

SPAT- EN SPROEIWATER, MAATREGELEN AAN VOERTUIG EN WEG

R-91-23

J.P.M. Tromp

Leidschendam, 1991

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

INHOUD

Voorwoord

1. Inleiding

2. Probleembeschrijving
 - 2.1. Hinder
 - 2.2. Ongevallen
 - 2.3. De weg
 - 2.4. Het voertuig

3. Oplossing
 - 3.1. Mogelijk oplossingen
 - 3.2. Praktische oplossingen
 - 3.2.1. Drainage van het wegdek
 - 3.2.2. Snelheidsbeperking
 - 3.2.3. Luchtgeleiding
 - 3.2.4. Afscherming bij de wielen
 - 3.3. Oplossingen in perspectief

4. Kanttelingen

5. Conclusies

Literatuur

Afbeelding

Tabellen 1 t/m 3

VOORWOORD

Bij regen en nat wegdek wordt het in de lucht en op de weg aanwezige water door voertuigen verspreid. Vooral zware voertuigen zoals vrachtwagens kunnen dit water bij hoge rijsnelheden zo opspatten en verstuiven dat overige verkeersdeelnemers hiervan hinder ondervinden, vooral door een beperking van het zicht. Dit gaat bovendien vaak samen met andere moeilijke of zelfs gevaarlijke omstandigheden, zoals inhalen, rijsporen en aquaplaning. Deze omstandigheden kunnen ongevallen tot gevolg hebben.

Er zijn voor dit probleem oplossingen voorhanden, die variëren van maatregelen aan de weg, zoals het beperken van waterlagen op het wegdek, tot maatregelen aan het voertuig, zoals luchtgeleiding en afscherming bij de wielen.

Reeds eerder heeft de SWOV een consult gepubliceerd over de verkeersveiligheidsaspecten van spat- en sproeiwateroverlast door vrachtwagens (Tromp, 1984). Dit consult kwam mede tot stand vanwege het voornemen om in Groot-Brittannië afscherming bij de wielen voor te schrijven om de overlast van spat- en sproeiwater tegen te gaan. In de loop van 1986 is deze verplichting ingevoerd voor de zwaardere categorieën vrachtwagens en voor opleggers. Kort daarna werd in België eveneens een dergelijke verplichting overwogen. Vanwege bestaande afspraken kunnen dergelijke maatregelen alleen in EEG-verband genomen worden. Gevolg is dat er nu een EEG-voorstel ligt om op termijn te komen tot een dergelijke verplichting voor vrachtwagens.

Andere ontwikkelingen zijn het op tamelijk grote schaal toepassen van drainerende wegdekken, onder andere in Nederland, en het steeds meer toepassen van luchtgeleiding bij vrachtwagens. Deze maatregelen, aan de weg en aan het voertuig, overlappen elkaar gedeeltelijk.

In dit consult wordt, vanuit overwegingen van verkeersveiligheid, de nu beschikbare kennis gegeven over oplossingen van het spat- en sproeiwaterprobleem door maatregelen aan zowel weg als voertuig.

Eerst wordt, aansluitend op het eerdere SWOV-consult een overzicht gegeven van de oorzaken van en verzwarende omstandigheden bij spat- en sproeiwater. Daarna wordt een schatting gemaakt van de omvang in termen van ongevallen en worden die situaties aangegeven waarin spat- en sproeiwater eventueel gevaar zou kunnen opleveren. Vervolgens wordt gezien welke effecten er van beschikbare oplossingen voor deze situaties verwacht mogen worden.

1. INLEIDING

Bij regen ontstaan waterlagen op het wegdek, die na afloop van een bui nog geruime tijd aanwezig blijven. Banden van voertuigen verdringen dit water uit het contactvlak met de weg, zowel naar achteren als naar opzij. Een deel van dit verdrongen water spat weg in de vorm van vrij grote druppels, die tamelijk dicht bij het voertuig blijven: spatwater. Een ander deel hecht zich aan de band en wordt op enige hoogte afgeslingerd. Dit weggeslingerde water slaat enerzijds tegen delen van het voertuig en wordt dan verstoven; en wordt anderzijds rechtstreeks verstoven door wind- en luchtstromingen om het voertuig: sproeiwater. Deze relatief lichte en kleine druppels vormen een nevel die tot enige meters boven het wegdek kan reiken en langzaam daalt. Deze nevel belemmert het zicht en slaat daarnaast tegen de voorruit van andere voertuigen.

Vooraf vrachtwagens veroorzaken veel spat- en sproeiwater.

De hoeveelheid neemt toe met de waterlaagdikte op de weg en met de rijnsnelheid. Windsnelheid en -richting zijn van belang voor de verspreiding van de waterdeeltjes.

'Spat- en sproeiwater' is als zodanig niet in de Nederlandse statistiek opgenomen als oorzakelijke of bijdragende factor aan ongevallen. Daardoor is de omvang van het probleem in termen van ongevallen onbekend. Sproeiwater kan echter extra zichtbelemmeringen opleveren bij volg- en passeersituaties onder kritische en relatief vaak voorkomende omstandigheden, zoals regen, nat wegdek en wind. Juist in passeersituaties, waarin koersafwijkingen als gevolg van wind- en luchtstromingen ondervangen dienen te worden, is een snelle en goede detectie van die afwijkingen van groot belang. Hierbij komt nog dat op een nat en dus minder stroef wegdek stuurcorrecties minder effectief kunnen worden uitgevoerd en meer kans op slippen bestaat. Extra stuurcorrecties, nodig als gevolg van deze extra zichtbelemmeringen, zijn dan des te meer ongewenst.

Het probleem zal door de toegenomen intensiteiten en snelheden, en de gemiddeld grotere voertuigen de laatste tiental jaren zijn toegenomen. Voor een gedetailleerde fysische beschrijving en modelvorming rond spat- en sproeiwater wordt verwezen naar Weir e.a. (1978).

2. PROBLEEMBESCHRIJVING

2.1. Hinder

Bestuurders van personenauto's en motorfietsen worden in hun zicht belemmerd door de sproeinevel op ooghoogte. Hierdoor wordt het uitvoeren van manoeuvres bemoeilijkt. Bij het rijden achter een sproeiende vrachtwagen zal al snel de wens ontstaan deze in te halen. Dit zal door het slechte zicht een riskante manoeuvre zijn, vooral op tweestrookswegen met tegenliggers. Ook bestuurders van vrachtwagens ondervinden hinder: hoewel zij in het algemeen over de sproeinevel heen kunnen kijken, kunnen zij niet meer waarnemen of zij ingehaald worden en dan niet meer vaststellen of inhalen van anderen verantwoord kan geschieden. Rijden onder deze omstandigheden is vermoeiend en weinig comfortabel. Uit een in Groot-Brittannië gehouden enquête is gebleken dat ervaren automobilisten en motorrijders 'spat-en sproeiwater' als het meest hinderlijke vrachtwagenprobleem ervaren, meer nog dan 'te hard rijden' en 'windhinder' (Baughan e.a., 1983). Hierbij moet wel bedacht worden dat het in Groot-Brittannië veel meer regent dan in Nederland.

De hinder bestaat grotendeels uit een directe verstoring van het zicht door de sproeinevel en een zichtvermindering door het tegen de voorruit slaande water. De relatie tussen de door een bestuurder ervaren zichthinder, de gemeten belemmering van het zicht (door bijvoorbeeld laser- of foto-apparatuur) en de hoeveelheid opgeworpen spat- en sproeiwater is nog niet in voldoende mate vastgesteld.

Padmos & Varkevisser (1977) hebben in een verkennend onderzoek een poging gedaan de door een bestuurder ervaren zichthinder te meten. Hierbij is vanuit een volgvoertuig een zichtbaarheidstest uitgevoerd op een voorrijdend voertuig tijdens het passeren van een vrachtwagen in een regenbui. De resultaten zijn echter niet bruikbaar gebleken.

Mortimer e.a. (1985) hebben een veldstudie uitgevoerd in Oregon (VS) om het effect van voorzieningen tegen spat- en sproeiwater bij vrachtwagens na te gaan. Hiervoor zijn 80 trekkers en 450 opleggers uitgerust met verschillende typen van deze voorzieningen. Een groep van 120 geïnstrueerde bestuurders van personenauto's is aan de hand van waarderingsschalen een oordeel gevraagd over het zicht ongeveer 60 m achter een te passeren vrachtwagen, het zicht tijdens het passeren en een schatting van de hoe

veelheid sproeiwater tijdens het passeren. Na het beoordelen van een van de (gemerkte) voertuigen uit de onderzoeksgroep, is zo snel mogelijk een oordeel gegeven over een ander, zo mogelijk vergelijkbaar voertuig uit de verkeersstroom. Op deze wijze zijn tot het moment van Mortimer's rapportage 158 paren waarnemingen gegeven. Dit aantal is weliswaar te klein geweest om conclusies te kunnen trekken over de diverse typen voorzieningen, maar vastgesteld is dat de gevolgde methode voldoende onderscheidingsvermogen heeft om bij een grootschaliger opgezet onderzoek als meetinstrument te kunnen dienen.

Er zijn ook proeven bekend met vrachtwagens op natte wegdekken, onder andere door Weir e.a. (1978), Chatfield e.a. (1979), Sandberg (1980) en Gorte e.a. (1985). De zichtbaarheid van objecten is hierbij beoordeeld met behulp van lasers, fotometrische apparatuur en visuele beoordelingen van foto- en filmmateriaal. Deze metingen zijn in de eerste plaats bedoeld om vergelijkingen te trekken tussen verscheidene soorten maatregelen aan het voertuig. De relatie met de door bestuurders ervaren zichthinder is niet gelegd, ook al omdat de zichtvermindering door water op de voorruit niet in de proefnemingen betrokken is geweest.

De rijnsnelheid heeft een grote invloed: niet alleen neemt dan de hoeveelheid spat- en sproeiwater toe, maar ook de lengte van het met beperkt zicht gereden traject, zodat de kans op koersafwijkingen groter wordt. In een wat ouder Engels onderzoek (Maycock, 1966) wordt gesteld dat de sproeiwaterdichtheid beneden 40 km/uur erg klein is en daarboven snel stijgt volgens de formule:

sproeiwaterdichtheid = constante x (snelheid)^{2,8}, geldig van ca. 70 tot 120 km/uur. Waarschijnlijk is dit resultaat niet meer toepasbaar op moderne voertuigen en wegen onder de huidige omstandigheden.

Chatfield e.a. (1979, GB) stellen dat sproeiwater niet significant optreedt beneden ca. 65 km/uur. De sproeiwaterdichtheid neemt toe met het kwadraat van de snelheid.

Gorte e.a. (1985, VS) stellen dat de relatie tussen snelheid en sproeiwaterhoeveelheid bij benadering lineair is en dat boven ca. 100 km/uur deze hoeveelheid onacceptabel groot wordt, ondanks voorzieningen tegen sproeiwater.

Mortimer e.a. (1985, VS) vermelden dat het door bestuurders ervaren zicht boven 100 km/uur minder was dan daaronder. Deze grens komt echter uitsluitend voort uit de vraagstelling bij de zichtbaarheidswaarderingen. Vermeld

wordt nog dat andere studies laten zien dat sproeiwater geen probleem zou zijn beneden 80 km/uur.

Deze gegevens wijzen erop dat spat- en sproeiwater uitsluitend een probleem is bij hoge snelheden. De gegevens uit de Verenigde Staten duiden erop dat sproeiwater bij extreme snelheidsoverschrijdingen (boven 100 km/uur) zelfs met voorzieningen onaanvaardbaar zal worden en bij een snelheid van 80 km/uur nauwelijks problemen op zou leveren. De omstandigheden en de gebruikte vrachtvoertuigen in de VS wijken af van de Europese. Als desondanks deze gegevens op Nederland worden betrokken, dan betekent dit dat het probleem van spat- en sproeiwater alleen al te beheersen zou zijn door een strikte handhaving van de wettelijk snelheidslimiet van 80 km/uur voor vrachtwagens.

In de geraadpleegde literatuur zijn geen gegevens gevonden over de hinder door spat- en sproeiwater onder verschillende omstandigheden, zoals matige of hevige regen, veel of weinig wind, en rustig of druk verkeer; en over de gevolgen van hinder op verschillende typen wegen.

2.2. Ongevallen

Ongevallen waarbij spat- en sproeiwater een rol speelde, zijn in Nederland niet als zodanig in de statistiek opgenomen. Wel kan een indruk worden gegeven van de risicoverhoging door factoren als regen, zware voertuigen en wind; een onbekend deel van dit verhoogde risico heeft te maken met spat- en sproeiwater. Aangezien spat- en sproeiwater optreedt bij hoge snelheden in de nabijheid van vrachtwagens zal de afloop van ongevallen hierbij vermoedelijk vaak ernstig zijn.

Hoewel het in Nederland in 1988 en 1989 gemiddeld 7,6% van de tijd heeft geregend, vindt tijdens regen gemiddeld 13,8% van het totale aantal letselongevallen plaats (zonder ongevallen bij mist, sneeuw of ijzel). Daarnaast vindt op nat wegdek zonder regen nog eens 13,9% van de letselongevallen plaats. Er is dus sprake is van een sterk verhoogd risico (Tabel 1). Zware voertuigen (vrachtwagens en bussen) zijn betrokken bij ca. 15% van de ongevallen met dodelijke afloop in Nederland. Het aantal letselongevallen per afgelegde kilometer van vrachtwagens is geringer dan dat van personenauto's; het aantal ongevallen met dodelijke afloop per kilometer is voor vrachtwagens bijna twee maal zo hoog (Tromp, 1989).

Harde wind (meer dan 9 m/s) komt in de Randstad ca. 11% van de tijd voor en in het binnenland ca. 5% van de tijd. Ernstige windhinder kan dan zeer plaatselijk en onverwacht optreden, terwijl bij het passeren van zware voertuigen ook problemen kunnen ontstaan. Het samengaan van wind met regen en nat wegdek zal extra gevaarlijk zijn (Wouters, 1983).

Wel moet bedacht worden dat de genoemde percentages gedeeltelijk betrekking kunnen hebben op dezelfde ongevallen: een ongeval is immers een samenloop van omstandigheden en bijna altijd is er meer dan één oorzakelijke of bijdragende factor aan te wijzen.

Er zijn weinig buitenlandse gegevens over het aandeel ongevallen door spat- en sproeiwater: twee wat oudere onderzoeken vermelden een aandeel van 4 promille (Maycock, 1966, GB) en een aandeel van 0,2 promille (Casella & Vivari, 1971, VS).

Sabey & Taylor (1980) vermelden (min of meer terloops) 7000 letselongevallen door spat- en sproeiwater. Daarnaast vermelden zij 89.000 nat-wegdekongevallen met letsel bij een totaal geregistreerd aantal letselongevallen van 266.000 (Groot-Brittannië, 1977). Dit zou een aandeel van 2,6% van het totaal en van 7,9% van de nat-wegdekongevallen betekenen.

Om de oorsprong van deze gegevens te achterhalen, is contact opgenomen met het Transport and Road Research Laboratory (TRRL) in Groot-Brittannië. Uit de hierop volgende correspondentie (Shearn, 1990) is het volgende gebleken: Sabey & Taylor zijn uitgegaan van gegevens uit 1971. In dat jaar hebben 258.727 door de politie geregistreerde letselongevallen plaatsgevonden. Geschat is dat een nat wegdek 25.000 ongevallen extra heeft opgeleverd, vergeleken met een droog wegdek (ruwweg 10% van het totaal). Hiervan zijn 13.000 ongevallen aan slippen toegeschreven door de daling van de stroefheid bij nat wegdek en 5.000 aan een vermindering van het zicht door reflectie en spiegelingen van het wegdek 's-nachts. De overblijvende 7.000 ongevallen zijn door Sabey & Taylor uitsluitend toegeschreven aan een verminderd zicht door spat- en sproeiwater en door water op de voorruit.

Bij een nat wegdek kan echter ook een beperking van het zicht ontstaan door regen op zich.

Daarnaast valt op te merken dat spat- en sproeiwateroverlast alleen optreedt bij hoge snelheden en daardoor bijna uitsluitend op wegen waarop met hoge snelheden wordt gereden. In 1971 vonden in Groot-Brittannië op

M- en A-wegen (auto(snel)wegen en wegen met een gesloten verklaring) 2411 letselongevallen plaats (0,9% van het totaal).

Als er nu van wordt uit gegaan dat er eenzelfde deel van deze ongevallen weer extra aan een nat wegdek te wijten zijn - ruwweg 10% - dan blijven er ca. 240 letselongevallen over. Hiervan heeft bij het 7/25e deel (= 65 letselongevallen) zichtvermindering door spat- en sproeiwater, regen en water op de voorruit een rol gespeeld. Dit betekent dat het aandeel letselongevallen door spat- en sproeiwater in ieder geval kleiner zou zijn dan $65/258.727 = 0,25$ promille.

Deze wijze van redeneren wordt nu toegepast op de huidige Nederlandse situatie om een schatting te maken van het aandeel ongevallen door spat- en sproeiwater.

In Nederland hebben in 1988 en 1989 op auto(snel)wegen en tweestrookswegen samen 14.105 letselongevallen plaatsgevonden op een droog wegdek en 5.979 ongevallen op een nat wegdek, in totaal dus 20.084 ongevallen (Tabel 1).

Als het wegdek niet nat is, gebeuren er ongevallen; is het wegdek wel nat, gebeuren er meer ongevallen. Het aantal ongevallen die dan extra hebben plaatsgevonden als gevolg van nat wegdek, is als volgt te berekenen:

Gemiddeld heeft het in 1988 en 1989 in Nederland 7,6% van de tijd geregend. Aangenomen wordt dat het wegdek gemiddeld 15% van de tijd nat is geweest. In 85% van de tijd zijn 14.105 ongevallen (op droog wegdek) gebeurd. Als de weg 100% van de tijd droog was geweest, dan waren er 16.594 ongevallen gebeurd, terwijl in werkelijkheid 20.084 ongevallen zijn gebeurd. Er zijn dus ten gevolge van nat wegdek 3.490 ongevallen extra gebeurd (= 4,2% van het totale aantal letselongevallen).

Aangenomen wordt nu dat hiervan - gedeeltelijk analoog aan Sabey & Taylor (1980) - 7/25e deel te wijten zou zijn aan een verminderd zicht door spat- en sproeiwater, water op de voorruit en regen, hetgeen betekent 977 letselongevallen (= 1,2% van het totale aantal letselongevallen).

Stel dat hiervan één derde te wijten zou zijn aan spat- en sproeiwater, dan zou dit 326 letselongevallen in twee jaar betekenen, en een aandeel van 0,4% van het totale aantal letselongevallen.

Bij deze berekening zijn verschillende arbitraire aannamen gedaan:

- de schatting van de tijd dat het wegdek nat is. Als het wegdek langer nat is, dan daalt het aantal extra nat-wegdekongevallen en dus het aandeel ongevallen door spat- en sproeiwater. Omgekeerd stijgt dit aandeel als het wegdek minder lang nat zou zijn.

- het toewijzen van een bepaald deel van de extra nat-wegdekongevallen aan spat- en sproeiwater. Spat- en sproeiwater is één van de vijf à zes factoren die een rol kunnen spelen bij nat-wegdekongevallen. Overigens kunnen deze factoren gedeeltelijk in combinatie met elkaar optreden, zodat het toewijzen van een oorzaak onder uitsluiting van andere in feite onjuist is.

Als nu echter gekeken wordt naar de eerder gepresenteerde gegevens van Maycock (1966): 4 promille; Casella & Vivari (1971): 0,2 promille; en de uitgewerkte schatting aan de hand van Sabey & Taylor (1980): 0,25 promille, dan blijkt dat deze aandelen alle in dezelfde orde van grootte liggen: kleiner of gelijk aan 4 promille = 0,4%.

2.3. De weg

Vanwege de hoge snelheden waarbij spat- en sproeiwater een probleem vormt, zijn de volgende categorieën wegen als potentiële probleemgebieden aan te wijzen:

- autosnelwegen
- autowegen
- wegen met een gesloten verklaring en een algemene limiet van 80 km/uur.

Het totale aantal voertuigkilometers op deze wegen is ongeveer 83% van het landelijke totaal van alle wegen buiten de bebouwde kom (Tabel 2). Het aandeel vrachtwagenkilometers is op de overige wegen buiten de bebouwde kom (wegen met gemengd verkeer en plattelandswegen) veel lager dan op de bovengenoemde wegtypen en het aandeel gelede voertuigen zeer laag (Tabel 3). Bovendien kan er van worden uitgegaan dat op deze wegen de snelheden van vrachtwagens zodanig laag zijn dat hierdoor weinig hinder door spat- en sproeiwater zal ontstaan.

Uit Tabel 1 blijkt dat op auto(snel)wegen in 1988 en 1989 915 letselongevallen hebben plaatsgevonden bij nat wegdek (32,2% van alle letselongevallen op auto(snel)wegen). Op tweestrookswegen vonden in 1988 en 1989 5064 letselongevallen op nat wegdek plaats (29,4% van het totale aantal letselongevallen op tweestrookswegen). In Tabel 2 zijn letselongevallen per miljoen voertuigkilometers weergegeven voor autosnelwegen, autowegen en tweestrookswegen (Janssen, 1988). Hieruit blijkt dat autowegen en vooral tweestrookswegen per verreden voertuigkilometer onveilig zijn dan autosnelwegen.

2.4. Het voertuig

Vrachtwagens veroorzaken de meeste hinder door spat- en sproeiwater: Sandberg (1980) heeft als maat voor zichthinder de beperking van de hoeveelheid doorgelaten licht door de sproeiwaterwolk gemeten. Hieruit blijkt dat deze beperking bij een personenauto bij een snelheid van 90 km/uur eenzevende bedraagt van die bij een drie-assige vrachtwagen bij 80 km/uur en dat een vijf-assige trekker met oplegger een twee maal zo grote beperking van de doorgelaten lichthoeveelheid oplevert als een drie-assige vrachtwagen. Uit de proeven van Chatfield e.a. (1979) is gebleken dat een twee-assige trekker met een oplegger met tandemstel 25% meer sproeiwater oplevert dan dezelfde trekker met een één-assige oplegger.

Bussen werpen veel minder spat- en sproeiwater op dan vrachtwagens. Dit zal voor een klein deel te maken hebben met het aantal assen en voor een groot deel met de aerodynamisch gunstiger, ver naar onderen doorlopende en alzijdig gesloten carrosserie.

Uit deze gegevens blijkt dat spat- en sproeiwater voornamelijk een vrachtwagenprobleem is. De hoeveelheid spat-en sproeiwater neemt toe met het aantal assen, zij het niet evenredig; gelede voertuigen veroorzaken meer hinder dan ongelede voertuigen. Daarnaast duurt het inhalen van gelede voertuigen langer.

3. OPLOSSINGEN

3.1. Mogelijke oplossingen

Er zijn in principe verscheidene manieren om het probleem 'spat- en sproeiwater' op te lossen:

- Het beperken van de hoeveelheid water op de weg door geschikte geometrie en verhardingseigenschappen. Hiermee wordt het ontstaan van spat- en sproeiwater aangepakt.
- Het beperken van de rijsnelheid. Hiermee wordt de hoeveelheid opgeworpen spat- en sproeiwater verminderd.
- Het zodanig optimaliseren van het bandontwerp, dat de hoeveelheid spat- en sproeiwater zo klein mogelijk wordt.
- Het toepassen van luchtgeleiding aan voertuigen, zodat het aanwezige spat- en sproeiwater minder wordt opgewerveld en verstoven.
- Afscherming bij de wielen, zodat het spat- en sproeiwater opgevangen en weer naar de weg teruggevoerd wordt.
- Het verbeteren van wissersystemen om de zichtvermindering door spat- en sproeiwater te beperken.

Spat- en sproeiwater treedt alleen op bij water op de weg. Voor het vermijden hiervan moet de op het wegdek vallende regen zo snel mogelijk afgevoerd worden.

Verbetering van de waterafvoer langs het oppervlak, onder meer door een goed wegontwerp en het vermijden van rijsporen kan niet verhinderen dat er toch nog waterlagen op het wegdek zullen ontstaan. Zij zullen weliswaar minder dik zijn, maar toch wordt hierdoor weinig vermindering van de hoeveelheid spat- en sproeiwater verwacht.

Bij toepassing van drainage van het wegdek door middel van zeer open asfaltbeton (ZOAB) of andere drainerende materialen wordt wèl invloed verwacht.

De profieldiepte van banden heeft invloed op de hoeveelheid spat- en sproeiwater. Beperking van deze profieldiepte zal weliswaar minder sproeiwater opleveren, maar de nat-wegdekeigenschappen van de band (onder meer het aquaplaninggedrag) worden nadelig beïnvloed.

Het verbeteren van wissersystemen is problematisch; daarom wordt hiervan weinig invloed verwacht.

3.2. Praktische oplossingen

3.2.1. Drainage van het wegdek

Het toepassen van drainerende verhardingsmaterialen is een zeer geschikt middel om waterlagen op het wegdek te voorkomen en daarmee het ontstaan van spat- en sproeiwater. Deze verhardingsmaterialen bezitten een groot percentage holle ruimte. Deze holle ruimten staan met elkaar in verbinding waardoor het water door de toplaag heen naar de berm wordt afgevoerd. Hierdoor ontstaan zelden of nooit waterlagen op het wegdek, zodat de overlast door spat- en sproeiwater sterk wordt gereduceerd: Collwill & Daines (1987) geven een indicatie dat met 'zeer open asfaltbeton' (ZOAB) slechts 10% van de normale hoeveelheid sproeiwater optreedt. Naast ZOAB is ook een 'open cementbeton'-variant ontwikkeld (ZOB).

Door het ontbreken van waterlagen op het wegdek wordt het ontstaan van aquaplaning vermeden, blijven belijning en markering ook bij regen en nat wegdek zichtbaar en ontbreken hinderlijke spiegelingen. Zeer open asfaltbeton heeft een grote weerstand tegen blijvende vervorming en is daardoor beter bestand tegen spoorvorming; bovendien zullen in deze rijsporen geen waterlagen meer ontstaan. Al met al zijn de nat-wegdekeigenschappen veel beter dan die van normale verhardingsmaterialen.

Doordat het zicht bij regen en nat wegdek minder wordt belemmerd zal de rijksnelheid hoger liggen dan op normale asfaltverhardingen. Hierdoor kan de doorstroming verbeteren en kunnen onder sommige omstandigheden congestie en files vermeden worden. Nadeel is wel dat deze hogere rijksnelheid optreedt bij een weliswaar niet meer nat, maar nog wel vochtig wegdek. Lawaaireductie is overigens een van de belangrijkste redenen om ZOAB toe te passen: bijvoorbeeld Hoban e.a. (1985) noemen een reductie van meer dan 3 dB(A) op droog wegdek en meer dan 7 dB(A) op nat wegdek.

Tegenover de voordelen van ZOAB staan echter ook nadelen: ZOAB gaat minder lang mee dan normale asfaltverhardingen. Rijkswaterstaat hanteert een ontwerp levensduur van 9 jaar, tegen 12 jaar voor normaal dicht asfaltbeton. Op grond van Nederlandse en Belgische ervaringen kan de levensduur van ZOAB op ongeveer 10 jaar gesteld worden (Klomp, 1989). Er zijn diverse mogelijkheden deze levensduur te verbeteren, onder meer door modificatie van of toevoegingen aan het bindmiddel. Zie voor modificatie bijvoorbeeld Molenaar (1990), voor toevoeging van gemalen rubber van oude autobanden

Van den Thoorn (1988) en voor toevoeging van cellulosevezels Decoene (1990). Toepassing van cellulosevezels lijkt ook vanwege de kosten een geschikte oplossing te zijn (Janssen, 1990). Over de werkelijke levensduur van deze verbeterde mengsels in de praktijk is nog weinig bekend (Klomp, 1989).

Er zijn echter onvoldoende aanwijzingen dat de drainerende en geluidsreducerende functies na meer dan 10 jaar nog voldoende effectief zouden zijn: het is namelijk gebleken dat op de lange duur de drainagecapaciteit door dichtslibben van de holle ruimten achteruitgaat. Dan kunnen alsnog waterlagen op het wegdek ontstaan waardoor weer spat- en sproeiwater op kan treden. De mate van vervuiling hangt ook af van de intensiteiten, omdat door de pompende werking van autobanden een reinigend effect optreedt. Wegen met bijvoorbeeld landbouwverkeer kunnen binnen enkele jaren geheel dichtslibben (Decoene & Descornet, 1988), terwijl op drukke wegen minder snel vervuiling zal optreden (Köster, 1985). Overigens is op enkele proefvakken gebleken dat door vervuiling weliswaar de drainagecapaciteit kan teruglopen, maar dat daardoor toch nauwelijks of geen waterlagen op het wegdek ontstaan (Gerardu & Van der Heide, 1984).

Al met al kan de conclusie getrokken worden dat veel van de bovengenoemde aspecten nog niet in voldoende mate onderzocht zijn. Drainerende wegdekken kunnen wel een bijdrage leveren aan het voorkomen van ongevallen, maar dit effect is tot op heden nog niet gekwantificeerd.

Desondanks wordt ZOAB tegenwoordig op tamelijk grote schaal toegepast, gedeeltelijk vanwege de lawaaireductie, gedeeltelijk vanwege de verkeersveiligheid. Rijkswaterstaat hanteert als richtlijn dat auto(snel)wegen met een intensiteit van meer dan 35.000 motorvoertuigen per dag van ZOAB zullen worden voorzien. Dit zal uiteindelijk ca. één derde van het autosnelwegennet omvatten, waarop naar schatting ca. twee derde van het aantal voertuigkilometers wordt afgelegd. Tevens bestaat het voornemen niet-autosnelwegen met een intensiteit van meer dan 10.000 voertuigen per dag ook van ZOAB te voorzien.

3.2.2. Snelheidsbeperking

De gegevens uit par 2.1. wijzen erop dat de hoeveelheid spat- en sproeiwater snel toeneemt met de rijsnelheid.

Vrachtwagens overschrijden massaal de snelheidslimieten en nogal eens

worden zeer forse overschrijdingen geconstateerd: door de toename van het motorvermogen van vrachtwagens zijn tegenwoordig snelheden mogelijk van meer dan 110 km/uur.

Uit landelijk gespreide metingen die door Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde in 1989 en 1990 zijn verricht, is gebleken dat de gemiddelde snelheid van vrachtwagens en bussen op wegen met een limiet van 120 km/uur op 89 km per uur lag terwijl 15% van de voertuigen harder reed dan 97 km per uur; op wegen met een limiet van 100 km/uur was dit resp. 87 en 96 km/uur. Op tweestrookswegen zonder gemengd verkeer is in 1989 een gemiddelde snelheid van vrachtwagens vastgesteld van 76 km/uur, terwijl 15% van deze vrachtwagens harder heeft gereden dan 85 km/uur (Oei, 1989).

De wettelijke limiet voor vrachtwagens is op auto(snel)wegen momenteel 80 km/uur, op tweestrookswegen 60 km/uur. Naleving van een maximum snelheid van 80 km/uur zal naar alle waarschijnlijkheid een groot deel van de overlast door spat- en sproeiwater doen verdwijnen. Deze snelheidsbeperking zou meer in overeenstemming zijn met het vooral bij nat wegdek beperkte vermogen van vrachtwagens om binnen een redelijke afstand te kunnen remmen zonder uit het spoor te geraken door blokkeren of scharen.

Voordelen van snelheidsbeperking zijn een verbetering van de algehele veiligheid, een beperking van het brandstofverbruik en een geluidreductie. Als theoretisch nadeel zou een verlenging van de transporttijd genoemd kunnen worden; in de praktijk blijkt dit echter weinig uit te maken, ook niet op lange ritten.

3.2.3. Luchtgeleiding

Vrachtwagens zijn aerodynamisch tamelijk ongunstig. Niet alleen bezitten zij door hun hoogte en breedte een groot frontaal oppervlak, maar ook zijn cabine en opbouw min of meer in doosvorm uitgevoerd. Bij de luchtstroming over het voertuig heen, kunnen hevige turbulenties optreden, vooral bij de grote gaten tussen trekkend en getrokken materieel. Hierdoor kan sproeiwater van voorgaande voertuigen en regenwater opgewerveld worden. Bij de luchtstromingen langs het voertuig treden turbulenties op ter plaatse van de assen, waardoor het daar gevormde spat- en sproeiwater verstoven en opgewerveld wordt. Zijwind heeft, vooral door de vormgeving, een ongunstige invloed door het creëren van onderdrukzones ter plaatse van de assen, waardoor spat- en sproeiwater als het ware onder het voertuig uit gezogen kan worden. Ook bij het inhalen ontstaan problemen door de grote drukverschillen rond de vrachtwagen tijdens het passeren.

Verbetering van de omstroming is mogelijk door het beter vormgeven van cabine en opbouw (bijvoorbeeld door afronding van scherpe hoeken en het plaatsen van een luchtgeleider op het cabinedak), door luchtgeleiding tussen trekkend en getrokken materieel, en door luchtgeleiding onder aan het voertuig (zoals een boegschort en zijbeplating).

Deze maatregelen kunnen bij juiste toepassing een gunstig effect hebben op de hoeveelheid spat- en sproeiwater, op het brandstofverbruik en op de mate van windhinder. Daarnaast is het mogelijk om boegschort en voorbumper zo samen te voegen dat onderrijden bij frontale botsingen verhinderd wordt. Energie-absorberende elementen kunnen daarnaast bij botsingen nog een deel van de klap opvangen (zie bijv. Appel e.a., 1990). Zijbeplating kan dienen als zijafscherming om de ernst van de afloop van botsingen met vooral voetgangers en tweewielers te beperken. Zijafscherming wordt overigens in 1991 ingevoerd voor vrachtwagens.

In het algemeen is het moeilijk om regels te geven voor plaats en vorm van luchtgeleiders. Soms blijken bepaalde hulpmiddelen de hoeveelheid spat- en sproeiwater te vergroten (Weir e.a., 1978). Wellicht is het zinvol om voor sommige veel voorkomende voertuigvarianten, zoals volumecombinaties, containeropleggers en voertuigen met wissellaadbakken, aanwijzingen te geven over plaats en vorm van deze luchtgeleiders.

Weir e.a. (1978) beschreven proeven waarin, naast de invloed van wielafscherming op de vorming van spat- en sproeiwater, ook de invloed van luchtgeleiding onderzocht is. Om de luchtweerstand te verminderen zijn luchtgeleiders op het cabinedak, verticale luchtgeleidingsplaten onder de oplegger en verticale leiplates tussen trekker en oplegger onderzocht. Daarnaast zijn speciaal voor het effect op sproeiwater nog dwars geplaatste leiplates tussen trekker en oplegger, schuin geplaatste leiplates bij de wielen en een luchtgeleider achter de oplegger onderzocht. De conclusie is dat vooral de luchtgeleider op het cabinedak, in combinatie met afscherming bij de wielen, het meeste effect vertoonde van de onderzochte maatregelen of combinaties daarvan. Zonder wielafscherming is het effect van de luchtgeleider op het cabinedak marginaal. Ook de dwarse windleiplate tussen trekker en oplegger sorteerde effect.

Ook Chatfield e.a. (1979) hebben de invloed van luchtgeleiders en wielafscherming op de vorming van spat- en sproeiwater onderzocht. Zij merken op dat de omstandigheden tijdens de proeven weinig ideaal zijn geweest: droog en heet zomerweer, terwijl zijwind geheel ontbrak. Om die reden worden hun conclusies niet relevant geacht.

In Göhring & Kramer (1987b) is onderzoek beschreven naar het effect van zijafscherming op onder meer het ontstaan van spat- en sproeiwater. Hiertoe is onder andere de invloed van een luchtgeleider op het cabinedak, een boegschort en zijbeplating onderzocht. Bij een zorgvuldig aerodynamische afstemming wordt de hoeveelheid spat- en sproeiwater (zonder afscherming bij de wielen) effectief gereduceerd. Met een dergelijk pakket blijkt een brandstofreductie van ongeveer 6,5% bij 90 km/uur mogelijk, terwijl de zijbeplating - als bescherming voor voetgangers en tweewielers - alleen al door brandstofbesparing binnen 200.000 km terugverdiend kan worden (Göhring & Kramer, 1987a en b).

Uit Weir e.a. (1978) blijkt dat een luchtgeleider op zich weinig invloed heeft op een onderdrukking van spat- en sproeiwater. Er zijn echter uitsluitend alleenrijdende voertuigen onderzocht en het is mogelijk dat de luchtgeleider wel invloed heeft op het al dan niet verder verstuiwen van sproeiwater van voorrijdende voertuigen. Uit Göhring & Kramer (1987b) blijkt dat door de betere omstroming als gevolg van de front- en zijbeplating het ontstaan van onderdrukzones kennelijk vermeden of beperkt kan worden; hiermee wordt verhinderd dat sproeiwater uit het voertuig wordt gezogen.

In de praktijk wordt in toenemende mate aandacht besteed aan de aerodynamische vormgeving van vrachtwagens. De in 1991 door de EEG verplicht gestelde zijafscherming zal dit proces vermoedelijk versnellen.

3.2.4. Afscherming bij de wielen

Bij afscherming bij de wielen wordt het van de band afkomende water opgevangen en zonder dat het weer verstoven wordt naar het wegdek teruggeleid. Proeven met verscheidene wijzen van afscherming zijn onder meer gedaan door Weir e.a. (1978), Sandberg (1980), Chatfield e.a. (1979), Gorte e.a. (1985) en Mortimer e.a. (1985).

Volgens Weir e.a. (1978) is een afscherming, in combinatie met een luchtgeleider op het cabinedak, het meest effectief. De afscherming bestaat uit stroken polyethyleen 'grasmatjes' achter elk wiel en tussen band en het vaste spatscherm. Zonder de luchtgeleider was het systeem iets minder effectief. Daarna komen spatschermen die aan de binnenzijde van een soort gaas waren voorzien, zodat het afgeslingerde water tussen gaas en schermen wordt afgevoerd.

Sandberg (1980) concludeert dat het mogelijk is door geschikte afscherming een zodanige vermindering van sproeiwater te verkrijgen, dat de hoeveelheid doorgelaten licht met 25 à 30% toeneemt.

Chatfield e.a. (1979) heeft eveneens proeven gedaan, maar deze worden door de ongeschikte weersomstandigheden niet relevant geacht.

Gorte e.a. (1985) vergeleken de hoeveelheid sproeiwater bij standaardvoertuigen zonder afscherming en bij trekkers met oplegger, uitgerust met luchtgeleiding, speciale spatlappen achter ieder wiel en schortjes tussen band en het vaste spatscherm. De afscherming kan de hoeveelheid doorgelaten licht doen toenemen met een factor die tot twee kan naderen. Luchtgeleiders op het cabinedak leveren de belangrijkste bijdrage aan de vermindering van de hoeveelheid spat- en sproeiwater bij een gezamenlijke toepassing met wielafscherming. Opgemerkt wordt dat de toepassing van speciale spatlappen zonder verdere toevoegingen de hoeveelheid sproeiwater in onvoldoende mate beperkt.

Mortimer e.a. (1985) concluderen dat de zichtbaarheid (zoals ervaren door bestuurders) slechter is als vrachtwagens ingehaald worden zonder anti-sproeivoorzieningen als schortjes tussen band en het vaste spatscherm, spatlappen met een textuur en luchtgeleiders. Het aantal waarnemingen is echter klein geweest.

Weir e.a. (1978) stellen dat een luchtgeleider op het cabinedak zonder wielafscherming een marginale invloed heeft, terwijl Gorte e.a. (1985) stellen dat bij combinatie juist deze luchtgeleider het meeste werk voor zijn rekening neemt. Deze tegenspraak kan erop duiden dat alleen de combinatie effectief werkt, maar dat dan de luchtgeleider het meeste werk doet; een andere mogelijkheid is dat de proeven niet vergelijkbaar zijn. Dit laatste geeft mede aanleiding om op te merken dat luchtstromingen rond een voertuig en het optreden van spat- en sproeiwater een complex geheel, waarbij ogenschijnlijk kleine veranderingen aan het voertuig flinke effecten kunnen hebben.

Volgens Weir e.a. (1978) en Chatfield e.a. (1979) vormen de voorwielen de grootste bron van sproeiwater. De achterwielen lopen gedeeltelijk in het min of meer drooggereden spoor van de voorwielen en genereren weliswaar minder maar nog altijd een aanzienlijke hoeveelheid sproeiwater. Göhring & Kramer (1987b) stellen dat juist de achteras (van een solovoertuig) het meeste sproeiwater veroorzaakt. Gorte e.a. (1985) merken op dat spatlappen achter de laatste opleggeras belangrijker zijn dan achter voorlopende assen.

Hieruit zou te concluderen zijn dat de voorwielen het meeste sproeiwater veroorzaken, terwijl de laatste as het sproeiwater ongehinderd kan verstuiven.

Uit bovengenoemde onderzoeken zijn eisen te halen voor het gebruikte materiaal en de wijze van aanbrengen ervan. Zo moet onder andere de achterzijde zo ver mogelijk naar beneden toe doorlopen, moet de ruimte tussen de band en het vaste spatscherm afgedicht worden en moet het gebruikte afschermingsmateriaal het opgevangen water weer naar de weg terug leiden zonder dat het tussentijds opnieuw verstoven wordt. Daarnaast is het belangrijk om de voorste en de achterste as in ieder geval af te schermen. Uit de proeven blijkt ook dat indien afscherming wordt gekozen, dit met voordeel in combinatie met een zorgvuldig gekozen luchtgeleiding toegepast zou moeten worden.

Daarnaast moeten functionele eisen gesteld worden vanwege de koeling van de remmen, het verwisselen van banden, het schoonhouden van de afschermingsmaterialen en het gedrag in de winter (vastvriezen van modder en sneeuw).

Wielafscherming is relatief licht en goedkoop; het is echter kwetsbaar, vooral bij achteruitrijden en bij laadperrons. Daarnaast kan, bij een noodzakelijk te achten toepassing van zijschortjes, een overschrijding van de wettelijk toegestane breedte optreden.

Uit een praktijkproef van de Rijks Automobielen centrale is gebleken dat zijspatplaten noodzakelijk zijn voor een goede werking van de afscherming, dat vervuiling optreedt zodat de afscherming moet worden schoongespoten en dat sommige materialen kwetsbaar zijn.

Uit een Engelse enquête onder 200 transportondernemers (C.V., 1987) bleek dat 39% van de ondervraagden afscherming weinig effectief achtten.

Ook is schade vastgesteld als gevolg van achteruit rijden, vooral bij opleggers.

Al met al zijn de ervaringen uit de praktijk niet onverdeeld gunstig.

3.3. Oplossingen in perspectief

Van de in par. 3.2 genoemde oplossingen wordt nu nagegaan wat het effect nu of in de nabije toekomst zal zijn op het onderdrukken van spat- en sproeiwater bij vrachtwagens.

Bij toepassing van zeer open asfaltbeton (ZOAB) kan verwacht worden dat er nagenoeg geen spat- en sproeiwater meer zal optreden. In Nederland was in 1989 5,2% van het zogenaamde tweecijferige wegennet van ZOAB voorzien (DWW, 1989; deze tweecijferige wegen zijn de hoofdwegen uit het Rijkswegenplan, zowel auto(snel)wegen als tweestrookswegen). In Afbeelding 1 is weergegeven wat op basis van het intensiteitscriterium (meer dan 35.000 motorvoertuigen per dag) in de nabije toekomst van ZOAB zal worden voorzien. Zoals reeds gezegd, zal naar schatting twee derde van de motorvoertuigkilometers op auto(snel)wegen op ZOAB worden afgelegd. Dit betekent dat in ieder geval 55% van de vrachtwagenkilometers op auto(snel)wegen en tweestrookswegen dan op ZOAB worden afgelegd. Bovendien is te verwachten dat vanwege het voornemen om ZOAB toe te gaan passen op drukke tweestrookswegen en vanwege uitstralingseffecten en maatregelen om verkeerslawaaai te bestrijden, een nog groter deel van de vrachtwagenkilometers op ZOAB zullen worden afgelegd. Deze situatie kan naar verwachting binnen 5 à 10 jaar gerealiseerd zijn.

Voor het overblijvende deel kan het volgende opgemerkt worden:

Het handhaven van de wettelijke snelheidslimiet van vrachtwagens zal naar alle waarschijnlijkheid een groot deel van de overlast door spat- en sproeiwater wegnemen. Met snelheidsreductie zijn, buiten een beperking van de hoeveelheid spat- en sproeiwater, ook verder reikende voordelen voor de verkeersveiligheid te behalen. Bovendien is naleving van de snelheidsvoorschriften in technische zin zeer eenvoudig te meten, terwijl controlemethodieken in principe kostendekkend uitgevoerd kunnen worden. Verder kan geconstateerd worden dat de toepassing van luchtgeleiding aan vrachtwagens toeneemt, onder meer met het oog op brandstofbesparing. Een aerodynamisch correcte vormgeving van de vanaf midden 1991 verplicht gestelde zijafscherming zal hieraan ook een bijdrage kunnen leveren.

Het dan nog overblijvende deel aan overlast door spat- en sproeiwater zal niet groot meer zijn. In termen van ongevallen kent het probleem een geringe totale omvang. Als dan nog bedacht wordt dat een controle op het onderdrukkend effect van afscherming zeer complex is, terwijl een visuele inspectie van de voorzieningen staandehouding en tijd vereist, en bovendien het onderhoud de nodige problemen op kan leveren, kan gesteld worden dat het effect van deze afscherming vermoedelijk wel erg klein zal zijn.

4. KANTTEKENINGEN

In de context van de besluitvorming zullen de genoemde maatregelen om de overlast door spat- en sproeiwater te onderdrukken, een andere plaats krijgen. Zo zal het bij drainerende wegdekken gaan om nat-wegdekongevallen, bij snelheidsreductie om ongevallen in het algemeen, en bij omstroming ook om energiebesparing. Reductie van de overlast door spat- en sproeiwater zal dan als ondergeschikt aspect worden meegenomen bij deze maatregelen. Afscherming zal dan vermoedelijk een lage prioriteit krijgen. Als echter afscherming wordt toegepast, is het zinnig dit op de juiste wijze te doen. Hiervoor heeft Tromp (1984) aanbevelingen gedaan.

In het voorgaande is een schatting gemaakt van het aandeel ongevallen dat te wijten is aan spat- en sproeiwater: 0,4% van het totale aantal letselongevallen in Nederland. Deze schatting gaat gepaard met onzekerheden. Gesteld kan worden dat het aandeel ongevallen door spat- en sproeiwater een absolute bovengrens bereikt in het aandeel extra nat-wegdekongevallen (4,2% van het totaal) en een beredeneerde bovengrens van 1,2% van het totale aantal letselongevallen (zie par. 2.2).

Uit de gepresenteerde gegevens over tweestrookswegen met een gesloten verklaring blijkt dat de verkeersveiligheid hier extra aandacht nodig heeft, zeker bij nat wegdek. Toepassing van drainerende wegdekken zou hier een nog groter rendement op kunnen leveren dan reeds bij auto(snel)wegen aanwezig wordt geacht. De kans op vervuiling, bijvoorbeeld door het meenemen van vuil van aansluitende wegen, kan echter groter zijn. Daarnaast valt te constateren dat ook hier een aanzienlijk deel van de zware voertuigen harder rijdt dan 80 km/uur. Dat op deze wegen voor deze voertuigen een wettelijke limiet bestaat van 60 km/uur, schijnt slechts aan ingewijden bekend te zijn!

Spat- en sproeiwater is nooit geheel te voorkomen: ook personenauto's zullen sproeiwater opleveren. Hun bijdrage is echter relatief gering. Daarnaast kan tijdens een zware regenbui de hoeveelheid spat-en sproeiwater, zelfs op drainerende wegdekken, nog voor hinder zorgen. Deze zelden voorkomende buien zijn echter zo hevig, dat een aanpassing van de snelheid op zal treden.

5. CONCLUSIES

1. De relatie tussen de door een bestuurder ervaren zichthinder, de gemeten belemmering van het zicht en de hoeveelheid opgeworpen spat- en sproeiwater is nog niet in voldoende mate vastgesteld. Evenmin zijn in de geraadpleegde literatuur gegevens voorhanden over de hinder door spat- en sproeiwater bij matige of hevige regen, veel of weinig wind, en rustig of druk verkeer.

2. Vrachtwagens veroorzaken de meeste hinder door spat- en sproeiwater: het is uitsluitend een probleem bij hoge snelheden. Gegevens uit de Verenigde Staten duiden erop dat sproeiwater boven 100 km/uur ontoelaatbare proporties aanneemt en beneden 80 km/uur nauwelijks problemen oplevert.

3. Twee wat oudere onderzoeken vermelden een aandeel ongevallen door spat- en sproeiwater van 0,02 en 0,4% van het totaal. Een Brits onderzoek (Sabey & Taylor, 1980) vermeldt een aandeel van 2,6% letselongevallen door spat- en sproeiwater. Dit wordt echter te hoog geacht: een beredeneerde correctie op de Britse gegevens leidt tot een ongevallenaandeel van ongeveer 0,025%.

Een schatting voor de huidige Nederlandse situatie komt uit op een aandeel van 0,4%.

4. Drainerende wegdekken, zoals zeer open asfaltbeton, zijn een zeer effectief middel om overlast door spat- en sproeiwater tegen te gaan. Gezien de voorgenomen toepassing van zeer open asfaltbeton op grote delen van het auto(snel)wegennet, wordt verwacht dat binnen 5 à 10 jaar minstens 55% van de voertuigkilometers van vrachtwagens op dit materiaal wordt afgelegd. Indien ook andere wegen hiervan worden voorzien, kan dit kilometrage verder oplopen.

5. Snelheidsreductie voor zware voertuigen tot 80 km/uur is een ander effectief middel om de overlast door spat- en sproeiwater te bestrijden. Snelheidsreductie heeft een gunstige invloed op de veiligheid bij nat wegdek en in het algemeen, terwijl handhaving in principe kostendekkend kan worden uitgevoerd.

6. Verbetering van de omstroming van het voertuig is een derde middel om de overlast door spat- en sproeiwater te bestrijden en kan tevens het brandstofverbruik reduceren.

7. Gegeven drainerende wegdekken, snelheidsreductie en luchtgeleiding; gezien de geringe omvang van het probleem 'spat- en sproeiwater' in termen van ongevallen en gegeven de uitvoeringsaspecten en onderhoudsproblemen van afscherming bij de wielen, kan het effect van deze laatste oplossing wel erg klein worden geacht.

LITERATUUR

Appel, H.; Middelhaue, V. & Grütter, S. (1990). Frontschutssysteme an Lastkraftwagen. Automobiltechnische Zeitschrift ATZ 92 (1990) 3: 130 - 135.

Baughan, C.J.; Hedges, B. & Field, J. (1983). A national survey of lorry nuisance. SR-774. TRRL, 1983.

Casella, C.W. & Vivari, J.A. (1971). 'Splash and spray' and accident reports. Bureau of Highways, 1971.

Chatfield, A.G.; Reynolds, A.K. & Foot, D.J. (1979). Water spray from heavy goods vehicles: an assessment of some vehicle modifications. VSE 513. Department of Transport, London, 1979.

Colwill, D.M. & Daines, M.E. (1987). Developments of spray-reducing macadam road surfacings in the United Kingdom, 1967-1987. Transportation Research Record 1115, 1987.

C.V. (1987). Spray suppression study. C.V. Marketing Support U.K., 1987

Decoene, Y. (1990). Invloed van cellulosevezels op de eigenschappen van zeer open asfalt. Bijdrage Wegbouwkundige Werkdagen CROW, 1990.

Decoene, Y. & Descornet, G. (1988). Les enrobés drainants: expériences et perspectives. Route et Trafic (Strasse und Verkehr) (1988) 3: 117-126.

DWW (1989). Overzicht ZOAB-gegevens uit het PROGNOSE-systeem. Interne mededeling WXA-N-89-54, Dienst Weg- en Waterbouwkunde Rijkswaterstaat, 1989.

Gerardu, J.J.A. & Heide J.P.J. van der (1984). Ervaringen met zeer open asfaltbeton; Proefvakken op de A12 bij Driebergen. Wegen 58 (1984) 6: 207 - 216.

Gorte, C.B.; Joyner, R.C.; Pedersen, K. & McConnell, C.C. (1985). The MVMA investigation into the complexities of heavy truck splash and spray problem. Xth Conference on Experimental Safety Vehicles, Oxford, 1985.

Göhring, E. & Krämer, W. (1987a). Seitliche Fahrgestellverkleidungen für Nutzfahrzeuge. Automobiltechnische Zeitschrift ATZ 89 (1987) 9: 481 - 488.

Göhring, E. & Krämer, W. (1987b). Verbesserungen der aktiven und passiven Sicherheit bei Nutzfahrzeugen durch seitliche Fahrgestellverkleidungen. Automobiltechnische Zeitschrift ATZ 89 (1987) 12: 659 - 666.

Hoban, T.W.S.; Liversedge, F. & Seraby, R. (1985). Recent developments in pervious macadam surfaces. 3rd Eurobitume Symposium, Den Haag, 1985.

Janssen, S.T.M.C. (1988). De verkeersonveiligheid van wegtypen in 1986 en 2010. R-88-3. SWOV, 1988.

Janssen, P.P.M.K. (1990). Verhoging van de duurzaamheid van ZOAB door middel van hechtverbeteraars. Bijdrage Wegbouwkundige Werkdagen CROW, 1990.

Klomp, A.J.G. (1989). Duurzaamheid van zeer open asfaltbeton. CROW, 1989.

Köster, B. (1985). Porous wearing courses; Observations of the behaviour under traffic. 3rd Eurobitume Symposium, Den Haag, 1985.

Maycock, G. (1966). The problem of water thrown up by vehicles on wet roads. RRL Report 4. 1966.

Molenaar, J.M.M. (1990). Polymeer-gemodificeerde bitumina en de duurzaamheid van zeer open asfalt. Bijdrage Wegbouwkundige Werkdagen CROW, 1990.

Mortimer, R.G.; Monaco, J. & Crothers, H.L. (1985). Effect on visibility of wet weather spray from heavy goods vehicles. Proc. of the Conf. on Vision in Vehicles, Nottingham, U.K., 1985.

Oei, H.L. (1989). Rijsnelheden op 80 km/uur-wegen in Nederland. R-89-52. SWOV, 1989.

Padmos, P. & Varkevisser, J. (1977). De invloed van open bitumineuze wegdekken op het zicht van de automobilist bij regen. IZF 1977 C17. IZF-TNO, 1977.

Sabey, B. & Taylor, H. (1980). The known risks we run: The highway. SR 567. TRRL, 1980.

Sandberg, U. (1980). Efficiency of spray protectors. Report 199A. VTI, 1980.

Shearn, T. (1990). Brief 590/340/01. Transport and Road Research Laboratory, 1990.

Thoorn, A.W. Van den (1988). Rubberasfalt biedt mogelijkheden bij sanering verkeerslawaaai. Polytechnisch Tijdschrift/Civiele Techniek 43 (1988) 4: 19-21.

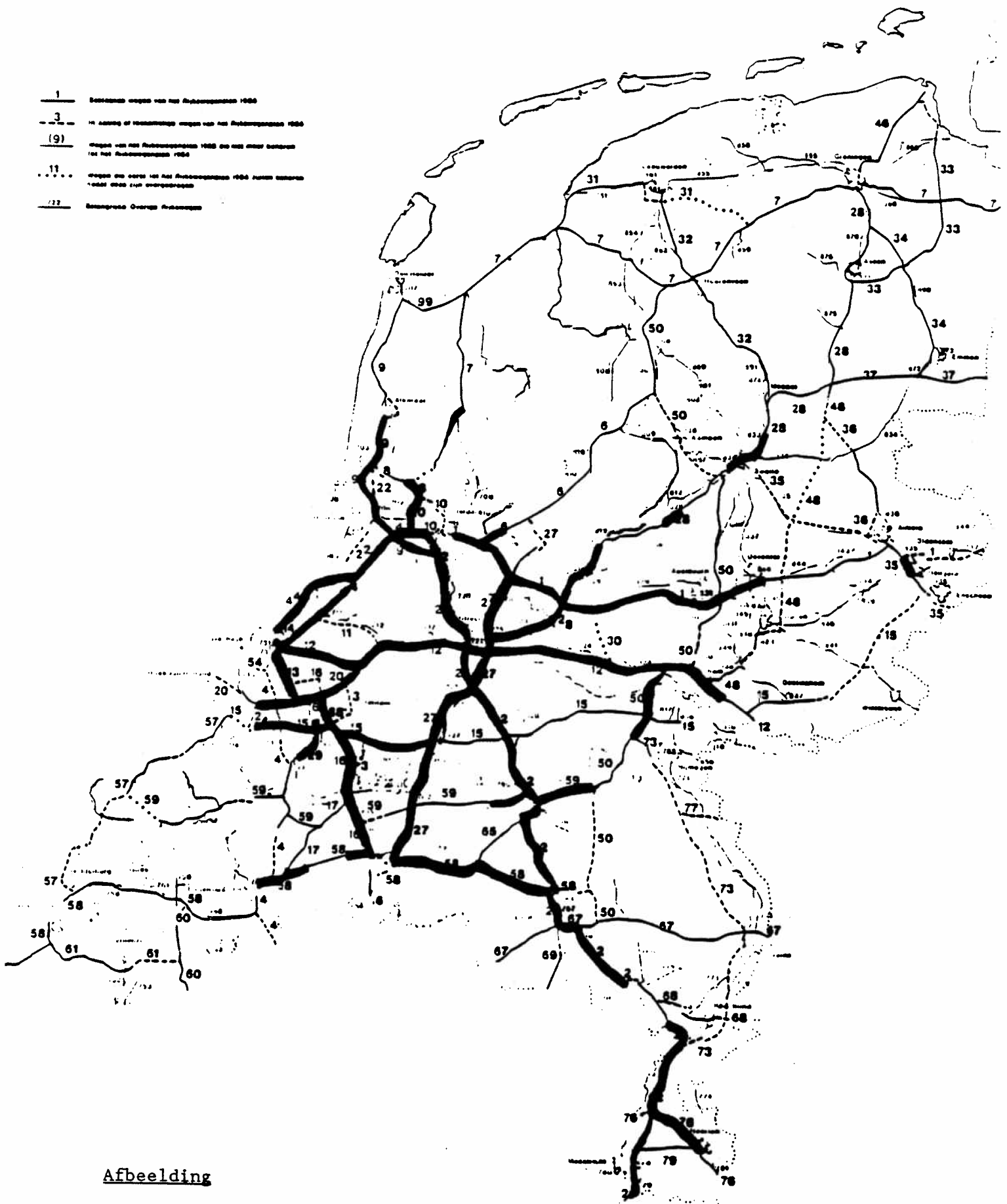
Tromp, J.P.M. (1984). Spat- en sproeiwater bij vrachtwagens. R-84-9. SWOV, 1984.

Tromp, J.P.M. (1989). Vergelijkende analyse van ongevallen met zware voertuigen. R-89-30. SWOV, 1989.

Weir, D.H.; Strange, J.F. & Heffley, R.K. (1978). Reduction of adverse aerodynamic effects of large trucks; Volume I: Technical Report. FHWA-RD-79-84, 1978.

Wouters, P. (1983). Wind en wegverkeer. Bijdrage KIVI-SVT Verkeerskundige Werkdagen, 1983. R-83-8. SWOV, 1983.

- 1 ————— Bestaande wegen van het Rijkswaterstaat 1954
- 3 - - - - - In aanleg of te ontwerpen wegen van het Rijkswaterstaat 1954
- (9) ————— Wegen van het Rijkswaterstaat 1954 die niet meer bestaan (of het Rijkswaterstaat 1954)
- 11 Wegen die onder het Rijkswaterstaat 1954 komen te vallen (of het Rijkswaterstaat 1954)
- 12 ————— Rijkswaterstaat Overige Rijkswegen



Afbeelding

Overzicht van wegvakken waar Zeer Open Asfalt Beton toegepast kan worden, op basis van het criterium " gemiddelde etmaal belasting > 35000 Mvt. "

Wegtype	Weersgesteldheid/Toestand wegdek			totaal
	droog /droog	droog /nat	regen /nat	
A(S)W	1930 67,8%	390 13,7%	525 18,5%	2845 100%
Twee-strooks- wegen	12175 70,6%	2765 16,1%	2299 13,3%	17239 100%
Overige wegen	45382 72,9%	8298 13,4%	8543 13,7%	62223 100%
Totaal	59487 72,3%	11453 13,9%	11367 13,8%	82307 100%

Tabel 1. Aantallen en percentages letselongevallen op auto(snel)wegen en twee-strookswegen in Nederland naar weersgesteldheid en toestand wegdek in 1988 + 1989.

Wegtype	Weglengte in km	Dagint. mtv	Verkeersprest. in miljoenen mtv-km	Letselongevallen			Slachtoffers		Doden	
				aantal	per km weglengte	per miljoen mtv-km	aantal	per letsel	aantal	per 100 slacht- offers
AS>4s	242	87368	7177	476	1,967	0,066	698	1,467	30	4,311
AS4s	1761	33618	20216	1500	0,852	0,074	2157	1,438	111	5,127
AW2b	197	18234	1220	182	0,926	0,150	282	1,548	17	5,943
AW1b	2108	6187	4522	475	0,225	0,105	653	1,377	79	12,119
AG2b	252	19278	1683	455	1,806	0,270	550	1,209	40	7,222
WG1b	6357	5186	11756	3540	0,542	0,301	4826	1,363	239	4,961
WA2s	11719	1403	5970	3055	0,261	0,512	3902	1,245	224	5,896
WA1s	31702	315	3631	3102	0,098	0,854	3880	1,251	217	5,601
VA	11519	4808	18798	25010	2,171	1,330	27207	1,088	477	1,754
WS	33481	684	7775	5786	0,173	0,744	7554	1,306	95	1,255
Totaal	99519	2420	82748	43581	0,438	0,527	51610	1,184	1529	2,963

Tabel 2. Overzicht van verkeersonveiligheidsgegevens voor de verschillende wegtypen in Nederland (Bron: Janssen, 1988).

Wegtype	Voertuigkilometers x 10 ⁶				totaal
	pers. auto's	vracht ongeleed	vracht geleed	overig	
a.s.w.	22692 (88,1%)	872 (3,4%)	1492 (5,8%)	705 (2,7%)	25761 (100%)
ov. rijksw.	5899 (88,1%)	223 (3,3%)	359 (5,4%)	214 (3,2%)	6695 (100%)
prov. wegen	11910 (90,4%)	394 (3,0%)	319 (2,4%)	548 (4,2%)	13171 (100%)
ov. wegen	10026 (92,0%)	183 (1,7%)	43 (0,4%)	648 (5,9%)	10900 (100%)

Tabel 3. Aantallen en percentages afgelegde voertuigkilometers op Nederlandse wegen in 1986 (Bron: CBS Maandstatistiek 88/1).