordt al wel getest, maar het systeem is nog niet te koop.

ACC is een comfortstelsel dat op zichzelf geen, of een beperkt, effect op de veiligheid heeft. Een inventarisatie van studies naar de effecten van ACC laat zien dat een eenduidige conclusie over de effectiviteit niet mogelijk is [19]. Een kosten-batenanalyse [10] laat zien dat de kosten naar verwachting hoger zijn dan de baten. Daarbij wordt opgemerkt dat dit in combinatie met Autonomous Emergency Brake (AEB) mogelijk anders is, omdat dan veel kosten al voor AEB zijn gemaakt (zelfde technologie). De combinatie van ACC (of FCW) met AEB leidde tot een forse reductie (circa 40%) van kop-staartbotsingen met letsel; ACC alleen gaf slechts een vermindering van UMS-ongevallen (Uitsluitend Materiële Schade) [7].

8 Wat is Intelligent Speed Adaptation (ISA) en wat zijn de effecten op verkeersveiligheid?

Intelligent Speed Adaptation (ISA) is een systeem dat de snelheid van het voertuig vergelijkt met de snelheidslimiet of de gewenste snelheid. Het informeert of waarschuwt de bestuurder of grijpt zelf in als de bestuurder te hard rijdt. Dit voorkomt te hoge snelheden, een van de belangrijkste ongevalsfactoren (zie ook de SWOV-factsheet [Snelheid en snelheidsmanagement](#)).

ISA is inmiddels een bewezen techniek die onder andere door de European Transport Safety Council (belangenorganisatie voor transportveiligheid) sterk wordt aanbevolen [20]. Een onderzoek in 23 Europese landen in 2004 [21] liet zien dat ISA aanspreekt: 59% steunde het systeem, in Nederland lag dat iets lager met 51%. Onder Nederlandse belangengroepen uit industrie, weggebruikers, overheden en dergelijke, bleek de informerende ISA van 18 voorgestelde veiligheidsmaatregelen het meest populair [22]. De Europese Commissie heeft in 2018 voorgesteld om een haptische (voelbare) variant van ISA verplicht te stellen [9]: “De bestuurder moet via het gaspedaal kunnen voelen dat de toepasselijke snelheidslimiet is bereikt of overschreden.” Het effect van ISA verschilt per variant: het effect is het grootst bij een ingrijpende variant bij dynamische limieten, dat wil zeggen limieten die afhankelijk worden gesteld van de actuele weers- en verkeersomstandigheden. ISA heeft bovendien een groter effect op de ernstigere ongevallen. De onderstaande afbeelding laat dit zien:



Afbeelding 2. Meest betrouwbaar geschatte afname in ongevallen per type ISA (adviserend en dwingend, facultatief of verplicht) en snelheidslimiet (vast, variabel of dynamisch) [23]

Vlassenroot [24] heeft in een enquête onder ruim 7000 Belgen en Nederlanders gevonden dat ongeveer de helft ADAS wenst en daarvan wil vrijwel iedereen een vorm van ISA. Informerende ISA is gewenst door 30%, de waarschuwende variant scoort 38%, 12% wil de ondersteunende en 15% de limiterende ISA. De ondersteunende variant scoort opvallend laag en Vlassenroot vermoedt dat het voor de respondenten onduidelijk is wat de variant behelst. De door de EU voorgestelde haptische variant - die Vlassenroot vermoedelijk 'ondersteunend' zou noemen - is niet dwingend, maar gaat net iets verder dan alleen 'adviserend'. Het zal hier bovendien gaan om vaste snelheidslimieten en eventueel tijdsgebonden variabele limieten. Voor een succesvolle invoering hiervan is een betrouwbare digitale kaart met deze limieten nodig. De gps-plaatsbepaling moet bovendien onderscheid kunnen maken tussen de weg waarop men rijdt en nabijgelegen wegen, bijvoorbeeld een weg parallel aan de snelweg.

9 Wat is een alcoholslot en wat zijn de effecten op verkeersveiligheid?

Bij een alcoholslot moet de bestuurder, net als bij controle door de politie, in een alcoholmeter blazen. Wanneer het alcoholgehalte te hoog is, kan de auto niet starten. Ter controle moet de bestuurder vervolgens ook tijdens het rijden regelmatig blazen. De Europese Commissie heeft in 2018 voorgesteld om nieuwe auto's verplicht te voorzien van een ondersteuning voor de installatie van een alcoholslot [9]. Alcohol in het verkeer is nog steeds een van de belangrijkste ongevalsfactoren. Een alcoholslotprogramma geeft 65-90% minder kans op herhaling (recidive), althans zo lang het programma loopt (zie ook de SWOV-factsheet [Rijden onder invloed van alcohol](#)). Wanneer een alcoholslot echter gecombineerd wordt met een uitgebreid programma dat de oorzaken van het alcoholprobleem aanpakt en niet alleen de symptomen, kan dit voor blijvende veranderingen zorgen in zowel alcoholconsumptie als rijgedrag [25] [26]. De prijs van een alcoholslot(programma) is tamelijk hoog en wordt als belemmering gezien. Het voorstel van de EU kan door schaalvoordelen mogelijk tot lagere kosten leiden en maakt het voor bijvoorbeeld werkgevers eenvoudiger om een alcoholslot onderdeel van het bedrijfsbeleid of de veiligheidscultuur te maken.

10 Wat is Lane Departure Warning (LDW) en wat zijn de effecten op verkeersveiligheid?

Een Lane Departure Warning (LDW-)systeem meet de afstand tot de rand van de rijstrook en waarschuwt als deze te dicht of te snel wordt benaderd. Het systeem meet bijvoorbeeld door met een camera de lengtemarkering (as- of kantmarkering) in de gaten te houden. Voor het betrouwbaar functioneren is een goede kwaliteit van die markering een vereiste. Waarschuwen kan met geluid (auditief) of door een signaal in het stuur (haptisch). Er zijn ook Lane Keeping Systems (LKS), die autonoom bijsturen. Bijna een derde van alle geregistreerde verkeersdoden

(2005-2009) valt in een bermongeval (zie de gearchiveerde SWOV-factsheet [Bermongevallen](#)). Een onbekend deel van de frontale (meervoudige) botsingen ontstaat doordat de bestuurder weer op de weg probeert te komen en daarbij doorschiet naar de verkeerde weghelft. Een systeem dat voorkomt dat auto's van de weg raken, zou dus zeer effectief kunnen zijn.

Een studie voor de Europese Commissie naar de kosten en baten van nieuwe voertuigtechnologieën [10] komt tot de conclusie dat het niet aan te bevelen is om LDW verplicht te stellen voor personenauto's en bestelauto's (categorie M1/N1): de kosten zijn naar verwachting hoger dan de baten van vermeden ongevallen. In diverse studies worden positieve effecten van LDW verwacht, maar Hynd et al. [10] bespreekt een Amerikaanse studie die gebaseerd is op praktijkgegevens en die juist geen daling in ongevallen laat zien. Daarom is bij de kosten-batenberekening geen effect aangenomen. Voor trucks en bussen (categorieën M2,3 en N2,3) komen Hynd et al. op een wat hoger geschat maximaal effect voor LDW. Jänsch [27] concludeert dat de effectiviteit van LDW niet duidelijk is.

Naast het waarschuwende LDW systeem zijn er ook de zelf-ingrijpende, bijsturende Lane Keeping Systems (LKS). Van deze systemen zijn de baten naar verwachting hoger dan de kosten [10]. Dat wordt mede ingegeven door de door Hynd et al. [10] besproken Amerikaanse studie die lijkt te wijzen op een positief effect van dit systeem in de praktijk. Hynd en collega's wijzen wel op een mogelijk probleem met draagvlak onder gebruikers.

Vermoedelijk mede op basis van deze bevindingen heeft de Europese Commissie voor haar nieuwe regelgeving voor typegoedkeuring van motorvoertuigen [9] voorgesteld om voor personenauto's en bestelbussen een ingrijpende LKS verplicht te stellen, en voor vrachtauto's en bussen een waarschuwend LDW-systeem.

11 Hoe werken Autonomous Emergency Brake (AEB-)systemen en wat zijn de effecten op verkeersveiligheid?

Een Autonomous Emergency Brake (AEB-)systeem is een noodremsysteem dat zelfstandig ingrijpt als de bestuurder (na diverse waarschuwingen) niet remt. Dat gaat met een maximale remvertraging, harder dan een bestuurder doorgaans doet. Op deze wijze kunnen ongevallen voorkomen worden of kan, door een lagere botsnelheid, de letselernst worden beperkt. Er is onderscheid tussen een AEB-systeem dat alleen reageert op de aanwezigheid van andere auto's en een AEB-systeem dat ook reageert op fietsers en voetgangers. Het eerste werkt bijvoorbeeld met radar, het tweede met (slimme) camera's.

Zowel de effectiviteit van een AEB-systeem [28] [29], als de kosten-batenverhouding [10] worden positief beoordeeld. Een effectiviteitsstudie gebaseerd op ongevallen in diverse Europese landen, liet een effect van 38% minder kop-staartbotsingen zien [30]. De Europese Commissie heeft AEB-systemen in haar voorstellen voor herziene typegoedkeuring opgenomen [9].

AEB-systemen werken niet altijd feilloos, bijvoorbeeld omdat een beeld lastig te herkennen is door de software of omdat een sensor (radar, camera) nu eenmaal niet alles kan zien. Als een systeem waarschuwt of ingrijpt, moet een afweging gemaakt worden tussen de kans op ten onrechte wel (vals positief) of niet (vals negatief) waarschuwen of ingrijpen. Bij waarschuwen is het minder erg als dit af en toe onnodig is, zo lang het systeem maar geloofwaardig blijft. Beter een keer te vaak, dan te weinig gewaarschuwd; de bestuurder blijft immers altijd de controle houden. Bij een systeem dat ingrijpt, wil je niet dat 'zomaar' hard geremd wordt; dat kan immers tot gevaarlijke situaties leiden, met name met achteropkomend verkeer. Daar zal dus eerder de keuze gemaakt worden om niet in te grijpen waar dat wel nodig was. Bovendien zullen bestuurders een systeem dat regelmatig fouten maakt, uitzetten. Sensoren en software worden steeds beter en daarmee zal het aandeel fouten afnemen, en de effectiviteit van met name de autonome (ingrijpende) systemen toenemen. Om volledig zelfrijdende auto's mogelijk te maken, moet dat systeem aan zeer hoge eisen voldoen, en de verwachting is dat dit daarom in stedelijk gebied nog wel enkele decennia kan duren [31]. De verbetering van bestaande ADAS, zoals AEB-systemen, kan in de tussentijd alvast voor veel extra veiligheid zorgen.

12 Wat zijn de effecten van navigatiesystemen op de verkeersveiligheid?

Er is geen breed onderzoek gedaan naar de effecten van navigatiesystemen op het ongevalsrisico; een harde conclusie over de effectiviteit is daarom niet mogelijk (zie de gearchiveerde SWOV-factsheet [Veiligheidseffecten van navigatiesystemen](#)). Een onderzoek onder Nederlandse leaserijders [32] liet zien dat de groep met een navigatiesysteem ongeveer 10% minder ongevallen had per afgelegde afstand en ongeveer 5% minder kosten (per ongeval) claimde.

Theoretisch zijn er zowel voordelen als nadelen. Door betere navigatie rijd je minder om en dat leidt tot minder blootstelling aan het verkeer. Je hoeft niet te zoeken, waardoor je beter op het verkeer kunt letten. Je weet ook beter wanneer je aankomt en dat geeft minder stress. Maar als je de bestemming intoetst tijdens het rijden, of het beeldscherm zit op een onhandige plaats, dan is er juist meer afleiding. Als je van de veilige snelweg naar de minder veilige onderliggende wegen wordt gestuurd, is dat nadelig. En dat geldt ook als de kaartinformatie niet (meer) klopt. Het aandeel automobilisten met een navigatiesysteem is hoog (zie ook de vraag [Hoe vaak gebruiken mensen de ITS/ADAS-voorzieningen in hun voertuig?](#)).

13 Hoe werkt eCall en wat zijn de effecten op verkeersveiligheid?

Een eCall-systeem maakt direct na een ongeval automatisch contact met 112 en de centralist maakt contact met de inzittenden. Op die manier kan een inschatting gemaakt worden van de ernst van het ongeval en kunnen de juiste hulpdiensten worden gestuurd. Een infographic van de rijksoverheid [33] legt dit uit.



Het voordeel van eCall is dat hulpdiensten over het algemeen eerder gewaarschuwd worden als het slachtoffer dit niet zelf kan doen en er geen omstanders of andere verkeersdeelnemers zijn om te bellen. Eerder schatten Schoon et al. [6] het effect in Nederland op ongeveer 2% reductie van het aantal doden en ernstig gewonden, als alle auto's eCall hebben. Dit is in lijn met het ministerie van Justitie en Veiligheid dat 5 tot 10 bespaarde doden verwacht [34]. Het systeem is sinds 1 april 2018 verplicht voor nieuwe typen/modellen personenauto's en bestelauto's [35]. Het is niet bekend hoeveel auto's het systeem nu al hebben. Schoon et al. [6] schatten dat 6 jaar na verplichting 48% van de auto's eCall heeft.

14 Hoe werken nachtzichtsyste­men en wat zijn de effecten op verkeersveiligheid?

Bij slecht zicht (mist, donker) is het risico op een ongeval (veel) groter. Een nachtzichtsysteem kan met radar of infraroodcamera's een verbeterd beeld op de voorruit projecteren. Dit systeem bestaat al langere tijd (ruim 15 jaar) op duurdere modellen, maar is (vanwege de prijs) nog niet doorgedrongen tot het goedkopere segment [10]. De meestal tamelijk kleinschalige simulatorstudies laten over het algemeen een positief effect zien van nachtzichtsyste­men op het rijgedrag in het donker (bijvoorbeeld [36] [37]). Voor zover bekend en, vermoedelijk vanwege de lage aantallen, is er nog geen onderzoek gebaseerd op (vermeden) ongevallen. Volgens een schatting van het effect voor Duitsland (eSafety Forum, 2005 in [10]), uitgaande van een 70% penetratie, zou 17,5% van de ongevallen tussen auto's en fietsers of voetgangers bij slecht zicht voorkomen kunnen worden. Dat komt neer op 0,1% van alle ongevallen. Overigens bestaat er enige zorg dat de positieve effecten in de praktijk (deels) teniet worden gedaan doordat het geprojecteerde beeld afleidt, of door gedragsadaptatie (bijvoorbeeld sneller rijden; zie ook de vraag [Welke nadelen zitten er mogelijk aan ITS en ADAS?](#)) [10].

15 Hoe werken voertuig-datarecorders en wat zijn de effecten op verkeersveiligheid?

Auto's slaan veel gegevens op die door de dealer/garage (met name bij onderhoud) worden uitgelezen om te zien of er gebreken zijn. Inmiddels beschikken de meeste auto's ook over een OBD-poort (On-Board Diagnostics) waaruit allerlei informatie door iedereen uitgelezen kan worden. Dat wordt bijvoorbeeld gebruikt voor het aansluiten van een zogenoemde dongel, een apparaatje dat de gegevens via een (telefoon-, 4G-)netwerk kan versturen. Op een centrale plek kan die data worden bewerkt tot informatie die aan de bestuurder kan worden teruggegeven. Zo kun je zien of en waar je vaak hard remt, te snel rijdt, veel benzine verbruikt enzovoort. Werkgevers gebruiken dit soort systemen al (veel) langer, zeker in die sectoren waar veiligheid traditioneel van groot belang is, zoals de energiesector of de chemie (zie bijvoorbeeld [The Network of Employers for Traffic Safety NETS](#)). Het grootste risico lopen hun werknemers immers op de openbare weg. Het gemeten weggedrag wordt besproken en heeft gevolgen voor bijvoorbeeld de beloning of, bij ernstige overtredingen, de aanstelling. Voor particulieren zijn deze diensten ook beschikbaar (zie bijvoorbeeld [ANWB Connected](#)).

Het effect van dit soort datarecorders hangt sterk af van de consequenties die aan goed of verkeerd weggedrag worden verbonden, zowel positieve (brandstofbesparing, meer veiligheid, beloning) als negatieve (lagere/geen bonus, ontslag). Ter illustratie: voor vrachtwagenchauffeurs werden in 2005 20% minder ongevallen gevonden, voor jonge beginners was er geen consequentie en daarmee geen effect [38]. Overigens vond een studie onder jongeren uit 2017 wel grote effecten van feedback op het gedrag dat door datarecorders is gemeten, tot ruim 50% minder gevaarlijke gebeurtenissen [39].

Bovenstaande datarecorders meten het dagelijks gebruik. Er bestaan ook datarecorders die alleen gegevens opslaan vlak voor, tijdens en na een ongeval (EDR, Event Data Recorders). Die gegevens zijn in eerste instantie vooral van belang om te weten wat er mis ging en welke maatregelen genomen kunnen worden om dit soort ongevallen te voorkomen of om de gevolgen ervan te verminderen. Het effect van een EDR op de verkeersveiligheid is daarmee indirect: het leidt met name tot meer kennis over ongevalsfactoren. Het gedrag van de bestuurder zelf wordt bij deze toepassing niet beïnvloed. Dat zou kunnen – maar is nog niet aangetoond – als er (strafrechtelijke) consequenties volgen [40].

Publicaties en bronnen

Hieronder vindt u de lijst met referenties uit deze factsheet; alle bronnen zijn in te zien of op te vragen. Via [Publicaties](#) vindt u, naast de hier gebruikte bronnen, nog een uitgebreide collectie aan literatuur op het gebied van verkeersveiligheid.

- [1]. European Commission (2016). [*Advanced driver assistance systems*](#). European Commission, Directorate General for Transport.
- [2]. Harms, I.M. & Dekker, G. (2017). [*ADAS: from owner to user; Insights in the conditions for a breakthrough of Advanced Driver Assistance Systems*](#). Connecting Mobility.
- [3]. McDonald, A., Carney, C. & McGehee, D.V. (2018). [*Vehicle owners' experiences with and reactions to Advanced Driver Assistance Systems*](#). The University of Iowa, Iowa City, Iowa.
- [4]. Lai, F., Carsten, O. & Tate, F. (2012). [*How much benefit does Intelligent Speed Adaptation deliver: An analysis of its potential contribution to safety and environment*](#). In: Accident Analysis & Prevention, vol. 48, p. 63-72.
- [5]. Yue, L., Abdel-Aty, M., Wu, Y. & Wang, L. (2018). [*Assessment of the safety benefits of vehicles' advanced driver assistance, connectivity and low level automation systems*](#). In: Accident Analysis & Prevention, vol. 117, p. 55-64.
- [6]. Schoon, C.C., Reurings, M.C.B. & Huijskens, C.G. (2011). [*Verkeersveiligheidseffecten in 2020 van maatregelen op het gebied van de veiligheid van personenauto's. Effectschatting van primaire, secundaire en tertiaire veiligheidsvoorzieningen*](#). R-2011-18. SWOV, Leidschendam.
- [7]. IIHS (2016). [*Crashes avoided. Front crash prevention slashes police-reported rear-end crashes*](#). In: Status Report Insurance Institute for Highway Safety, vol. 51, nr. 1.
- [8]. Høye, A. (2017). [*Road safety effects of vehicles crashworthiness, weight, and compatibility*](#). Engelse samenvatting bij TØI Report 1580. TØI, Oslo.
- [9]. European Commission (2018). [*Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on type-approval requirements for motor vehicles and their trailers, and systems, components and separate technical units intended for such vehicles, as regards their*](#)

general safety and the protection of vehicle occupants and vulnerable road users, amending Regulation (EU) 2018/... and repealing Regulations (EC) No 78/2009, (EC) No 79/2009 and (EC) No 661/2009. COM/2018/286 final - 2018/0145 (COD). European Commission, Brussel.

[10]. Hynd, D., McCarthy, M., Carroll, J., Seidl, M., et al. (2015). Benefit and feasibility of a range of new technologies and unregulated measures in the field of vehicle occupant safety and protection of vulnerable road users : final report. Catalogue number NB-07-14-108-EN-N. European Commission, Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, Brussel.

[11]. EuroNCAP (2019). De beoordelingen nader verklaard. Safety Assist. Geraadpleegd 18 februari 2019 op <https://www.euroncap.com/nl/veiligheid-voertuig/de-beoordelingen-nader-verklaard/safety-assist/>.

[12]. Ratingen, M. van (2018). Euro NCAP botsproeven hebben meer dan 78.000 mensen gered. RAI en SWOV. Geraadpleegd 28 november 2018 op <https://veiligonderwegmetdeauto.nl/artikelen/michiel-van-ratingen>.

[13]. EU (2008). Aanbeveling van de Commissie betreffende veilige en efficiënte informatie- en communicatiesystemen aan boord van voertuigen: bijwerking van de Europese verklaring inzake beginselen voor de mens-machine-interface (Kennisgeving geschied onder nummer C(2008) 1742). 2008/653/EG. Europese Unie.

[14]. UNECE (2017). Consolidated Resolution on the Construction of Vehicles (R.E.3): Revision 6. Resolution ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.6. United Nations, Economic Commission for Europe.

[15]. Davidse, R.J. (2004). Ouderen en ITS: samen sterk(er)? Literatuurstudie naar de toegevoegde waarde van intelligente transportsystemen voor de veiligheid van de oudere automobilist. R-2003-30. SWOV, Leidschendam.

[16]. Dingus, T.A., Guo, F., Lee, S., Antin, J.F., et al. (2016). Driver crash risk factors and prevalence evaluation using naturalistic driving data. In: National Academy of Sciences of the United States of America PNAS. Volume 113, p. 2636-2641.

[17]. Rudin-Brown, C. & Jamson, S. (2013). Behavioural adaptation and road safety: theory, evidence and action. press CRC.

[18]. Smiley, A. (2000). Behavioral adaptation, safety, and intelligent transportation systems. In: Transportation Research Record, vol. 1724, nr. 1, p. 47-51.

[19]. Reed, S. (2017). Adaptive Cruise Control. European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd 11-12-2018 op www.roadsafety-dss.eu.

[20]. ETSC (2017). Briefing: Intelligent Speed Assistance (ISA). European Transport Safety Council ETSC. Geraadpleegd 18 februari 2019 op <https://etsc.eu/briefing-intelligent-speed-assistance-isa/>.

[21]. SARTRE (2004). European drivers and road risk. Project on Social Attitudes to Road Traffic Risk in Europe SARTRE 3. Part 1: report on principal results. Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité INRETS, Arcueil, France.

- [22]. Aarts, L., Eenink, R. & Weijermars, W. (2014). [Opschakelen naar meer verkeersveiligheid: naar maximale verkeersveiligheid voor en door iedereen](#). R-2014-37. SWOV, Den Haag.
- [23]. Carsten, O.M.J. & Tate, F.N. (2005). [Intelligent speed adaptation: accident savings and cost-benefit analysis](#). In: Accident Analysis & Prevention, vol. 37, nr. 3, p. 407-416.
- [24]. Vlassenroot, S. (2011). [The acceptability of In-vehicle Intelligent Speed Assistance \(ISA\) Systems: from trial support to public support](#). TRAIL Thesis Series T2011/8. Trail Research School.
- [25]. Bjerre, B. & Thorsson, U. (2008). [Is an alcohol ignition interlock programme a useful tool for changing the alcohol and driving habits of drink-drivers?](#) In: Accident Analysis & Prevention, vol. 40, nr. 1, p. 267-273.
- [26]. Gustafsson, S. & Forsman, A. (2016). [Utvärdering av alkohol efter rattfylleri: enkätstudie \[Evaluation of a Swedish alcohol interlock program for drink driving offenders: questionnaire study\]](#). VTI-code: 35-2016; summary in English. VTI, Linköping.
- [27]. Jänsch, M. (2017). *Lane keeping systems*. European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd 11-12-2018 op <https://www.roadsafety-dss.eu>.
- [28]. Saadé, J. (2017). *Autonomous Emergency Braking AEB (city, inter-urban)*. European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd 11-12-2018 op <https://www.roadsafety-dss.eu>.
- [29]. Saadé, J. (2017). *Autonomous Emergency Braking AEB (pedestrians & cyclists)*. European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd 11-12-2018 op www.roadsafety-dss.eu.
- [30]. Fildes, B., Keall, M., Bos, N., Lie, A., et al. (2015). [Effectiveness of low speed autonomous emergency braking in real-world rear-end crashes](#). In: Accident Analysis & Prevention, vol. 81, p. 24-29.
- [31]. Weijer, C. van de (2018). *De file is de beste manier om files op te lossen*. Geraadpleegd 18 februari 2019 op <https://veiligonderwegmetdeauto.nl/artikelen/carlo-van-de-weijer>.
- [32]. Vonk, T., Rooijen, T., Hogema, J. van & Feenstra, P. (2007). [Do navigation systems improve traffic safety?](#) TNO, Soesterberg.
- [33]. Rijksoverheid (2019). *Wat is het systeem eCall in mijn auto?* Geraadpleegd 18 februari 2019 op <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/alarmnummer-112/vraag-en-antwoord/wat-is-het-systeem-ecall-in-mijn-auto>.
- [34]. Ministerie van JenV (2018). [Factsheet eCall - automatisch contact met 112 bij een ernstig ongeval](#). Ministerie van Justitie en Veiligheid.
- [35]. Europees Parlement (2015). [Verordening \(EU\) 2015/758 van het Europees parlement en de raad van 29 april 2015 inzake typegoedkeuringseisen voor de uitrol van het op de 112-dienst gebaseerde eCall-boordsysteem en houdende wijziging van Richtlijn 2007/46/EG](#). Europees Parlement, Brussel.

- [36]. Caird, J.K., Chugh, J.S., Wilcox, S. & Dewar, R.E. (1998). *[A design guideline and evaluation framework to determine the relative safety of in-vehicle intelligent transportation systems for older drivers.](#)* Transport Canada, Transportation Development Centre TDC, Montreal, Quebec.
- [37]. Hollnagel, E. & Källhammer, J.-E. (2003). *[Effects of a night vision enhancement system \(NVES\) on driving: results from a simulator study.](#)* In: the Second International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design. Park City, Utah. Iowa City, IA, Public Policy Center, of Iowa, p. 152-157.
- [38]. Kampen, B. van, Krop, W. & Schoon, C. (2005). *[Auto's om veilig mee huis te komen.](#)* SWOV & RAI Vereniging, Leidschendam
- [39]. Toledo, T. & Lotan, T. (2017). *[Feedback technologies to young drivers.](#)* In: Fisher, D.L., et al. (red.), Handbook of teen and novice drivers. CRC Press, Boca Raton, p. 305-318.
- [40]. Hynd, D. & McCarthy, M. (2014). *[Study on the benefits resulting from the installation of Event Data Recorders: final report. Report prepared for the European Commission, DG MOVE.](#)* Published Project Report; PPR 707. Transport Research Laboratory TRL, Crowthorne, Berkshire.

Colofon

Overname is toegestaan met bronvermelding:

SWOV (2019). *Intelligente transport- en rijhulpsystemen (ITS en ADAS)*. SWOV-Factsheet, april 2019. SWOV, Den Haag.

URL Bron:

<https://www.swov.nl/feiten-cijfers/factsheet/intelligente-transport-en-rijhulpsystemen-its-en-adas>

Thema's

Technologie & ITS

Cijfers:

Ongevallen voorkomen Letsel beperken Levens redden

SWOV

Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid

Postbus 93113

2509 AC Den Haag

Bezuidenhoutseweg 62

070 – 317 33 33

info@swov.nl

www.swov.nl

 [@swov_nl](#) / @swov

 [linkedin.com/company/swov](https://www.linkedin.com/company/swov)