

In-car elektronica zwaar verkeer

R-96-46

Ir. T. Heijer & drs. P.I.J. Wouters

Leidschendam, 1996

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

Documentbeschrijving

Rapportnummer: R-96-46
Titel: In-car elektronica zwaar verkeer
Auteur(s): Ir. T. Heijer & drs. P.I.J. Wouters
Onderzoeksmanager: Drs. S. Oppe
Projectnummer SWOV: 54.353
Projectcode opdrachtgever: HVVL 96.620.50
Opdrachtgever: De inhoud van dit rapport berust op gegevens die zijn verkregen in het kader van een project, dat is uitgevoerd in opdracht van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat.

Trefwoord(en): Lorry, telecommunication, data processing, electronics, safety, freight transport, cost benefit analysis, Netherlands.

Projectinhoud: Het hier beschreven onderzoek probeert inzicht te verschaffen in de kosten en baten die verbonden zijn aan een scala van bestaande of bijna bestaande elektronische hulpmiddelen in zware voertuigen (vrachtwagens en tourbussen). De kosten/baten-afweging die wordt gemaakt is uitsluitend gerelateerd aan bespaarde of eventueel veroorzaakte verkeersongevallen en de kosten van aanschaf en exploitatie van de betreffende apparatuur. Hierbij zijn twee gezichtspunten gehanteerd en vergeleken: dat van de gebruiker (de vervoerder) en dat van de samenleving.

Aantal pagina's: 46 pp. + 1 p.
Prijs: f 22,50
Uitgave: SWOV, Leidschendam, 1996

Samenvatting

Het hier beschreven onderzoek probeert inzicht te verschaffen in de kosten en baten die verbonden zijn aan een scala van bestaande of bijna bestaande elektronische hulpmiddelen in zware voertuigen (vrachtwagens en tourbussen).

De kosten/baten-afweging die wordt gemaakt is uitsluitend gebaseerd op de mogelijke kosten of baten gerelateerd aan verkeersonveiligheid (bespaarde of eventueel veroorzaakte ongevallen) en de kosten van aanschaf en exploitatie van de betreffende apparatuur. Hierbij zijn twee gezichtspunten gehanteerd en vergeleken: dat van de gebruiker (de vervoerder) en dat van de samenleving.

Het onderzoek leidt tot verschillende soorten conclusies.

Ten eerste: de beschikbare gegevensbronnen zijn *onvolledig*, in aspecten die belangrijk zijn voor een goede kosten/baten-afweging (zoals in de registratie van ongevallen met uitsluitend materiële schade); en ook zijn de bronnen maar *gedeeltelijk compatibel*, waardoor veel schattingen nodig zijn en de resultaten een grote onzekerheidsmarge kennen.

Ten tweede: de 'hardste' conclusie is, dat *vervoerders en samenleving een totaal ongelijk belang* in de toepassing van deze apparaten hebben. Zelfs als het bedoelde positieve effect van de apparaten op de verkeersveiligheid (aantal en ernst van ongevallen) slechts voor een klein deel (10%) optreedt, is het positieve effect voor de samenleving al groot (in geld uitgedrukt: tientallen miljoenen). De besparing aan kosten van die ongevallen voor de vervoerder daarentegen is vrijwel altijd veel geringer dan de kosten van aanschaf en onderhoud. Er zijn daarom additionele, economische, motieven nodig om voor de vervoerder aanschaf aantrekkelijk te maken.

Ten derde: apparaten die nog relatief gunstig voor de vervoerder zijn en verder grote voordelen voor de samenleving kunnen opleveren zijn:

- op de kortere termijn: visuele hulpmiddelen als *vision enhancement* en dode-hoek detectoren en verder de introductie van de *black box* (die allerlei parameters van de trip en eventuele ongevallen registreert)
- op langere termijn: toepassingen die de rijnsnelheid beheersen als *Intelligent Cruise Control*, verder anti-botssystemen en hulpmiddelen voor koershouden.

Summary

In-car electronics for heavy traffic

The study described here tries to offer an insight into the costs and benefits associated with a range of existing or forthcoming electronic aids for heavy vehicles (lorries and coaches). The cost/benefit assessment performed was based exclusively on the possible costs or benefits related to road hazard (accidents saved or potentially caused), and the costs of purchase and exploitation of the necessary equipment. Two points of view were applied and compared in this regard: that of the user (the transporter) and that of the community.

The study led to various conclusions.

Firstly: the available data sources are *incomplete* with respect to those aspects needed to realise a comprehensive cost/benefit assessment (such as the deficient registration of accidents resulting in material damage only); in addition, the sources are only *partly compatible*, so that many estimates are required and the results are subject to a large degree of uncertainty.

Secondly, the 'firmest' conclusion is that *the transporters and the community have a totally unequal interest* in the application of this equipment. Even if the intended positive effect of the equipment on road safety (the number and severity of accidents) affects only a small proportion of the outcome (10%), the beneficial effect for the community is still great (expressed in financial terms: tens of millions of guilders).

In contrast, the cost savings of these accidents for the transporter are virtually always far less than the costs of purchasing and maintaining the equipment. Therefore, additional economic motives are required to make the purchase of this equipment attractive to the transporter.

Thirdly: equipment that is still relatively economical for the transporter and also offers great benefits to the community are:

- in the shorter term: visual aids such as *vision enhancement* and blind corner detectors, and the introduction of the *black box* (all parameters of the trip and any accidents are registered);
- in the longer term: applications that control driving speed, such as *Intelligent Cruise Control*, as well as anti-collision systems and aids for keeping on course.

Inhoud

1.	<i>Inleiding</i>	6
2.	<i>Indelingsschema</i>	7
2.1.	Achtergrond en werkwijze	7
2.2.	Vormen van transport	8
2.3.	Gebruiksfuncties	9
2.4.	Gebruikers	10
3.	<i>Invloed op de verkeersveiligheid</i>	13
3.1.	Algemeen	13
3.1.1.	Positieve effecten	13
3.1.2.	Negatieve effecten	13
3.2.	Risico-beschouwingen	13
3.3.	Ongevalstypen die door telematica kunnen worden beïnvloed	14
3.4.	Effectschatting telematica-hulpmiddelen voor vrachtwagens	16
3.5.	Effectschatting telematica-hulpmiddelen voor bussen	19
3.6.	Schattingen nodig voor kwantitatieve toedeling	20
4.	<i>Kostenfactoren</i>	22
4.1.	Kosten van ongevallen	22
4.2.	Kosten van aanschaf en gebruik van telematica-hulpmiddelen	22
4.2.1.	De kostenfactor	22
4.2.2.	Strategisch niveau	23
4.2.3.	Tactisch niveau	24
4.2.4.	Operationeel niveau	25
4.2.5.	Post-crashfase	26
4.3.	Expositie	26
4.4.	Ongevallen-toedeling	30
4.5.	Kosten ongevallen	30
4.5.1.	Kosten voor betrokkenen	30
4.5.2.	Kosten voor de samenleving	31
4.6.	Penetratiegraad	31
5.	<i>Berekeningen</i>	36
5.1.	Overzicht specifieke kosten en baten	36
5.1.1.	Strategisch niveau	37
5.1.2.	Tactisch niveau	37
5.1.3.	Operationeel niveau (ten aanzien van voertuig / bestuurder)	37
5.1.4.	Post-crashfase	41
6.	<i>Conclusies en aanbevelingen</i>	42
6.1.	Globale conclusie	42
6.2.	Specifieke conclusies	42
6.3.	Penetratiegraad	43
6.4.	Aanbevelingen en discussie	43
	<i>Literatuur</i>	45
	<i>Bijlage Rekenmethode</i>	47

1. Inleiding

De Activiteitenbeschrijving ‘Zwaar verkeer in-car-elektronica (ICE) en verkeersveiligheid’ (projectcode HVVL 96.620.50) van het onderzoeksproject dat in opdracht van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer wordt uitgevoerd, geeft als uiteindelijke doelstelling van het project:

Het inventariseren van elektronische hulpmiddelen die in het vrachtverkeer operationeel zijn of bijna zijn, waaraan een kosten/baten-analyse verbonden wordt vanuit verkeersveiligheidsoverwegingen, en die tevens zoveel mogelijk het gemeenschappelijk perspectief van overheid, ondernemers en afnemers in acht neemt.

In dit rapport is getracht tot een dergelijke kosten/baten-analyse te komen door gegevens uit een groot aantal bronnen te bewerken en te combineren; deze bronnen zijn deels vermeld in de literatuurlijst en bestaan verder uit de ongevalbestanden van de VOR en IMPULS.

Het was op voorhand duidelijk, en in de loop van dit onderzoek is dit nogmaals bevestigd, dat de gegevens uit de onderscheiden bronnen moeilijk te koppelen zijn en dat, om toch tot interpreteerbare combinaties te komen, veel veronderstellingen en schattingen noodzakelijk zijn. Dit betekent uiteindelijk dat de enige numerieke nauwkeurigheid die aan de resultaten kan worden verbonden ‘orde van grootte’ betreft; en die kan dus slechts tot globale oordelen leiden.

De rapportage heeft de volgende structuur. In hoofdstuk 2 wordt begonnen met het ontwikkelen van een indelingsschema voor elektronische hulpmiddelen. Vervolgens wordt rekenschap gegeven van de verschillende vormen van transport, de mogelijke gebruiksfuncties van in-car telematica binnen deze transportvormen en de potentiële gebruikers ervan.

In hoofdstuk 3 wordt de invloed van dit gebruik voor de verkeersveiligheid eerst in kwalitatieve zin behandeld. Daarna worden kwantitatieve schattingen gegeven voor de effecten daarvan op de veiligheid van vervoer en transport met vrachtwagens en bussen.

In hoofdstuk 4 worden kostenfactoren behandeld, zoals die onder meer uiteenlopen van kosten van ongevallen en die van de aanschaf en het gebruik van elektronische hulpmiddelen.

Hoofdstuk 5 brengt de eerder verzamelde informatie bijeen en verwerkt die in een kosten/baten-analyse.

Het zesde en laatste hoofdstuk is gewijd aan conclusies en aanbevelingen.

2. Indelingsschema

2.1. Achtergrond en werkwijze

Het opstellen van een indelingsschema wordt hier uitdrukkelijk als een afzonderlijke werkzaamheid onderscheiden. De ratio hiervoor is erin gelegen dat er een verscheidenheid aan elektronische hulpmiddelen voor toepassing binnen voertuigen op de markt verschijnt. Tegelijkertijd zijn daarbij verschillende groepen 'direct beoogde' gebruikers te onderscheiden die ieder weer hun eigen gebruiksfuncties kennen. Zo ontstaat er een 'woud' van mogelijke combinaties. Dit bemoeilijkt het inzichtelijk maken van belangen die andere gebruikers eventueel bij dit soort toepassingen kunnen hebben. Voor 'die andere gebruikers' denken we hier in het bijzonder aan de overheid - van verantwoordelijke voor het verkeersveiligheidsbeleid tot controlerende instantie - en aan de indirect bij vervoer en transport en de veiligheid daarvan betrokkenen zoals met name de verzekeraars.

Het creëren van een hanteerbare indeling is daarom noodzakelijk.

Om dezelfde redenen als zojuist zijn genoemd, kan deze indeling slechts gebaseerd zijn op globale categorieën elektronische hulpmiddelen, geaggregeerde gebruikersgroepen en gebruiksfuncties, en op gegeneraliseerde vormen van invloed op de verkeersveiligheid.

In de volgende paragrafen wordt het beoogde indelingsschema ontwikkeld langs een lijn waarin eerst onderscheidbare vormen van transport binnen verkeer en vervoer aangegeven worden.

Aan die vormen van transport kunnen vervolgens gebruiksfuncties worden gekoppeld die mogelijkerwijs met toepassing van bestaande 'in-car' elektronische hulpmiddelen te verwezenlijken zijn.

Voor wat de huidige situatie binnen de bedrijfstak van het wegtransport betreft, zijn deze onderwerpen voor een deel in te vullen met gebruikmaking van de bevindingen in een recent verschenen studie naar de toepassing van telematica in het Nederlandse wegvervoer (IVVS I & II, 1996). Voor nog weinig gebruikte, maar wel potentieel toepasbare voorzieningen is verdere literatuurstudie nodig. Voorts zullen aanvullingen gezocht moeten worden voor gebruiksfuncties van de eerder genoemde overige groepen mogelijke belanghebbenden: overheid en verzekeraars.

Van gebruikte, dan wel potentieel bruikbare elektronische hulpmiddelen zijn uiteraard alleen die middelen van belang die de verkeersveiligheid positief dan wel negatief (kunnen) beïnvloeden. Zij zijn daarom op voorhand op dit aspect te selecteren uit inventarisaties van het aanbod aan telematicamiddelen (in het bijzonder Claus & Tanja, 1994; Gundy, 1994; Van der Sluis, 1994).

Wat de invloed van telematicamiddelen op de verkeersveiligheid betreft, worden vier hiërarchische niveaus onderscheiden, namelijk:

- op strategisch niveau van taakuitvoering binnen het verkeers- en vervoersproces;
- op tactisch niveau van taakuitvoering binnen het verkeers- en vervoersproces;

- op operationeel niveau van taakuitvoering binnen het verkeers- en vervoersproces;
- op het niveau van de zogenaamde post-crashfase: de fase van alarmering van ongevallen en veilig stellen en redden van betrokkenen (Michon 1979; OECD, 1984).

Voor die vier niveaus dient vervolgens de effectiviteit van de hulpmiddelen bepaald te worden. Met gegevens over gezichtspunten als effectiviteit van het ingezette middel, directe en indirecte kosten van die inzet, verwachte gebruikerspenetratie, is de kennis vergaard, die nodig is om uiteindelijk de stap naar een kosten/baten-analyse te zetten. Bij deze stap zal tevens aangegeven worden welke (categorie) in-car telematicamiddelen vanuit overwegingen van verkeersveiligheid steun verdienen en welke niet.

2.2. Vormen van transport

In eerste instantie is 'zwaar verkeer' als het aandachtsgebied van deze studie genoemd. Onder 'zwaar verkeer' wordt verstaan: het transport van (groepen) mensen en goederen over de weg dat uitgevoerd wordt met bussen en voertuigen met een eigen gewicht van meer dan 3½ ton.

Het zwaar verkeer is hierbij ook te zien als de eerste, of 'direct beoogde' gebruiker van de door de telematica geboden hulpmiddelen: de gebruikers-sector. De telematica-hulpmiddelen worden verder ook in de bijbehorende categorie voertuigen geïnstalleerd.

Overheid en verzekeraars zullen eerder proberen mee te liften met de mogelijkheden die eventueel reeds in voertuigen aanwezig zijn dan dat men het gebruik van deze en andere middelen zal verplichten. Dit laatste is natuurlijk niet uit te sluiten; zo is ooit het gebruik van de tachograaf verplicht gesteld. Was dat in een meer recente tijd gebeurd dan had men waarschijnlijk niet een mechanisch, maar een elektronisch instrument verkozen.

Met deze achtergrond spreekt het dan ook voor zich eerst te bezien of het 'zwaar verkeer' zinvol onder te verdelen valt.

Alleen al de onderscheidingen die het Centraal Bureau voor de Statistiek hanteert evenals die van de 'Standaard Bedrijfsindeling' (BSI) en van de 'Categorieën Beroepsgoederenvervoer', maken duidelijk dat achter de term 'zwaar verkeer' een diversiteit aan ondernemingen, lading en soort vervoer schuil gaat. Voor ons doel is dat niet alleen onpraktisch, het heeft bovendien weinig zin opdelingen te gebruiken die alleen al ingewikkeld moeten zijn omdat ze meer doelen tegelijkertijd dienen.

Hier is gekozen voor een indeling die rekening houdt met de mogelijke gebruiksfuncties van de telematica-middelen. Voor afzonderlijke vormen van transport zijn gemeenschappelijke gebruiksfuncties te onderkennen.

Bovendien dient dit uitgangspunt van indelen een praktisch belang. Met de functionele indeling zijn gebruikersgroepen immers ook vrij nauwkeurig gedefinieerd. Zij zijn zo relatief makkelijk aan te spreken door onder meer de overheid en de verzekeraars.

De indeling die hier wordt voorgestaan, betreft de vier groepen van transport van mensen en goederen, zoals in het schema hierna is aangegeven.

=====

Vormen van vervoer en transport:

‘Touring’

Hieronder valt het groepsvervoer van mensen met bussen die niet in geregelde diensten plaatsvindt (zoals de geregelde diensten op buslijnen van het openbaar vervoer. Deze laatste vorm van personenvervoer valt buiten het blikveld van deze studie.)

‘Nationaal goederenvervoer’

Hieronder wordt het binnen de landsgrenzen met zware voertuigen uitgevoerde wegtransport van goederen verstaan - beroepsgoederenvervoer zowel als eigen vervoer - dat niet in geregelde diensten plaatsvindt.

‘Internationaal goederenvervoer’

Hieronder wordt zowel het binnen als buiten de landsgrenzen met zware voertuigen uitgevoerd transport van goederen over de weg verstaan, dat niet in geregelde diensten plaatsvindt.

‘Goederendistributie’

Hieronder wordt het wegtransport met zware voertuigen verstaan dat in principe op vaste tijden en langs vaste routes uitgevoerd wordt met een bekende bestemming, zoals dat doorgaans het geval bij het regelmatig bevoorraden van bedrijven, het distribueren van post en andere goederen, enzovoorts. Hier gaat het dus om min of meer ‘geregelde’ diensten.

=====

2.3. Gebruiksfuncties

Zoals in § 2.1 werd aangegeven, worden naar de mogelijke invloed van elektronische hulpmiddelen op de verkeersveiligheid vier hiërarchische niveaus onderscheiden, respectievelijk het strategische, tactische en operationele niveau van taakuitvoering binnen het verkeers- en vervoersproces, plus de post-crashfase.

Met gebruikmaking van de overzichten van die middelen in ISVV II, (ISVV II, 1996; Gundy 1994, Van der Sluis 1994) is voor die niveaus een overzicht van middelen opgesteld naar hun gebruiksfunctie, zoals hierna schematisch weergegeven.

=====

Gebruiksfuncties op:

Strategisch niveau

- * Vracht- en vlootmanagement, met ondersteuning van in-car hulpmiddelen als:
 - . route- en reisplanningssystemen, met al dan niet gebruik maken van:
 - . verkeers- en reisinformatie;
 - . voertuig-plaatsbepalingssystemen;
 - . directe (bijvoorbeeld satelliet-)communicatie tussen vlootbasis en chauffeur;
 - . prestatie verantwoording chauffeur / voertuiggebruik.

Tactisch niveau

- * Routegeleiding, al dan niet ondersteund of aangevuld met:
 - . lokale verkeersinformatie;
 - . route- en reisinformatie;
 - . via radio, telefonie, mobiele communicatiemiddelen, enzovoort.
- * Lokaal verkeersmanagement, voor zover (zoals in Radio Data System and Traffic Message Channel (RDS-TMC)) in direct contact met de voertuigcabine.

Operationeel niveau (t.a.v. voertuig / bestuurder)

- * Ondersteunen van het waarnemen, met in-car hulpmiddelen als:

- . laterale positiehandhaving, c.q. longitudinale geleiding;
- . vision enhancement systems;
- . dode-hoekwaarschuwing;
- . hulp bij achteruitrijden;
- . navigatiehulp.
- * Ondersteunen van het beslissen met in-car hulpmiddelen als:
 - . tutoring and driver support systems (voor beginnende chauffeurs);
 - . toezicht-systemen (AUTOPOLIS);
 - . boordcomputer / trip of journey recorder (tachograaf functie).
- * Ondersteunen van het besturen / handelen met in-car hulpmiddelen als:
 - . (kruis-)snelheidsbeheersing (zoals intelligent cruise control, snelheidsbegrenzer);
 - . ondersteuning koers houden;
 - . anti-botssystemen en obstakeldetectoren;
 - . optimaliseren remwerking (bijvoorbeeld ABS).
- * Statuscontrole van systeem en bestuurder met in-car middelen als:
 - . driver performance feedback;
 - . monitoring van kritische elementen als het remsysteem, de bandenspanning, de wielbelasting en de kantelstabiliteit.
 - . voertuigonderhoud.
- * Communicatie voor algemene, c.q. meervoudige doeleinden via telefoon, fax, radiozenders, enzovoort.

Post-crashfase

- * Noodsignalering- en alarmeringssystemen, al dan niet aangevuld met:
 - . autonome plaatsbepaling (via bijvoorbeeld satellietverbindingen)
- * Ongevalse reconstructie

=====

Voor de volledigheid moet hierbij nog worden opgemerkt dat allerlei vormen van administratieve (internationale) ondersteuning, Electronic Data Interchange (EDI) (voor zover administratief) voor de verkeersveiligheid verder onbelangrijk te achten zijn en hier derhalve buiten beschouwing blijven.

2.4. Gebruikers

De gebruikers of, in ruimere zin, degenen die belang hebben bij in zware voertuigen ingebouwde telematica-hulpmiddelen, zijn in het voorgaande reeds genoemd:

- de overheid;
- de verzekeraars;
- de verkeers- en vervoerssector van het bedrijfsleven.

De *overheid* is hierin vooral te zien als de instantie die mede uit een oogmerk van verkeersveiligheid verkeersregulerende taken uitvoert en verder ook het verkeer controleert op naleving van ook voor de veiligheid relevante wetgeving. Voorts kan opsporing een rol spelen; hier wordt verder echter geen aandacht aan besteed.

Verzekeraars hebben een zeker belang bij de beheersing van de kosten die aan onveiligheid in het verkeer verbonden is. Het onderkennen en zo ook kunnen vermijden van risico-verhogende omstandigheden is onderdeel daarvan.

Ook zijn zij gebaat bij het snel en eenduidig vaststellen van de schuldvraag bij ongevallen, waarmee een effectieve afwikkeling van schuld-vereffenings-procedures mogelijk is. Waar 'schuld' breder gezien wordt dan alleen in juridische zin, kan kennis over het ontstaan van ongevallen meer specifiek benut worden om bedrijven en hun medewerkers - uiteindelijk de cliënt van de verzekeraar - op risicovolle gedragingen of omstandigheden te wijzen.

De *bedrijfstak* heeft uiteraard een maatschappelijke verantwoordelijkheid voor de veiligheid van het vervoer en transport onder zijn beheer. Bovendien kan onveiligheid directe en indirecte schade toebrengen aan het eigen personeel, de vervoerde inzittenden en/of lading, het materieel en de inzetbaarheid ervan, de verstoring van de logistiek, de relatie met de klant, enzovoort. In ieder geval kan een deel van de eerder opgesomde elektronica mede voor doeleinden van verkeersveiligheid worden gebruikt of is de elektronica zelfs met het oog daarop in het voertuig geïnstalleerd.

Vanuit dezelfde gedachtengang die in § 2.2 reeds is aangegeven over het eerder meeliften door overheid en verzekeraars in het gebruik van de reeds in voertuigen aanwezige apparatuur dan het aanbrengen ervan op de een of andere manier verplicht stellen, en tevens het makkelijk kunnen adresseren van doelgroepen, verbinden wij nu de gebruiksfuncties van § 2.3 eerst met de in § 2.2 onderscheiden vormen van vervoer en transport.

Op het *strategische niveau* hebben de vier transportvormen alle baat bij een goed vracht- en vlootmanagement. Vanuit de vlootbasis kan in principe zorg worden gedragen voor de feitelijk uit te voeren ritten naar route- en reistijdenschema's, bezetting van chauffeurs en/of rijders, enzovoort, mede op veiligheid geoptimaliseerd. Voor goederendistributie zullen dergelijke schema's meer periodiek opgesteld worden. Voor de drie andere groepen kan er sprake zijn van een vrijwel dagelijks terugkerende bezigheid bepaald door de momentane logistieke behoefte.

De overheid heeft niet alleen belang bij gebruik van dit middel, het kan het gebruik ondersteunen door adequate geografische informatie, verkeers-, weersinformatie en andere relevante informatie aan te bieden. In de uiteindelijk aangeboden informatie zit zelfs een middel om de uitkomsten van dergelijke schema's enigszins te sturen.

Communicatie vanuit het vlootbeheer met de chauffeur onderweg biedt de nodige flexibiliteit voor eventuele tussentijdse bijstellingen op de korte termijn. Vastleggen van de bestuurdershandelingen en het verdere voertuiggebruik kan op de wat langere termijn, en ieder geval achteraf, er toe leiden dat het verantwoordelijke management de chauffeur zonodig confronteert met ook voor de veiligheid ongewenste gedragingen of situaties.

Op het *tactische niveau* is routegeleiding voor alle typen vervoer in niet geregelde diensten een hulpmiddel om zonder omwegen en zoeken de ritbestemming volgens plan te bereiken. Informatie over de lokale situatie kan een chauffeur ertoe brengen zijn apparatuur een alternatieve route uit te laten zoeken. Om dergelijke bijstellingen te faciliteren kan de overheid zorg dragen voor meer gedetailleerde informatie die ook kort in tijd is en die in het voertuig ontvangen moet kunnen worden. Cellulaire radiob berichten, te beluisteren met daarvoor geschikte boordradio's, zijn daarvan een voorbeeld. Dergelijke communicatiesystemen tussen 'wal' en 'voertuig' zijn eveneens nodig voor lokaal verkeersmanagement waarin informatieoverdracht plaatsvindt in het directe contact met de voertuigcabine. Dit soort systemen verkeren voornamelijk nog in een experimentele fase.

Op het *operationele niveau* hebben wij eerst en vooral te maken met de chauffeur die de rit feitelijk uitvoert binnen de heersende omstandigheden van het verkeer, het weer, het licht, enzovoort.

Een deel van de ondersteuning van deze taak met hulpmiddelen uit de sfeer van de telematica geldt vrijwel algemeen voor ieder van de onderscheiden

vormen van vervoer en transport. Dit betreft in het bijzonder apparatuur die de reeds verplicht gestelde, maar vooralsnog mechanisch uitgevoerde tachograaf-functie overneemt en incorporeert in een veel breder scala van functies. Meestal wordt dit soort apparatuur aangeduid met 'boord-computers', waarmee dan optioneel bijvoorbeeld logistieke functies, bestuurdersmonitoring, ladingsbewaking, geautomatiseerde mobiele communicatie met de vlootbasis, waarschuwingen voor bevriezing wegdek gecombineerd worden.

Het remvermogen van zware voertuigen blijft steevast ver onder dat van bijvoorbeeld personenauto's. Het potentiële nut van anti-botssystemen spreekt dan ook voor zich.

Verder is de apparatuur te noemen voor het voortdurend controleren van de voertuig- en onderhoudstoestand. Eigenlijk is het opmerkelijk dat deze functie die toch al lang bestaat in de vorm van bijvoorbeeld het meten van oliedruk en motortemperatuur, nog zo weinig is uitgebouwd.

Meer specifiek voor de uitgevoerde ritten over langere afstanden en vooral op de wat minder drukke autosnelwegen, zoals die vooral in internationale goederenvervoer en touring voorkomen, valt te denken aan middelen die de snelheidshandhaving, de longitudinale geleiding en het koers houden ondersteunen.

Bij dit laatste soort verkeer en vervoer is de (auto-)telefoon overigens al flink ingeburgerd, en dan vooral voor strategische en operationele doelen. Op bestaand gebruik is uiteraard makkelijker aan te sluiten, waarbij overigens dient te worden aangetekend dat dat gebruik tijdens de rit meestal als onveilig moet worden beschouwd.

Het belang van het af kunnen geven van een alarm bij ongevallen behoeft geen verdere toelichting. Een apart aspect voor het niveau van de *post-crash-fase* is echter het vervoer van gevaarlijke stoffen. Vooral voor dit soort lading is het van belang dat de exacte plaats van het ongeval en de precieze aard van de lading zo snel mogelijk bij de hulpverlenende instanties bekend is.

Boordcomputers die verbonden zijn met satellietcommunicatie kunnen hierin een belangrijke rol spelen.

In het bijzonder verzekeraars kunnen baat hebben bij apparatuur waarmee de gebeurtenissen vlak voor en tijdens een ongeval te reconstrueren zijn. Zoals eerder is opgemerkt kan dergelijke informatie tevens benut worden om het bedrijf dat eigenaar is van het bij een ongeval betrokken voertuig en vooral ook de betreffende chauffeur, te wijzen op risicovolle omstandigheden en gedragingen.

3. Invloed op de verkeersveiligheid

3.1. Algemeen

3.1.1. *Positieve effecten*

Het doel van de ondersteunende systemen zijn in veel gevallen positieve effecten op de verkeersveiligheid. Ze kunnen rechtstreeks op de rijtaak aangrijpen door informatie te verschaffen die anders niet of te laat bij de bestuurder aankomt, of ze kunnen autonoom ingrijpen als gevaarlijke omstandigheden dreigen te ontstaan.

Verder kunnen de ondersteunende systemen ervoor zorgen dat de expositie van de bestuurder aan het verkeer zo kort mogelijk wordt en dat de verplaatsingen over zo veilig mogelijke wegen (rit- en routeplanning) en onder zo veilig mogelijke omstandigheden (gedragsbewaking) plaatsvinden. Ten slotte kan de veiligheid worden bevorderd door het inperken van de gevolgen van een ongeval: het bevorderen van snelle en adequate hulp.

3.1.2. *Negatieve effecten*

Ondersteunende systemen van allerlei aard kunnen, naast de bedoelde functies, ook onbedoelde invloed op de taakuitvoering van de bestuurder hebben. Die onbedoelde invloed kan globaal verschillende vormen hebben:

- Er kan tijdelijke overbelasting ontstaan doordat:
 - het systeem aandacht en/of actie van de bestuurder vraagt terwijl de, bestaande rijtaak juist op dat moment al zwaar is;
 - de bestuurder de systeemactie niet verwachtte.
- Er kan onderbelasting optreden: dit effect treedt op wanneer de ondersteunende systemen de rijtaak meestal verlichten, behalve in enkele gevallen waarin de bestuurder plotseling wordt geconfronteerd met, meestal onverwachte handelingen of beslissingen.
- Er kan op de langere duur gedragsaanpassing ontstaan bij sommige systemen (bijvoorbeeld automatische afstandhouders) waarop de bestuurder gaat rekenen en bij falen van het systeem in de problemen komt.
- Het is mogelijk dat verschillende systemen rechtstreeks of via de bestuurder elkaars werking verstoren.

3.2. **Risico-beschouwingen**

Op basis van de voorgaande overwegingen kan een indruk worden verkregen welk *soort verkeersgedrag* kan worden beïnvloed en *op welke wijze*. Dit kan nog niet direct als een effect op de totale verkeersveiligheid worden geïnterpreteerd: hiervoor zijn risicocijfers nodig die typen verkeersgedrag koppelen aan hun aandeel in het totale aantal ongevallen met de betreffende categorie zwaar verkeer. Deze cijfers zijn niet geheel voorhanden: met name de ongevallen met alleen materiële schade zijn maar gedeeltelijk bekend. Uit de gangbare VOR-gegevens kunnen echter alle ongevallen met slachtoffers vrij uitgebreid worden uitgesplitst naar:

- vrachtauto of bus;
- hoofdtoedracht (bijvoorbeeld geen voorang geven, te korte volgfstand);
- manoeuvres (linksaf, rechtsaf, achteruitrijdend).

We kunnen nu toedracht en manoeuvres clusteren op een wijze die zo goed mogelijk aansluit bij de typen onderscheidbaar verkeersgedrag die door ondersteunende apparatuur worden beïnvloed. Op deze wijze kunnen we een (vrij ruwe) schatting maken van de relatieve invloed op ongevallen met zwaar verkeer.

Voor apparatuur die vooral op strategisch of tactisch niveau ingrijpt is het van belang een schatting te maken van de wijze waarop de expositie (afgelegde afstand op wegen en wegtype) wordt veranderd. Dit kan dan met behulp van relevante kencijfers (ongevallen per voertuigtype, per wegtype en per voertuigkilometer) tot een algemene effect op de veiligheid worden omgerekend; deze kencijfers zijn echter op dit moment nog niet beschikbaar, bovendien ontbreken voldoende gedetailleerde gegevens omtrent kilometrage per wegtype. Verder dient te worden opgemerkt dat met name routegeleiding, waarbij vooral het kiezen van *de kortste route naar de bestemming* advies-criterium is, snel kan leiden tot een verhoogde onveiligheid, omdat de verplaatsing dan vaker over het lagere-orde-wegennet plaatsvindt; een optimalisatiecriterium zou dus rekening moeten houden met het wegtype en zoveel mogelijk gebruik moeten maken van hogere-orde-wegen.

Een schatting van het effect van verbetering (versnelling van de ongevals-melding) van hulpverlening is vrijwel alleen heel globaal te geven, dat wil zeggen niet voor bijvoorbeeld transport van gevaarlijke stoffen (een insignificant aantal op het totale transport) maar mogelijk als extrapolatie van het effect van bijvoorbeeld helikopter-hulpverlening naast gebruikelijke hulpverlening.

3.3. Ongevalstypen die door telematica kunnen worden beïnvloed

In deze paragraaf is *Tabel 3.1* opgenomen die een selectie bevat uit de BISV/VOR-bestanden. Deze selectie bevat de manoeuvre typen of toedrachttypen die mogelijk door telematica beïnvloed kunnen worden. De cijfers geven, in procenten, het relatieve aandeel van het betreffende type weer in het totaal van de, met vrachtwagens of bussen, opgetreden *slachtoffers*. De cijfers representeren het gemiddelde over de jaren 1990-1995. Ze zijn hier overigens vooralsnog in hun 'rekenkundige' nauwkeurigheid weergegeven, omdat afronden in dit stadium een invloed op latere berekeningen heeft die slechts moeilijk te traceren is.

De manoeuvre typen die worden onderscheiden zijn overigens lang niet alle onafhankelijk in aanleiding of oorzaak. Zo zal bijvoorbeeld bij slippen of van de weg raken, met name in bochten, een te hoge snelheid vaak een hoofrol spelen, en kunnen kop/staart-botsingen niet los van 'onvoldoende afstand houden' worden gezien. Het is zelfs waarschijnlijk dat zulke klasseringen in de VOR-registratie door de politie door elkaar worden toegepast.

Een andere bron wordt gevormd door de IMPULS-bestanden. Deze bevatten alleen ongevallen op *rijkswegen*, maar dan wel in grote mate van detail. Hier zijn ze met name gebruikt om inzicht te krijgen in ongevallen bij slecht zicht en glad wegdek. Dit zijn ongevalstypen waarbij het ontbreken van een aantal wegtypen minder betekenis heeft. Daarom nemen we aan dat de

verhoudingen binnen dit ongevallenbestand ook te gebruiken zijn voor ongevallen op andere wegtypen. In tegenstelling tot de gegevens uit het BISV/VOR-bestand gaat het hier om verhoudingen in *het aantal ongevallen*, niet het aantal slachtoffers.

In hoofdstuk 4 is weergegeven dat de verhouding ongevallen/slachtoffers in de beschouwde periode ongeveer 1 : 1,6 was.

Op grond van deze cijfers kunnen we een inzicht krijgen in de mate waarin een bepaalde maatregel maximaal aan de veiligheid kan bijdragen.

Als voorbeeld nu 'te snel rijden'. Zouden we in staat zijn 'te snel rijden' geheel als ongevalsoorzaak te elimineren, dan blijkt uit de *Tabel 3.1* dat daarmee voor vrachtwagens minimaal 5,33% en voor bussen minimaal 1,1% van de totale hoeveelheid ongevallen met slachtoffers per jaar kan worden voorkomen. We mogen echter aannemen dat snelheid in vrijwel alle ongevallen een rol speelt, zowel via voertuigdynamica als menselijk gedrag. Het is dus aannemelijk dat de door de politie gemelde primaire oorzaak 'te snel rijden' slechts een ondergrens van snelheidsinvloed representeert. Het toewijzen van die gedeelten van alle andere ongevalstypen aan 'snelheid' is echter meestal niet kwantitatief te schatten; in dit geval is er alleen een kwantitatieve basis gevonden om de invloed van snelheid op een deel van 'van de weg raken' te schatten. Hierbij is aangenomen dat snelheid met name in bochten en op kruisingen invloed heeft, wat in totaal een maximale additionele bijdrage oplevert van respectievelijk 9,06% en 1,1% (als we het effect van gladheid, bladeren enzovoort als apart aannemen). In § 3.6 wordt hierop nader ingegaan.

We moeten echter al met al constateren dat, ook met deze toegevoegde schatting, het maximale effect van snelheidsbeheersing waarschijnlijk groter zal zijn, maar allen niet goed te schatten is.

De cijfers wijzen uit dat er in de aangegeven periode in totaal 1.932 slachtoffers van ongevallen met vrachtwagens en 1.003 slachtoffers van ongevallen met bussen, dus respectievelijk 322 en 176 slachtoffers per jaar zijn geregistreerd. Deze cijfers hebben betrekking op slachtoffers die *binnen* de voertuigen vielen, dus slachtoffers in vrachtvoertuigen of bussen. Bij de botspartners van de vrachtwagens en bussen vielen echter veel meer slachtoffers; gemiddeld per jaar: voor ongevallen met vrachtauto's 2.134 en ongevallen met bussen 511.

Een ongeval met een vrachtwagen of bus is dus voor inzittenden van die vrachtwagens en bussen veel minder gevaarlijk dan voor de inzittenden van de voertuigen waartegen ze botsen: er vallen per ongeval $2.134/322 = 6,6$ maal zoveel slachtoffers bij de tegenstanders van de vrachtwagens dan in de vrachtwagens, en voor bussen is die verhouding: 511/176 ofwel 2,9:1.

Van die slachtoffers onder betrokkenen viel een groot deel binnen de bebouwde kom; respectievelijk gemiddeld 1.016 en 429 per jaar ofwel 48% en 84%. Hierdoor lijkt er voor de berekening van kosten-batenrelaties, voor bussen een sterke nadruk op maatregelen te ontstaan die vooral effectief zijn binnen de bebouwde kom, terwijl voor vrachtverkeer geen duidelijk accent te geven is. We moeten echter bedenken dat de uit het VOR-bestand afgeleide cijfers betrekking hebben op *alle* bussen en dat zijn voor het grootste deel stadsbussen van het openbaar vervoer. De categorie tourbussen, die maximaal 25% van het totale aantal bussen beslaat, zal een veel groter deel van zijn verplaatsingen op het eerste-orde-wegennet afleggen, waardoor de aanvankelijke nadruk op ongevallen binnen de bebouwde kom waarschijnlijk verdwijnt.

Ongevalstype	Vracht	Bus
<i>Groep I</i>		
Teveel rechts /te weinig rechts houden	12,48 %	9,77 %
Te snel rijden	5,33 %	1,1 %
Onvoldoende afstand houden	18,48 %	12,56%
<i>Groep II</i>		
Van de weg raken/slippen/macht over stuur verliezen	12,83 %	4,49 %
waarvan door weer/ijzel/sneeuw/olie/bladeren	3,77 %	3,39 %
Alle botsingen, waarin botswaarschuwing effectief kan zijn: botsingen op dezelfde weg	9,67 %	5,6 %
botsing met kruisend verkeer	9,11%	14,66 %
Afslaan links/rechts	1,34 %	5,98 %
Rijstrook wisselingen > conflict achteropkomende verkeer	1,87 %	2,4 %
Kop/staart-botsingen	21,21 %	16,45 %
waarvan remmen	14,9 %	9,97 %
Slaap/ziekte/alcohol/drugs bestuurder	3,21 %	0,4 %
Mechanisch gebrek, klapband , verlies onderdeel	2,43 %	1,3 %

Tabel 3.1. *Ongevalstypen en hun relatieve bijdrage aan slachtoffer-ongevallen.*

Deze indeling is niet geheel consistent: de eerste drie type (groep I) zijn een algemene classificatie van de politie en zijn feitelijk gebaseerd op een soort doorsnijding van manoeuvre typen. De overige typen (groep II) hebben betrekking op manoeuvres en kunnen rechtstreeks uit de registratie worden afgeleid. De groepen zijn hier apart aangegeven vanwege de aangrijpingspunten van ATT-middelen. De informatie in beide groepen overlapt echter gedeeltelijk!

Verder moet nogmaals opgemerkt worden dat de cijfers voor bussen betrekking hebben op *alle* bussen en dat tourbussen slechts een deel hiervan 'voor hun rekening nemen'.

3.4. **Effectschatting telematica-hulpmiddelen voor vrachtwagens**

Ook bij deze en de volgende paragraaf geldt de waarschuwing dat de nauwkeurigheid van de gepresenteerde gegevens om rekenkundige redenen gehanteerd wordt. Verder wordt met enige nadruk opgemerkt dat effecten niet zonder meer bij elkaar opgeteld kunnen worden, alleen al niet omdat maatregelen elkaar vaak in effect overlappen.

Strategisch niveau

- * Vracht- en vlootmanagement, met ondersteuning van in-car hulpmiddelen.
- # effect: mogelijke vermindering van de algemene expositie door:
 - verkorting van de algehele reisafstand;
 - vermindering van verplaatsingsafstand op lagere-orde-wegen.

Afhankelijk van soort onderneming kan de reisafstand bij goede planning en routegeleiding maximaal met ongeveer 7% worden verminderd: een effect dat in principe op alle ongevallen van toepassing is. Deze schatting is echter gebaseerd op een onderzoek van TNO naar de winst die haalbaar is voor *personenauto*'s; het is onzeker of deze schatting zonder meer voor vrachtvoertuigen kan worden gebruikt!

Tactisch niveau

- * Routegeleiding, al dan niet ondersteund of aangevuld met:
 - lokale verkeers-,
 - route- en reisinformatie,
 - via radio, telefonie, en dergelijke.
- # effect: niet goed te schatten (er zou een negatief effect van verkeers route-optimalisatie kunnen uitgaan en verder kan er een geringe negatieve bijdrage tot 'van de weg raken' voorkomen; een goed optimalisatie-criterium zou echter ook een positief effect kunnen hebben).
- * Lokaal verkeersmanagement, voorzover (zoals in RDS-TMC) in direct contact met de voertuigcabine.
- # effect: bijdrage aan effect op strategisch niveau; bijdrage aan reductie kop/staart-botsingen: maximaal 21,21%.

Operationeel niveau (ten aanzien van voertuig / bestuurder)

- * Ondersteunen van het waarnemen.
 - laterale positie handhaving, c.q. longitudinale geleiding,
- # effect: positief effect op 'van de weg raken', slippen enzovoort en teveel of te weinig rechts houden. Totaal effect maximaal 21,54%.
 - vision enhancement systems,
- # effect: algemene reductie van met name ongevallen onder slecht zicht door nacht en slecht weer. Maximum effect bij duister: 7% van de *ongevallen*, bij slecht zicht (regen, sneeuw, mist): 15,8% van de *ongevallen*.
 - dode-hoekwaarschuwing,
- # effect: vermindering van ongevallen met rijstrookwisseling en afslaan. Maximaal effect: 3,21%.
 - hulp bij achteruitrijden,
- # effect: geen gegevens
 - navigatiehulp,
- # effect: gering negatief effect (door afleiding/overbelasting) op vrijwel alle ongevalstypen; schatting: 0-1% negatief.
- * Ondersteunen van het beslissen
 - tutoring and driver-support-systems (voor beginnende chauffeurs),
- # effect: geen gegevens.
 - toezicht systemen (AUTOPOLIS),
- # effect: vooral positief op snelheidsgedrag: maximaal effect 5,33% + deel van 'van de weg raken'.

- boordcomputer / trip of journey recorder (tachograaf functie),
- # effect: vooral positief op snelheidsgedrag: maximaal effect 5,33% + deel van 'van de weg raken'.

- * Ondersteunen van het besturen / handelen
- (kruis-)snelheidsbeheersing (bijvoorbeeld intelligent cruise-control, snelheidsbegrenzer),
- # effect: vooral positief op snelheidsgedrag: maximaal effect 5,33% + deel van 'van de weg raken'.
- ondersteuning koers houden,
- # effect: als laterale positieondersteuning: maximaal 21,54%.
- anti-botsystemen en obstakeldetectoren,
- # effect: positief effect op afstand houden, ongevallen met kruisend verkeer en frontale botsingen: maximaal 37,26% + effect op kop/staart-botsingen.
- optimaliseren remwerking (bijvoorbeeld ABS),
- # effect: meeste positieve effect op slippen: maximaal 3,77%. Enig positief effect op frontale botsingen en ongevallen met kruisend verkeer: maximaal effect: een fractie van 18,78%. Enig negatief effect op kop/staart-botsingen: een fractie van 14,9%.

- * Status-controle van systeem en bestuurder
- driver performance feedback,
- # effect: positief effect op ongevallen ten gevolge van slaap of ziekte: maximaal 3,21%.
- monitoring van kritische elementen als het remsysteem, de bandenspanning, de wielbelasting en de kantelstabiliteit,
- # effect: zie voertuigonderhoud: positief effect maximaal 2,43%.

- * Communicatie voor algemene, c.q. meervoudige doeleinden via telefoon, fax, radiozenders, enzovoort.
- # effect: negatief effect op alle ongevalstypen: schatting: orde van grootte van ongevallen door onverwachte externe omstandigheden: slippen enzovoort bij slecht weer: ongeveer 3,5%.

Post-crashfase

- * Noodsignalerings- en alarmeringssystemen, al dan niet aangevuld met: autonome plaatsbepaling (via bijvoorbeeld satellietverbindingen): geen reductie van ongevallen; reductie van letselernst en doden (mits hulp binnen circa twintig minuten).

- * Black box: ongevalsreconstructie
Langere termijn verbetering van rijgedrag, met name op snelheidsgedrag: maximaal effect daarvan: 5,33% + deel van 'van de weg raken'. Het totaal effect is ook te schatten aan de hand van de resultaten van het project SAMOVAR. Het effect van de black box bleek sterk te variëren met de bedrijven en lag in het gebied van 13% tot 60% reductie van *ongevallen*. Het betreft hier echter voornamelijk buitenlandse bedrijven. Het lijkt veilig om hieruit een minimum-effect te postuleren van 10% reductie van ongevallen.

3.5. Effectschatting telematica-hulpmiddelen voor bussen

Strategisch niveau

- * Vracht- en vlootmanagement, met ondersteuning van in-car hulpmiddelen
 - # effect: mogelijke vermindering van de algemene expositie door:
 - verkorting van de algehele reisafstand;
 - vermindering van verplaatsingsafstand op lagere-orde-wegen.
- Feitelijk bij tourbussen niet van toepassing: toeristische routes zijn vaak juist riskanter.

Tactisch niveau

- * Routegeleiding, al dan niet ondersteund of aangevuld met:
 - lokale verkeers-;
 - route- en reisinformatie;
 - via radio, telefonie, en dergelijke.
- # effect: als op strategisch niveau.

- * Lokaal verkeersmanagement, voorzover (zoals in RDS-TMC) in direct contact met de voertuigcabine.
- # effect: bijdrage aan reductie kop/staart-botsingen: maximaal 16,45%.

Operationeel niveau (ten aanzien van voertuig / bestuurder)

- * Ondersteunen van het waarnemen.
 - laterale positie handhaving, c.q. longitudinale geleiding.
- # effect: positief effect op 'van de weg raken', slippen enzovoort en teveel of te weinig rechts houden. Totaal effect maximaal: 14,26%.
 - vision enhancement systems.
- # effect: algemene reductie van met name ongevallen onder slecht zicht veroorzaakt door nacht en slecht weer: duisternis: circa 20% van de ongevallen; regen, sneeuw, mist: circa 15% van de ongevallen.
 - dode-hoekwaarschuwing.
- # effect: vermindering van ongevallen met rijstrookwisseling en afslaan, maximaal effect: 8,38%.
 - hulp bij achteruitrijden.
- # effect: geen gegevens.
 - navigatiehulp.
- # effect: gering negatief effect (door afleiding/overbelasting) op vrijwel alle ongevalstypen; schatting: 0-1% negatief.

- * Ondersteunen van het beslissen
 - tutoring and driver support systems (voor beginnende chauffeurs).
- # effect: geen gegevens.
 - toezicht systemen (AUTOPOLIS)
- # effect: vooral positief op snelheidsgedrag: maximaal effect 1,1% + deel van 'van de weg raken'.
 - boordcomputer / trip of journey recorder (tachograaf functie).
- # effect: vooral positief op snelheidsgedrag: maximaal effect 1,1% + deel van 'van de weg raken'.

- * Ondersteunen van het besturen / handelen
 - (kruis-)snelheidsbeheersing (bijvoorbeeld intelligent cruise-control, snelheidsbegrenzer).
- # effect: vooral positief op snelheidsgedrag: maximaal effect 1,1% + deel van 'van de weg raken'.

- ondersteuning koers houden.
- # effect: als laterale positieondersteuning: maximaal 21,54%
- anti-botsystemen en obstakeldetectoren.
- # effect: positief effect op afstand houden, ongevallen met kruisend verkeer en frontale botsingen: maximaal 35,09% + deel van kop/staart-botsingen
- optimaliseren remwerking (bijvoorbeeld ABS).
- # effect: meeste positieve effect op slippen: maximaal 3,39%. Enig positief effect op frontale botsingen en ongevallen met kruisend verkeer; maximaal effect: een fractie van 22,53%. Enig negatief effect op kop/staart-botsingen: een fractie van 9,97%.

- * Status-controle van systeem en bestuurder
- driver performance feedback.
- # effect: positief effect op ongevallen ten gevolge van slaap of ziekte: maximaal 0,4%
- monitoring van kritische elementen als het remsysteem, de bandenspanning, de wielbelasting, de kantelstabiliteit, enzovoort.
- # effect: zie onderhoud.
- voertuigonderhoud.
- # effect: positief effect maximaal 1,3%.

- * Communicatie voor algemene, c.q. meervoudige doeleinden via telefoon, fax, radiozenders, enzovoort.
- # effect: negatief effect op alle ongevalstypen: schatting: orde van grootte van ongevallen door onverwachte externe omstandigheden: bijvoorbeeld slippen bij slecht weer: circa 3,5%.

Post-crashfase

- * Noodsignalering- en alarmeringssystemen, al dan niet aangevuld met: autonome plaatsbepaling (via bijvoorbeeld satellietverbindingen): geen reductie van ongevallen: reductie van letselerst en doden (mits hulp binnen ongeveer twintig minuten).

- * Black box: ongevalsreconstructie
Langere termijn verbetering van rijgedrag, met name op snelheidsgedrag: maximaal effect daarvan: 1,1% + deel van 'van de weg raken'. Het totale effect is ook weer te schatten aan de hand van de resultaten van het project SAMOVAR. Dit ging echter om vrachtoertuigen en niet om bussen. In het algemeen blijken bussen minder snelheid-gerelateerde slachtoffers op te leveren, waardoor het effect van de black box mogelijk ook kleiner kan zijn. In verhouding daarmee wordt het minimum-effect niet op 10% reductie van ongevallen gesteld maar op 3,5%.

3.6. Schattingen nodig voor kwantitatieve toedeling

Per combinatie ATT-toepassing/ongevalstype kan een schatting worden gedaan van de werkzaamheid; in eerste instantie gaan we uit van een alles-of-niets toedeling: de toepassing kan het type ongeval voorkomen of veroorzaken of niets doen. Het maximaal effect kan dan worden berekend uit het aandeel in het totaal van het betreffende ongevalstype.

Betere gegevens kunnen dit maximale effect per ongevalstype (nu altijd 100%) verlagen.

Er zijn echter overlappen in typen ongeval die door bepaalde maatregelen worden beïnvloed (met name maatregelen die snelheidsgedrag en 'afstand

houden' beïnvloeden). Zelfs voor de alles-of-niets toedeling moeten we feitelijk dus eerst nog schattingen maken van de grootte van die overlappingsen om hanteerbare cijfers te verkrijgen.

Voor wat de invloed van te hoge snelheid op 'van de weg raken' betreft, lijkt het bruikbaar om te veronderstellen dat dit vooral 'van de weg raken' in bochten en op kruisingen betreft. 'Van de weg raken' op rechte wegen wordt dan vooral toegewezen aan : koers houden. Uit de IMPULS-bestanden vinden we dan dat 186 van de 910 ongevallen met vrachtwagens in die categorieën vallen ofwel circa 20%. Omdat in de overige categorieën als 'van de weg raken in water, greppel of sloot' zich mogelijk een even groot percentage (20%) situaties met bochten kunnen bevinden wordt de schatting verhoogd met 20% van die categorie: samen $186 + 20 \times 617 = 309$ ofwel 34%. Dus besluiten we dat 34% van de categorie 'van de weg af' kan worden voorkomen met snelheidsbeperkende maatregelen.

Voor de categorie kop/staart-botsingen is er een sterk effect van maatregelen die afstand houden bevorderen. In deze schatting wordt ervan uitgegaan dat alleen botsing op stilstaande files niet door afstand houden zijn te voorkomen. We vinden dan, wederom uit het IMPULS-bestand, dat ongeveer 26% file-botsingen is en nemen daarom aan dat 74% kop/staart-botsingen door afstand houden zijn te voorkomen.

Ten slotte is er het aanzienlijke probleem van toedeling van ongevalstypen aan de categorie UMS-ongevallen. Hierover is alweer alleen uit de IMPULS-bestanden iets af te leiden. Hiervoor geldt overigens dat alleen de typologie uit groep II voorhanden is: de algemene classificatie ontbreekt.

Als we voor tourbussen een soortgelijke werkwijze volgen, vinden we uit de gegevens over de periode 1990-1994 :

Ongevalstypen	Vrachtauto's	Tourbussen
Van de weg raken/slippen/macht over stuur verliezen	1,6%	1%
Alle botsingen, waarin botswaarschuwing effectief kan zijn: botsingen op dezelfde weg	9%	15,3%
botsing met kruisend verkeer	2,9%	8,7%
Afslaan links/rechts	4,9%	9,6%
Rijstrook wisselingen > conflict achteropkomende verkeer	26,9%	18,3%
Kop/staart-botsingen	22%	31,7%
Slaap/ziekte/alcohol/drugs bestuurder	0%	
Verlies onderdeel	12,87%	5,8%

Tabel 3.2. *Ongevalstypen onderscheiden naar vrachtauto's en tourbussen.*

4. Kostenfactoren

4.1. Kosten van ongevallen

Voor het schatten van de kosten van ongevallen is gebruikgemaakt van gegevens van de EVO (Ondernemersorganisatie voor Logistiek en Transport, EVO) omtrent loonkosten en kosten van ongevallen en van eerdere, meer globale gegevens van de SWOV (Flury, 1995; Elvik, 1996).

De kosten per slachtoffer zoals die in dat laatste rapport zijn vermeld, worden toegedeeld zonder verdere differentiatie naar de slachtoffers van zwaar verkeer; slachtoffers *in* en *buiten* de voertuigen worden dus samengenomen. Aangezien er over de periode 1990-1995 gemiddeld 50.451 slachtoffers (totaal 302.708 in zes jaar) over alle modaliteiten verdeeld in het verkeer vielen, kan worden geconstateerd dat: de slachtoffers van ongevallen met vrachtwagens circa 8% van het totaal uitmaken en de slachtoffers van ongevallen met bussen ongeveer 3%. De kosten en de mogelijke besparingen zullen op deze basis worden toegedeeld en berekend.

4.2. Kosten van aanschaf en gebruik van telematica-hulpmiddelen

4.2.1. *De kostenfactor*

Bij de gegevens die voor deze paragraaf verzameld zijn, dienen vooraf enkele kanttekeningen te worden geplaatst.

De hier opgenomen bedragen zijn 'sec' de kosten voor aanschaf en gebruik van telematica in-car hulpmiddelen. Deze kosten worden zo goed als mogelijk gegeven in termen van de kosten voor een enkele functie per voertuig per jaar. Dit om onderlinge vergelijking zo veel mogelijk te vergemakkelijken.

De term 'sec' vergt al enige toelichting, maar ook de aspecten 'een functie', 'per voertuig' en 'per jaar' zijn niet altijd zo duidelijk of eenduidig als ze lijken. Daarover zo dadelijk meer.

Aan meer financieel-economische en belastingtechnische onderwerpen wordt hier overigens verder voorbijgegaan, hoewel ze uiteraard deels de bedrijfskosten bepalen.

Veel van de te bespreken middelen zijn met een ander oogmerk dan verkeersveiligheid aangeschaft. Hun kosten drukken dan ook in eerste instantie op dat andere gebruiksdoel. Waar hier gesproken wordt over de kosten van aanschaf en gebruik, betekent derhalve dat deze kosten zeker niet altijd direct en alleen op het conto van 'verbeteren van de verkeersveiligheid' kunnen worden geschreven.

Omgekeerd kunnen middelen met het oog op veiligheid worden aangeschaft, terwijl de kosten via eventuele overige gebruiksmogelijkheden voor een deel kunnen worden 'terugverdiend'.

Voor alle duidelijkheid dus, de feitelijke kosten voor apparatuur mogen niet verward worden met de eventuele kosten verbonden aan het verbeteren van de verkeersveiligheid.

Nog afgezien van de omstandigheid dat apparatuur in mindere of juist ruimere mate kan voorzien in eenzelfde functie, geldt dat apparatuur vaak verschillende gebruiksfuncties tegelijkertijd combineert. De kosten moeten daarom niet alleen geacht worden een ruime marge in prijs te hebben, maar moeten vaak ook als min of meer theoretische waarden opgevat worden. Ze worden hier immers aan een enkele functie toebedeeld, alsof een scheiding van functies altijd mogelijk zou zijn. Bovendien kan het nog voorkomen dat het gebruik van het ene type apparatuur andere apparatuur dupliceert of anderszins overbodig maakt. Optellen van bedragen is dus zeker in zo'n situatie eveneens niet mogelijk.

Aanschaffen is in principe een zaak van een moment. De duur van het gebruik is wat anders. Behalve dat die door slijtage bepaald kan worden, bestaat de kans dat technologische ontwikkelingen bestaande toepassingen 'verouderd' maken. Dit vergt dan vervroegde vervanging. Juist op het terrein van de telematica waar ontwikkelingen in een hoog tempo plaatsvinden, kan om die reden vernieuwing van apparatuur vaak eerder dan verwacht nodig zijn. Dit maakt het schatten van de 'levensduur' van een toepassing, en dus ook van de kosten per jaar, des te moeilijker.

Ten slotte moet vooraf nog opgemerkt worden dat een deel van de telematica-toepassingen niet voor een afzonderlijk voertuig, maar voor een of meer vloten voertuigen bestemd zijn. Voor het gebruik is daarom vaak andersoortige apparatuur vereist die met een - niet vastliggend - aantal andere voertuigen 'gedeeld' moet worden. Zoals gezegd, worden in dit rapport om redenen van onderlinge vergelijkbaarheid steeds kosten genoemd alsof het zou gaan om de kosten van de enkele toepassingsfunctie per voertuig. Ook in dit opzicht zijn de hier genoemde bedragen theoretisch van aard.

Voor nadere detaillering van de gegevens wordt de zogeheten Telematicagids Goederenvervoer (Claus & Tanja, 1994) aanbevolen, die hier naast informatie uit tijdschriften (als Traffic Technology International) en enkele directe contacten met het bedrijfsleven (met behulp van Catalogus Amsterdam Bedrijfsauto RAI) voornamelijk als bron is gebruikt.

Voor de verdere bespreking wordt weer gebruikgemaakt van de indeling naar strategisch, tactisch en operationeel niveau en de post-crashsituatie.

4.2.2. *Strategisch niveau*

- *Vracht- en vlootmanagement, met ondersteuning van in-car hulpmiddelen.* Ritten- en routeplanning is een activiteit die op de thuisbasis wordt verricht. De uitkomst ervan wordt in principe in de vorm van een eenmalige opdracht aan de chauffeur verstrekt. Het systeem als zodanig valt daarom eigenlijk buiten het blikveld van dit rapport.

Er zijn echter typen systemen op de markt of in ontwikkeling die te koppelen zijn met systemen voor onder andere 'tracking and tracing', navigatie en mobiele communicatie. Deze laatste systemen vergen de toepassing van in-car telematica. Zij komen later afzonderlijk nog aan de orde. Omdat het beschikken over een systeem voor ritten- en routeplanning echter doorgaans een noodzakelijke voorwaarde is om dergelijke in-car systemen ook in het opzicht van expositie-beïnvloeding ten volle tot hun recht te laten komen, worden de kosten van systemen voor ritten- en routeplanning hier toch opgenomen.

De kosten van de meeste thuis-basissysteem liggen tussen de fl. 25.000,- en fl.75.000,-. Enkele uitschieters blijken evenwel zo'n fl. 250.000,- te kosten. Daarvan kunnen echter meestal weer meer gebruikers tegelijkertijd gebruikmaken. Bij de aanschafkosten komen jaarlijks onderhoudskosten (of de gebruikerskosten van de abonnement-houder) die uiteen kunnen lopen van vijfduizend tot vele tienduizenden guldens per onderneming. Met de goedkopere systemen kunnen de routes en ritten van maximaal vijftig voertuigen gepland worden. Voor duurdere systemen is het aantal praktisch onbeperkt. Van die systemen maken dan vaak verschillende gebruikers tegelijkertijd gebruik.

Hiermee lijken - met alle moeilijkheden die aan een dergelijke schatting verbonden zijn - de bedrijfskosten toch al gauw in de orde van fl.1.000,- per voertuig per jaar te komen liggen.

4.2.3. *Tactisch niveau*

- Routegeleiding betreft het verschaffen van informatie aan chauffeurs over de te volgen route en eventueel over alternatieve routes

Die informatie wordt soms op de wat langere termijn of momentaan geactualiseerd met gegevens over weg- en verkeersomstandigheden, al dan niet met gebruikmaking van kennis over de eigen voertuiglocatie. Tevens kunnen er nog combinaties voorkomen van systemen die zich richten op weg-, rail-, water-, lucht- en intermodaal transport.

Ons voornamelijk beperkend tot het *weg*transport, zijn systemen voor routegeleiding min of meer in te delen in drie klassen:

- statische / autonome systemen (bijvoorbeeld: Carin en Travelpilot);
- dynamische systemen, waarin onder meer informatie over congesties in de routeberekeningen verwerkt wordt (bijvoorbeeld Carin en Carminat aangevuld met actuele verkeersinformatie via het Radio Data System en Traffic Message Channel (RDS-TMC));
- dynamisch interactieve systemen, die in feite tevens fungeren als sensoren binnen een verkeersmanagementsysteem, dat uiteindelijk reis-, verkeers-, en parkeerinformatie, alarmering en routegeleiding weer overdraagt aan het in-car systeem (bijvoorbeeld Euroscout en het op GSM (Europees autotelefoonnet) gebaseerde Socrates).

De statische / autonome systemen vergen een initiële investering van circa fl. 8.000,- die moet worden afgeschreven over een gebruiksperiode. In dit rapport is, omwille van de vergelijkbaarheid, verondersteld dat *alle systemen over een periode van tien jaar worden afgeschreven*. De beide laatste klassen vereisen een infrastructuur die veelal in de vorm van abonnements- en communicatiekosten vereffend dient te worden. De investering per voertuig is meestal geringer, omdat het in-car systeem in feite eenvoudiger wordt. Voor de systemen uit de beide laatste klassen geldt echter dat ze veelal nog in een stadium van ontwikkeling verkeren of dat het aantal afnemers vooralsnog beperkt is. Bedragen zijn daarom niet goed te geven. Vanwege de extra faciliteiten die zij bieden, zullen de kosten op jaarbasis per voertuig - ongeacht wie die kosten uiteindelijk moet opbrengen - wel hoger uitkomen dan die voor de statische systemen; neem voorlopig als schatting fl. 1.500,-.

- Plaatsbepalingssystemen

Enige aparte aandacht voor plaatsbepalingssystemen is wenselijk, niet alleen als op zichzelf staande telematica-toepassing, maar vooral ook omdat zij veelal reeds onderdeel vormen of zinvol kunnen gaan vormen van onder meer routegeleidingssystemen, boordcomputers, mobiele systemen voor de communicatie tussen voertuig en vlootbasis, en alarmeringssystemen. Nauwkeurige lokalisatie 'sec' is mogelijk op basis van het Global Positioning System (GPS) met apparatuur vanaf rond de fl. 500,-. Lokalisatie gecombineerd met communicatie vindt overigens ook vaak plaats via satellietverbindingen (bijvoorbeeld Euteltracs, Inmarsat, Alcatel Mobicom), omdat dan deels dezelfde hulpapparatuur gebruikt kan worden. Behalve dat de thuisbasis over geschikte hardware moet beschikken, dient het voertuig voorzien te zijn van een geschikte antenne en terminal.

- Lokaal verkeersmanagement

Dit onderwerp is in feite hiervoor al aan de orde geweest. De kosten verbonden aan de benodigde infrastructuur vallen verder buiten de scope van dit rapport.

4.2.4. *Operationeel niveau*

- Van de systemen ter ondersteuning van respectievelijk het waarnemen, beslissen en besturen / handelen bevinden zich er vele in een stadium van ontwikkeling. Dat is bijvoorbeeld voor de tutoring systemen het geval. Soms is er zo weinig vraag naar dat alleen prototypes voorhanden zijn. Dat geldt bijvoorbeeld voor anti-botssystemen. Andere systemen worden bij bepaalde modellen of klassen voertuigen reeds standaard ingebouwd, zoals bij ABS-systemen. In dit soort gevallen zijn realistische kostprijzen voor aanschaf en gebruik nauwelijks of niet bekend.

Een dergelijke opmerking geldt niet voor de afzonderlijk in te bouwen en al voor een deel van de zware voertuigen wettelijk gestelde snelheidsbegrenzer. Daarmee is inclusief montage, administratieve verwerking en dergelijke een eenmalige investering van fl. 1.800,- gemoeid.

De aanschafkosten en montage van een tot cruise-controller uitgebouwde begrenzer ligt rond de fl. 2.700,-.

De voor de verkeersveiligheid wat minder interessante achteruitrij-beveiliging komt op rond fl. 2.100,-.

Al deze bedragen gelden per voertuig zonder dat rekening is gehouden met de levensduur. Zou die op tien jaar gesteld worden, dan volgen de overeenkomende bedragen uiteraard vanzelf.

- In het kader van vooral de toestandscontrole op voertuig en bestuurder is apparatuur te noemen die met name als boordcomputer, trip-, journey- of data recorder en black box wordt aangeduid. Hiermee kunnen, deels automatisch, deels door ze extra met de hand in te voeren, gegevens geregistreerd worden voor de rij-en ritadministratie en over rij- en rusttijden, afgelegde afstanden, snelheden, remvertragingen, brandstofverbruik, het stilstaan met draaiende motor, de lading- en voertuigconditie, enzovoort. Daarnaast is dit soort apparatuur soms gekoppeld of te koppelen met apparatuur voor automatische of mobiele communicatie als radio, telefonie en telex, voor routing en voor alarmering en diefstalpreventie. Uiteraard is de kostprijs afhankelijk van de geboden mogelijkheden. De typen voor een beperkt pakket standaardvoorzienigen vergen fl. 2.500,- voor het plaatsen van een recorder per

voertuig en fl. 10.000,- voor de hard- en software op de vlootbasis. Die bedragen lopen voor ruimere uitvoeringen al gauw op tot respectievelijk fl. 3.500,- en fl. 30.000,-. De duur waarvoor dit soort hulpmiddelen gebruikt zal worden, is weer moeilijk te schatten. Maar ook hier wordt tien jaar aangenomen, dan volgen de jaarlijkse kosten vanzelf.

4.2.5. *Post-crashfase*

- Vooral nog zijn de meeste operationele ongevallen-alarmeringssystemen 'land-based'. Dat kan overigens nog variëren van bijvoorbeeld praatpaal-systemen tot volledige verkeerssignalerings- en verkeersobservatiesystemen. Wat in-car systemen betreft, zijn in het voorgaande al de nodige keren telematica-toepassingen genoemd die in ieder geval mede voor alarmeringsdoeleinden te gebruiken zijn.

- Hoewel vaak tot de categorie boordcomputer gerekend, is de ongevallen-reconstructie-recorder in feite een hulpmiddel met een geheel eigen gebruiksdoel, zoals die ook in deze naamgeving al wordt aangeduid. In die zin is de naam zwarte doos of black box, bekend uit de luchtvaart, van toepassing. Met deze apparatuur worden de voertuigbewegingen vlak voor en tijdens een botsing met een zodanige nauwkeurigheid gemeten en vastgelegd, dat samen met enige lokale situatiegegevens het ongeval nauwkeurig te reconstrueren is. De kosten voor aanschaf en installatie liggen rond de fl. 2.500,-. Het analyseren van de ongevallengegevens wordt doorgaans overgelaten aan daartoe gespecialiseerde bureau's, die hiervoor gemiddeld fl. 250,- per gelegenheid vragen.

4.3. **Expositie**

We kunnen de expositie per categorie vrachtverkeer trachten te berekenen uit hun aandeel in de totale kilometrage. Deze gegevens zijn echter niet rechtstreeks voorhanden; zowel de indeling naar transportvorm als het jaar-kilometrage per transportvorm, is niet in de CBS-gegevens te vinden. Wat de transportvorm betreft, kunnen we de categorieën benaderen door het volgende aan te nemen:

- het binnenlandse distributievervoer wordt geheel gerepresenteerd door de eigen vervoerders;
- het binnenlands transport wordt gevormd door het beroepsgoederenvervoer en de restcategorieën;
- het internationaal transport wordt gevormd door het grensoverschrijdende deel van alle categorieën samen.

Hoewel de scheiding tussen binnenlandse distributie en algemeen transport niet precies volgens deze grenzen verloopt, nemen we aan dat het aandeel algemeen transport binnen de eigen vervoerders en het aandeel distributie in het beroepsgoederenvervoer relatief klein zullen zijn. Bovendien zijn de aanspreekpunten voor beleidsdoeleinden (branche-organisaties) volgens de CBS-indeling georganiseerd, waardoor deze indeling wel functioneel is.

Ten aanzien van de respectievelijke aandelen van de onderscheidbare categorieën in de jaarkilometrage, is ook geen rechtstreekse registratie beschikbaar.

De jaarlijkse Statistiek van het Binnenlandse Goederenvervoer bijvoorbeeld, levert voornamelijk gegevens betreffende de *nuttig* verreden kilometers: die waarbij vracht werd vervoerd. De opgaven betreffen het jaarlijks totaal getransporteerde gewicht en de jaarlijks verreden ton-kilometers, per beroepsgroep en bovendien alleen in het binnenland.

Als we daaruit het aandeel in de beladen kilometrage van elke groep per jaar berekenen, gemiddeld over de jaren 1990-1994 dan volgt:

- aandeel eigen vervoer: 46%;
- aandeel beroepsgoederenvervoer: 54%.

Hierbij moet worden aangetekend dat de trend in de gegevens een lichte toename voor het aandeel beroepsgoederenvervoer te zien geeft van ongeveer 0,2% per jaar.

Als we nu mogen veronderstellen dat er in dezelfde mate door beide categorieën onbeladen wordt gereden dan geven deze percentages het relatieve aandeel weer van elke categorie in de binnelandse expositie.

Gegevens omtrent in het buitenland verreden kilometers ontbreken hierbij echter. Deze zijn ook niet rechtstreeks uit beschikbare CBS-gegevens af te leiden. De beste benadering werd bereikt met de CBS-publicatie 'Bezit en Gebruik van bedrijfsvoertuigen'. We beschikken echter alleen over de publicatie uit 1993 (publicaties van andere jaren bleken niet meer leverbaar).

In deze publicatie worden overzichten gegeven van:

- het geregistreerde bezit van bedrijfsvoertuigen per bedrijfscategorie;
- het, door de vervoerders zelf opgegeven, gemiddelde aantal kilometers dat per voertuigtype en per jaar wordt afgelegd.

In deze gegevens in wel een onderscheid te maken tussen binnen- en buitenlands verreden kilometers. Ook wordt er onderscheid gemaakt naar eigen vervoerders, beroepsgoederenvervoer en overigen.

We kunnen uit het produkt van voertuigbezit per vervoerscategorie en de gemiddelde jaarkilometers de *geschatte* jaarkilometrage per categorie berekenen. Deze schatting blijkt echter onrealistisch hoog uit te vallen: het totale kilometrage van alle categorieën samen blijkt twee- tot driemaal zo hoog als in andere CBS-publicaties is aangegeven. Dit kan onder meer verklaard worden door aan te nemen dat lang niet met alle *geregistreerde* voertuigen wordt gereden. Bovendien kan de schatting van de *gemiddelde* jaarkilometers door de vervoerders zelf aanzienlijk te hoog zijn.

Als we echter mogen aannemen dat deze effecten voor alle categorieën in gelijke mate gelden, dan kunnen de verhoudingen van de aldus geschatte kilometrages toch nog worden gebruikt om de aandelen in de jaarlijkse expositie aan te geven. We vinden dan de verhoudingen die weergegeven zijn in *Tabel 4.1*, waarbij het aandeel in de totaal verreden jaarlijkse kilometrage aangegeven is.

	Eigen vervoer	Beroepsgoederen vervoer	Internationaal vervoer	Rest-categorie (binnenlands)	Tourbussen
Gemiddeld % van totaal aantal jaarlijkse km's	32,6%	35,1%	27,5%	4,2%	25%

Tabel 4.1. Aandelen van de verschillende transportcategorieën in de totaal verreden jaarlijkse kilometrage.

Uit deze berekening blijkt dus dat in het binnenlands vervoer de verhouding tussen 'eigen vervoer' en 'beroepsgoederenvervoer' ongeveer 48% tegen 52% is, hetgeen, gegeven de benaderingen, niet dramatisch afwijkt van de eerder berekende aandelen. Daarbij is het aandeel van eigen vervoerders en de restgroep in buitenlands vervoer zeer gering: respectievelijk 2,1% en 0,6%; dit komt dus vrijwel geheel voor rekening van het beroepsgoederenvervoer.

Het aandeel van 25% van de tourbussen geeft aan dat zij 25% van alle jaarlijks door bussen afgelegde kilometers verrijden. Of tourbussen ook 25% van het bussenbestand uitmaken is echter niet duidelijk; uit IMPULS-gegevens (alleen op rijkswegen) blijkt dat slechts circa 12% van de bussen tourbussen zijn!

Bij de schatting van het individueel risico doen zich enige problemen voor: de *landelijke* bestanden van *alle typen* ongevallen zijn niet beschikbaar. Wel zijn beschikbaar:

- landelijke aantallen slachtoffers, eventueel uitgesplitst naar manoeuvre (zoals eerder vermeld): geen UMS-gegevens;
- IMPULS-gegevens van alle ongevallen op alle *rijkswegen*.

We nemen vervolgens aan dat het ongevalsbeeld voor rijkswegen, zoals dat uit het IMPULS-bestand volgt, min of meer representatief is voor alle wegen. Weliswaar zijn de ongevallen op rijkswegen gemiddeld van ernstiger aard dan die op andere wegen. Doordat het hier evenwel over een categorie voertuigen gaat die onder vrijwel alle omstandigheden een slechte botspartner vormt en de slachtoffers ook in meerderheid bij de botspartners vallen, is de aanname in dit geval wel redelijk.

Onder de voorgaande aanname kan nu uit deze gegevens een schatting van het totaal aan ongevalstypen worden geconstrueerd. De schattingen verlopen als volgt:

- Uit het IMPULS-bestand worden de bovengenoemde *percentages* bepaald. Hiervoor is het gemiddelde gebruikt over alle ongevallen in de periode 1990-1994. Ze bedroegen voor vrachtwagens en tourbussen:

ongevallen met dodelijke afloop:	1,1% respectievelijk 4%
ongevallen met gewonden:	10,1% respectievelijk 12,8%
rest UMS	

In totaal waren over deze periode:

- | | |
|--------------------|--|
| Voor vrachtwagens: | 4.388 doden + gewonden voortgekomen uit 2.742 ongevallen: verhouding van 1,6 slachtoffers per ongeval. |
| Voor tourbussen: | 72 doden + gewonden voortgekomen uit 21 ongevallen: verhouding van 3,4 slachtoffers per ongeval. |

- Uit het VOR-bestand zijn *alle* slachtoffers vastgesteld van ongevallen met:
 - Vrachtverkeer in dezelfde periode:

doden:	1.027
gewonden:	11.296 waarvan 7.775 licht gewond
 - Tourbussen in dezelfde periode:

doden:	34
gewonden:	165 waarvan 125 licht gewond

Er vielen dus landelijk 12.323 slachtoffers in ongevallen met zwaar verkeer en 199 met tourbussen in de periode 1990-1994. Passen we de gevonden verhouding 1,6 respectievelijk 3,4 toe, dan correspondeert dat met 7.702 ongevallen met vrachtvoertuigen en 59 met tourbussen..

Ervan uitgaande dat ongevallen met doden en gewonden circa 11,2% en 16,8% van het totaal aantal ongevallen uitmaken, bereiken we dus een schatting van landelijke UMS-ongevallen met zwaar verkeer van 68.767 en ongevallen met tourbussen van 1.185.

Als we dit vervolgens terugrekenen naar jaarlijkse cijfers, vinden we de volgende gemiddelde waarden voor vrachtverkeer:

- 205 doden uit ongeveer 128 ongevallen
- 2.259 gewonden waarvan 1.555 licht gewond die samen voortkomen uit 1.540 ongevallen
- 13.753 UMS-ongevallen.

Voor tourbussen worden de gemiddelde waarden terugerekend naar jaarlijkse cijfers:

- 7 doden uit ongeveer 3 ongevallen
- 33 gewonden waarvan 25 licht gewond die samen voortkomen uit 9 ongevallen
- 237 UMS-ongevallen.

Voor vrachtverkeer gelden dus in totaal 15.421 ongevallen bij een gemiddelde verkeersprestatie (volgens VOR) van circa 6.500.000.000 voertuigkilometers/jaar; dit komt neer op gemiddeld *ten minste 1 ongeval per 421.500 voertuigkilometers*.

Voor tourbussen gelden dus in totaal 249 ongevallen bij een gemiddelde verkeersprestatie (volgens VOR) van circa 155.600.000 voertuigkilometers/jaar; dit komt neer op gemiddeld *ten minste 1 ongeval per 625.000 voertuigkilometers*.

Hierbij moet opgemerkt worden dat de extrapolatie van de UMS-ongevallen geschied is op basis van het IMPULS-bestand. Hoewel het waarschijnlijk is dat de registratiegraad van UMS-ongevallen op rijkswegen wat beter zal zijn dan die voor het totale wegennet, moet toch rekening worden gehouden met een *aanzienlijke onderschatting* van het aantal UMS-ongevallen. Bij een onderschatting van 50% (en dat is veel lager dan in de gebruikelijke statistieken!) is het gemiddelde al opgelopen tot ongeveer 1 ongeval per 215.000 respectievelijk 312.500 voertuigkilometers.

Aangezien vrachtvoertuigen per jaar ruwweg tussen 60.000 en 150.000 kilometer afleggen, betekent dit dat de gemiddelde ongevalsbetrokkenheid varieert tussen 1 ongeval per 2 jaar (hoge kilometrage, lage UMS-schatting) en 1 ongeval per 7 jaar (lage kilometrage, hoge UMS-schatting).

Van tourbussen is alleen bekend dat de vervoersprestatie wordt geleverd met een park van ongeveer 3.000 voertuigen, hetgeen betekent dat jaarlijks gemiddeld ongeveer 52.000 kilometer wordt afgelegd. De variantie hieromheen is waarschijnlijk kleiner dan bij vrachtvoertuigen; als we die op 25% veronderstellen, dan varieert de jaarlijkse kilometrage tussen circa 39.000 en 65.000 kilometer. Op dezelfde wijze geschat als voor vrachtvoertuigen, levert dit een ongevalsbetrokkenheid op die varieert van 1 ongeval per 5 jaar tot 1 ongeval per 16 jaar.

4.4. **Ongevallen-toedeling**

Er zijn geen gegevens beschikbaar waarmee de algemene expositie gedifferentieerd kan worden naar transportcategorie.

We nemen daarom aan dat het aandeel van de categorieën zwaar verkeer in het totaal van de ongevallen met zwaar verkeer evenredig is met hun relatief aandeel in de expositie.

4.5. **Kosten ongevallen**

De onderverdeling naar manoeuvre van ongevalstypen zoals die in hoofdstuk 3 is gemeld, waarbij onderscheid is gemaakt tussen vrachtwagens en tourbussen, is gebaseerd op *aantallen slachtoffers gedifferentieerd naar manoeuvre*, dus *niet* op aantallen ongevallen. Omdat de beschikbare gegevens van ongevalskosten gedeeltelijk kosten per slachtoffer en gedeeltelijk kosten per ongeval betreffen, zullen we zowel aantallen ongevallen als aantallen slachtoffers moeten gebruiken.

4.5.1. *Kosten voor betrokkenen*

Voor de schatting van deze kosten zijn drie referenties gevonden: een schatting van de ongevalskosten uit het DRIVE project SAMOVAR, een studie van de EVO en een meerjarig overzicht van feitelijke kosten van een fleet-owner. De resultaten van het DRIVE-project en van de EVO-studie geven min of meer hetzelfde resultaat: de kosten per ongeval bedragen fl. 3.000,- tot fl. 4.000,-. De EVO voegt hieraan toe dat er ook vrijwel altijd 'verborgen' bedrijfskosten optreden die circa 50% van de rechtstreekse kosten bedragen; hierdoor komen de totale kosten op fl. 4.500,- tot fl. 6.000,-. Daarbij gaat het om *uitsluitend* UMS-ongevallen.

Het beeld dat de registratie door de fleet-owner oplevert, is dat van sterk fluctuerende kosten per ongeval. De opgave betreft een periode van 1988 tot en met 1992. In die periode ondervond het bedrijf een redelijk constant aantal van ongeveer veertig ongevallen per jaar. De gemiddelde kosten per jaar voor het bedrijf varieerden echter tussen fl. 5.000,- en fl. 1.000,- met een gemiddelde van fl. 2.330,-.

De opgave door de fleet-owner bevat ook een overzicht van kosten van de eventuele derden die bij het ongeval waren betrokken. Hieruit kan worden afgeleid dat één ongeval uit het totale aantal ongevallen, in het jaar met de hoogste gemiddelde kosten, waarschijnlijk een gewonde heeft veroorzaakt; de schade aan derden die werd opgegeven bedroeg fl. 144.000,-. De eigen schade bij dat ongeval was met circa fl. 40.000,- weliswaar hoog, maar toch nog lager dan de kosten van een tweetal andere ongevallen met alleen materiële schade in dat jaar. Op grond van deze gegevens kunnen we (voorzichtig) constateren dat de EVO-schatting van fl. 4.500,- tot fl. 6.000,- per ongeval niet alleen op UMS-ongevallen betrekking hoeft te hebben, maar

als schatting van *de gemiddelde bedrijfskosten voor alle ongevalstypen* kan dienen.

De beschikbare gegevens, ook die van de *fleet-owner*, zijn niet zo gedifferentieerd dat een onderscheid naar ongevalstypen of manoeuvres kan worden gemaakt; we zullen dus dezelfde gemiddelde kosten voor alle typen moeten hanteren.

4.5.2. *Kosten voor de samenleving*

Deze categorie kosten is aan de hand van bestaande gegevens eveneens alleen globaal te benaderen. Uitsplitsing naar ongevalstypen is niet mogelijk. Een recent rapport van Elvik (1996) levert de volgende gemiddelde kosten voor de samenleving *per slachtoffer*:

dode:	fl. 1.128.594,-
gewonde met ziekenhuis opname:	fl. 262.757,-
licht gewonde:	fl. 26.211,-

De gemiddelde kosten van derden blijken iets lager te zijn dan de eigen kosten in de opgave van de *fleet-owner*. De afwijking is echter te klein om voor ons soort schattingen ter zake te doen; we zullen de totale kosten van UMS-ongevallen daarom benaderen door de gemiddelde bedrijfskosten te verdubbelen: fl. 9.000,- tot fl. 12.000,- per ongeval.

4.6. **Penetratiegraad**

Tot de factoren die bijdragen aan het mogelijke effect van telematica-hulpmiddelen op de verkeersveiligheid, behoort de mate waarin die middelen in het bedrijfsleven toegepast (gaan) worden.

Nu is toepassing uiteraard door de overheid of van de kant van de verzekeraars te stimuleren of kan zelfs verplicht worden gesteld. Maar, zoals daar al eerder op is gewezen, het is toch aanzienlijk meer verkieselijk wanneer het initiatief tot aanschaf en gebruik van de bedrijven zelf komt. Het is daarom zinvol om hierover een idee te verwerven. Aan dit onderwerp (het door de gebruikers op eigen initiatief aanschaffen van telematica-hulpmiddelen en deze middelen toepassen in hun voertuigen) is deze paragraaf gewijd.

Behalve de directe kosten- en batenafwegingen bij de aanschaf, zijn er nog heel wat andere elementen die bepalen of een onderneming over zal gaan tot de aanschaf van een telematica-hulpmiddel (Rogers, 1983). Een aspect dat hierbij een rol speelt is de bedrijfsgrootte. De grootte is namelijk medebepalend voor het potentieel aan kennis in een bedrijf. Voor het onderhavige onderwerp betreft dat in het bijzonder technologische kennis en inzicht in logistiek, in geautomatiseerde ladings- en administratieve afhandeling en innovaties die ter zake bij de klant plaatsvinden (Keus & De Ridder, 1990). Wat dat betreft is het van belang op te merken dat de Nederlandse vervoerssector een bedrijfsopbouw heeft die gekenmerkt wordt door een groot aantal ondernemingen met slechts één of enkele vrachtwagens of trekkers, en slechts een klein aantal ondernemingen dat vijftig of meer voertuigen in eigendom heeft. Behalve dat het rendement in de bedrijfstak als geheel al over een reeks van jaren afneemt, leiden juist de kleinere bedrijven in

economisch opzicht bovendien vaak een niet meer dan marginaal bestaan (Wouters, 1992; CBS, 1996).

In het algemeen gesproken lijkt hiermee voor een belangrijk deel van de bedrijfstak, geen goede voedingsbodem voor innovatie te bestaan. Of anders gezegd: innovaties zijn eerder bij een klein aantal grotere ondernemingen te verwachten.

Het zou wenselijk zijn hierin ook kwantitatief meer inzicht in te verkrijgen. De meest geschikte bron hiervoor vormt waarschijnlijk de fabrikanten. Het ligt echter niet in de lijn der verwachting dat producenten zoiets als hun marktaandeel bekend zullen maken op een wijze die voor ons doel gedetailleerd genoeg is. Ongetwijfeld zullen zij voor te ontwikkelen produkten de markt vooraf op afzetmogelijkheden verkennen. Maar ook dan geldt dat de meer specifieke uitkomsten ongepubliceerd zullen blijven. Hoewel zij tot de best geïnformeerden behoren, zijn zij daarmee als bron van informatie niet goed direct aan te spreken.

In dit besef, is gepoogd, als onderdeel van het IVHS (Intelligent Vehicle Highway Systems)-onderzoeksprogramma in de Verenigde Staten, om ook hun kennis in te schakelen om inzicht in toekomstig gebruik te krijgen. Daartoe werd de zogenoemde Delphi-methode toegepast. Een methode waarbij in een iteratieve procedure anonieme individuen uit een panel deskundigen naar hun meningen en verwachtingen gevraagd worden, waarna de gezamenlijke antwoorden telkens statistisch verwerkt worden alvorens ze voor nadere precisering terug worden gekoppeld aan die individuele panelleden. Op deze manier wordt de beantwoording steeds verder aangescherpt.

In de volgens deze methode uitgevoerde onderzoeken van Underwood et al. (1991; Underwood, 1992) ging het om de penetratie van telematica-hulpmiddelen in het wegverkeer (om het even de vervoersmodus). Daarbij werden anonieme deskundigen ondervraagd die afkomstig waren uit de kring van de drie grootste automobiefabrikanten in de Verenigde Staten, hun toeleveranciers van elektronische componenten, een aantal belangrijke telecommunicatie-bedrijven, enige nationale en federale transportinstanties, en representanten van de vervoerssector. De hen voorgelegde telematica-toepassingen werden in groepen van eenzelfde noemer ondergebracht. Per groep werden reeds bestaande of in het verschiet liggende systemen als voorbeelden uit de praktijk aan de respondenten van het panel voorgehouden. Die voorbeelden betroffen systemen die in de Verenigde Staten, Europa en Japan al gangbaar zijn, dan wel waarvan toepassing te voorzien is.

We geven hier één van de resultaten uit dit onderzoek integraal weer, zoals die ook in het overzichtswerk *Advanced Technology for Road Transport* (Catling, 1993) staat opgenomen. Daarin worden de mediaanwaarden uit de beantwoording van het panel gegeven voor het jaartal waarop voor de Verenigde Staten verwacht wordt dat respectievelijk 5% en 50% van de voertuigen uitgerust zullen zijn met een telematica-toepassing van een bepaalde soort (ten opzichte van 1991), met andere woorden: de penetratiegraden voor deze toepassingen op een bepaald tijdstip (zie *Tabel 4.2*).

In deze uitkomsten komt de verwachting tot uitdrukking dat met een tijds-horizon van tien à vijftien jaar (gerekend vanaf heden) de helft van alle (typen) voertuigen voorzien zal zijn van apparatuur voor respectievelijk het ontvangen van actuele verkeersinformatie, alarmering, anti-botssystemen en voor meer geavanceerde vormen van voertuigsnelheidsregeling.

<i>System</i>	<i>5 %</i>	<i>50 %</i>
Real-time traffic information	1996	2007
Static information	2000	2011
Emergency call	1998	2010
Dynamic route guidance	2000	2020
Collision warning	2002	2013
Intelligent cruise control	2004	2015
Automatic backup braking	2008	2020
Autonomous lane keeping	2012	2032
(Bron: Underwood, 1992)		

Tabel 4.2. *Mediaan-waarden van de antwoorden over de verwachting dat in een bepaald jaar voor een telematica-toepassing een penetratiegraad van 5% of 50% wordt bereikt.*

De verdeling over voertuigtypen blijft hierbij vooralsnog onbekend. Gezien de relatief lage kosten van dergelijke hulpmiddelen afgezet tegen de investering van een ‘zwaar voertuig’ en de ruimere gebruikswaarde voor vrachtwagens en bussen, lijkt een verwachting gerechtvaardigd dat de cijfers uit *Tabel 4.2* voor deze typen voertuigen ondergewaardeerd zullen zijn.

Zoals reeds is besproken, is de penetratiegraad van uiteenlopende factoren afhankelijk, die deels weer met de situatie in de vervoerssector samenhangen. Daarbij is gewezen op de voor ons land karakteristieke kleinschaligheid in de bedrijfsvoering en de slechte economische situatie van juist de kleine bedrijven die de meerderheid van de voertuigen in beheer hebben. Of de toekomstverwachting in de eerder gepresenteerde Amerikaanse onderzoeken ook voor ons land gelden, is daarom niet zonder meer aan te nemen.

Hoe beperkt verder in opzet ook, in dit laatste opzicht is toch een enquête van belang die door het Bureau Marktonderzoek van het Directoraat-Generaal voor het Vervoer (DGV) in opdracht van het Coördinatiepunt Telematica, en de Afdeling Stimulering en Ontwikkeling van de Hoofdafdeling Wegvervoer - beide eveneens afdelingen van DGV - is uitgevoerd. Deze enquête werd gehouden onder bedrijven in het beroepsgoederenvervoer, ondernemingen in het eigen vervoer die ten minste vijf voertuigen hebben en aan grensoverschrijdend vervoer doen, alsmede onder expediteurs (Mulder & De Ruyter, 1992). Een doelgroep derhalve die goed overeenkomt met die van het in § 2.2 onderscheiden ‘Internationaal goederenvervoer’.

De enquête beoogde een representatief beeld te verkrijgen over toepassingen in het goederenvervoer over de weg, uiteenlopend van elektronische plaatsbepalingssystemen in het algemeen en van het systeem LORAN-C in het bijzonder. Ook ging de aandacht uit naar EDI (Electronic Data Interchange), een onderwerp waarvan wij hier slechts opmerken dat het te ondersteunen is door gebruikmaking van plaatsbepalingssystemen; verder gaan wij aan dit onderwerp voorbij. LORAN-C is overigens een radio-navigatiesysteem dat in de zee- en binnenvaart en in het wegverkeer wordt gebruikt en in ons werelddeel een dekking biedt over West- en Midden-Europa (zie verder Claus & Tanja, 1994).

In de rapportage van de enquête - waarin overigens nog eens vermeld wordt dat circa 80 % van de Nederlandse beroepsgoederenvervoerders maximaal twintig voertuigen bezitten en dat juist deze kleinere bedrijven met kleine winstmarges werken - wordt vastgesteld dat ongeveer 2% van de ondernemingen in het beroepsgoederenvervoer en het eigen vervoer over de weg een elektronisch plaatsbepalingssysteem gebruikt. De meeste beroepsgoederenvervoerders (85%) en eigen vervoerders (90%) zeggen ook niet van plan te zijn binnenkort te investeren in zo'n systeem.

Al met al weliswaar informatie over slechts één vervoerstype en één type systeem, maar wel een systeem dat, zoals in § 2.4 reeds is besproken, voor beroepsgoederenvervoerders mogelijkheden biedt tot een meer efficiënte en meer flexibele inzet van het wagenpark, vooral wanneer het gecombineerd wordt met apparatuur voor route- en ritplanning en communicatie. Kortom, een systeem waarvan de kosten zich redelijk gemakkelijk zullen laten terugverdienen.

Al komen hierin geen kwantitatieve gegevens omtrent de penetratie van telematica-hulpmiddelen voor, wij willen ten slotte nogmaals wijzen op de studie omtrent telematica-innovatie in het Nederlandse wegvervoer (INRO-TNO & TOS, 1996).

“Startpunt van deze studie was dat telematica een belangrijke bijdrage kan leveren aan de kwaliteit van het wegvervoer. De invoering van telematicasystemen bij transportbedrijven is echter achter gebleven bij de verwachtingen die men enkele jaren geleden had.”

Het doel was nu te onderzoeken of de interne bedrijfsorganisatie belemmeringen bij de invoering veroorzaakt.

Aan het onderzoek werkten veertien van de grotere bedrijven mee die zelf al telematicasystemen ingevoerd hadden. Een van de hoofdconclusies uit het rapport is dat de invoering van telematica vrijwel altijd gelijktijdig plaatsvindt met bredere organisatorische aanpassingen, welke meestal meer inspanningen vergden dan de bedrijven en de buitenwereld hadden verwacht. Dit zou tot de voornaamste redenen behoren voor het achterblijven van innovaties bij de verwachting.

Samenvattend nu valt te constateren dat er te weinig materiaal voorhanden is om een betrouwbaar beeld te geven over de bestaande, dan wel op afzienbare termijn te verwachten penetratie van telematica-hulpmiddelen in het zwaar verkeer.

Wel kan worden gezegd dat meer omvangrijke, door telematica ondersteunde innovaties naar alle waarschijnlijkheid het eerst bij de grotere transportbedrijven zullen beginnen, maar dat juist zij daarbij acht dienen te slaan op eventuele problemen van organisatorische aard. Waar verder kwantitatieve

gegevens voorhanden zijn, geven die geen aanleiding te verwachten dat telematica onmiddellijk op grote schaal ingevoerd zal gaan worden.

5. Berekeningen

5.1. Overzicht specifieke kosten en baten

In het volgende overzicht is getracht de belangrijkste kosten/baten-factoren per toepassing naast elkaar te zetten. Het betreft het veiligheidseffect van de toepassing, de mogelijke baten voor de vervoerder, de jaarlijkse kosten voor de vervoerder en de baten voor de gemeenschap.

Een belangrijk uitgangspunt voor deze berekeningen vormen de volgende aannamen:

- alle voertuigen beschikken over de voorziening (100% penetratiegraad)
- de voorziening is 100% effectief, dat wil zeggen alle relevante ongevalstypen worden voorkomen.

Om de vergelijkbaarheid te bevorderen zijn alle veiligheidseffecten gegeven in *besparing van ongevallen per voertuig per jaar*.

Daartoe worden de slachtoffercijfers eerst toegerekend aan ongevallen, via de verhouding slachtoffers/ongeval (1,6 respectievelijk 3,4), en vervolgens worden de slachtofferongevallen opgehoogd tot totalen (inclusief UMS). Er wordt dus van uitgegaan dat ongevallen met slachtoffers en UMS-ongevallen in *gelijke mate* worden gereduceerd of verhoogd. Deze toedeling is dan vervolgens ook de basis voor de berekening van baten.

Verder zijn er twee scenario's gehanteerd die in § 4.3 zijn aangegeven: 'lage kilometrage/lage UMS-schatting' voor de ondergrens en 'hoge kilometrage/hoge UMS schatting' voor de bovengrens. Dit levert scenario's van één ongeval per zeven jaar en één ongeval per zestien jaar als lage schatting, en één ongeval per twee jaar respectievelijk één ongeval per 2,5 jaar als hoge schatting. Hierbij is voor de tourbussen nog een extra 'schattingsslag' ingevoerd: behalve hoge en lage kilometrage is ook een hoog (25%) of laag (12%) geschat aandeel van het *aantal tourbussen* in het totaal aantal bussen meegewogen, hetgeen de jaarlijkse kilometrage beïnvloedt.

Voorts zijn de kosten voor de vervoerder ook omgerekend naar kosten per voertuig per jaar, door een afschrijvingsperiode van tien jaar aan te houden. Verder is ervan uitgegaan dat de kosten per ongeval voor vrachtverkeer en tourbussen voor de ondernemer dezelfde zijn.

Dit levert de cijfers van de baten (bespaarde ongevalskosten) in de volgende reeks tabellen. De cijfers in de tabellen moeten als volgt worden geïnterpreteerd:

- Veiligheidseffect: percentage *bespaarde ongevallen* van alle ongevallen die door de categorie worden veroorzaakt.
- Baten vervoerder: in *guldens per voertuig per jaar*.
- Kosten vervoerder: in *guldens per voertuig per jaar*. Hierbij wordt opgemerkt dat vaak geen gegevens beschikbaar zijn: in dat geval is een grove schatting op basis van de technische complexiteit gemaakt; dit is aangegeven door voor het getal een vraagteken te noteren.
- Baten gemeenschap: in *miljoenen guldens per jaar*.

5.1.1. Strategisch niveau

- Vracht- en vlootmanagement, met ondersteuning van in-car hulpmiddelen als:
 - route- en reisplanningssystemen, met al dan niet gebruik maken van:
 - verkeers- en reisinformatie;
 - voertuig plaatsbepalingssystemen;
 - directe (bijvoorbeeld satelliet-)communicatie tussen vlootbasis en chauffeur;
 - prestatie verantwoording chauffeur / voertuiggebruik.

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	7	60 - 210	1.000	57 - 63
Tourbussen	n.v.t.			

Tabel 5.1. *Vracht- en vlootmanagement met ondersteuning van in-car hulpmiddelen.*

5.1.2. Tactisch niveau

- Routegeleiding;
- Lokaal verkeersmanagement, voor zover (zoals in RDS-TMC) in direct contact met de voertuigcabine.

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	7	60 - 210	1.500	57 - 63
Tourbussen	n.v.t.		1.500	

Tabel 5.2. *Routegeleiding.*

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	21,2	181 - 636	800	113 - 131
Tourbussen	30,4	114 - 730	800	0,55 - 0,66

Tabel 5.3. *Lokaal verkeersmanagement, voorzover (zoals in RDS-TMC) in direct contact met de voertuigcabine.*

5.1.3. Operationeel niveau (ten aanzien van voertuig / bestuurder)

- Ondersteunen van het waarnemen, met in-car hulpmiddelen als:
 - laterale positie handhaving, c.q. longitudinale geleiding;
 - vision enhancement systems;
 - dode-hoekwaarschuwing;
 - hulp bij achteruitrijden;
 - navigatiehulp.

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	13,4	115 - 403	?1.000	109 - 120
Tourbussen	1,2	4-28	?1.000	0,38 - 0,39

Tabel 5.4. *Laterale positie handhaving, c.q. longitudinale geleiding.*

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	22,8	195 - 684	?300	185-204
Tourbussen	31	131 - 840	?300	3,3 - 3,42

Tabel 5.5. *Vision enhancement systems.*

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	2	17 - 60	?50	16 - 18
Tourbussen	2,4	9 - 59	?50	0,23 - 0,24

Tabel 5.6. *Dode-hoekwaarschuwing.*

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	?	?	?	?
Tourbussen	?	?	?	?

Tabel 5.7. *Hulp bij achteruitrijden.*

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	1 neg	8 - 30 neg	?500	8 - 9 neg
Tourbussen	0,3 neg	1 -7 neg	?500	0,03 neg

Tabel 5.8. *Navigatiehulp.*

- Ondersteunen van het beslissen met in-car hulpmiddelen als:
 - toezicht-systemen (AUTOPOLIS);
 - tutoring and driver support systems (voor beginnende chauffeurs);
 - boordcomputer / trip of journey recorder (tachograaffunctie).

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	?	?	?	?
Tourbussen	?	?	?	?

Tabel 5.9. *Toezicht-systemen (AUTOPOLIS).*

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	6,1	52 - 182	?2.000	50 - 55
Tourbussen	1,6	6 - 38	?2.000	0,15 - 0,16

Tabel 5.10. *Tutoring and driver support systems (voor beginnende chauffeurs).*

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	6,1	52 - 182	250	50 - 55
Tourbussen	1,6	6 - 38	250	015 - 0,16

Tabel 5.11. *Boordcomputer / trip of journey recorder (tachograaffunctie).*

- Ondersteunen van het besturen / handelen met in-car hulpmiddelen als:
 - (kruis-)snelheidsbeheersing (bijvoorbeeld intelligent cruise-control, snelheidsbegrenzer);
 - ondersteuning koers houden;
 - anti-botssystemen en obstakeldetectoren;
 - optimaliseren remwerking (bijvoorbeeld ABS).

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	6,1	52 - 182	270	50 - 55
Tourbussen	1,6	6 - 38	270	0,15 - 0,16

Tabel 5.12. *(Kruis-)snelheidsbeheersing (bijvoorbeeld intelligent cruise-control, snelheidsbegrenzer).*

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	13,5	115 - 403	?500	110 - 121
Tourbussen	6,3	24 - 152	?500	0,60 - 0,62

Tabel 5.13. *Ondersteuning koers houden.*

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	33,8	289 - 1.013	?750	265 - 303
Tourbussen	22,9	86 - 550	?750	1,0 - 1,1

Tabel 5.14. *Anti-botssystemen en obstakeldetectoren.*

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	2,5	21 - 75	?200	20 - 22
Tourbussen	1,3	5 - 31	?200	0,12 - 0,13

Tabel 5.15. *Optimaliseren remwerking (bijvoorbeeld ABS).*

- Status-controle van systeem en bestuurder met in-car middelen als:
 - driver performance feedback;
 - monitoring van kritische elementen als het remsysteem, de bandenspanning, de wielbelasting, de kantelstabiliteit;
 - voertuigonderhoud.

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	2	17 - 60	?300	16 - 17
Tourbussen	0,1	0,45 - 2	?300	0,01

Tabel 5.16. *Driver performance feedback.*

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	11,8	101 - 355	350-3.000	22 - 32
Tourbussen	0,4	2 - 10	350-3.000	0,04

Tabel 5.17. *Monitoring van kritische elementen als het remsysteem, de bandenspanning, de wielbelasting, de kantelstabiliteit.*

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	11,8	101 - 355	350-3.000	22 - 32
Tourbussen	0,4	2 - 10	350-3.000	0,04

Tabel 5.18. *Voertuigonderhoud.*

- Communicatie voor algemene, c.q. meervoudige doeleinden via telefoon, fax, radiozenders, enzovoort.

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	2,2 neg	18 - 65 neg	250	18 - 20 neg
Tourbussen	1 neg	4 - 24 neg	250	0,1 neg

Tabel 5.19. *Communicatie voor algemene, c.q. meervoudige doeleinden via telefoon, fax, radiozenders, enzovoort.*

5.1.4. Post-crashfase

- Noodsignalering- en alarmeringssystemen, al dan niet aangevuld met:
 - autonome plaatsbepaling (via bijvoorbeeld satellietverbindingen).

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	?	?	50	?
Tourbussen	?	?	50	?

Tabel 5.20. *Autonome plaatsbepaling (via bijvoorbeeld satellietverbindingen).*

- Ongevalsreconstructie: black box.

	Veiligheids-effect	Baten vervoerder	Kosten vervoerder	Baten gemeenschap
Vracht.vv.	10	86 - 300	250-300	81 - 90
Tourbussen	10	38 - 240	250-300	0,94- 0,98

Tabel 5.21. *Ongevalsreconstructie: black box.*

6. Conclusies en aanbevelingen

6.1. Globale conclusie

Hoewel de vraag blijft in welke mate de (vele) aannamen in het voorgaande de realiteit recht doen, kan toch een vrij harde algemene conclusie worden getrokken namelijk: *vervoerder en overheid hebben totaal verschillende belangen in de toepassing van elektronische hulpmiddelen.*

De belangrijkste reden hiervoor is, dat de kosten samenhangend met verkeersongevallen, voor de samenleving gedomineerd worden door de kosten met betrekking tot slachtoffers: ruwweg 450 miljoen gulden naast 82 miljoen gulden (of 164 miljoen gulden bij 50% onderregistratie) voor UMS-ongevallen. De gemiddelde kosten voor vervoerders per ongeval zijn echter vrijwel gelijk voor alle typen ongeval: circa fl. 6.000,- per ongeval. Zelfs bij een hoge ongevalsbetrokkenheid van 1 ongeval per 2 tot 2,5 jaar per voertuig tezamen met een onrealistische 100% effectiviteit in ongevalspreventie van de elektronica, is het duidelijk dat de kosten/baten-verhouding van veel elektronische hulpmiddelen voor de individuele vervoerder marginaal of niet erg gunstig is. Er moet dan sprake zijn van andere, *niet* op veiligheid gerichte, winstfactoren om de toepassingen aantrekkelijk te maken. Voor de overheid daarentegen vormen deze elektronische voorzieningen wel een relatief goedkope mogelijkheid voor winst: zelfs bij een werkelijke effectiviteit van rond 10% is de besparing al ongeveer 50 miljoen gulden.

6.2. Specifieke conclusies

Volgens de berekeningen van hoofdstuk 5 zijn er drie soorten systemen waarvan de kosten voor de vervoerder binnen de range van mogelijke baten liggen, terwijl de baten voor de gemeenschap aanzienlijk zijn. Deze systemen, die dus op grond van louter veiligheidsoverwegingen gunstig kunnen zijn voor beide betrokkenen, zijn: vision enhancement systemen, anti-botssystemen en de dode-hoekwaarschuwing. Het laatste systeem levert daarbij overigens relatief lage baten voor de gemeenschap, maar heeft ook lage aanschafkosten, waardoor invoering wordt vergemakkelijkt.

Alle andere systemen zijn voor de vervoerder, op veiligheidsgronden alleen, niet rendabel. Voor systemen, waarvan de maximale potentiële baten voor de vervoerder de geschatte kosten redelijk benaderen terwijl ze wel aanzienlijke baten voor de gemeenschap vertegenwoordigen, veronderstellen dat het mogelijk is om ze met gericht beleid (stimulering fabricage, subsidiering aanschaf, infrastructurele voorzieningen, enzovoort) toch nog aantrekkelijk te maken. Zulke systemen zijn: RDS-TMC, verschillende vormen van snelheidsbeheersing (cruise-control, snelheidsbegrenzer) en 'ondersteuning koers houden'. Ook verschillende functies die door een boordcomputer kunnen worden verricht, zoals monitor van de technische toestand en black-boxfuncties vallen in deze categorie.

De boordcomputer kan overigens door combinatie van een aantal functies al veel sneller een rendabele toepassing worden; er kan dan worden gedacht in termen van (gehele of gedeeltelijke) combinatie van anti-botssystemen en cruise-control, black-boxfuncties en toestandbewaking.

Ook ABS-achtige toepassingen kunnen mogelijk rendabel worden gemaakt indien door grootschalige toepassing de kosten omlaag gaan; dit geldt weliswaar in het algemeen, maar bij deze voorziening lijkt dit ook werkelijk bereikbaar.

Hier moet worden opgemerkt dat, gegeven wat er in hoofdstuk 3 over de invloed van snelheid is gememoreerd, het effect van snelheidsregulatie waarschijnlijk groter is dan hier berekend; dit betekent dat die regulatoren een meer nadrukkelijke plaats verdienen. Aangezien verder bekend is dat snelheidsregulatie niet alleen op veiligheid maar ook op het brandstofgebruik een belangrijke positieve invloed heeft, wordt de kosten/batenafweging voor de vervoerder nog meer in positieve zin verschoven.

6.3. Penetratiegraad

De conclusies tot dusver zijn gebaseerd op onder andere de aanname dat alle voertuigen uitgerust zijn met de betreffende voorziening. Op basis van § 4.6 is echter duidelijk dat die aanname voorlopig niet zal worden gerealiseerd, in ieder geval niet als er een vrije, marktgestuurde, ontwikkeling plaatsvindt. Dit betekent dat vooral *de baten voor de samenleving* (sterk) zullen achterblijven bij de berekende waarden. De penetratiegraad moet daarom worden beschouwd als een belangrijk aangrijpingspunt voor beleid, waarbij er ten minste twee aspecten moeten worden beschouwd: stimulering van gerichte technologische ontwikkelingen en stimulering/ verplichtstelling van het gebruik.

Nemen we *Tabel 4.2* van § 4.6 in beschouwing, dan is alleen voor RDS-TMC binnen circa tien jaar een penetratiegraad van 50% voorzien; voor alle andere systemen duurt dat veel langer.

Niet alle voorzieningen komen echter in de tabel voor: met name de visuele ondersteuningsmiddelen en de black box ontbreken. Deze technologieën zijn inmiddels in een vergevorderd stadium van ontwikkeling, vergelijkbaar met dat van RDS-TMC. Het lijkt daarom redelijk om aan te nemen dat voor de schatting van de penetratiegraad een vergelijkbare termijn zal gelden.

6.4. Aanbevelingen en discussie

Op basis van het voorgaande kunnen de volgende aanbevelingen worden gedaan:

- Het op korte termijn stimuleren van de technologische ontwikkeling en het gebruik van visuele hulpmiddelen als vision enhancement en dodehoekwaarschuwing. Verder stimulering van de invoering van RDS-TMC en het gebruik van de snelheidsbegrenzer en installatie van de black box. Bij dit laatste zal vooral de ontwikkeling van een combinatie board-computer/black box die verschillende functies kan verenigen het snelst rendabel zijn.
- Op de wat langere termijn zullen technologische toepassingen van intelligente (aan de limieten aangepaste) cruise-control, anti-botssystemen en hulpmiddelen voor koershouden tot ontwikkeling kunnen komen. Het verdient aanbeveling deze ontwikkelingen op zijn minst te volgen en indien nodig te stimuleren.

Ondanks alle onzekerheden in schattingen, moet toch nog worden geconstateerd dat er van een redelijk optimistische set verwachtingen is uitgegaan. Met name de mogelijke *negatieve* aspecten van alle systemen zijn nauwelijks meebeschoofd, voornamelijk omdat daarover slechts summiere kennis bestaat.

Uit zeer recente onderzoeken (bijvoorbeeld IVIS, Automatisering Rijtaak) blijkt wel dat met name informatiesystemen als RDS-TMC soms onverwachts negatieve invloed op het rijgedrag kunnen hebben. Ook weten we dat er invloed op de veiligheid kan ontstaan van gedrags-adaptatie op de lange termijn; die kan echter zowel negatief als positief zijn.

Als voorbeeld kan dienen de mogelijke adaptatie aan visuele ondersteuning: als beter zicht 's nachts tot verschuiving van de ritten naar de nacht leidt, kan dat voor het overige verkeer een positief effect op de veiligheid hebben; het kan ook leiden tot toegenomen snelheden bij omstandigheden met slechter zicht en 's nacht, en daardoor ook weer tot een negatief effect.

Het kwantificeren van die invloeden is echter nog niet mogelijk en wordt hier daarom buiten beschouwing gelaten. Het is echter ten sterkste aan te bevelen om behalve stimulering van ontwikkeling en gebruik van elektronische hulpmiddelen ook een onderzoek naar gedragseffecten te doen. Goed inzicht in die effecten is van wezenlijk belang voor de kosten/ baten-afwegingen!

Literatuur

Catalogus Amsterdam Bedrijfsauto RAI, 10-19 februari 1994. Uitgave Amsterdam RAI, Amsterdam.

Catling, I. (ed.) (1993). *Advanced Technology for Road Transport: IVHS and ATT.* Artech House Telecommunications Library; Boston / London, UK.

Centraal Bureau voor de Statistiek CBS (1996). *Statistiek van het binnenlands goederenvervoer 1994.* SDU Uitgeverij. Den Haag / Voorburg /Heerlen.

Claus, M. & Tanja, P.T. (1994). *Telematicagids goederenvervoer.* Samson, Alphen a/d Rijn.

Elvik, R. (1996). *A Framework for Cost-Benefit Analysis of the Dutch Road Safety Plan* (Oslo, oktober 1996, in preparation).

EVO (1995). *Toelichting op de door de EVO samengestelde loonkostenberekening.*

Flury, F.C. (1995). *Kosten ten gevolge van verkeersongevallen.* R-95-27. SWOV, Leidschendam.

Gundy, C.M. (1994). *Safety implications of electronic driving support systems.* R-94-85. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.

INRO-TNO & TOS (1996). *Telematica-innovatie en bedrijfsorganisatie in het Nederlandse wegvervoer. Hoofdrapport.* INRO Centrum voor Infrastructuur, Transport en Regionale Ontwikkeling; Adviesbureau TOS, in opdracht van Projectbureau Integrale Verkeers- en Vervoerstudies (IVVS I), Den Haag.

INRO-TNO & TOS, (1996). *Telematica-innovatie en bedrijfsorganisatie in het Nederlandse wegvervoer. Achtergrondrapport.* INRO Centrum voor Infrastructuur, Transport en Regionale Ontwikkeling; Adviesbureau TOS, in opdracht van Projectbureau Integrale Verkeers- en Vervoerstudies (IVVS II), Den Haag.

Keus, E. & Ridder, W.J. de (1990). *Besluitvorming bij technologische projecten: De vijfde Kondratieff.* Stichting Maatschappij en Onderneming, SMO-90-5, Den Haag.

Michon, J.A. (1979). *Dealing with danger.* Verkeerskundig Studiecentrum (VSC), Rijksuniversiteit van Groningen, Groningen.

Mulder, M. Arntz, A.E.M. & Ruyter, H.G. de (1992). *Elektronische plaatsbepalingssystemen en EDI in het goederenvervoer over de weg.* Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal voor het Vervoer, Den Haag.

Organisation for Economic Co-Operation and Development, OECD (1984). *Integrated road safety programmes*. Report prepared by an OECD scientific expert group, Paris, France.

Rogers, E.M. (1983). *Diffusion of Innovations*. Collier Macmillan Publishers, London, UK.

Sluis, J. van der (1994). *Elektronica in vrachtauto's*. R-94-62. SWOV, Leidschendam.

Traffic Technology International, UK & International Press, jaargang 1994, 1995, tot en met juni /juli 1996, Surrey, UK.

Underwood, S.E., Chen, K & Ervin R.D. (1991). *Future of Intelligent Vehicle-Highway Systems: A Delphi forecast of markets and sociotechnological determinants*. In: Transportation Research Record No. 1305 "Planning and Administration". Transportation Research Board, USA.

Underwood, S.E. (1992). *Delphi forecast of Intelligent Vehicle-Highway Systems through 1991*. University of Michigan, Ann Arbor, IVHS Technical Report No. 92-17, USA.

Wouters, P.I.J. (1992). *De verkeersveiligheid van het wegtransport: schaalvergroting in de toekomst?* R-92-47. SWOV, Leidschendam.

De berekeningen die aan *Tabellen 5.1 t/m 5.21* van hoofdstuk 5 ten grondslag liggen verlopen als volgt:

Stap 1: berekening van de percentages bespaarde ongevallen en bespaarde slachtoffers per vervoerstype

- Indien het algemene percentage bespaarde ongevallen rechtstreeks beschikbaar is (zoals bij effect van de black box) wordt het percentage bespaarde slachtoffers berekend door vermenigvuldiging met het aantal slachtoffers per ongeval (1,6 voor vrachtverkeer en 3,4 voor tourbussen).
- Als alleen het percentage bespaarde slachtoffers bekend is, wordt het percentage bespaarde letselonevallen berekend door respectievelijk door 1,6 of 3,4 te delen.
- Vervolgens wordt het percentage bespaarde UMS-ongevallen gelijk gesteld aan het percentage bespaarde (letsel)ongevallen, behalve in die gevallen waarin uit het IMPULS-bestand een ander percentage is gebleken.

Na deze stap zijn dus *Pongeval*, *Pslachtoffer* en *Pums* bekend.

Stap 2: berekening van de baten voor de vervoerder

- Hiervoor worden twee scenario's berekend op basis van een hoge en een lage ongevalsfrequentie per voertuig per jaar (respectievelijk 1 per 2 jaar en 1 per 7 jaar voor vrachtwagens, en 1 per 2,5 jaar en 1 per 16 jaar voor bussen); dit geeft de parameter *Fongeval*.
- Omdat *Pongeval* en *Pums* kunnen verschillen, worden die twee tot een percentage omgerekend met:

$$P_{\text{totaal}} = P_{\text{ongeval}} * A_{\text{ongeval}} + P_{\text{ums}} * A_{\text{ums}}$$
 met:

$$A_{\text{ongeval}} = (\text{aantal jaarlijkse slachtoffer-ong.}) / \text{totaal aantal ong.} \quad A_{\text{ums}} = 1 - A_{\text{ongeval}}$$
- Vervolgens worden de kosten van beide scenario's berekend uit:

$$\text{Kosten} = P_{\text{totaal}} * F_{\text{ongeval}} * \text{Kosten-per-ongeval}$$
 waarbij $\text{Kosten-per-ongeval} = 6000$

Stap 3: berekening baten samenleving

- De kosten worden, voor vrachtverkeer en bussen apart, vastgesteld als *Kdood*, *Kzwaar* (zwaargewond), *Klicht* (lichtgewond) en *Kums*, waarbij de eerste drie aan Elvik (1996) zijn ontleend en *Kums* op fl. 6.000,- is gesteld.
- De aantallen slachtofferongevallen zijn vastgesteld uit VOR-cijfers waarbij de cijfers voor tourbussen worden verkregen door het VOR-cijfer door 4 te delen (tourbussen leveren 1/4 van de vervoersprestatie van alle bussen): dit levert *Odood*, *Ozwaar* en *Olicht*. Vervolgens wordt het aantal UMS-ongevallen geschat uit de IMPULS-gegevens (*Oums*), waarbij ook weer twee scenario's zijn gehanteerd: de uit de IMPULS-bestanden berekende waarde en de *dubbele* waarde (50% onderschatting).
- de baten voor beide scenario's worden berekend uit:

$$\text{Baten} = P_{\text{ongeval}} * (K_{\text{dood}} * O_{\text{dood}} + K_{\text{zwaar}} * O_{\text{zwaar}} + K_{\text{licht}} * O_{\text{licht}}) + P_{\text{ums}} * K_{\text{ums}} * O_{\text{ums}}$$

