

Voertuigtechniek ter verhoging van de baanvastheid en de voertuigstabiliteit

Overzicht en effectiviteit van technologie die de baanvastheid en stabiliteit van personenwagens tracht te verhogen

RA-2006-88

Tobias Denys

Onderzoekslijn voertuigtechniek



DIEPENBEEK, 2012.
STEUNPUNT VERKEERSVEILIGHEID.

Documentbeschrijving

Rapportnummer: RA-2006-88

Titel: Voertuigtechniek ter verhoging van de baanvastheid en de voertuigstabiliteit

Ondertitel: Overzicht en effectiviteit van technologie die de baanvastheid en stabiliteit van personenwagens tracht te verhogen

Auteur(s): Tobias Denys

Promotor: Leen Govaerts

Onderzoekslijn: voertuigtechniek

Partner: VITO

Aantal pagina's: 27

Projectnummer Steunpunt: 2.1

Projectinhoud: Voertuigtechnieken: haalbaarheid en beleidsondersteuning

Uitgave: Steunpunt Verkeersveiligheid, juni 2006.

Steunpunt Verkeersveiligheid
Agoralaan
Gebouw D
B 3590 Diepenbeek

T 011 26 87 05
F 011 26 87 00
E info@steunpuntverkeersveiligheid.be
I www.steunpuntverkeersveiligheid.be

Samenvatting

Met verlies aan baanvastheid wordt het verlies aan optimaal contact of grip tussen het voertuig en het wegdek bedoeld. De voertuigstabiliteit heeft dan weer betrekking op de stabiliteit van het gehele voertuig. Een verlies aan voertuigstabiliteit zal vaak resulteren in een verlies aan baanvastheid.

Het verlies aan baanvastheid en voertuigstabiliteit is ofwel te wijten aan het wegdek en de weersomstandigheden, ofwel aan het rijgedrag en manoeuvres. Het wegdek kan oneffenheden vertonen, er glad bijliggen, enz. De weersomstandigheden kunnen van die aard zijn dat ze een invloed hebben op het wegdek of op de eigenschappen van de banden. Voorbeelden van manoeuvres of rijgedrag van bestuurders die voertuiginstabiliteit veroorzaken zijn onder- en overstuur als gevolg van onaangepaste snelheid, het remmen en optrekken, uitwijkmanoeuvres en lastenwissels door het snel nemen van opeenvolgende bochten.

Er is een verscheidenheid aan systemen op de markt die een verlies aan baanvastheid en voertuigstabiliteit kunnen verminderen of voorkomen. In de eerste plaats wordt hierbij gedacht aan geschikte banden, aangezien deze het directe contact van het voertuig met het wegdek verzorgen. Om aquaplaning te vermijden bij hevig regenweer moeten de banden over voldoende diepe groeven beschikken, en dienen bestuurders een aangepaste snelheid in acht te nemen. Het gebruik van winterbanden bij koude weersomstandigheden verbetert eveneens de baanvastheid.

De bewegingen van de banden worden naar het koetswerk overgebracht door middel van de ophanging. Deze kan een invloed hebben op de baanvastheid en voertuigstabiliteit door lastenwissels slecht te verwerken, door oneffenheden in het wegdek slecht te filteren, enz. Een actieve of adaptieve ophanging past zich evenwel aan het wegdek en de rijstijl aan.

Systemen die de bestuurder bijstaan in het behouden van de baanvastheid en voertuigstabiliteit, zijn stabiliteitscontrole, vierwielaandrijving en tractiecontrole. Stabiliteitscontrole komt tussenbeide wanneer onder- en/of overstuur dreigen op te treden. Verschillende studies hebben de effectiviteit van het systeem om ongevallen te voorkomen reeds afdoende bewezen. Een permanent vierwielaandrijving garandeert langer de baanvastheid en voertuigstabiliteit bij het optrekken (zowel uit stilstand als al rijdend), bij het nemen van bochten, bij het rijden op ijs, sneeuw, natte bladeren en op nat wegdek. Wanneer de aangedreven wielen van een voertuig doorspinnen en bijgevolg grip verliezen, kan tractiecontrole tussenbeide komen door deze wielen af te remmen.

Verlies aan baanvastheid en voertuigstabiliteit ten gevolge van remmanoeuvres kan voorkomen worden door verschillende systemen. Het ABS voorkomt dat wielen blokkeren wanneer krachtig geremd wordt en zorgt ervoor dat een wagen bestuurbaar blijft bij krachtige remmanoeuvres. Zoals het woord het zelf zegt, zorgt elektronische remkrachtverdeling voor een adequate verdeling van de remkracht over de voor- en achteras, rekening houdend met de gewichtsverplaatsing ten gevolge van het remmen. Noodstopassistentie is in staat een noodstop te herkennen, en zorgt ervoor dat in dat geval alle beschikbare remkracht toegepast wordt.

De belangrijkste aanbeveling op korte termijn die uit dit rapport naar voren komt, betreft de versnelde en algemene introductie van veiligheidssystemen, met name stabiliteitscontrole. Een brede invoering van intelligente veiligheidssystemen voor voertuigen mag niet volledig aan het particulier initiatief overgelaten worden, maar moet ondersteund worden door de overheidssector. De 2 voornaamste mechanismen voor overheidsingrijpen zijn enerzijds bewustmaking en voorlichting, en anderzijds het voorzien van financiële stimuli voor kopers van voertuigen die met geavanceerde veiligheidsvoorzieningen zijn uitgerust.

De Europese Commissie heeft lange termijn-voorstellen gelanceerd voor maatregelen om de ontwikkeling en invoering van intelligente veiligheidssystemen voor voertuigen te bevorderen en belemmeringen voor een grootschalige introductie daarvan in Europa uit

de weg te ruimen. De voorstellen hebben betrekking op het promoten van intelligente veiligheidssystemen voor voertuigen; het aanpassen van regelgeving en normalisatievoorschriften; en het uit de weg ruimen van maatschappelijke en commerciële belemmeringen. Eveneens belangrijk zijn een degelijke analyse van huidige en toekomstige verkeersongevallenstatistieken; het ontwikkelen van stappenplannen voor de overheid in samenwerking met de industrie; een verregaande standaardisering; het stimuleren en ondersteunen van weggebruikers en wagenparkeigenaars om voertuigen aan te schaffen met intelligente veiligheidsvoorzieningen en continue promotie- en bewustmakingscampagnes. De OESO merkt op dat het essentieel is om in overleg met alle betrokkenen een degelijk evaluatieprogramma op te stellen om de performantie van toekomstige veiligheidssystemen in te schatten.

English summary

Title

Vehicle technique for enhancing directional and vehicle stability

Subtitle

Overview and effectiveness of technology for enhancing directional and vehicle stability for passenger vehicles.

Abstract

Loss of directional stability means the loss of optimal contact or grip between the vehicle and the road surface. Vehicle stability relates to the stability of the entire vehicle. A loss of vehicle stability often results in a loss of directional stability.

The loss of directional and vehicle stability can be caused either by the road surface and weather conditions, or by the driving behaviour and driver's interventions. The road surface can be in a bad condition, be slippery, etc. The weather conditions can be of that nature that they influence the road surface or the characteristics of the tires. Examples of driving behaviour or driver's interventions that can cause loss of directional and vehicle stability are over and under steer due to inappropriate vehicle speed, braking and accelerating, evasive manoeuvres and load changes due to a sequence of consecutive bends.

A diversity of systems is available that can prevent or diminish the loss of directional and vehicle stability. In the first place we think of appropriate tires, since they form the direct contact between the vehicle and the road surface. In order to prevent hydroplaning in the case of heavy rainfall, the tires need to have sufficiently deep grooves and the drivers need to maintain an appropriate speed. The use of winter tires during the cold season also increases the directional and vehicle stability.

The movements of the tires are transmitted to the bodywork by means of the suspension. If for example the suspension can't handle the load changes or the road's bumpiness in a proper manner, the directional and vehicle stability might be compromised. An active or adaptive suspension however adapts its configuration to the road surface and the driving style.

Loss of directional and vehicle stability due to the driving behaviour or driver's interventions can be prevented or diminished by stability control, four wheel drive and traction control. Stability control intervenes when under or over steer is imminent. Various studies have proven the system's effectiveness in preventing accidents. In case of accelerating, taking bends, driving on ice, snow, wet leaves and a wet road surface, a vehicle equipped with permanent four wheel drive maintains its directional and vehicle stability during a longer period. When wheels are spinning and as a consequence losing grip, traction control can intervene by slowing them down.

Loss of directional and vehicle stability due to braking can be prevented by different systems. ABS prevents the wheels from blocking when the brakes are applied in a strong manner, this way the vehicle remains handleable. Electronic brake distribution takes care of an effective distribution of the braking force between the front and the rear axle, taking the weight shift due to the braking manoeuvre into consideration. Emergency braking systems are capable of recognizing an emergency stop and consequently applying the full braking power.

This reports most important recommendation on the short term regards the accelerated and general introduction of vehicle safety systems, in particular stability control. A broad introduction of intelligent vehicle safety systems cannot depend on the private business case only, and needs the support of the public sector. The 2 main mechanisms for the public sector intervention are on the one hand promoting awareness and information, and on the other the introduction of financial incentives for the buyers of vehicles equipped with advanced safety systems.

The European Commission has launched long term proposals for measures to promote the development of intelligent vehicle safety systems, and to remove barriers which prevent their large-scale introduction and take-up in Europe. The proposals are related to: promoting intelligent vehicle safety systems; adapting the regulatory and standardisation provisions; and removing the societal and business obstacles. Also important are a thorough analysis of present and future accident data; developing public sector road maps in close co-operation with the industry; far-reaching standardization; stimulating and supporting road users and fleet owners to buy vehicles with intelligent road safety functions and to use safety-related services by incentives; and executing awareness campaigns. The OECD states that the development of a solid evaluation programme to assess the performance of future safety systems is essential.

Inhoudsopgave

1.	INLEIDING	8
2.	OORZAKEN VAN VOERTUIGINSTABILITEIT EN VERLIES AAN BAANVASTHEID	9
2.1	Toestand van het wegdek en weersomstandigheden	9
2.2	Onder- en overstuur	9
2.3	Remmen	10
2.4	Optrekken	10
2.5	Lastenwissels	11
2.6	Uitwijkmanoeuver	11
3.	TECHNIEKEN TER VERHOOGING VAN DE BAANVASTHEID EN VOERTUIGSTABILITEIT	12
3.1	Tijdens het rijden	12
	3.1.1 Banden	12
	3.1.2 Actieve of adaptieve ophanging.....	14
	3.1.3 Stabiliteitscontrole	15
	3.1.4 Vierwielaandrijving	17
	3.1.5 Tractiecontrole.....	18
3.2	Tijdens het remmen	18
	3.2.1 Anti Blokkeer Systeem (ABS).....	18
	3.2.2 Elektronische remkrachtverdeling.....	19
	3.2.3 Noodstopassistentie.....	20
4.	AANBEVELINGEN	21
4.1	Korte termijn	21
4.2	Lange termijn	22
5.	CONCLUSIES	24
6.	LITERATUURLIJST	26

1. INLEIDING

Met verlies aan baanvastheid wordt het verlies aan optimaal contact of grip tussen het voertuig en het wegdek bedoeld. Het verlies aan baanvastheid komt er in de praktijk op neer dat een voertuig begint te slippen. Aangezien de banden het directe contact van het voertuig met het wegdek verzorgen, zijn deze het belangrijkste onderdeel van een voertuig dat hierin een rol speelt.

Voertuigstabiliteit heeft betrekking op de stabiliteit van het gehele voertuig. Zaken die hierop invloed hebben, zijn eveneens de banden, maar ook de aandrijflijn, (bewegingen van) het koetswerk, etc. Een extreem voorbeeld van verlies aan voertuigstabiliteit is wanneer een voertuig over de kop slaat als gevolg van een uitwijkmanoeuvre. Een verlies aan voertuigstabiliteit zal vaak resulteren in een verlies aan baanvastheid.

De doelstelling van dit Steunpuntrapport is de technologische kant van de baanvastheid en voertuigstabiliteit te bespreken. Allereerst worden de voornaamste oorzaken van verlies aan baanvastheid en voertuigstabiliteit aangehaald. Vervolgens wordt een overzicht gegeven van technologie die de baanvastheid en de voertuigstabiliteit verhoogt. Dit overzicht wordt onderverdeeld in technieken die dit realiseren enerzijds tijdens het rijden en anderzijds tijdens het remmen.

Het fenomeen risicocompensatie speelt bij elke vorm van nieuwe voertuigtechnologie mogelijk een belangrijke rol. Risicocompensatie is het fenomeen waarbij het geboden veiligheidsvoordeel van een technologie teniet wordt gedaan door het gedrag van de bestuurder. De bestuurder voelt zich veiliger, durft grotere risico's nemen en gedraagt zich bijgevolg onveiliger. Bij voertuigen uitgerust met ABS heeft onderzoek uitgewezen dat sommige bestuurders dichter bij de voorligger rijden, en dus vertrouwend op het ABS grotere risico's nemen (Land Transport NZ, 2006). Dit moet in het achterhoofd gehouden worden bij het beoordelen van op het eerste zicht veelbelovende veiligheidstechnologie.

2. OORZAKEN VAN VOERTUIGINSTABILITEIT EN VERLIES AAN BAANVASTHEID

Voertuiginstabiliteit en verlies aan baanvastheid zijn dikwijls het gevolg van een samenloop van omstandigheden, en kunnen dus moeilijk aan één enkele oorzaak te wijten zijn. Hieronder wordt getracht een overzicht te geven van de verschillende factoren die een invloed kunnen hebben op de baanvastheid en stabiliteit van een voertuig. Dit is uiteraard geen limitatieve lijst, maar enkel een opsomming van frequente oorzaken ervan.

2.1 Toestand van het wegdek en weersomstandigheden

De toestand van het wegdek bepaalt in grote mate de wegligging en dus ook de baanvastheid en de voertuigstabiliteit. De toestand van het wegdek heeft namelijk zowel invloed op de grip van de banden als op de koetswerkbewegingen. Zo kan bij een glad wegdek de grip van de banden en bijgevolg de baanvastheid verminderen, en kunnen oneffenheden in het wegdek aanleiding geven tot koetswerkbewegingen die instabiliteit van het voertuig veroorzaken.

De heersende weersomstandigheden hebben een grote invloed op de toestand van en de bandengrip op het wegdek. Indien er door hevig regenweer een grote hoeveelheid water op het wegdek staat, is het mogelijk dat de banden het water niet langer via het profiel kunnen afvoeren. Hierdoor ontstaat een dunne waterlaag tussen de band en het wegdek, met aquaplaning tot gevolg. Extreme temperaturen hebben eveneens ingrijpende gevolgen op het wegdek. Bij zeer koude temperaturen bestaat de kans op rijm- en ijzelvorming. Dit zorgt voor een glad wegdek met een sterk verminderde wrijvingscoëfficiënt en een bijgevolg even sterk verminderde grip van de banden tot gevolg. Koude temperaturen hebben eveneens een slechte invloed op de eigenschappen van het rubber van de banden. Bij temperaturen lager dan 5 tot 7°C wordt het rubber van gewone banden zodanig hard dat de grip afneemt (Godart, 2002; Fokker, 2003). Hierdoor verhoogt de remafstand en neemt de bestuurbaarheid van de wagen af. Zeer hoge temperaturen kunnen er dan weer voor zorgen dat het wegdek uitzet en zachter wordt. Lokaal kunnen hierdoor plekken ontstaan waar de banden een verminderde grip vertonen. Bij het weer afkoelen van opgewarmde delen asfalt kunnen scheuren en breuken in het wegdek ontstaan, die aanleiding kunnen geven tot koetswerkbewegingen.

2.2 Onder- en overstuur

Bij onderstuur verliest de voortrein van het voertuig bij het nemen van een bocht grip op het wegdek. Dit heeft tot gevolg dat de bochtstraal van het voertuig groter is dan die die met het stuur aangegeven wordt. Met andere woorden: het voertuig vertoont bij het nemen van een bocht de neiging rechtdoor te rijden (zie Foto 1). Onderstuur vindt vooral plaats bij voorwielgedreven wagens. Het gripverlies is meestal te wijten aan onaangepaste snelheid bij het nemen van een bocht en/of de toestand van het wegdek.

Overstuur is het fenomeen waarbij bij het nemen van een bocht de achterkant van het voertuig 'uitbreekt' (zie Foto 1). Hierdoor kan het voertuig dwars op de rijbaan komen te staan, en in het slechtste geval ongecontroleerd beginnen ronddraaien of omslaan. Als een voertuig overstuurd raakt, komt er namelijk een rolmoment op de auto te staan. Dit rolmoment kan zo groot worden dat het voertuig omslaat. Overstuur vindt vooral plaats bij achterwielgedreven voertuigen. Ook bij overstuur ligt de oorzaak van het gripverlies meestal in onaangepaste snelheid bij het nemen van een bocht en/of de toestand van het wegdek.

Ook rem- en uitwijkmanoeuvres kunnen onder- en overstuur tot gevolg hebben (zie § 2.3 en 2.5).

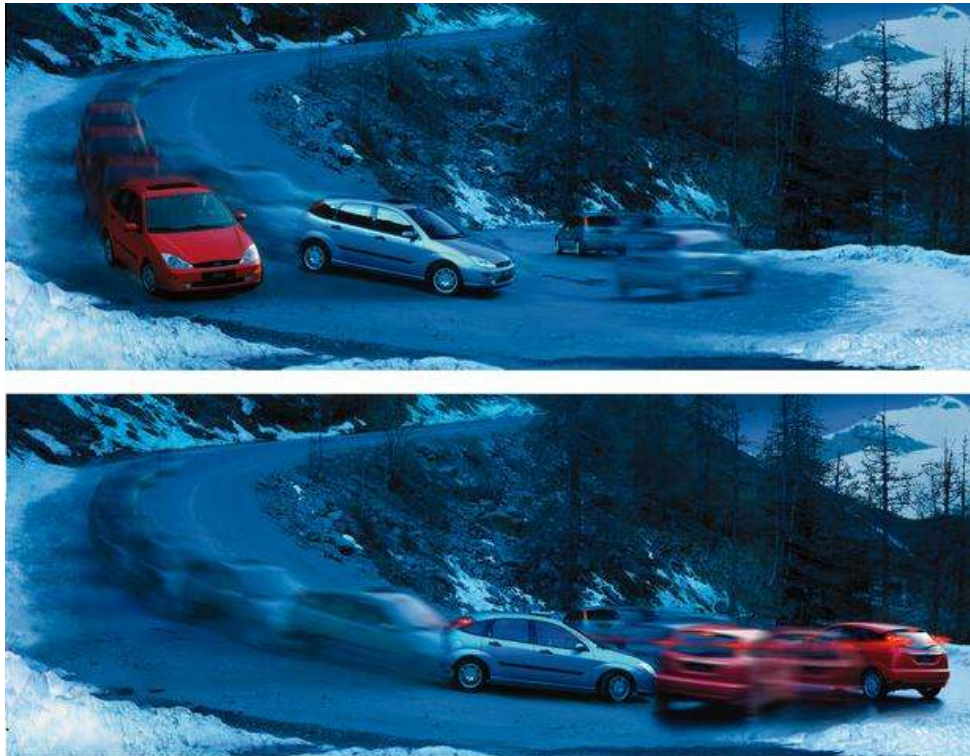


Foto 1: Vergelijking tussen het nemen van een bocht onder normale omstandigheden (blauwe voertuig) en indien onderstuur (rode voertuig, boven) en overstuur (rode voertuig, onder) optreedt.

2.3 Remmen

Tijdens het remmen wordt het gewicht van de wagen in evenredigheid met de remkracht naar de voortrein verplaatst, terwijl de achterrein ontlast wordt (Kemps, 2003). De achterrein beschikt dan niet meer over voldoende adhesie of grip. Een nogal bruske instuurhandeling kan de achterkant van de wagen doen 'uitbreken' en overstuur veroorzaken. Het zou eveneens kunnen dat de vooras de drukkracht niet meer aankan en grip verliest, met onderstuur tot gevolg.

Aangezien tijdens het remmen de wielen niet meer aangedreven worden, is hier geen verschil tussen voor- of achterwielaangedreven voertuigen. Indien echter bijkomend 'op de motor' geremd wordt, kan de reactie van het voertuig wel beïnvloed worden door het type aandrijving. Door de complexiteit van een dergelijke situatie wordt er hier niet dieper op ingegaan.

2.4 Optrekken

Bij normaal optrekken op een gladde ondergrond of stevig optrekken op een normale ondergrond, kan het gebeuren dat de aangedreven wielen doorspinnen. Dit is het gevolg van het feit dat de aandrijfkracht die door de motor op de aandrijftras wordt overgebracht, groter wordt dan de wrijvingskracht tussen het rubber van de banden en het wegdek.

In het geval van optrekken, verplaatst het gewicht van het voertuig zich naar de achteras. Dit belast dus de achteras en ontlast de vooras. De situatie is tegegesteld aan deze tijdens het remmen. Bij voorwielaangedreven voertuigen vergroot hierdoor de kans dat bij een sterke acceleratie de ontlaste vooras de aandrijfkracht en de richtingskracht niet meer aankan. Dit gebeurt wanneer de aandrijfkracht groter is dan de wrijvingskracht tussen de banden en het wegdek. Op dat ogenblik verliezen de voorwielen grip met het wegdek.

Bij achterwiel aangedreven voertuigen kan dezelfde situatie ontstaan, maar dan op de achteras. Bij sterke acceleraties bestaat de mogelijkheid dat de achteras uitbreekt. In dit geval geldt eveneens dat indien de aandrijfkraft groter is dan de wrijvingskracht, de wielen de grip met het wegdek verliezen. Het verplaatsen van het gewicht van het voertuig naar de achteras bij achterwielaangedreven voertuigen vermindert dit effect enigszins.

2.5 Lastenwissels

Bij het opeenvolgend nemen van verschillende korte bochten wordt het voertuig blootgesteld aan lastenwissels. Deze houden gewichtstransfers in van de ene naar de andere kant van het voertuig, met koetswerkbewegingen tot gevolg. Hierdoor worden afwisselend de linkerwielen en de rechterwielen zwaarder en lichter belast. Als op een bepaald moment de zijdelingse drukkracht op de wielen, ontstaan ten gevolge van de lastenwissel, groter wordt dan de wrijvingskracht, leidt dit tot gripverlies en instabiliteit.

2.6 Uitwijkmanoeuver

Indien een voertuig vanuit een stabiele rijtoestand een bruusk uitwijkmanoeuver uitvoert, veroorzaakt dat een even bruuske gewichtstransfer. Hierbij worden de wielen die zich bevinden aan de tegenovergestelde kant van de richting waarin het voertuig gestuurd wordt, plots zeer zwaar belast. De daaropvolgende stuurhandelingen, zoals het weer insturen naar de oorspronkelijke rijbaan, kunnen eveneens grote lastenwissels veroorzaken. Zoals eerder vermeld (zie § 2.5) kan het zijn dat op een bepaald moment de wielen de drukkracht ten gevolge van die lastenwissels niet meer aankunnen en grip verliezen, met voertuiginstabiliteit tot gevolg.

3. TECHNIEKEN TER VERHOGING VAN DE BAANVASTHEID EN VOERTUIGSTABILITEIT

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van technieken die de baanvastheid en de voertuigstabiliteit kunnen verhogen. Het verlies van baanvastheid en voertuigstabiliteit kan, zoals aangetoond in hoofdstuk 2, het gevolg zijn van zeer uiteenlopende fenomenen, die optreden onder verschillende omstandigheden. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen systemen die ingrijpen tijdens het rijden en tijdens het remmen.

3.1 Tijdens het rijden

De systemen die tijdens het rijden kunnen zorgen voor een behoud van de baanvastheid en de voertuigstabiliteit worden hier besproken in een welbepaalde volgorde. Allereerst bespreken we technieken met betrekking tot de banden. Deze vormen namelijk de onderdelen van een voertuig die rechtstreeks in contact staan met het wegdek en in die zin in grote mate verantwoordelijk zijn voor de baanvastheid. Vervolgens wordt een systeem behandeld die instabiliteit tracht te voorkomen die het gevolg is van de gedraging of de werking van de verbinding tussen de wielen en het koetswerk, namelijk de ophanging. Als laatste punt bespreken we drie systemen die trachten te verhelpen aan instabiliteit veroorzaakt door manoeuvres of het rijgedrag van de bestuurder.

3.1.1 Banden

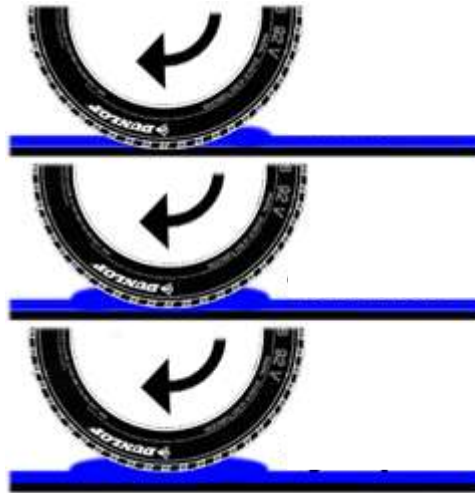
Banden vormen een uitermate belangrijk onderdeel van voertuigen, aangezien deze het direct contact met het wegdek verzorgen. Sinds 01/01/2004 is nieuwe wetgeving van kracht met betrekking tot banden van personenwagens, auto's voor dubbel gebruik en minibussen. Hieronder worden de voornaamste eigenschappen opgesomd waaraan banden van dergelijke voertuigen moeten voldoen (FOD Mobiliteit et al., 2003):

- Vanaf 01/01/2004 moeten alle nieuw verkochte banden een E- of e-markering hebben en moeten alle nieuwe voertuigen met dergelijke banden zijn uitgerust. De E- of e-markering verwijst naar een homologatienummer. Banden die voorzien zijn van een E-markering voldoen aan de Conventie van Genève van 20 maart 1958. Een e-markering verwijst naar de Europese homologatie.
- Banden op eenzelfde as moeten dezelfde technische kenmerken hebben. Hiermee wordt bedoeld dat het merk, de afmetingen, het laadvermogen, de snelheidsindex, de tekening van de hoofdgroeven en de slijtagegraad over $\frac{3}{4}$ van het loopoppervlak dezelfde moeten zijn.
- De profieldiepte van de hoofdgroeven van de banden moet minstens 1,6 mm bedragen over $\frac{3}{4}$ van het loopvlak.

Bij normaal regenweer zorgen de groeven van de banden voor de afvoer van het water. Het kan echter gebeuren dat de banden de hoeveelheid water op het wegdek niet meer kunnen verwerken, waardoor er zich een klein laagje water tussen de band en het wegdek vormt. Het voertuig gaat als het ware drijven op het water, waardoor het niet meer reageert op stuurcorrecties of remmanoeuvres. Dit fenomeen noemt men aquaplaning. Aquaplaning kan het gevolg zijn van een te geringe profieldiepte van de banden, en/of een te hoge snelheid. Bij hevige regenval kan het namelijk zijn dat banden die over voldoende profieldiepte beschikken bij hoge snelheid de grote hoeveelheden water toch niet meer kunnen afvoeren. De enige manier om aquaplaning te voorkomen,

is het rijgedrag aan te passen aan de weersomstandigheden, en op tijd de banden te vervangen. Dit is dan ook de voornaamste reden waarom banden wettelijk gezien vervangen moeten worden alvorens de profieldiepte minder dan 1,6 mm bedraagt.

Figuur 1 illustreert het fenomeen aquaplaning.



Figuur 1: Grafische voorstelling van een band met normaal contact met het wegdek (boven), een band in een transitiefase (midden) en een band die door aquaplaning geen contact meer heeft met het wegdek (onder) (© Dunlop)

Naast hevige regenval kunnen ook koude temperaturen het contact van de banden met het wegdek beïnvloeden. Bij temperaturen lager dan 5 tot 7°C wordt het rubber van gewone banden zodanig hard dat de grip afneemt (Godart, 2002; Fokker, 2003). Winterbanden daarentegen hebben een ander rubbermengsel dat bij lage temperatuur soepel blijft. Dit type banden heeft niet alleen een andere rubbersamenstelling, maar ook een aangepast profiel met extra ruime groeven. Die zijn specifiek nodig om sneeuw en modder af te voeren, maar kunnen eveneens een grote hoeveelheid water aan. Voor grip op glad wegdek kiezen vrijwel alle winterbandenfabrikanten voor gelamelleerde profielblokken (zie Foto 2). Insnijdingen in de profielblokken zorgen dat het blok bij vervorming door aandrijf-, rem- of stuurkrachten, een zaagtandoppervlak krijgt dat zich met name in sneeuw goed vastbijt. Er worden allerlei vormen voor die insnijdingen gebruikt om ze zo lang mogelijk te maken, vaak door een zigzagvorm, waardoor ze meer grip hebben. Zowel de brede groeven voor sneeuwafvoer als de lamellering brengen met zich mee dat minimaal 4 mm profieldiepte nodig is voor een winterband (Godart, 2002; Fokker, 2003). Bij een diepte kleiner dan 4 mm kan de groef onvoldoende sneeuw of modder wegwerken, en vervormen profielblokken niet voldoende om door de lamellen een zaagtandvormig contactoppervlak te krijgen.

Indien een voertuig uitgerust wordt met winterbanden met een snelheidsindex lager dan deze voorzien door de constructeur, wordt deze montage aanvaard van 01 oktober tot 30 april. Voorwaarde is wel dat binnen het gezichtsveld van de bestuurder een goed leesbaar zelfklevend etiket is aangebracht met vermelding van de maximumsnelheid voor de betreffende winterbanden. Dit etiket moet niet noodzakelijk worden verwijderd als het voertuig later wordt uitgerust met banden voorzien van een hogere snelheidsindex (FOD Mobiliteit, 2000).

Een Canadese studie stelt dat voertuigen die uitgerust zijn met gewone banden oververtegenwoordigd zijn in de ongevallen die plaatsvinden gedurende de winter (TTSB, 2005). Een andere, eveneens Canadese studie concludeert dat in winterse

omstandigheden de remweg van voertuigen met winterbanden tot 25% korter is dan die van voertuigen met gewone banden (Canadian Press & Leger Marketing, 2005).



Foto 2: Gewone band (links) zonder en winterband (rechts) met gelamelleerde profielblokken (© Bridgestone)

3.1.2 Actieve of adaptieve ophanging

De ophanging van een voertuig bepaalt in grote mate het comfort, de wegligging en de stabiliteit van een voertuig tijdens het rijden. De ophanging is verantwoordelijk voor het opvangen van de koetswerkbewegingen en schokken die het gevolg zijn van het rijden (bochten nemen, rijden over oneffenheden in het wegdek, ...). De constructeurs trachten bij het ontwerp van hun voertuig een compromis te vinden tussen een zachte en een harde ophanging. Beiden hebben hun voordelen op de baanvastheid en stabiliteit: een zachte ophanging vangt oneffenheden in het wegdek beter op, een harde ophanging zorgt voor een beter stuurkarakter en rolgedrag (Boosman, 1999). Beiden hebben echter ook hun nadelen. Een te zachte ophanging kan in bepaalde omstandigheden aanleiding geven tot instabiliteit van het voertuig. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren indien een serie korte bochten elkaar snel opvolgen (lastenwissels), indien er een sterke zijwind staat, ... In deze omstandigheden is een hardere ophanging beter geschikt. Indien een voertuig echter uitgerust is met een te harde ophanging, kan dit ook instabiliteit tot gevolg hebben. Zo kan het voertuig het contact met het wegdek verliezen na een opeenvolging van oneffenheden in het wegdek (Roskam, 1998).

Een actieve of adaptieve ophanging past zich aan de kenmerken van het wegdek en de rijomstandigheden aan. Dit kan automatisch en dus zonder tussenkomst van de bestuurder gebeuren, of de bestuurder kan een keuze maken uit vooraf gedefinieerde instellingen. Op die manier kan een hard opgehangen voertuig op zeer korte tijd omschakelen naar een voertuig met zachtere ophanging en omgekeerd indien de omstandigheden dit vereisen.

Op dezelfde manier kan de koetswerkhoogte van het voertuig aangepast worden indien de omstandigheden dit vereisen. Zo kan een voertuig bij hoge snelheden dichter bij het

wegoppervlak liggen en dus ook z'n zwaartepunt verlagen. Dit resulteert in een verbeterde wegligging en baanvastheid, en in een verminderde luchtweerstand.

De ophanging wordt niet noodzakelijk op dezelfde manier aangepast bij de vier wielen. Een voertuig dat met een actieve ophanging is uitgerust, zal bij het nemen van bochten veel minder 'doorhangen', door de ophanging aan de wielen die zich aan de buitenkant van de bocht bevinden, tijdelijk harder te maken (zie Foto 3). Hierdoor zal bij het nemen van snel opeenvolgende bochten het voertuig stabiel blijven en minder onderhevig zijn aan pompbewegingen veroorzaakt door lastenwissels. Ook bij het afremmen en optrekken zal het koetswerk minder overhellen naar voor respectievelijk naar achter. Dit heeft tot gevolg dat de gewichtstransfers waarvan sprake in § 2.3 en § 2.4, die voertuiginstabiliteit met zich mee kunnen brengen, sterk verminderen.

Dit systeem is voorlopig enkel beschikbaar op enkele modellen van de duurdere klasse personenwagens.



Foto 3: Bochtgedrag van een voertuig met actieve ophanging (links) en een voertuig zonder actieve ophanging (rechts) (© DaimlerChrysler)

3.1.3 Stabiliteitscontrole

Zoals de naam al aangeeft, is stabiliteitscontrole een systeem dat waakt over de stabiliteit van een voertuig. Meer bepaald gaat het systeem verschillende keren per seconde na of het voertuig in een onder- of overstuurde situatie verkeert en grijpt indien nodig in door 1 of meerdere wielen af te remmen. Zoals eerder vermeld kan onder- of overstuur het gevolg zijn van onaangepaste snelheid in een bocht, een glad wegdek of een rem- of uitwijkmanoeuvre.

De informatie om te bepalen of een voertuig in een onder- of overstuurde situatie verkeert, wordt geleverd door een aantal sensoren: deze die door het ABS gebruikt worden, de stuurhoeksensor, de giermomentsensor en de dwarsacceleratiesensor. De ABS-sensoren meten op elk wiel of dit een andere draaisnelheid heeft dan te verwachten is ten opzichte van de andere wielen. Dit vormt een indicatie van gripverlies. Met de giermomentsensor wordt het giermoment van de auto gedetecteerd. Deze giermomenten proberen de auto om een verticale as te roteren. De dwarsacceleratiesensor detecteert

de zijdelingse versnellingen die op de auto werken. De stuurhoeksensor geeft aan in welke richting de bestuurder zich wenst te begeven.

In het geval het voertuig in een onderstuurde situatie verkeert, grijpt het systeem in door het achterwiel dat zich aan de binnenkant van de bocht bevindt, af te remmen. Hierdoor wordt er een soort van 'vast' punt gevormd, met name het afgeremde achterwiel, waardoor een bijkomend giermoment op het voertuig inwerkt. Dit bijkomend giermoment is tegengesteld aan het oorspronkelijk giermoment. Op die manier wordt het oorspronkelijk giermoment, dat de oorzaak van de instabiliteit was, geneutraliseerd en blijft het voertuig in koers. Bij onderstuur daarentegen, zal het systeem remkracht uitoefenen op het voorwiel dat zich aan de buitenkant van de bocht bevindt. Ook hier is het de bedoeling een bijkomend giermoment te creëren dat het oorspronkelijke giermoment neutraliseert. Figuur 2 illustreert aan de hand van een voorbeeld de werking van stabiliteitscontrole.

Er zijn verschillende soorten van stabiliteitscontrole-systemen op de markt. Het verschil wordt gevormd door de manier waarop de wielen afgeremd worden en het aantal wielen waarop ingegrepen kan worden. Zo kan een systeem een wiel afremmen door enkel gebruik te maken van het remsysteem, of door het motorvermogen dat naar het wiel gestuurd wordt, te verminderen, of een combinatie van beiden. De eerste systemen grepen op maximaal één wiel in, terwijl de nieuwste systemen gelijktijdig op meerdere wielen kunnen ingrijpen.

In de internationale literatuur is men het er over eens dat stabiliteitscontrole een zeer effectief systeem is om ongevallen te voorkomen. Volgens verschillende studies hebben auto's die met stabiliteitscontrole zijn uitgerust, tot 50% minder kans om in eenzijdige ongevallen betrokken te geraken (IIHS, 2004; Bahouth, 2005). Volgens de Europese Commissie is dankzij stabiliteitscontrole het aantal ongevallen waarbij de auto over de kop slaat, met 12% afgenomen (EC, 2003). Volgens studies van de National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) uit de Verenigde Staten zijn voertuigen uitgerust met stabiliteitscontrole 35% minder vaak betrokken in eenzijdige ongevallen (NHTSA, 2006), en 39% minder vaak bij eenzijdige ongevallen met dodelijke afloop. Een Zweedse studie concludeert dat men consumenten zou moeten aanbevelen voertuigen te kopen die uitgerust zijn met stabiliteitscontrole (Lie et al., 2005). Het systeem krijgt zelfs een speciale vermelding op de EuroNCAP-website als zijnde zeer effectief in het voorkomen van ongevallen (EuroNCAP, 2006). Ook de Europese Commissie hecht veel belang aan stabiliteitscontrole om het aantal verkeersdoden te verminderen (EC, 2003; Vits, 2005).

Sommige personenwagens zijn standaard reeds uitgerust met een stabiliteitscontrole. Op de meeste andere personenwagens is een stabiliteitscontrole in optie beschikbaar. In 2005 waren in Duitsland 55% van alle nieuwe wagens geleverd met stabiliteitscontrole, in Frankrijk 35%, in Spanje 25%, in Groot-Brittannië 20% en in Italië 14%. Over de hele Europese Unie bekeken, waren iets meer dan een kwart van alle nieuwe voertuigen met stabiliteitscontrole uitgerust (Bosch, 2006a).

Situatie: ontwijken van obstakels, namelijk het voertuig komende van rechts en een tegenligger

Rode voertuig, zonder stabiliteitscontrole:

1. Bij het bemerken van het voertuig komende van rechts duwt de bestuurder het rempedaal bruusk in en rukt het stuur naar links: onderstuur destabiliseert het voertuig.
2. Het instabiele voertuig beweegt in de richting van het tweede obstakel, de tegenligger. De bestuurder onderneemt een uitwijkmanoeuvre door naar rechts te sturen.
3. Het voertuig blijft instabiel, deze keer door overstuur, en botst op de tegenligger.

Blauwe voertuig, met stabiliteitscontrole:

1. Bij het bemerken van het voertuig komende van rechts duwt de bestuurder het rempedaal bruusk in en rukt het stuur naar links: onderstuur dreigt.
2. De stabiliteitscontrole komt tussenbeide door de linkerachterrem te bedienen. Hierdoor ontstaat een giermoment tegengesteld aan datgene dat het voertuig dreigt te destabiliseren, zodat er netto geen giermoment op het voertuig werkt. Het voertuig behoudt de stabiliteit.
3. Tegensturen om de tegenligger te ontwijken, dreigt het voertuig weer te destabiliseren: overstuur dreigt. De stabiliteitscontrole komt tussenbeide door de linkervoorrem te bedienen. Wederom wordt het giermoment geneutraliseerd.
4. Het voertuig heeft de stabiliteit bewaard en zet zijn reisweg verder.



Figuur 2: Grafische voorstelling van de werking van stabiliteitscontrole bij uitwijkmanoeuvres

3.1.4 Vierwielaandrijving

De meeste personenwagens die op de Belgische wegen rondrijden worden aangedreven op 2 wielen. Dit kan op de voor- of op de achteras gebeuren. Er bestaan echter ook voertuigen die op 4 wielen en dus 2 assen kunnen aangedreven worden. Dit heeft een aantal voordelen op gebied van verhogen van de baanvastheid en de voertuigstabiliteit.

Er bestaan 2 verschillende systemen van vierwielaandrijving: permanente en handmatig in te schakelen. Deze laatste heeft voornamelijk betrekking op terreinwagens en wordt gebruikt indien de omstandigheden van die aard zijn dat de bestuurder de alle-terreincapaciteiten van dergelijke voertuigen dient aan te spreken. In dit rapport beperken we ons tot de permanente vierwielaandrijving die beschikbaar is op een aantal gewone personenwagens.

Bij een permanent vierwielaangedreven voertuig verdeelt de motor in normale omstandigheden het vermogen in een vaste verhouding over de voor- en achteras. Als de omstandigheden het vereisen, kan deze verhouding in een fractie van een seconde gewijzigd worden. Zo kan het vermogen tot 100% naar de vooras gestuurd worden, of

naar de achteras. Indien het systeem merkt dat de voor- of de achteras grip verliest, door bijvoorbeeld onder- of overstuur, zal deze het vermogen via het centraal differentieel grotendeels naar de achteras respectievelijk vooras sturen. Op die manier zorgt het systeem ervoor dat het voertuig steeds de nodige grip met het wegdek behoudt. Indien een vierwielaangedreven voertuig uitgerust is met een tractiecontrole (zie hieronder), is het voertuig zelfs in staat veilig te vertrekken en te rijden als drie van de vier wielen zich op een gladde ondergrond bevinden.

Voertuigen uitgerust met vierwielaandrijving hebben een voordeel t.o.v. tweewielaangedreven voertuigen in volgende omstandigheden: bij het optrekken (zowel uit stilstand als al rijdend), bij het nemen van bochten, bij het rijden op ijs, sneeuw, natte bladeren en op nat wegdek (Audi, 2006; Land Transport NZ, 2006; Mercedes-Benz, 2006).

3.1.5 Tractiecontrole

Zoals aangegeven in § 2.4 kunnen sterke acceleraties tot gevolg hebben dat de banden van de aangedreven as(sen) doorspinnen. Dit gebeurt wanneer de aandrijfkracht groter is dan de wrijvingskracht tussen de banden en het wegdek. Dit fenomeen wordt versterkt wanneer het wegdek er glad bijligt. Ook wanneer de wrijvingscoëfficiënt tussen de banden en het wegdek verschilt bij de twee wielen van de aandrijf-as, kan het zijn dat het wiel met de laagste wrijvingscoëfficiënt doorspint. Dit gebeurt bijvoorbeeld wanneer het voertuig deels op een losse ondergrond en deels op verhard wegdek vertrekt of rijdt (Audi, 2006). Ook bij het nemen van bochten aan constante snelheid kan het gebeuren dat een aangedreven wiel begint door te spinnen. Het is in dit geval niet enkel de aandrijfkracht maar eveneens de middelpuntvliedende kracht die groter kan worden dan de wrijvingskracht.

Tractiecontrole kan hier tussenbeide komen door de wielen die doorspinnen af te remmen. De aandrijfkracht (en/of middelpuntvliedende kracht) wordt met andere woorden verminderd tot het niveau waarop deze niet langer groter is dan de wrijvingskracht. Hierdoor hebben de banden weer grip, waardoor de stabiliteit beter bewaard blijft (Berquin, 1999; Land Transport NZ, 2006).

Om te meten of een wiel doorspint, maken de meeste systemen gebruik van de wielsensoren die ook door het ABS gebruikt worden. Een groot verschil in omwentelsnelheid tussen een wiel en de overige wielen, duidt op doorspinnen. Het afremmen van de aangedreven wielen kan op twee manieren gebeuren: door middel van het klassieke remsysteem en/of door het motorvermogen dat naar de wielen gestuurd wordt, te verminderen.

In een aanbeveling van de National Transportation Safety Board van de Verenigde Staten wordt gesteld dat tractiecontrole effectief is in het bijstaan van bestuurders bij het behouden van de stabiliteit van het voertuig (NTSB, 1998).

3.2 Tijdens het remmen

Zoals in hoofdstuk 2 aangegeven, kunnen ook remmanoeuvres aanleiding geven tot verlies van baanvastheid en stabiliteit van het voertuig. Hieronder bespreken we systemen die hieraan trachten te verhelpen.

3.2.1 Anti Blokkeer Systeem (ABS)

Het blokkeren van de wielen door de remmen toe te passen, geeft aanleiding tot voertuiginstabiliteit. Bij blokkeren van de wielen begint de auto te glijden en komt er

geen reactie op eventuele uitwijkmanoeuvres of stuurcorrecties. De auto blijft zich voortbewegen in de richting waarin hij reed en kan daarenboven rond zijn as beginnen draaien. Een ABS verhindert het blokkeren van de wielen.

Het ABS controleert door middel van wielsensoren vele malen per seconde of een wiel blokkeert. Indien dit het geval is, vermindert het systeem kort de remkracht door de remdruk in het hydraulisch systeem te verminderen. De remdruk wordt pas weer opgebouwd wanneer het wiel weer draait en dus weer grip heeft. Het belangrijkste veiligheidsvoordeel dat ABS hierdoor biedt, is het feit dat het voertuig bestuurbaar blijft in noodsituaties waar de bestuurder zeer krachtig moet remmen. Indien het ABS ingrijpt, wordt bij bijna alle voertuigen een luid 'geratel' en trillingen in het rempedaal merkbaar (Land Transport NZ, 2006; NHTSA, 2006). Dit is te wijten aan het herhaaldelijk opbouwen en wegvallen van de remdruk in het hydraulische systeem. Sommige bestuurders laten door deze fenomenen uit angst het rempedaal los, hetgeen uiteraard niet de bedoeling is.

Over de effectiviteit van ABS bestaat geen eenduidigheid in de literatuur, althans wat betreft een verkorting van de remweg. Er zijn studies uitgevoerd die op een netto gunstig effect duiden (Delaney & Newstead, 2004), maar ook die duiden op een netto nul tot ongunstig effect van met ABS uitgeruste voertuigen (Garrott & Mazzae, 1999). Een voertuig blijft wel steeds bestuurbaar tijdens ABS-remmanoeuvres, en in die zin kunnen we stellen dat ABS in veel omstandigheden een positief effect heeft op de verkeersveiligheid (Land Transport NZ, 2006; NHTSA, 2006).

Veruit de meeste personenwagens zijn tegenwoordig standaard uitgerust met ABS. In 2003 waren 91% van de verkochte voertuigen in Europa met ABS uitgerust (EC, 2003). Vanaf de helft van 2004 zouden alle nieuw verkochte voertuigen in Europa uitgerust zijn met ABS (Bosch, 2006b).

3.2.2 Elektronische remkrachtverdeling

In normale omstandigheden is de remkracht die op de voorwielen uitgeoefend wordt groter dan deze op de achterwielen. Dit omdat door de gewichtstransfer, die het gevolg is van het remmen, het meeste gewicht op de vooras komt te liggen. De achterwielen worden minder belast en de adhesie met het wegdek vermindert, terwijl het omgekeerde gebeurt bij de voorwielen. Tijdens het remmanoeuver zelf is de gewichtstransfer een dynamisch gegeven: steeds meer en meer gewicht wordt van de achteras naar de vooras verplaatst. Tijdens het remmen kan de remkracht op de vooras dus gestaag opgedreven worden, terwijl die op de achteras dient te verminderen. Indien echter bijkomend gewicht op de achteras is geplaatst (bijvoorbeeld in beladen toestand), kan meer remkracht op de achterwielen uitgeoefend worden.

Elektronische remkrachtverdeling zorgt voor een optimale verdeling van de remkracht over de voor- en achteras (Kemps, 2003). Bij geavanceerde systemen kan deze bijkomend verdeeld worden tussen linker- en rechterwiel. Afhankelijk van de ondergrond en de mate van gewichtstransfer tijdens remmanoeuvres wordt de remkracht naar de assen en wielen gestuurd die het meeste grip met het wegdek hebben. Om te bepalen of een wiel grip heeft en dus niet blokkeert, maakt het systeem gebruik van de sensoren van het ABS.

Het verschil met een ABS is het feit dat elektronische remkrachtverdeling de remkracht op elke as of wiel apart aanpast, waar het simpelere ABS geen invloed uitoefent op de verdeling van de remkracht.

Ook dit systeem vindt tegenwoordig zijn weg naar de markt, en de meeste personenwagens zijn hiermee standaard of optioneel uitgerust.

3.2.3 Noodstopassistentie

In een noodsituatie waarbij een noodstop vereist is, benut een bestuurder niet steeds de maximale remkracht. Dit kan veroorzaakt worden door het feit dat de bestuurder gewoonweg niet bij machte is het rempedaal met genoeg kracht in te duwen, of doordat de bestuurder vroegtijdig ophoudt met het toedienen van de maximale remkracht (Berquin, 1999; Fokker, 2001; Mercedes-Benz, 2006). Dit laatste kan veroorzaakt worden door het luid geratel dat hoorbaar is indien het ABS in werking treedt en bepaalde (onwetende) chauffeurs verrast (Land Transport NZ, 2006; NHTSA, 2006).

Het is gebleken dat een volgorde van een paar welbepaalde acties een noodstop kenmerken, zoals het snel lossen van het gaspedaal en het vervolgens bruusk induwen van het rempedaal (Berquin, 1999; Fokker, 2001; Mercedes-Benz, 2006). Indien sensoren deze acties detecteren, zal het remsysteem automatisch de volledige remkracht benutten en op die manier de remafstand gevoelig verkorten. De sensoren van het ABS zorgen er uiteraard voor dat de wielen niet blokkeren. Volgens Mercedes zou noodstopassistentie de remafstanden bij een snelheid van 100 km/h gemiddeld met bijna 33 m verkorten (Berquin, 1999).

Dit systeem begint stilaan door te breken en wordt op de meeste personenwagens standaard of als optie aangeboden.

4. AANBEVELINGEN

De aanbevelingen in dit hoofdstuk hebben betrekking op de overheid. Aanbevelingen naar de industrie zijn hier niet aan de orde.

Een kanttekening met betrekking tot de rol van de overheid is hier echter op zijn plaats. In principe zou de markt sterk zelfregulerend moeten of kunnen optreden. Een bewezen lager ongevalsrisico zou aanleiding kunnen geven tot lagere verzekeringspremies, enz. Bij de introductie van voertuigtechnologie in het verleden blijkt dit echter niet steeds het geval, gezien bijvoorbeeld de zeer lange introductietermijn voor ABS.

4.1 Korte termijn

De belangrijkste aanbeveling die uit dit rapport naar voren komt, betreft de versnelde en algemene introductie van veiligheidssystemen, met name stabiliteitscontrole. Zoals aangegeven in § 3.1.1 hebben verschillende studies reeds aangetoond dat stabiliteitscontrole een wezenlijke bijdrage kan leveren aan het verhogen van de verkeersveiligheid. Een bewezen effectiviteit is echter niet voldoende om consumenten ervan te overtuigen een dergelijk systeem aan te schaffen. De introductie van ABS en stabiliteitscontrole kan als illustratie dienen voor de twee belangrijkste problemen waarmee de industrie bij de marktintroductie van nieuwe systemen te maken krijgt. In de eerste plaats kan de marktintroductie erg lang op zich laten wachten als deze uitsluitend aan de marktkrachten en het concurrentiemechanisme wordt overgelaten. ABS is ontwikkeld in de jaren zeventig van de vorige eeuw. In 2003 was ongeveer 91% van de nieuwe voertuigen en ongeveer 66% van het volledige wagenpark in Europa van ABS voorzien (EC, 2003). De introductie van ESP is wat sneller verlopen, aangezien in 2003 al 38% van de nieuwe voertuigen die verkocht werden en 16% van het totale wagenpark met dit systeem was uitgerust, en dit 5 jaar na de introductiedatum. In de tweede plaats zullen de nieuwe veiligheidvoorzieningen, wanneer de introductie ervan uitsluitend op commerciële overwegingen van de automobielfabrikanten berust, eerst op voertuigen uit het duurdere gamma, vervolgens op de middenklasseauto's en pas het laatst op de kleinere en compacte modellen worden aangebracht.

Op grond van het voorgaande is het duidelijk dat een brede invoering van intelligente veiligheidssystemen voor voertuigen niet volledig aan het particulier initiatief kan worden overgelaten, maar gesteund moet worden door de overheidssector. De belangrijkste mechanismen voor overheidsingrijpen op korte termijn zijn (EC, 2003):

- bewustmaking en voorlichting, waardoor de vraag naar veiligheidssystemen en de bereidheid van de consument om voor geavanceerde veiligheidsvoorzieningen te betalen, moet groeien;
- het introduceren van financiële stimuli voor de kopers van voertuigen die met geavanceerde veiligheidsvoorzieningen zijn uitgerust.

Max Mosley, voorzitter van de internationale automobiefederatie FIA en voormalig voorzitter van EuroNCAP, heeft in het kader van EuroNCAP een stappenplan voorgesteld dat een algemene invoering van stabiliteitscontrole voor ogen heeft (EuroNCAP, 2005):

- 2006-2007: Voertuigen met uitgerust met stabiliteitscontrole krijgen een extra ster bij de EuroNCAP-quoting;
- 2007: de lidstaten van de Europese Unie dienen een financieel voordeel van € 250 toe te kennen aan kleine en middelgrote gezinswagens die met stabiliteitscontrole zijn uitgerust;

- 2010: verplichting aan de constructeurs om voertuigen met stabiliteitscontrole uit te rusten.

De vermeden kosten die gepaard zouden gaan met een algemene introductie van stabiliteitscontrole verantwoordt het ontwikkelen en toepassen van financiële stimuli. Een andere mogelijkheid bestaat in een verplichting om elke nieuwe personenwagen met stabiliteitscontrole uit te rusten. Dit is echter geen bevoegdheid van de lidstaten, en dient bijgevolg op Europees niveau bedongen te worden.

4.2 Lange termijn

De introductie van de nieuwe generatie van intelligente veiligheidssystemen voor voertuigen blijft in de eerste plaats een taak van de automobielenindustrie, die dergelijke systemen ontwikkelt in samenwerking met haar toeleveranciers en de telematica-industrie, gesteund door twee andere industriële sectoren, de telecommunicatie en de IT-industrie. De overheid moet echter met de particuliere sector samenwerken. Dit dient te gebeuren vanuit een Europees kader, en met name de Europese Commissie dient actie te ondernemen op de gebieden waarop zij bevoegd is, zoals het O&TO in de Europese Unie, de typegoedkeuringsprocedures voor motorvoertuigen, de telecommunicatie- en vervoersregelgeving, bij de oplossing van de aansprakelijkheids- en normalisatieproblematiek, en het opruimen van andere hinderpalen voor de invoering van intelligente veiligheidssystemen voor voertuigen. Dikwijls is het voor het bedrijfsleven commercieel niet rendabel om nieuwe veiligheidssystemen te introduceren en zijn initiatieven van de overheid bijvoorbeeld in de sfeer van de belastingen of verzekeringen nodig om de invoering van dergelijke systemen sneller te laten verlopen.

In een mededeling doet de Europese Commissie voorstellen voor maatregelen om de ontwikkeling van intelligente veiligheidssystemen voor voertuigen te bevorderen en belemmeringen voor een grootschalige introductie daarvan in Europa uit de weg te ruimen (EC, 2003). De voorstellen vallen in drie categorieën uiteen:

- het promoten van intelligente veiligheidssystemen voor voertuigen;
- het aanpassen van regelgeving en normalisatievoorschriften;
- het uit de weg ruimen van maatschappelijke en commerciële belemmeringen.

Gemeenschappelijke initiatieven van de Europese Commissie, de lidstaten, de industrie en andere spelers uit de openbare en de particuliere sector kunnen eveneens worden beschouwd als een randvoorwaarde voor de bevordering van de ontwikkeling, invoering en toepassing van intelligente veiligheidssystemen voor voertuigen. Bijkomende voorwaarden hebben te maken met (EC, 2003):

- het consolideren van de analyses van de huidige verkeersongevallenstatistieken waarover de EU, de lidstaten en de industrie beschikken en die informatie geven over de oorzaak en omstandigheden van ongevallen;
- het vastleggen van een gemeenschappelijk formaat en structuur voor de registratie van ongevalsgegevens in de EU-landen;
- het gezamenlijk ontwikkelen van een Europese database met oorzaakgegevens;
- het opzetten van een gecoördineerd valideringsraamwerk voor de operationele testen van actieve veiligheidssystemen in de lidstaten;

- het ontwikkelen van stappenplannen voor de overheidssector die aangeven welke investeringen in het wegennet en de informatie-infrastructuur moeten plaatsvinden, en dit op basis van de stappenplannen van de industrie. De industrie is vaak zelf de drijfveer achter nieuwe ontwikkelingen op gebied van voertuigtechnologie. Er zijn echter toepassingen in ontwikkeling die interactie van de voertuigen met het wegennet/infrastructuur noodzakelijk maken.
- het inventariseren van de maatregelen die moeten worden getroffen om eventuele belemmeringen in de wetgeving uit de weg te ruimen. Zo is het actief ingrijpen op niveau van het stuur en de remmen slechts toegelaten tot een bepaald niveau. Er dient onderzocht te worden of deze belemmeringen nog voldoen aan de huidige stand van de technologie, de nodige voorzichtigheid in acht nemend uiteraard.
- inventariseren van bestaande specificaties en zo nodig het opstellen van nieuwe specificaties voor pan-Europese, gestandaardiseerde interoperabele interfaces en protocollen voor de communicatie tussen voertuigen onderling en tussen voertuigen en de infrastructuur ten behoeve van interactieve, coöperatieve veiligheidssystemen en -diensten;
- het stimuleren en ondersteunen van weggebruikers en wagenparkeigenaars om voertuigen te kopen met intelligente veiligheidsvoorzieningen en om gebruik te maken van veiligheidsbevorderende diensten door middel van stimulansen zoals belastingvoordelen, lagere verzekeringspremies of voorkeursbehandelingen;
- het uitvoeren van promotiecampagnes waarmee de consument wordt voorgelicht over de voordelen, de werking en het gebruik van intelligente veiligheidssystemen voor voertuigen.

De Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO) merkt op dat toekomstige veiligheidssystemen de bestuurder niet in die mate mogen afleiden dat hierdoor het geboden veiligheidsvoordeel teniet gedaan wordt (OECD, 2003). Voorts stelt deze organisatie dat het introduceren van nieuwe veiligheidstechnologie mogelijks (kleinere) nefaste gevolgen met zich meebrengt. De gordel en de airbag hebben bewezen dat alhoewel ze in een redelijk vroeg stadium van ontwikkeling globaal een veiligheidsvoordeel boden, dergelijke technologie toch enkele tekortkomingen vertoonde. In de loop der jaren is deze technologie verder verbeterd, mede dankzij klachten en rapporten van onderzoeksinstituten, consumenten, e.d. Deze aanpassingen zouden echter het gevolg moeten zijn van een evaluatieplan dat over een langere termijn loopt. Het is daarom essentieel om in overleg met alle betrokkenen een dergelijk evaluatieprogramma op te stellen om de performantie van toekomstige veiligheidssystemen te monitoren. Uiteraard is een degelijke opvolging van ongevalgegevens hierbij onontbeerlijk.

5. CONCLUSIES

Met verlies aan baanvastheid wordt het verlies aan optimaal contact of grip tussen het voertuig en het wegdek bedoeld. De voertuigstabiliteit heeft dan weer betrekking op de stabiliteit van het gehele voertuig. Een verlies aan voertuigstabiliteit zal vaak resulteren in een verlies aan baanvastheid.

Het verlies aan baanvastheid en voertuigstabiliteit is ofwel te wijten aan het wegdek en de weersomstandigheden, ofwel aan manoeuvres en het rijgedrag van de bestuurder. Het wegdek kan oneffenheden vertonen, er glad bijliggen, enz. De weersomstandigheden kunnen van die aard zijn dat ze een invloed hebben op het wegdek of op de eigenschappen van de banden. Voorbeelden van manoeuvres of rijgedrag van bestuurders die voertuiginstabiliteit veroorzaken zijn onder- en overstuur als gevolg van onaangepaste snelheid, het remmen en optrekken, uitwijkmanoeuvres en lastenwissels door het snel nemen van opeenvolgende bochten.

Er is een verscheidenheid aan systemen op de markt die een verlies aan baanvastheid en voertuigstabiliteit kunnen verminderen of voorkomen. In de eerste plaats wordt hierbij gedacht aan geschikte banden, aangezien deze het directe contact van het voertuig met het wegdek verzorgen. Om aquaplaning te vermijden bij hevig regenweer moeten de banden over voldoende diepe groeven beschikken, en dienen bestuurders een aangepaste snelheid in acht te nemen. Bij koude weersomstandigheden verhardt het rubber van gewone banden, waardoor de banden minder grip hebben op het wegdek. Het gebruik van winterbanden kan hierbij een oplossing bieden.

De bewegingen van de banden worden aan het koetswerk overgebracht door middel van de ophanging. Deze kan een invloed hebben op de baanvastheid en voertuigstabiliteit door lastenwissels slecht te verwerken, door oneffenheden in het wegdek slecht te filteren, enz. Een actieve of adaptieve ophanging past zich aan het wegdek en de rijstijl aan. Op die manier kan een hard opgehangen voertuig op zeer korte tijd omschakelen naar een voertuig met zachtere ophanging en omgekeerd indien de omstandigheden dit vereisen.

Systemen die trachten te verhelpen aan een verlies aan baanvastheid en voertuigstabiliteit dat het gevolg is van manoeuvres of het rijgedrag van bestuurders, zijn stabiliteitscontrole, vierwielaandrijving en tractiecontrole. Stabiliteitscontrole komt tussenbeide wanneer onder- en overstuur dreigen op te treden. De giermomenten die het voertuig om zijn verticale as proberen te doen draaien, worden door gepaste remingrepen, uitgevoerd door de stabiliteitscontrole, geneutraliseerd. Verschillende studies hebben de effectiviteit van het systeem om ongevallen te voorkomen reeds afdoende bewezen. De Europese Commissie rekent dan ook op een algemenere invoering van stabiliteitscontrole om zo de vooropgestelde reductie van het aantal verkeersslachtoffers mee te helpen verwezenlijken.

Bij een permanent vierwielaangedreven voertuig verdeelt de motor in normale omstandigheden het vermogen in een vaste verhouding over de voor- en achteras. Als de omstandigheden het vereisen, kan deze verhouding in een fractie van een seconde gewijzigd worden. Op die manier zorgt het systeem ervoor dat het voertuig steeds de nodige grip met het wegdek behoudt. Hierdoor bieden vierwielaangedreven voertuigen een voordeel in volgende omstandigheden: bij het optrekken (zowel uit stilstand als al rijdend), bij het nemen van bochten, bij het rijden op ijs, sneeuw, natte bladeren en op nat wegdek.

Wanneer de aangedreven wielen doorspinnen en bijgevolg grip verliezen, kan tractiecontrole tussenbeide komen door de wielen die doorspinnen af te remmen. De aandrijfkracht (en/of middelpuntvliedende kracht) wordt met andere woorden verminderd tot het niveau waarop deze niet langer groter is dan de wrijvingskracht. Hierdoor hebben de banden weer grip, waardoor de stabiliteit beter bewaard blijft.

Verlies aan baanvastheid en voertuigstabiliteit ten gevolge van remmanoeuvres kan voorkomen worden door verschillende systemen. Deze systemen worden reeds door veel constructeurs standaard of optioneel op het voertuig aangeboden. Het bekendste van deze systemen is ongetwijfeld ABS. Dit systeem voorkomt dat wielen blokkeren wanneer krachtig geremd wordt. Het grote voordeel dat ABS hierdoor biedt is het feit dat een wagen bestuurbaar blijft bij krachtige remmanoeuvres. Dit systeem is op bijna alle personenwagens standaard gemonteerd.

Zoals het woord het zelf zegt, zorgt elektronische remkrachtverdeling voor een adequate verdeling van de remkracht over de voor- en achteras, rekening houdend met de gewichtsverplaatsing ten gevolge van het remmen. Noodstopassistentie is in staat een noodstop te herkennen, en zorgt ervoor dat in dat geval alle beschikbare remkracht toegepast wordt.

De belangrijkste aanbeveling op korte termijn die uit dit rapport naar voren komt, betreft de versnelde en algemene introductie van veiligheidssystemen, met name stabiliteitscontrole. De effectiviteit van dit systeem is wetenschappelijk bewezen, maar dit blijkt echter niet voldoende om consumenten ervan te overtuigen een dergelijk systeem aan te schaffen. Een brede invoering van intelligente veiligheidssystemen voor voertuigen mag niet volledig aan het particulier initiatief overgelaten worden, maar moet ondersteund worden door de overheidssector. De 2 voornaamste mechanismen voor overheidsingrijpen zijn enerzijds bewustmaking en voorlichting, waardoor de vraag naar veiligheidssystemen en de bereidheid van de consument om voor geavanceerde veiligheidsvoorzieningen te betalen, moet groeien; en anderzijds het introduceren van financiële stimuli voor de kopers van voertuigen die met geavanceerde veiligheidsvoorzieningen zijn uitgerust.

De Europese Commissie heeft lange termijn-voorstellen gelanceerd voor maatregelen om de ontwikkeling van intelligente veiligheidssystemen voor voertuigen te bevorderen en belemmeringen voor een grootschalige introductie daarvan in Europa uit de weg te ruimen. De voorstellen hebben betrekking op het promoten van intelligente veiligheidssystemen voor voertuigen; het aanpassen van regelgeving en normalisatievoorschriften; en het uit de weg ruimen van maatschappelijke en commerciële belemmeringen. Gemeenschappelijke initiatieven van de Europese Commissie, de lidstaten, de industrie en andere spelers uit de openbare en de particuliere sector kunnen eveneens worden beschouwd als een randvoorwaarde voor de bevordering van de ontwikkeling, invoering en toepassing van intelligente veiligheidssystemen voor voertuigen. Belangrijke punten hierin zijn een degelijke analyse van huidige en toekomstige verkeersongevallenstatistieken; het ontwikkelen van stappenplannen voor de overheid, in samenwerking met de industrie, die betrekking hebben op investeringen in het wegennet en de informatie-infrastructuur; een verregaande standaardisering; het stimuleren en ondersteunen van weggebruikers en wagenparkeigenaars om voertuigen te kopen met intelligente veiligheidsvoorzieningen en uiteraard continue promotie- en bewustmakingscampagnes.

De OESO merkt op dat het essentieel is om in overleg met alle betrokkenen een degelijk evaluatieprogramma op te stellen om de performantie van toekomstige veiligheidssystemen te monitoren.

6. LITERATUURLIJST

- Audi (2006). *Audi Glossary*. 09/02/2006, <http://www.audi.com>
- Bahouth, G. (2005). *Real world crash evaluation of vehicle stability control technology*. 49th Annual Proceedings. Association for the Advancement of Automotive Medicine. Boston, MA, USA, 12-14/09/2005.
- Berquin, D. (1999). *Veilig op vier wielen*. Via Secura n° 46, Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid, 03-04-05/1999.
- Boosman, D. (1999). *A(ctive) B(od) C(ontrol) van Mercedes-Benz*. Auto & Motor Techniek, 06/1999. <http://www.amt.nl>
- Bosch (2006a). *Veilig rijden met ESP*. 09/02/2006, <http://www.bosch.be>
- Bosch (2006b). *25 years of the Bosch ABS antilock braking system*. 09/02/2006, <http://www.boschautoparts.co.uk>
- Canadian Press & Leger Marketing (2005). *All-Season versus Winter Tires*. In: Communiqué of The Rubber Association of Canada, 04/12/2005.
- Delaney, A. & Newstead, S. (2004). *The effectiveness of Anti-Lock Brake Systems: a statistical analysis of Australian data*. Proceedings of the Road Safety: Research, Policing and Education Conference, 2004. <http://www.rsconference.com>
- EC, Commissie van de Europese Gemeenschappen (2003). *Informatie- en communicatietechnologie voor veilige en intelligente voertuigen*. Mededeling van de Commissie aan de Raad en het Europees Parlement, COM(2003)542, Brussel, 15/06/2003.
- EuroNCAP, European New Car Assessment Programme (2005). *Lessons learned from EuroNCAP*. Proceedings of the international seminar "Creating a market for safety – 10 years of EuroNCAP". EuroNCAP, Brussels, Belgium, 29/11/2005.
- EuroNCAP, European New Car Assessment Programme (2006). 09/02/2006, <http://www.euroncap.com>
- FOD Mobiliteit en Vervoer (2000). *Instructie TDT/43.12/2000 – herz.8*. Directoraat-generaal Mobiliteit en Verkeersveiligheid, Dienst Wegverkeer, Directie Voertuigen.
- FOD Mobiliteit en Vervoer, Federauto & GOCA (2003). *Banden: nieuwe reglementering vanaf 01/01/2004*. Persbericht, 27/05/2003.
- Fokker, P. (2001). *Brake by wire: evolutie van het remsysteem*. Auto & Motor Techniek, 12/2001. <http://www.amt.nl>
- Fokker, P. (2003). *Winterbandentijd is aangebroken*. Auto & Motor Techniek, 11/2003. <http://www.amt.nl>
- Garrott, W.R. & Mazzae, E.N. (1999). *An overview of the National Highway Traffic Safety Administration's light vehicle Antilock Brake Systems Research Program*. Paper n° 1999-01-1290. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers.
- Godart, B. (2002). *Winterbanden, meer dan een gadget!* Via Secura n° 56, Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid, 02/2002.
- IIHS, Insurance Institute for Highway Safety (2004). *Electronic Stability control found effective*. News release, 28/10/2004.
- Kemps, J. (2003). *Elektronica remt beter*. Auto & Motor Techniek, 04/2003. <http://www.amt.nl>
- Land Transport NZ (2006). *Guide to car safety features*. 09/02/2006, <http://www.ltsa.govt.nz>
- Lie, A., Tingvall, C., Krafft, M. & Kullgren, A. (2005). *The effectiveness of ESP (Electronic Stability Programme) in reducing real life crash and injuries*. Paper n° 05-0135, 19th

- International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV). Washington D.C., USA, June 6-9 2005.
- Mercedes-Benz (2006). *Technology Glossary*. 09/02/2006, <http://www.mercedes-benz.com>
- NHTSA, National Highway Traffic Safety Administration (2006). 09/02/2006, <http://www.nhtsa.dot.gov>
- NTSB, National Transportation Safety Board (1998). *Safety Recommendation H-98-19 through -23*. Washington, D.C. 20594, 05/08/1998.
- OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development (2003). *Road Safety: impact of new technologies*. ISBN-92-64-10322-8.
- Roskam, A. (1998). *Invloed van verlagen op stuurkarakter en rolgedrag*. Auto & Motor Techniek, 11/1998. <http://www.amt.nl>
- TTSB, Transportation and Trucking Safety Branch (2005). *Report of the Evaluation Committee Studying the Creation of Incentives for Motorists to Equip their Vehicles with Winter Tires*. Ministère des Transport du Québec, 04/11/2005.
- Vits, A. (2005). *Innovative programmes in the transport sector*. Proceedings of the International Technical Seminar "Trends in Vehicle Electronics". Flanders' Drive, Essene, België, 22/06/2005.