

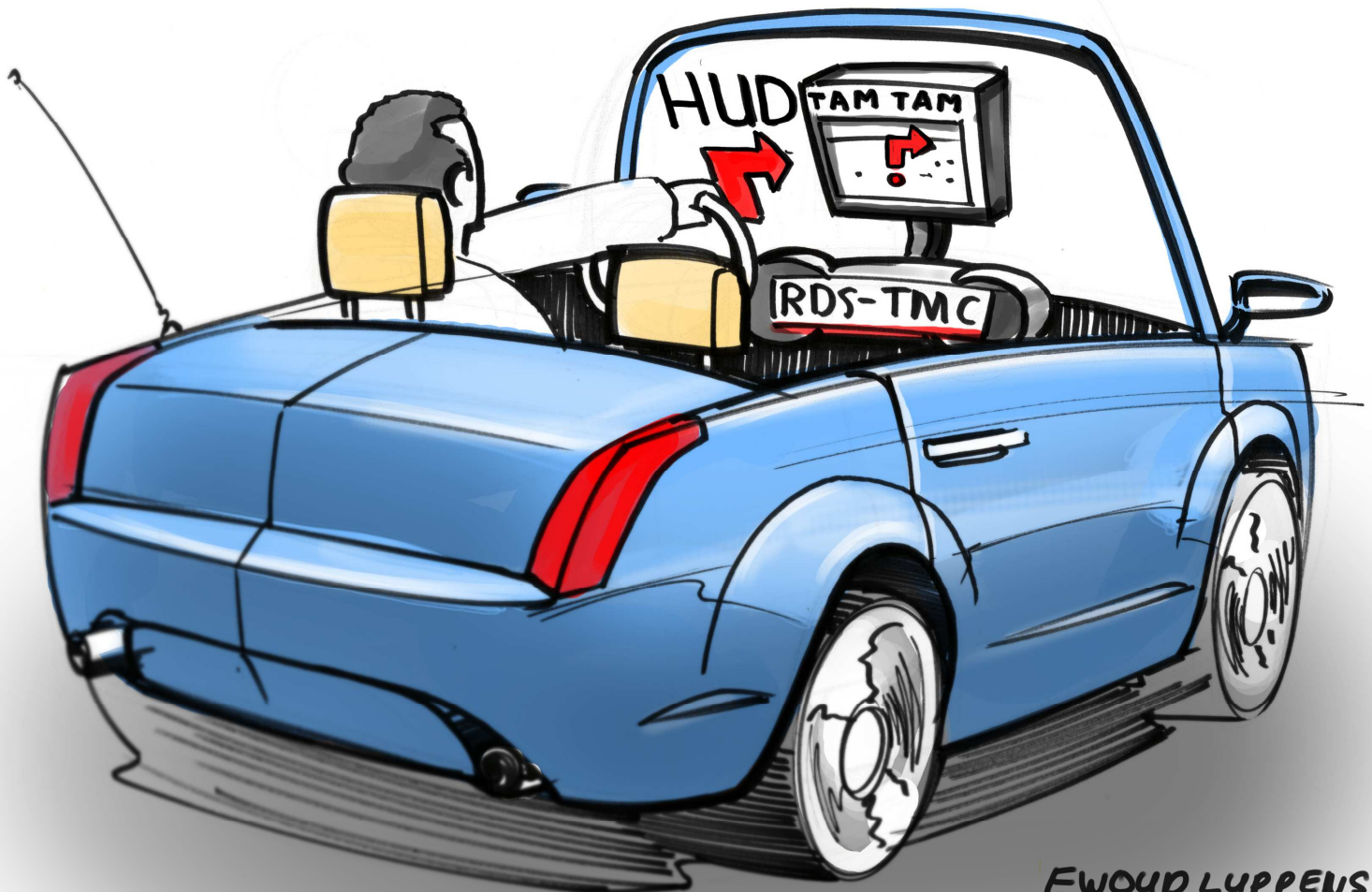


TrafficQuest
CENTRE FOR EXPERTISE ON TRAFFIC MANAGEMENT

TrafficQuest rapport

Voertuiggebonden maatregelen

State-of-the-Art achtergronddocument



EWOLD LUPPENS

Colofon

Auteur	Isabel Wilmink
Datum	10 januari 2012
Versie nummer	1.0
Uitgegeven door	TrafficQuest Expertisecentrum Verkeersmanagement Kluyverweg 4 2629 HT DELFT
Informatie	Henk Taale
Telefoon	+31 88 798 24 98

TrafficQuest is een samenwerkingsverband van

TNO innovation
for life

TUDelft



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



TrafficQuest
CENTRE FOR EXPERTISE ON TRAFFIC MANAGEMENT

Voertuiggebonden maatregelen

State-of-the-Art
Achtergronddocument

10 januari 2012

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	5
1. Waar hebben we het over?.....	7
2. Hoe ver zijn we in Nederland?.....	9
2.1. Situatie	9
2.2. Recente Nederlandse projecten	9
3. Hoe ver zijn ze elders?.....	13
3.1. Europa	13
3.2. Verenigde Staten.....	16
3.3. Japan	18
4. Wat hebben we er aan?	20
5. Waar gaan we naar toe?	22
Literatuur	23

Voorwoord

TrafficQuest inventariseert doorlopend de stand van zaken met betrekking tot verkeersmanagement en de richting waarin ontwikkelingen plaatsvinden. Verkeersmanagement staat nog maar aan het begin van veel veranderingen. Allerlei ontwikkelingen zullen het mogelijk maken verkeersmanagement effectiever, proactiever en netwerkbreed toe te passen. Daarvoor is verder onderzoek nodig. In het boekje "De toekomst van verkeersmanagement" wordt daarom een onderzoeksagenda gepresenteerd. Dit boekje is te vinden op de TrafficQuest website (www.traffic-quest.nl).

Bij het schrijven van dit boekje, heeft TrafficQuest veel achterliggend materiaal over allerlei aspecten van verkeersmanagement verzameld. In de komende tijd zal dit materiaal in een reeks van rapporten gepubliceerd worden. Deze rapporten volgen steeds het stramien:

- Waar hebben we het over?
- Hoever zijn we in Nederland?
- Hoever zijn ze elders?
- Wat hebben we eraan?
- Waar gaan we naar toe?

Dit rapport behandelt deze vragen voor het onderwerp *voertuiggebonden maatregelen*.

1. Waar hebben we het over?

Met voertuiggebonden of in-car systemen bedoelen we allerlei systemen die de rijtaak ondersteunen, zonder daarbij gebruik te maken van gerichte communicatie (in twee richtingen) met andere voertuigen of de infrastructuur (zogenaamde *stand-alone systemen*). Er is dus geen sprake van enige vorm van overleg of samenwerking met andere voertuigen of de infrastructuur¹. Wel kan het voorkomen dat het voertuig algemene informatie ontvangt (bijvoorbeeld via de radio) of zelf informatie uitzendt (bijvoorbeeld over zijn positie).

Er wordt onderscheid gemaakt naar systemen die in het voertuig gebouwd zijn (af-fabriek of retrofit), en systemen die draagbaar zijn en uit het voertuig meegenomen kunnen worden (zogenaamde *nomadic devices*). Daarnaast wordt onderscheid gemaakt naar de mate waarin de bestuurder beïnvloed wordt:

- adviserend: de bestuurder krijgt een visueel of auditief advies en moet zelf actie ondernemen;
- interveniëren: de bestuurder krijgt een advies, wat op een wat 'dwingender' wijze wordt aangeboden aan de bestuurder (een gaspedaal of stuur dat tegenwicht biedt, bijvoorbeeld);
- autonoom / ingrijpend: het voertuig onderneemt zelf actie, bijvoorbeeld remmen of versnellen, waarbij de bestuurder vaak nog wel de mogelijkheid heeft het systeem te overrulen.

In-car systemen zijn om diverse redenen ontwikkeld:

- comfortabel maken van de rijtaak (bijvoorbeeld bij het volgen van een voorligger of het in de strook blijven);
- ondersteuning bij het navigeren;
- voorkomen of minder ernstig maken van ongevallen

De laatste tijd staan ook systemen die de bestuurder helpen milieuvriendelijker te rijden in de belangstelling. Tabel 1 geeft een overzicht van in-car systemen die nu gebruikt worden [SUPREME, 2007][Vollmer et al., 2006][Alkim et al., 2007][Klunder et al., 2009].

Tabel 1: Overzicht in-car systemen

Doel systeem	Voorbeelden
Comfort	<ul style="list-style-type: none">• ESC, ACC, cruise control
Bereikbaarheid/Doorstroming	<ul style="list-style-type: none">• Navigatiesystemen, evt. met real-time informatie (zou coöperatief genoemd kunnen worden). Navigatiesystemen kunnen ingebouwd zijn of <i>nomadic</i> (via mobiele telefoon, PDA, TomTom, ...)• Route-informatie via de radio (radiobulletins, RDS/TMC)• ACC (eventueel inclusief stop&go functie)
Veiligheid	<ul style="list-style-type: none">• ESC, ABS, ACC (eventueel inclusief stop-and-go functie),

¹ Dan is sprake van coöperatieve systemen, zie het rapport over coöperatieve systemen op www.trafficquest.nl.

Doel systeem	Voorbeelden
	intelligent speed adaptation / speed alert, lane departure warning / lane keeping, forward collision warning, emergency braking systems, curve speed warning, blind spot warning, antikantelsystemen, driver condition warning systems
Milieu	<ul style="list-style-type: none"> • fuel efficiency advisor, gear shift indicator, Fuel-consumption/energy use indicators

Naast al deze rijtaakondersteunende systemen zijn ook de diverse diagnosesystemen in voertuigen van belang. Als bestuurders de beschikking hebben hierover en actie ondernemen naar aanleiding van de informatie (bijvoorbeeld op tijd tanken, banden op spanning houden, olie op peil houden, koelwater bijvullen etc.) zullen zich minder pechgevallen en ongevallen voordoen. Ook een systeem als het alcoholslot kan hieraan bijdragen.

Ook al zijn de doelen waarvoor in-car systemen ontwikkeld worden meestal andere dan verkeersmanagement, indirect hebben veel in-car systemen invloed op de verkeersafwikkeling. Zo wordt er naar ACC gekeken om de doorstroming te verbeteren. In microsimulatiestudies is aangetoond dat ACC de verkeersstroom stabiel kan maken en daarmee congestie kan verminderen (zie bijvoorbeeld [Arem et al., 2008] en [Davis, 2007]). Dit is echter nog niet in praktijk aangetoond; de penetratiegraad en het gebruik van ACC is daarvoor veel te laag.

2. Hoe ver zijn we in Nederland?

2.1. Situatie

Veel Nederlanders bezitten en gebruiken inmiddels navigatiesystemen (meestal de statische versie). Er wordt ook vrij veel gebruik gemaakt van file-informatie, meest via radio, maar ook via de telefoon (sms en internet). Een probleem hierbij is dat dit vaak niet erg veilig gebeurt, omdat de bestuurder zelf het apparaat tijdens het rijden bedient.

Veiligheidssystemen worden nog veel minder gebruikt. Systemen als ABS en ESC zijn weliswaar standaard in veel modellen (minder in goedkopere modellen), evenals cruise control, maar geavanceerdere systemen (bijvoorbeeld lane keeping systemen) hebben nog een erg lage penetratiegraad. Als ze beschikbaar zijn, gebruiken overigens niet alle bestuurders ze. Redenen hiervoor zijn wellicht onbekendheid met het systeem, een niet aantrekkelijke human-machine interface (HMI) of argwaan jegens interveniërende en ingrijpende systemen in het algemeen. Ook de verkeerscondities kunnen het gebruik beïnvloeden: het is lastig met cruise control te rijden in druk verkeer.

Hoewel vanuit het oogpunt van verkeersmanagement in-car veiligheidssystemen niet de meest interessante systemen zijn (de invloed van navigatiesystemen is naar verwachting groter en mogelijk met conflicterende belangen), is het vanuit veiligheidsoogpunt uiteraard wel wenselijk de penetratiegraad en het gebruik van veiligheidssystemen te verhogen.

2.2. Recente Nederlandse projecten

Nederlandse organisaties draaien al jaren mee in de Europese onderzoeksprogramma's op het gebied van in-car systemen. Maar er zijn ook enkele puur Nederlandse projecten uitgevoerd. Bijvoorbeeld de proef met ISA in Tilburg [AVV, 2001], en de proef met de "Rij-Assistent" [Alkim et al., 2007], in het kader van het Wegen naar de Toekomst programma van RWS. Daarnaast is er een grootschalige praktijkproef geweest met anti-ongevalssystemen in vrachtauto's [Connekt, 2009]. In het TRANSUMO-project Intelligent Vehicles is een pilot geweest met een extra functionaliteit in een navigatiesysteem, waarmee bestuurders naast de snelste of de kortste ook de veiligste route kunnen kiezen [Horst, van der & Klunder, 2009]. Verder werd er in dat project ook gekeken naar de Rij-Assistent en naar snelheidsondersteuning met intelligente voertuigen. Omdat de penetratiegraden van advanced driver assistance systemen nog niet snel hoger worden, is ook onderzoek gedaan naar implementatieaspecten.

ISA (Tilburg)

In 1999 en 2000 vond een praktijkproef plaats met Intelligente SnelheidsAanpassing (ISA). Het proefgebied concentreerde zich rond de wijk Campenhoef, aan de westkant van Tilburg. Het proefgebied was opgedeeld in vier snelheidsbegrensde zones. De snelheidslimieten varieerden

van 80 km/u op twee provinciale wegen, 50 km/u op wegen rond de wijk Campenhoef, 30 km/u in de wijk en 18 km/u op de parkeerplaats van het naburige winkelcentrum. 120 Wijkbewoners namen deel aan de proef. Zij kregen acht weken de gelegenheid gebruik te maken van een met ISA uitgerust Volkswagen Bora. Ook een bus van openbaar vervoer bedrijf BBA werd uitgerust met ISA. Twintig BBA-chauffeurs hebben op deze wijze ervaring opgedaan met het systeem. De conclusie van de proef was dat ISA een realiseerbare optie is. Het acceptatieniveau bij auto-bestuurders lag op circa 55%, en 40% steunt het idee van automatische snelheidsbegrenzing. De kennismaking met ISA leidde tot een hogere acceptatiegraad (ook voor gesloten varianten van ISA). Het draagvlak was het grootst voor toepassing van ISA in woonstraten waar 30 of 50 km/uur gereden mag worden. 66% van de autobestuurders ondersteunt invoering op deze typen wegen.

Een meerderheid van de betrokken buschauffeurs vonden het begrensd rijden prettiger dan het rijden in een niet-begrensde bus.

De resultaten van de proef gaven aan dat ISA een positief effect heeft op de verkeersveiligheid doordat de gemiddelde snelheid wordt verlaagd en de hoge snelheden worden tegengegaan (waarmee ook de spreiding van de snelheden afneemt). Het rijgedrag werd rustiger, er werd minder ingehaald en de volgtijden namen toe; dit zijn ook indicaties voor een verhoogde verkeersveiligheid.

Bron: [AVV, 2001]

De Rij-Assistent

De proef met de Rij-Assistent was onderdeel van het innovatieprogramma "Wegen naar de Toekomst" van Rijkswaterstaat. In de proef werden een aantal rijtaakondersteunende systemen uitgetest en er werd een evaluatie uitgevoerd waarin onderzocht werd hoe de bestuurders de systemen waardeerden en hoe ze ze gebruikten, en wat de effecten waren op verkeersveiligheid, doorstroming en het milieu. Zo wilde Rijkswaterstaat erachter komen hoe nieuwe technologieën in voertuigen konden bijdragen aan de beleidsdoelen.

In 2005 en 2006 werd de proef uitgevoerd, met voertuigen die met Adaptive Cruise Control (ACC) en Lane Departure Warning (LDW) uitgerust waren. Een deel van de voertuigen (twintig familiauto's voor maximaal zes personen) werden gebruikt in een vanpool. Daarnaast reden negentien personen vijf maanden lang in een geïnstrumenteerde leaseauto. Verschillende bestuurders konden zo kennis maken met de systemen in hun eigen omgeving. De bestuurders waardeerden vooral de ACC.

De verkeersveiligheid neemt toe, door minder bumperkleven, minder ongewenste lijnoverschrijdingen, gelijkmatigere snelheid en accelereren, en beter gebruik van de richtingaanwijzers. De pilot geeft de indicatie dat het aantal ongevallen op snelwegen en secundaire wegen met ongeveer 8% zou dalen als iedereen in Nederland gebruik zou maken van ACC en LDW. De doorstroming lijkt niet sterk beïnvloed te worden; er wordt voornamelijk een effect op het aantal ongevallen verwacht. Het brandstofverbruik daalde tijdens de proef met 3% en modelberekeningen gaven aan dat de daarmee gepaard gaande emissies met maximaal 10% afnemen.

Bron: [Alkim et al., 2007]

AOS – Anti-ongevalssystemen

Van juli 2008 tot en met juni 2009 liep een grootschalige praktijkproef, waarbij verschillende anti-ongevalssystemen en een registratiesysteem werden getest. Doelen van het project Anti-ongevalssystemen (AOS) waren het aantal ongevallen met vrachtwagens te verminderen, inzicht te krijgen in het effect op de doorstroming en in de effectiviteit van de verschillende anti-ongevalssystemen. De proef was één van de ruim 60 projecten van Fileaanpak op de korte termijn (programma FileProof) van het ministerie van Verkeer en Waterstaat. FileProof had als doel de bereikbaarheid te vergroten en de doorstroming van het verkeer verbeteren.

In de proef zijn gedurende 8 maanden in 2402 vrachtwagens van 123 transporteurs vijf afzonderlijke systemen voor het voorkomen van ongevallen met vrachtwagens getest: Adaptive Cruise Control, Forward Collision Warning/Headway Monitoring & Warning, Lane Departure Warning Assist, Directional Control/Roll Over Control en een Black Box Feed Back-registratiesysteem.

De proef toonde aan dat de anti-ongevalssystemen een positief effect hebben op de uitvoering van de rijtaak van de chauffeur; de chauffeurs bevestigen dit. De systemen verkleinen de risico's op ongevallen in meer of mindere mate, met als belangrijkste indicatoren:

- Langere volgtijden bij ACC en FCW/HMW;
- Geringere kantelrisico's door DC en ROC;
- Minder dicht op de voorganger rijden door ACC;
- Minder onbedoelde lijnoverschrijdingen door LDWA;
- Gelijmatiger rijden door BBFB.

Het gevonden effect op de verkeersveiligheid is in de praktijkproef minder groot gebleken dan verwacht werd op basis van de literatuur. De grootste effecten verwachten de onderzoekers van de actief ingrijpende systemen: Adaptive Cruise Control en Directional Control/Roll Over Control. Omdat vrachtwagenongevallen maar een gering deel van het aantal voertuigverliesuren (1,6%) veroorzaken is het effect van de anti-ongevalssystemen op de hoeveelheid file zeer beperkt. De effecten op de verkeersafwikkeling (bijvoorbeeld door veranderde snelheden of volgtijden) bleken ook gering te zijn.

De systemen worden in de dagelijkse praktijk op prijs gesteld, mits de afstelling past bij de praktijksituatie. Overmatig signaleren moet voorkomen worden. De systemen (vooral ACC) dragen positief bij aan het gevoel van veilig rijden en de chauffeur ervaart hiermee dat hij zijn rijtaak beter kan uitvoeren. Vrijwel alle bedrijven die deelnamen aan de proef hebben aangegeven de systemen te blijven gebruiken na afloop van de proef. Zeven bedrijven hebben aangegeven dat zij het gebruik van AOS gaan uitbreiden naar vrachtauto's die er nu nog niet mee uitgerust zijn.

Bron: [Connekt, 2009] en <http://www.fileproof.nl/aos>

Verder zijn er plannen voor nieuwe proeven of proeftuinen, bijvoorbeeld in het kader van het Plan van Aanpak "Truck van de toekomst" [Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2010]. Dit Plan van Aanpak richt zich op bestaande kansen voor bedrijven om brandstofbesparing en CO₂-reductie door te voeren. Waar mogelijk liften andere thema's mee (geluid, luchtkwaliteit, verkeersveiligheid). Het bestaat uit drie onderdelen: (1) Proeftuinenprogramma Truck van de Toekomst, (2) Kennisloket Truck van de Toekomst en (3) het op basis van de ervaringen in de praktijkprojecten en het succes

van het kennisloket uitbreiden van de bestaande stimuleringsregelingen dan wel het creëren van nieuwe prikkels. (N.B. In 2009 zijn ook andere proeftuinen van start gegaan, zoals hybride en elektrisch rijden, maar daar is geen specifieke aandacht voor rijtaakondersteunende systemen.) Naast nationale projecten zullen er naar verwachting ook enkele regionale projecten met in-car systemen opgestart worden. De regio's Noord-Brabant, Utrecht en de Zuidvleugel van de Randstad werken aan een gemeenschappelijk programma voor in-carprojecten (Field Operational Tests). In Noord-Brabant zijn al enkele projecten opgestart in het kader van het Programma Brabant proeftuin In-car (zie <http://www.brabantstad.nl/proeftuinincar>): o.a. het 'in-car' brengen van parkeerinformatie, wegwerkzaamheden, snelheidsadviezen in de buurt van scholen en OV-informatie (deels betreft het coöperatieve systemen). En overzicht van Nederlandse projecten en initiatieven rond o.a. in-car en coöperatieve systemen is hier te vinden:

http://www.kpvv.nl/files_content/kennisbank/Overzicht%20ontwikkelingen%20in%20car%20e.a.%20dec%202009%20v2.pdf.

3. Hoe ver zijn ze elders?

3.1. Europa

In de EU wordt (net als in de VS en Japan, die net iets eerder begonnen) al enige decennia gewerkt aan in-car systemen (en vanaf het begin ook al aan coöperatieve systemen; zie [Wilmink & Schuurman, 2011]). Dit gebeurde in samenwerkingsverbanden tussen verschillende partners uit de auto-industrie (bijvoorbeeld het PROMETHEUS programma), maar ook in de Europese Kaderprogramma's voor onderzoek en technische ontwikkeling (bijvoorbeeld DRIVE I en II, in het 2^e en 3^e Kaderprogramma, het Telematics Application Programme (TAP) in het 4^e Kaderprogramma, en in alle Kaderprogramma's sindsdien (momenteel loopt het 7^e Kaderprogramma).

Research& development in-car systemen in de EU

Prometheus

In de jaren '80 begon de Europese auto-industrie voor het eerst gezamenlijk onderzoek te doen. PROMETHEUS, het onderzoeksprogramma van de industrie, werd nodig geacht omdat men er van uit ging dat zelfs de grootste fabrikanten niet in hun eentje onderzoek konden doen naar het wegvervoer van de 21^e eeuw.

In PROMETHEUS werd een aantal systemen ontwikkeld en meer dan een dozijn systemen werd gedemonstreerd (en zullen uiteindelijk in doorsnee voertuigen te vinden zijn). Hieronder bijvoorbeeld Vision enhancement, Friction monitoring, Driver status monitoring, Lane keeping support, Travel and traffic information systems, Cooperative driving, Autonomous intelligent cruise control en Automatic emergency call.

DRIVE I en DRIVE II

DRIVE stond voor Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe en was het eerste telematica onderzoeks- en ontwikkelingsprogramma van de EU. Het begon in 1989, en de 72 projecten uit het programma waren erop gericht de verkeersveiligheid en doorstroming te verbeteren. Er kwamen nieuwe technologieën uit voort, maar ook evaluatiemethoden en Europese standaarden.

In DRIVE II werden 64 projecten uitgevoerd, waarin precompetitief onderzoek gedaan werd naar nieuwe systemen/applicaties, maar waarin ook ondersteunende projecten uitgevoerd werden. Daarnaast werden in pilot projecten de resultaten van de ontwikkelingsprojecten gevalideerd: kunnen de voorgestelde systemen ook daadwerkelijk helpen beleidsdoelen te bereiken? Er waren zeven onderzoeksgebieden gedefinieerd:

- Area 1 Demand Management
- Area 2 Travel and Traffic Information

- Area 3 Integrated Urban Traffic Management
- Area 4 Integrated Inter-Urban Traffic Management
- Area 5 Driver Assistance and Co-operative Driving
- Area 6 Freight and Fleet Management
- Area 7 Public Transport Management

Europese Kaderprogramma's

Het werk uit DRIVE I en II wordt voortgezet in de Europese Kaderprogramma's. De Europese Kaderprogramma's voor Onderzoek, Technologische Ontwikkeling en Demonstratieactiviteiten, ingezet door de Europese Commissie, ondersteunt de Europese onderzoekswereld en versterkt de competitiviteit van de Europese industrie. Het Europese Kaderprogramma (momenteel loopt het Zevende Kaderprogramma, van 2007 tot 2013) moet er voor zorgen dat de Europese Unie de meest competitieve en dynamische kenniseconomie ter wereld wordt. De ondersteuning vanuit de EU wordt in het algemeen gegeven in de vorm van een bijdrage in de kosten van het project. De hoogte van de bijdrage is afhankelijk van de aard van het project (onderzoek, coördinatie, etc.) en de aard van de deelnemers (publiek, privaat, etc.) en ligt over het algemeen tussen 50 - 100%

De Europese Commissie (EC) hecht veel waarde aan disseminatie van de resultaten van de projecten die in binnen de Kaderprogramma's uitgevoerd zijn of momenteel uitgevoerd worden. Projecten hebben daarom meestal een website waarop beschrijving van het project en de partners die het uitvoeren te vinden zijn. Ook worden publicaties ("deliverables" maar ook artikelen die op congressen gepresenteerd of in tijdschriften gepubliceerd worden) op de website gezet. Zo is de opgebouwde kennis toegankelijk voor iedereen.

Een voorbeeld van een recent afgerond, groot project waarin in-car systemen ontwikkeld, getest en geëvalueerd zijn is PREVENT [Schulze et al., 2008]. Diverse systemen zijn inmiddels op de markt maar ze worden nog niet breed door de consumenten opgepikt. De EU stimuleert daarom, door geld beschikbaar te stellen in de Kaderprogramma's, de uitvoering van grootschalige proeven. Momenteel lopen meerdere zogenaamde Field Operational Tests, zoals bijvoorbeeld euroFOT [<http://www.eurofot-ip.eu/>] en TeleFOT [<http://www.telefot.eu/>]. Zie tabel 2 voor een korte beschrijving van deze twee projecten.

Tabel 2: Beschrijving grootschalige Field Operational Tests in EU

FOT	Omschrijving
euroFOT	<ul style="list-style-type: none"> • Welke functies: Adaptive Cruise Control, Lane Departure Warning, Forward Collision Warning, Curve Speed Warning, Speed Limiter/Cruise Control, Blind Spot Information System, Fuel Efficiency Adviser, Safe Human/Machine Interface • Welke landen: Zweden, Duitsland, Frankrijk, Italië (en alle andere landen waar de betrokken voertuigen zullen rijden) • Hoeveel voertuigen: ongeveer 1000

FOT	Omschrijving
	<ul style="list-style-type: none"> • Betrokken Nederlandse partijen: TNO <p>In het euroFOT project wordt een groot aantal personen- en vrachtauto's uitgerust met één of meer van de hierboven genoemde systemen en met extra sensoren en dataloggers (inclusief video). Vrijwilligers zullen een jaar met de uitgeruste voertuigen rijden. De gegevens uit de voertuigen worden aangevuld met gegevens uit enquêtes die onder de bestuurders gehouden worden. De analyse van de verzamelde data moet inzicht geven hoe bestuurders de systemen gebruiken in het dagelijkse verkeer, hoe ze de systemen waarderen en wat de effecten zijn op doorstroming, veiligheid en milieu.</p> <p>Bron: http://www.eurofot-ip.eu/</p>
TeleFOT (2008-2012)	<ul style="list-style-type: none"> • Welke functies: interactieve verkeersservices • Welke landen: Finland, Zweden, Verenigd Koninkrijk, Duitsland, Frankrijk, Griekenland, Italië en Spanje • Hoeveel voertuigen: in eerste fase een groot aantal voertuigen met een datalogger, in de tweede fase een beperkt aantal voertuigen met meer mogelijkheden om voertuig- en bestuurdersgedrag te observeren • Betrokken Nederlandse partijen: geen <p>TeleFOT heeft als doel om in normaal verkeer systemen te testen die achteraf ingebouwd kunnen worden of draagbaar zijn ("after-market" en nomadic devices"). Bestuurders hebben smartphones of navigatiesystemen in het voertuig. Voordat ze op de weg uitgetest worden, wordt de bruikbaarheid en veiligheid van de systemen en services onder laboratoriumomstandigheden uitgetest.</p> <p>Bron: http://www.telefot.eu</p>

Naast onderzoek naar en het testen van systemen, zet de EU ook onderzoek uit naar methodologieën en tools om de ontwikkeling, het testen en het evalueren van in-car (en coöperatieve) systemen te bevorderen. Zo is in het FESTA-project een handboek ontwikkeld voor de uitvoering en evaluatie van (grootschalige) Field Operational Tests [FESTA consortium, 2008]. Verder wordt de FESTA-aanpak gepromoot, bijvoorbeeld in het project FOT-net, waarin Europese en internationale stakeholders bij elkaar gebracht om in een strategisch netwerkplatform de resultaten van Field Operational Tests (FOT's) te presenteren en te bespreken, en om aandachtspunten waar verder aan gewerkt moet worden te identificeren. Op de FOT-net wiki (zie http://wiki.fot-net.eu/index.php?title=FOT_Catalogue) is ook een overzicht van Field Operational Tests te vinden. Deze behandelt ook diverse landelijke proeven. Zo zijn er proeven geweest met intelligente snelheidsadaptatie (meest uitgebreid in Zweden, waar inmiddels diverse overheden hun voertuigvloeden met ISA hebben laten uitrusten, maar ook in o.a. het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk, Denemarken, Spanje en Hongarije). In Zweden is recentelijk SemiFOT afgerond (zie kader). SemiFOT is een SAFER project. SAFER (Vehicle and Traffic Safety Centre) is een gezamenlijke onderzoekseenheid

van 22 partners uit de Zweedse automotive industrie, de academische wereld en de overheid, die samenwerken op het gebied van voertuig- en verkeersveiligheid.

SeMiFOT

SemiFOT was een SAFER project dat liep van januari 2008 tot december 2009. Er werkten dertien organisaties uit Zweden en de VS aan. Dit waren de Swedish Road Administration, bedrijven afkomstig uit de automotive industrie (AB Volvo, Autoliv, Lindholmen Science Park, Länsförsäkringar, SAAB Automobile, Scania, Volvia, Volvo Cars), en onderzoeksinstituten (Chalmers University of Technology, VTI, SP, UMTRI).

SemiFOT betrof een "naturalistic FOT", dat wil zeggen een Field Operational Test die elementen uit naturalistic driving studies (waarbij "normaal", niet-ondersteund rijgedrag geobserveerd wordt) en Field Operational Tests combineerde.

Er werd een grote hoeveelheid data verzameld. 39 Primaire en secundaire bestuurders maakten 12571 ritten in 14 voertuigen (waarvan 4 vrachtwagens). De ritten duurden in totaal 4221 uur, in een periode van 6 maanden. De voertuigen waren uitgerust met veiligheidssystemen, in diverse combinaties. De geïmplementeerde systemen betroffen Adaptive Cruise Control, Forward Collision Warning with Emergency Brake, Lane Departure Warning, Blind Spot Information System, Electronic Stability Control en Impairment Warning.

SemiFOT besteedde ook aandacht aan uitdagingen op het gebied van technologie en implementatie. Een groot aantal commercieel verkrijgbare data-acquisitiesystemen uit de VS werd getest.

Een vervolgproject (SemiFOT2) is gestart in januari 2010. Dat project richt zich op analytische aanpakken voor het verwerken van de verzamelde data. Zo kijkt het naar definities van "crash-relevant events", onderzoekt het nieuwe statistische en analytische benaderingen voor het evalueren van crash-relevant events en ontwikkelt het de automatische analyse van visueel gedrag verder. Zie ook <http://www.chalmers.se/safer/EN/publications>

3.2. Verenigde Staten

Ook in de VS is er veel onderzoek geweest naar in-car systemen en zijn er diverse FOT's geweest (zie kader). De Research and Innovative Technology Administration (RITA) coördineert het onderzoek van de US Department of Transport en biedt veel informatie aan over ITS (zie <http://www.its.dot.gov/index.htm>). Er is ook een website over "Evaluations" (<http://www.its.dot.gov/evaluation/index.htm>); daarop is informatie over o.a. baten en kosten, inzet van ITS en "lessons learned" te vinden. De VS hebben Electronic Stability Control (ESC) inmiddels verplicht gesteld. Dit wordt gefaseerd ingevoerd; vanaf 2012 is ESC verplicht voor alle modellen personenauto's.

Onderzoek en Field Operational Tests in de VS

Op de FOT-net wiki (zie http://wiki.fot-net.eu/index.php?title=FOT_Catalogue) is een overzicht van Field Operational Tests in de VS te vinden. Hieronder een korte beschrijving van enkele van deze FOT's.

Integrated Vehicle-Based Safety Systems

In het Integrated Vehicle-Based Safety Systems (IVBSS) Initiatief werkt het US Department of Transport (USDOT) samen met partners uit de automotive industrie om een aantal systemen voor personenauto's en voor vrachtwagens te ontwikkelen en testen.

Vanaf november 2005 werkten USDOT en UMTRI (University of Michigan Transportation Research Institute) samen aan een geïntegreerd voertuiggebaseerd veiligheidssysteem dat kop-staartbotsingen, ongevallen bij het wisselen van rijstrook en ongevallen waarbij voertuigen van de weg raken moet voorkomen. De prototype voertuigen werden uitgerust met forward collision warning (FCW), lane departure warning (LDW), lane change warning (LCW), and curve speed warning (CSW).

De systemen werden eerst op een testtrack uitprobeerd. In de tweede fase van het project werden 16 personenauto's en 10 vrachtwagens uitgerust voor een praktijktest. Deze liep voor de vrachtwagens van februari tot december 2009. Er werd voor ongeveer 650.000 mijl aan ritdata verzameld (waarvan 510.000 mijl met de systemen geactiveerd).

De praktijktest met personenauto's liep van april 2009 tot mei 2010. Zestien voertuigen werden door 108 personen elk 40 dagen gereden. Ongeveer 175.000 mijl aan gegevens zijn verzameld (waarvan 123.000 met de systemen geactiveerd).

De data worden geanalyseerd door UMTRI en Volpe National Transportation Systems Center. De nadruk ligt op het bepalen van veiligheidseffecten; er wordt ook gekeken naar hoe goed het systeem functioneert en de ervaringen van de bestuurders worden vergeleken met de mate van acceptatie van de systemen.

Bron: <http://www.its.dot.gov/ivbss/index.htm>

Zie ook: <http://umtri.umich.edu/divisionPage.php?pageID=249>

Freightliner IVI

In de Freightliner IVI FOT werden Roll Advisor and Control systemen op vrachtwagens getest. Enerzijds betrof het een adviserend systeem (advies over een risicovolle manoeuvre nadat deze plaatsvindt), anderzijds om een systeem dat gedeeltelijk de rijtaak overneemt (gas en rem) om te voorkomen dat een vrachtwagen kantelt.

De evaluatie keek onder andere naar veiligheidseffecten, zowel in de zin van risico als van ongevallen. De mobiliteits- en milieueffecten werden geschat, maar alleen door te kijken naar de effecten als gevolg van een vermindering van het aantal ongevallen (geen directe effecten op de verkeersafwikkeling).

Hoewel het systeem nog in ontwikkeling was en de betrokken chauffeurs goed opgeleid en ervaren waren, werd in de FOT een statistisch significante afname van risicovol rijgedrag gevonden. Alle betrokkenen waren het er over eens dat de baten nog groter zullen zijn als het systeem breder ingezet wordt, zeker om onervarener bestuurders te ondersteunen.

Mack IVI

In de Mack IVI FOT werd een Lane Departure Warning system getest. De evaluatie betrof veiligheid en acceptatie. Net als in de Freightliner IVI FOT werden alleen mobiliteits- en milieueffecten als gevolg van een vermindering van het aantal ongevallen geschat.

Volvo IVI

De beproefde systemen waren Collision Warning System (CWS), Adaptive Cruise Control (ACC), Advanced Braking System (AdvBS), op vrachtwagens. De nadruk lag op veiligheidsaspecten. De analyses op de verzamelde data warden op ongeveer dezelfde wijze uitgevoerd als voor de Freightliner en Mack IVI FOT's.

Andere interessante FOT's in de VS

Zie voor verdere informatie: http://wiki.fot-net.eu/index.php?title=FOT_Catalogue

- ACAS - Automotive Collision Avoidance System
- DDWS - Drowsy Driver Warning System
- Intelligent Cruise Control FOT
- Road Departure Crash Warning System Field Operational Test in the US - RDCW FOT
- SafeTrip21 - Nomadic device field tests in California

3.3. Japan

Japan heeft diverse tests uitgevoerd met in-car systemen. Er is al jaren sprake van een intensieve samenwerking tussen de automobiellindustrie, onderzoeksinstellingen en de overheid, bijvoorbeeld in het Advanced Safety Vehicle project, dat al loopt sinds 1991 (zie kader). De focus is inmiddels verlegd naar coöperatieve systemen, maar de diverse Japanse automobiellfabrikanten komen wel regelmatig in het nieuws met rijtaakondersteunende systemen. Opvallend is dat in Japan (door de intensieve samenwerking tussen automobiellindustrie, onderzoeksinstellingen en overheid) veel meer auto's met on-board (navigatie)systemen uitgerust zijn en er dus veel minder gebruik gemaakt wordt van nomadic devices. Ze lagen al snel ver voor op Europa en de VS op het gebied van navigatiesystemen en verkeersinformatie. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de onnavolgbare adressystematiek in Japan en de belangstelling van Japanners voor innovatieve technologieën.

ASV – Advanced Safety Vehicle

In het project ASV werden elektronische systemen toegepast om voertuigen intelligenter en daarmee veiliger te maken. Er werden ook systemen ontwikkeld die ingrepen in situaties waarbij de bestuurder het zelf niet meer afkon. Onderdeel van het project was een demonstratie met een prototype ASV. Verder worden informatie- en communicatietechnologieën volop gebruikt voor het Super Smart Vehicle System (SSVS). Dit betrof onderzoeks- en ontwikkelingswerk, met studies naar protocollen, multiple voertuigidentificatietechnologieën en voertuigbesturingssysteeminterfaces.

Onderzoek en ontwikkeling, en publieke experimenten werden ook ondernomen met systemen die waarschuwden voor gevaar en automatische voertuiggeleiding (in het kader van Automated Highway Systems). Ook dat moest de verkeersveiligheid verbeteren door het verstrekken van door wegkantsystemen verzamelde informatie en door infrastructuur-voertuig communicatie (dit zou al een coöperatief systeem genoemd kunnen worden).

4. Wat hebben we er aan?

In-car systemen kunnen in beperkte mate bijdragen aan verkeersmanagement. Veel aandacht is uitgegaan naar veiligheidssystemen. Hoewel deze substantiële effecten kunnen hebben op het aantal en de ernst van ongevallen, is het effect beperkt in tijd en ruimte (ongevallen blijven zeldzame gebeurtenissen). Het voorkomen van ongevallen heeft een vrij geringe invloed op de hoeveel vertraging die weggebruikers oplopen. Ook de hoeveelheid extra emissie veroorzaakt door door ongevallen ontstane congestie is gering. Het ligt dus vanuit verkeersmanagementoogpunt niet voor de hand om beleid te ontwikkelen om de autonome ontwikkelingen te versnellen.

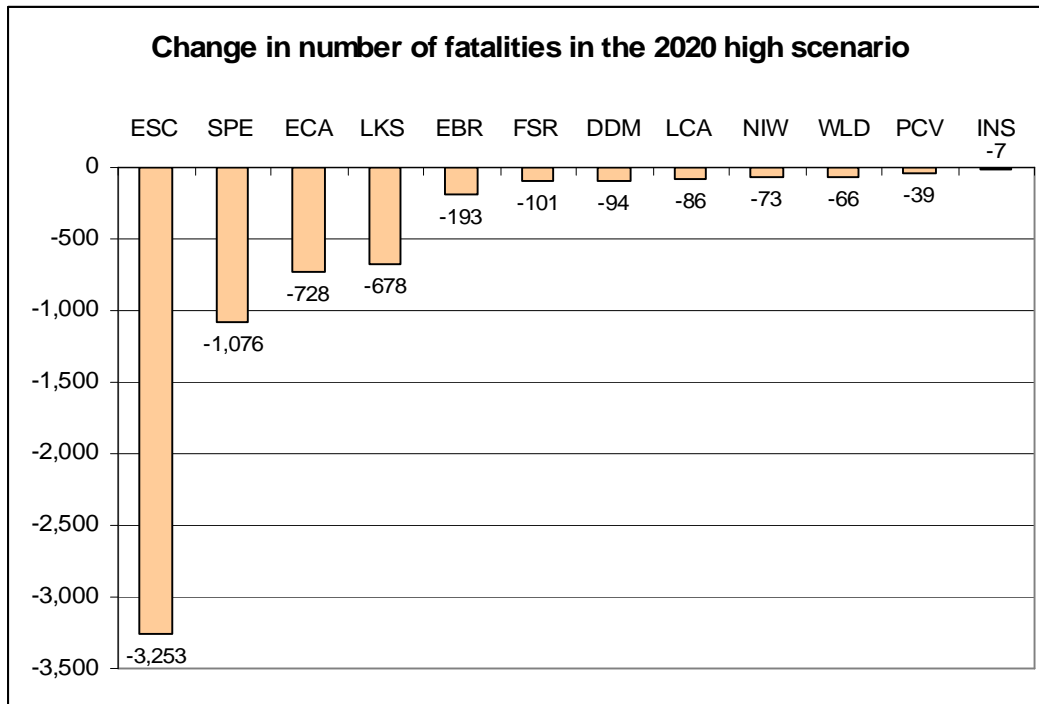
Wel potentieel interessant is de verdere ontwikkeling en brede implementatie van navigatiesystemen. Deze zouden het routekeuzegedrag (en wellicht vertrektijdstipkeuze en/of bestemmingskeuze) van bestuurders flink kunnen beïnvloeden, maar met de statische systemen die nu het meest gangbaar zijn is de invloed gering. Meer gebruik van informatie over de actuele verkeerscondities kan hierin verandering brengen (hoewel het dan eigenlijk al coöperatieve systemen betreft). Als de penetratiegraad laag is, profiteren vooral de 'early adapters' die om de files heen kunnen rijden. Bij hogere penetratiegraden (en gebruik) wordt het veel moeilijker om de individuele gebruiker voordeel te bieden. Ook is er dan de vraag of de wensen van de wegbeheerder af te stemmen zijn met de wensen van gebruikers (en daarmee van de service providers) – het verschil tussen het systeem- en het gebruikersoptimum.

De (stand-alone) in-car veiligheidssystemen zullen een kleine positieve invloed op de doorstroming (en het milieu) hebben, doordat ze het aantal ongevallen en/of slachtoffers omlaag kunnen brengen. Bedenk echter dat de systemen slechts een deel van de ongevallen kunnen voorkomen, soms ook vooral effectief zijn in situaties waarin files niet of nauwelijks voorkomen (NightVision is een duidelijk voorbeeld hiervan – dat werkt vooral op onverlichte wegen met weinig verkeer) en dat ongevalfiles in Nederland een vrij laag aandeel hebben; de potentie van de systemen om congestie op te lossen is dus gering.

Systemen die de snelheid en de variatie van de snelheid beïnvloeden kunnen ook een direct effect hebben op de verkeersstroom. Systemen als SpeedAlert en ACC kunnen homogeniserend werken. [Arem, van, et al., 2008] rapporteert voor ACC effecten als een toename van de capaciteit van enkele procenten (mits de volgtijd niet hoger dan 1,2s ingesteld wordt) en een reductie van 30% van het rijdverlies in een typische file. SpeedAlert en ACC kunnen ook het brandstofgebruik (vrij substantieel) verminderen en de verkeersveiligheid verbeteren. Het is lastig de effecten in de praktijk te verifiëren omdat de penetratiegraad van de systemen nog altijd laag is.

In het kader van de Verkenning Benutten, actielijn 1, is een inschatting gemaakt van wat de meest veelbelovende systemen zijn [Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2008]. er wordt een overzicht gegeven van effecten die in de literatuur genoemd worden (op bereikbaarheid, betrouwbaarheid, veiligheid en duurzaamheid). Van de in-car systemen wordt als de focus ligt op bereikbaarheid Full range ACC genoemd. Bij veiligheid wordt ook ISA genoemd. Een van de gebruikte bronnen betrof

het eIMPACT project. Dit project evalueerde een aantal stand-alone en coöperatieve systemen [Malone et al., 2008][Wilmink et al., 2008]. Daaruit kwamen bijvoorbeeld ESC, Lane keeping support en SpeedAlert naar voren als meest effectieve systemen in 2020. Coöperatieve systemen zullen naar verwachting pas later impact hebben op het aantal verkeersslachtoffers (en daarmee op de verkeersafwikkeling). Zie figuur 1.



Figuur 1: Verandering in het aantal doden in de EU-25 in 2020 (hoge scenario eIMPACT project) – een min geeft aan dat dodelijke slachtoffers voorkomen worden). (Bron: [Wilmink et al., 2008] Beschouwde systemen: Electronic Stability Control (ESC), Full Speed Range ACC (FSR), Emergency Braking (EBR), Pre-Crash Protection of Vulnerable Road Users (PCV), Lane Change Assistant (Warning) (LCA), Lane Keeping Support (LKS), NightVisionWarn (NIW), Driver Drowsiness Monitoring and Warning (DDM), eCall (one-way communication) (ECA), Intersection Safety (INS), Wireless Local Danger Warning (WLD), SpeedAlert (SPE).

5. Waar gaan we naar toe?

De huidige (stand-alone) in-car systemen hebben zeker hun nut en zullen door de automobiefabrikanten nog verder ontwikkeld en gemarket worden. Voor brede implementatie is wellicht nog stimulering door de overheid (eventueel door regulering, zoals bij ESC) nodig en bewustwording bij bestuurders (en de autoverkopers).

Voor verkeersmanagement geldt echter dat pas als er coöperatie toegevoegd wordt ze interessant worden als informatie- en regelinstrument. Naar verwachting zal dit door de toegenomen communicatiemogelijkheden ook op niet al te lange termijn gebeuren. Zie ook het achtergronddocument over coöperatieve systemen [Wilmink & Schuurman, 2011].

Literatuur

Alkim, T., G. Bootsma & P. Looman (2007), "De Rij-Assistent; systemen die het autorijden ondersteunen", Studio Wegen naar de Toekomst (WnT), Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Delft, 2007.

Arem, B. van, B. Jansen en M. van Noort (2008), "Slimmer en beter – de voordelen van intelligent verkeer", Delft, TNO, TNO-rapport 2008-D-R0996/A, 8 oktober 2008, beschikbaar @ http://www.tno.nl/downloads/slimmer_beter_2008_d_r0996_a.pdf.

AVV (2001), "Eindrapportage praktijkproef Intelligente Snelheidsaanpassing", Rotterdam, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 2001.

Connekt (2009), "Anti-ongevalsystemen voor vrachtauto's - Grootschalige praktijkproef met het oog op vermindering ongevallen, meer veiligheid en een positief effect op doorstroming", Delft, Connekt, september 2009.

Davis, L.C. (2007), "Effect of adaptive cruise control systems on mixed traffic flow near an on-ramp", In: Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Volume 379, Issue 1, 1 June 2007, Pages 274-290

FESTA Consortium (2008), "FESTA Handbook", Deliverable D6.4 of the FESTA project, Grant agreement no. 214853, 19 augustus 2008, beschikbaar @ <http://www.its.leeds.ac.uk/Festa/>

Horst, R. van der & G. Klunder (2009), "TRANSUMO Intelligent Vehicles – Duurzaam autoverkeer met slimme auto's, toekomstmuziek?", Transumo rapport, december 2009, beschikbaar @ <http://www.transumofootprint.nl/Webpaginas/Bibliotheek.aspx>

Klunder, G.A., K. Malone, J. Mak, I.R. Wilmink, A. Schirokoff, N. Sihvola, C. Holmén, A. Berger, R. de Lange, W. Roeterdink, & E. Kosmatopoulos (2009), "Impact of Information and Communication Technologies on Energy Efficiency in Road Transport", Final Report, Delft, TNO, augustus 2009, TNO report TNO-034-2009-02223A.

Malone, K., Wilmink, I., Noecker, G., Roßbrucker, K., Galbas, R. and Alkim, T. (2008), "Final Report and Integration of Results and Perspectives for market introduction of IVSS", Deliverable D9 & D10 of the eIMPACT project, contract no. 027421, augustus 2008.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2008), "Verkenning Benutten, actielijn 1 – Slimme voertuigen en coöperatieve systemen", Bijlagenrapport, 31 maart 2008.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2010), "Plan van Aanpak Truck van de Toekomst", Den Haag, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Kamerstuk VenW/DGMO-2010/6017, 25 juni 2010.

SUPREME (2007), "SUPREME Final report, Part F4 – Thematic report: Vehicles", SUPREME consortium, 17 juni 2007, contract no. SER-TREN/E3-2005-SUPREME-S07.53754.

TrafficQuest (2011), "De toekomst van verkeersmanagement - Stand van Zaken, ontwikkeling en perspectief", Delft, TrafficQuest, maart 2011, beschikbaar @ <http://www.trafficquest.nl/images/stories/documents/toekomst%20van%20verkeersmanagement%20-%20rapport.pdf>

Vollmer, D., H. Baum, M. Fausten, T. Geißler, K. Malone & W. Schulz (2006), Stand alone and cooperative Intelligent Vehicle Safety Systems - Inventory and recommendations for in-depth socio-economic impact assessment, Deliverable D2 van het eIMPACT project, EU 6e Kaderprogramma, contract no. 027421, 24 april 2006, beschikbaar @ www.eimpact.info.

Wilmink, I. & H. Schuurman (2011), "Coöperatieve Systemen", State-of-the-Art achtergronddocument, Delft, TrafficQuest, 1 november 2011.

Wilmink, I., W. Janssen, E. Jonkers, K. Malone, M. van Noort, G. Klunder, P. Rämä, N. Sihvola, R. Kulmala, A. Schirokoff, G. Lind, T. Benz, H. Peters & S. Schönebeck (2008), "Impact assessment of Intelligent Vehicle Safety systems", Deliverable D4 van het eIMPACT project, EU 6^e Kader Programma, contract no. 027421, augustus 2008.