

STROEFHEIDSPROBLEMEN BIJ NIET-AFGESTROOID ASFALTBETON

Verkort onderzoek

Den Haag, augustus 2003

De rapporten van de Raad voor de Transportveiligheid zijn openbaar.
Alle rapporten zijn beschikbaar via de website van de Raad: www.rvtv.nl



Den Haag, 6 juli 2004

Geachte mevrouw/heer,

In oktober 2003 heeft de Raad voor de Transportveiligheid het rapport "*Stroefheidsproblemen bij niet-afgestrooid asfaltbeton*" gepubliceerd. Daarin is aan de orde gesteld dat er bij twee soorten asfalt sprake is van problemen met betrekking tot de aanvangsstroefheid. Ook werd gesignaleerd dat de manier waarop weggebruikers voor deze problemen worden gewaarschuwd en de van toepassing zijnde richtlijnen niet adequaat zijn. In het rapport is als verzamelnaam voor de beide asfaltsoorten de benaming "niet-afgestrooid asfaltbeton" gehanteerd. Daardoor kan de indruk zijn ontstaan dat de gesignaleerde problemen kunnen worden opgelost door dergelijke wegdekken wel te gaan afstrooien. Dat is echter, naar inmiddels uit proeven is gebleken, slechts gedeeltelijk het geval. Daarom meent de Raad er goed aan te doen om door deze brief het eventuele misverstand weg te nemen, dat door het afstrooien van de betreffende wegen de gesignaleerde problemen zouden zijn opgelost.

Het gaat in dit verband om respectievelijk zeer-open-asfaltbeton (ZOAB) en steenmestiek-asfalt (SMA). Die twee asfaltsoorten werden in het verleden inderdaad niet afgestrooid. Inmiddels zijn de resultaten bekend geworden van aanvullend onderzoek, dat op verzoek van de CROW-werkgroep Aanvangsstroefheid Asfaltverhardingen (ASTRA) door de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat werd gedaan. Uit dat onderzoek is gebleken dat bij SMA door middel van afstrooien de aanvangsstroefheid in natte toestand aanmerkelijk kan worden verbeterd, ook in het geval blokkerend wordt geremd. Hierbij moet echter wel worden aangetekend dat uit het onderzoek ook is gebleken dat het afstrooien van SMA geen wezenlijke verbetering geeft voor de vertraging die optreedt als blokkerend wordt geremd en het wegdek droog is. Kennelijk vindt er onder die omstandigheden, door het ontbreken van het "smerende/koelende" effect van een waterlaag, ook op een afgestrooid wegdek zodanige verweking van het bitumen plaats dat de zgn. bituplaning kan optreden.

Op grond van het aanvullende onderzoek is het dus enerzijds te verwachten dat SMA in toenemende mate zal gaan worden afgestrooid, terwijl anderzijds ook op die wegen sprake zal blijven van een uitzonderlijk lage vertraging als blokkerend wordt geremd terwijl het wegdek droog is. De in het rapport opgenomen aanbevelingen blijven daarom onverkort van kracht, met dien verstande dat de betreffende twee asfaltsoorten (SMA en ZOAB) niet moeten worden aangeduid met het verzamelbegrip "niet-afgestrooid asfaltbeton". Dat door afstrooien bij SMA de natte aanvangsstroefheid kan worden verbeterd laat immers onverlet:

- dat bij ZOAB sprake is van problemen met de aanvangsstroefheid (zowel in natte als droge toestand);
- dat nader onderzoek nodig is naar de resterende stroefheidsproblemen bij SMA;
- dat er aanvullende stroefheidsrichtlijnen moeten komen, die voor ZOAB en SMA gelden en ook representatief zijn voor blokkerend remmen en droge omstandigheden;
- en dat, zolang voornoemde aanbevelingen nog niet zijn geëffectueerd, de weggebruikers op adequate wijze voor de gesignaleerde problemen moeten worden gewaarschuwd.

Het destijds gepubliceerde RvTV-rapport staat, inclusief deze toelichting, ook op de website van de Raad (www.rvtv.nl) en kan als pdf-bestand worden gedownload.

Hoogachtend,

Drs. J.H. Pongers
Waarnemend Secretaris-Directeur

RAAD VOOR DE TRANSPORTVEILIGHEID

De Raad voor de Transportveiligheid is een zelfstandig bestuursorgaan met een eigen rechtspersoonlijkheid dat bij de wet is ingesteld met als taak te onderzoeken en vast te stellen wat de oorzaken of vermoedelijke oorzaken zijn van individuele of categorieën van ongevallen en incidenten in alle transportsectoren te weten, de scheepvaart, de luchtvaart, het railverkeer en het wegvervoer, alsmede het buisleidingen transport. Het uitsluitend doel van een dergelijk onderzoek is toekomstige ongevallen of incidenten te voorkomen en indien de uitkomsten van één en ander daartoe aanleiding geven, daaraan aanbevelingen te verbinden. De organisatiestructuur bestaat uit een overkoepelende Raad voor de Transportveiligheid en daaronder een onderverdeling in Kamers en één Commissie per transportsector. Deze worden ondersteund door een staf van onderzoekers en een secretariaat.

SAMENSTELLING VAN DE RAAD EN DE KAMER WEGVERKEER

Raad

Voorzitter: mr. Pieter van Vollenhoven
F.W.C. Castricum
J.A.M. Elias
B.M. van Balen
mw. mr. A.H. Brouwer-Korf
mr. D.M. Dragt
mr. J.A.M. Hendriks
ir. K. Nije
prof. dr. U. Rosenthal
mw. mr. E.M.A. Schmitz
ing. D.J. Smeitink
J. Stekelenburg († 22-09-2003)
dr. ir. J.P. Visser
mr. G. Vrieze
prof. dr. W.A. Wagenaar

Kamer Wegverkeer

Voorzitter: F.W.C. Castricum
ir. K. Nije
ir. G. Blom
prof. dr. ir. R.E.C.M. van der Heijden
dr. M. Koornstra
drs. H. Plasse
mw. Ir. I. Spapé
drs. C. Wildervanck
prof. dr. J.S.H.M. Wismans

Secretariaat

Secretaris-Directeur: -
Senior-Secretaris: drs. J.H. Pongers
Senior-Projectleider: H.J. Klumper

Secretariaat

Secretaris: mw. drs. T.M.H. van der Velden
Onderzoeker: ing. A. Sloetjes

Bezoekadres: Anna van Saksenlaan 50
2593 HT Den Haag
telefoon: +31 (0)70 - 333 7000
Internet: <http://www.rvtv.nl>

Postadres: Postbus 95404
2509 CK Den Haag
telefax: +31 (0)70 - 333 7077 / 333 7078

INHOUD

VOORWOORD

1 Aanleiding

2 Analyse

- 2.1 *Algemeen*
- 2.2 *Steenrijk-asfaltbeton*
- 2.3 *Stroefheidsproblemen*
- 2.4 *Richtlijnen*
- 2.5 *Waarschuwborden*
- 2.6 *Ontwikkelingen*

3 Resultaten verkort onderzoek

- 3.1 *Conclusies*
- 3.2 *Aanbevelingen*

Bijlagen:

- 1 **Soortgelijke ongevallen**
- 2 **Wrijvingsproces band/weg en wegdekstroefheid**
- 3 **Remproeven**
- 4 **Minimale volgafstand**

VOORWOORD

In dit rapport wordt aan de orde gesteld dat op wegen met een nieuwe deklaag van een bepaald soort asfaltbeton, gedurende meerdere weken/maanden sprake is van stroefheidsproblemen en dat de weggebruikers daar vaak niet (adequaat) voor worden gewaarschuwd.

Hoewel die stroefheidsproblemen wel degelijk ernstige consequenties voor de verkeersveiligheid kunnen hebben, is toch gekozen voor een verkort onderzoek en een beknopt rapport. De reden daarvoor is dat de problematiek al wel bekend is bij een deel van de betrokken organisaties (als Rijkswaterstaat, CROW, VBW-Asfalt). Het uitbrengen van dit rapport is bedoeld om deze problematiek ook onder de aandacht te brengen van de overige relevante organisaties (als provincies, gemeenten en waterschappen, in hun rol als beheerders van het onderliggende wegennet). Daarnaast is het rapport bedoeld om het ontwikkelen en effectueren van afdoende oplossingen zoveel mogelijk te bespoedigen en er op aan te dringen dat in de tussenliggende periode de weggebruikers op adequate wijze moeten worden gewaarschuwd.



mr. Pieter van Vollenhoven
Voorzitter van de Raad



drs. J.H. Pongers
Wvd. Secretaris-Directeur

1 AANLEIDING

De aanleiding tot deze studie werd gevormd door een verkeersongeval dat op 26 september 2001 heeft plaatsgevonden op de T-kruising van resp. de Biddingringweg en de Elburgerweg te Dronten. De toedracht van dat ongeval was in grote lijnen als volgt. Terwijl een vrachtauto de kruising naderde is een andere automobilist vanaf een zijweg met relatief lage snelheid voor die vrachtauto gaan rijden. Om een aanrijding te voorkomen heeft de vrachtauto-bestuurder krachtig geremd. Daarbij zijn de wielen van de vrachtauto tot blokkeren gekomen, waardoor het voertuig in een zodanige slip is geraakt dat het voertuig op de kruising tegen een verhoogde middenberm terecht kwam en kantelde.



Afb. 1: Deze foto toont de eindsituatie van het ongeval in Dronten. Op de achtergrond is de vrachtauto te zien, die achterstevoren en op de rechterzijde liggend tot stilstand is gekomen. Op de voorgrond is het laatste deel te zien van de bandensporen die de vrachtauto heeft achtergelaten.

Bron: Regiopolitie Flevoland

Uit het door de politie verrichte onderzoek werd duidelijk, dat bij dit ongeval de stroefheids-eigenschappen van de weg een belangrijke rol hebben gespeeld. De deklaag van de weg bestond uit zogenaamd steenmastiek-asfalt en was ongeveer tien weken voor het ongeval vernieuwd. Uit remproeven met de vrachtauto werd duidelijk, dat bij relatief krachtig remmen op het betreffende weggedeelte niet alleen de voorwielen maar ook de achterwielen tot blokkeren kwamen. Het gevolg daarvan was dat het voertuig vrijwel meteen uit koers raakte. Dit ondanks het feit dat de vrachtauto was voorzien van een automatische lastafhankelijke remkrachtregeling (ALR), waarvan bij controle bleek dat het systeem naar behoren functioneerde en correct was afgesteld. Het vermoeden dat de deklaag van het betreffende weggedeelte relatief weinig grip bood aan blokkerende wielen werd bevestigd doordat het tijdens de remproeven abnormaal lang duurde voordat de wielen weer begonnen te draaien nadat de bedieningskracht op het rempedaal werd verminderd. Dat fenomeen heeft zich overigens volgens de vrachtautochauffeur ook bij het ongeval voorgedaan; zijn verklaring komt er op neer dat hij de rem heeft 'losgelaten' toen hij merkte dat de wielen blokkeerden maar dat dat geen effect had. Het vermoeden wordt verder bevestigd door het feit dat bij krachtig remmen met de ongevals vrachtauto op een ander weggedeelte alleen de voorwielen tot blokkeren kwamen en het voertuig niet uit koers raakte.

Uit overleg met de politie bleek dat zich ongeveer in dezelfde periode in Amsterdam twee ongevallen hebben voorgedaan waarbij eveneens aan de orde was dat een nieuwe deklaag van steenmastiek-asfalt bij blokkerend remmen weinig grip bood. In bijlage 1 zijn die beide ongevallen kort beschreven.

Geconstateerd moet worden dat uit de reguliere registratiebestanden niet kan worden afgeleid hoe vaak dergelijke ongevallen voorkomen. In die bestanden wordt namelijk niet vastgelegd uit wat voor asfaltmengsel de deklaag bestaat en evenmin of de deklaag na het aanbrengen wel of niet is afgestrooid (wat, zoals hierna wordt toegelicht, op nieuwe wegdekken in sterke mate bepalend blijkt te zijn voor de grip bij blokkerend remmen).

Uit het overleg met de politie bleek verder het volgende:

- Naar aanleiding van de beschreven ongevallen hebben de verkeersongevallendiensten van de betreffende politieregio's contact opgenomen met de beheerders van de wegen waarop die ongevallen hebben plaatsgevonden. Daarbij werd duidelijk dat die beheerders (respectievelijk de gemeente Amsterdam en de provincie Flevoland) niet wisten dat op de betreffende weggedeelten bij blokkerend remmen een uitzonderlijk lage vertraging werd gehaald. Binnen de betreffende organisaties was men daar nogal verbaasd over, te meer omdat het in alle drie gevallen ging om wegen waarvan de deklaag kort te voren was vernieuwd.
- De verkeersongevallendiensten hebben ook contact gehad met respectievelijk de organisatie die de regelgeving met betrekking tot de wegenbouw coördineert (het CROW¹) en de branche-organisatie van de asfaltverwerkende bedrijven (VBW-Asfalt). Binnen die organisaties bleek het fenomeen wel bekend te zijn. Ook werd duidelijk dat er al geruime tijd onderzoek naar wordt gedaan, maar dat een afdoende oplossing niet op korte termijn is te verwachten.

2 ANALYSE

2.1 Algemeen

De drie beschreven ongevallen hebben met elkaar gemeen, dat ze plaatsvonden op een weg waarvan de deklaag bestond uit zogenaamd steenmastiek-asfalt (SMA) en dat de toedracht werd beïnvloed doordat het wegdek bij blokkerend remmen relatief weinig grip bood. Uit een nadere verkenning werd duidelijk dat de gesignaleerde stroefheidsproblemen zich min of meer standaard voordoen bij nieuwe dekklagen die uit zogenaamd steenrijk-asfaltbeton (waartoe ook SMA hoort) bestaan.

2.2 Steenrijk-asfaltbeton

In ons land bestaat bij het overgrote deel van de wegen de deklaag uit asfaltbeton (meestal kortweg 'asfalt' genoemd). Oorspronkelijk bestonden alle asfalt dekklagen uit Dicht-Asfalt-Beton (DAB), maar sinds ongeveer 20 jaar wordt er ook in toenemende mate gebruik gemaakt van steenrijk-asfalt. Kenmerkend voor dat materiaal is dat het een sterke structuur (het skelet) heeft, bestaande uit tegen c.q. op elkaar liggende steentjes. Die structuur wordt verkregen door de steentjes eerst met een laagje bitumen te omhullen, ze daarna in een dunne laag op de weg aan te brengen en die laag vervolgens door middel van walsen te verdichten.

In grote lijnen kunnen twee soorten steenrijk-asfalt worden onderscheiden: enerzijds het Zeer-Open-Asfalt-Beton (ZOAB) en anderzijds het Steen-Mastiek-Asfalt (SMA). Beide materialen hebben specifieke functionele voordelen. Bij ZOAB is sprake van holle ruimtes die onderling met elkaar in verbinding staan; door die 'kanaaltjes' kan het water dat op het wegdek terechtkomt 'via' de deklaag (in plaats van over het wegdek) worden afgevoerd. Door de open structuur wordt bovendien, vooral bij hogere rijnsnelheden, minder bandenlawaai geproduceerd. SMA is sterker/duurzamer, heeft meer weerstand tegen spoorvorming en produceert (althans wanneer het niet wordt afgestrooid) evenals ZOAB wezenlijk minder bandenlawaai. Ten opzichte van ZOAB heeft SMA het voordeel dat het beter bestand is tegen wringende bandbelastingen, die bijvoorbeeld optreden wanneer met een vrachtauto

¹ CROW is een non-profit organisatie waarin o.a. wegbeheerders, wegenbouwaannemers en openbaarvervoersorganisaties samenwerken. De organisatie kan worden gezien als het nationale kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur. Het CROW coördineert/initieert o.a. onderzoek en regelgeving op het gebied van de wegenbouw.

een bocht wordt gemaakt. Daar staat echter tegenover dat SMA geen holle ruimtes heeft, zodat het water niet via de deklaag kan worden afgevoerd.

Vanwege de specifieke voordelen wordt steenrijk-asfalt steeds meer toegepast. Zo wordt ZOAB, vooral vanwege de gunstige eigenschappen voor het afvoeren van water, sinds het eind van de jaren '80 standaard aangebracht op de snelwegen; vanwege het relatief geringe bandenlawaai wordt het de laatste jaren ook in toenemende mate in stedelijke gebieden gebruikt. Omdat bij SMA het water niet 'via' de deklaag kan worden afgevoerd wordt dat materiaal niet toegepast op snelwegen en autowegen; vanwege de duurzaamheid, de grotere weerstand tegen spoorvorming en het geringe bandenlawaai wordt het de laatste jaren wel in toenemende mate op binnenstedelijke en drukke provinciale/lokale wegen gebruikt.

Inmiddels bestaat ongeveer de helft van alle nieuwe asfaltdekleden uit SMA of ZOAB en het ziet er naar uit dat die omars nog verder zal doorzetten².

2.3 Stroefheidsproblemen

In tegenstelling tot dekleden uit het conventionele DAB worden dekleden die uit steenrijk-asfalt bestaan normaal gesproken niet (met split of steenslag) afgestrooid. De reden daarvoor is dat door het afstrooien de specifieke voordelen van steenrijk-asfalt geheel of gedeeltelijk verloren gaan³. Wanneer de deklaag niet wordt afgestrooid bestaat na het aanbrengen van de deklaag in eerste instantie het oppervlak niet uit 'schoon' steenslag/split maar uit een laagje bitumen. Het gevolg daarvan is dat na de ingebruikname gedurende een zekere periode minder hoge wrijvingskrachten mogelijk zijn. Dat komt doordat er bij het wrijvingsproces in het contactvlak band/wegdek warmte ontstaat, wat tot gevolg heeft dat het laagje bitumen op de bovenste steentjes verweekt. Dat fenomeen doet zich het sterkst voor als blokkerend wordt geremd, omdat dan de temperatuur in het contactvlak band/weg dermate hoog kan oplopen dat het bitumen 'smelt'. In dat geval is er eigenlijk sprake van een vloeistof tussen band en weg, reden waarom dan ook wel over 'bitu-planing' wordt gesproken.

Dat de verminderde stroefheid van niet-afgestrooid asfalt zich tijdens het gebruik van de weg na een zekere periode herstelt, wordt veroorzaakt door het feit dat het bitumenlaagje op de bovenste steentjes er in de loop der tijd door het verkeer wordt 'afgereden'. De duur van de periode is afhankelijk van de verkeersintensiteit en blijkt in de praktijk te variëren van enkele weken tot meerdere maanden.

Vanwege de geringe aanvangstroefheid van niet-afgestrooid asfalt is op dergelijke wegen de kans groter dat bij krachtig remmen, althans met voertuigen die niet van een Anti-Blokkeer-Systeem (ABS) zijn voorzien, de wielen tot blokkeren komen. Dat kan er op zijn beurt toe leiden dat het voertuig in een slip raakt. Verder is uit remproeven gebleken dat de remvertraging tijdens blokkerend remmen op relatief nieuw SMA en ZOAB aanmerkelijk lager is dan de blokkeervertraging die op DAB en cementbeton wordt gehaald⁴. Het hoeft geen betoog dat daardoor de kans op ongevallen groter is, zeker op provinciale en lokale wegen.

² Van de totale hoeveelheid asfaltspecie die jaarlijks in ons land wordt geproduceerd wordt ongeveer een derde deel verwerkt in dekleden en daarvan bestaat momenteel respectievelijk 53% uit DAB, 28% uit SMA en 19% uit ZOAB (bron: KOAC-WMD en VBW-Asfalt).

³ Bij het afstrooien van ZOAB zouden de holle-ruimtes verstopt raken, waardoor water niet meer "via" de deklaag zou kunnen worden afgevoerd en de deklaag bovendien meer bandenlawaai zou gaan produceren. Laatstgenoemd nadeel doet zich ook voor indien SMA wordt afgestrooid.

⁴ De blokkeervertraging op nieuw ZOAB en SMA bedraagt vaak niet meer dan ongeveer de helft van de blokkeervertraging die op DAB en cementbeton wordt gehaald.

Als er door een juiste dosering van de bedieningskracht of met behulp van ABS voor wordt gezorgd dat tijdens het remmen de wielen (net) niet tot blokkeren komen, dan blijkt op SMA en ZOAB wel een relatief hoge vertraging haalbaar te zijn. Omdat het voertuigenpark bestaat uit voertuigen met en voertuigen zonder ABS, is er daarom op wegen met een dergelijke deklaag bovendien sprake van een groter gevaar voor kop/staart-botsingen. In bijlage 4 is met behulp van globale berekeningen geïllustreerd dat de momenteel gepropageerde vuistregel, volgens welke automobilisten een tussenafstand van twee seconden dienen aan te houden, voor niet-afgestrooid asfalt niet toereikend is.

2.4 Richtlijnen

Met betrekking tot de wegdekeigenschappen zijn er geen wettelijke voorschriften van kracht. Dat geldt ook voor de eigenschappen die van belang zijn voor de verkeersveiligheid, zoals de vlakheid en stroefheid van het oppervlak. Wel zijn er richtlijnen, waarbij in grote lijnen onderscheid kan worden gemaakt tussen:

- enerzijds de zogenoemde Standaard RAW-bepalingen⁵, waarin minimale waarden zijn voorgeschreven voor de acceptatie van nieuwe deklagen;
- anderzijds door CROW gepubliceerde onderhoudsrichtlijnen, die aangeven wanneer verbeterende maatregelen of vervanging van de deklaag noodzakelijk is.

In de huidige richtlijnen zijn ook minimale waarden voorgeschreven voor de stroefheid die een nieuw aangebrachte deklaag minimaal moet hebben en de mate waarin de stroefheid van een deklaag tijdens het gebruik mag afnemen voordat tot stroefheidsverbeterende maatregelen of vervanging van de deklaag moet worden overgegaan⁶. Die richtlijnen zijn echter voor wat betreft asfaltdeklaag alleen van toepassing verklaard voor afgestrooide deklaag; voor de stroefheid van niet-afgestrooid asfalt geldt voornamelijk geen enkele stroefheidsrichtlijn. Wel wordt, op eigen initiatief, door Rijkswaterstaat (als beheerder van de rijkswegen) een minimum-stroefheidseis⁷ gehanteerd bij de afname van nieuwe deklaag die uit ZOAB bestaan.

2.5 Waarschuwingsborden

In verband met de geringe aanvangsstroefheid van niet-afgestrooid asfalt worden door een deel van de wegbeheerders bij het aanbrengen van dergelijke deklaag gedurende een zekere periode waarschuwingsborden geplaatst. Hiervoor bestaan echter, zowel voor wat betreft de tekst als de plaatsings- en verwijderingscriteria, geen richtlijnen. Geconstateerd moet worden dat niet bij alle in aanmerking komende situaties borden worden geplaatst.

De praktijk komt globaal op het volgende neer:

- Als een rijksweg van een nieuwe ZOAB-deklaag wordt voorzien, dan worden door Rijkswaterstaat in eerste instantie zgn. attentieborden (nieuw wegdek – langere remweg) geplaatst en die worden pas verwijderd als bij blokkerend remmen met een personenauto onder droge omstandigheden een vertraging van 6,5 m/s² haalbaar is.
- Van de provincies is bekend dat slechts door een deel daarvan bij nieuwe asfaltdeklaag die niet afgestrooid zijn waarschuwingsborden worden geplaatst en dat die borden na

⁵ De RAW-systematiek is een algemeen gebruikte standaard voor het maken van bestekken en contracten in de wegenbouw, waarin o.a. teksten voor het samenstellen van besteksposten en de daarbij horende technische bepalingen zijn opgenomen.

⁶ Voor de acceptatie van nieuwe deklaag is in de RAW-standaardbepalingen vastgelegd dat de stroefheid in natte toestand en bij 86% slip minstens 0,52 dient te bedragen. In CROW-publicatie nr. 20 is aangegeven dat (eveneens in natte toestand en gemeten bij 86% slip) een stroefheidswaarde van 0,45 als waarschuwingsgrens en waarde van 0,38 als interventiegrens moet worden gehanteerd.

⁷ De betreffende eis komt er op neer, dat bij blokkerend remmen met een personenauto onder droge omstandigheden een gemiddelde vertraging van tenminste 5,0 m/s² wordt gehaald.

een bepaalde periode (doorgaans zonder controle van de blokkeervertraging) weer worden verwijderd.

- Er is geen concrete informatie beschikbaar over de mate waarin door gemeenten waarschuwingsborden worden geplaatst bij nieuwe, niet-afgestrooide asfaltdekkingen; de algemene indruk is echter dat het niet of nauwelijks gebeurt.



Afb. 2: Waarschuwbord zoals wordt gebruikt in Flevoland.

Bron: Regiopolitie Flevoland.

Met betrekking tot de thans gebruikelijke waarschuwingsborden dient verder te worden opgemerkt, dat de tekst (nieuw wegdek – langere remweg) eigenlijk maar een deel van de problematiek beschrijft. De langere remweg geldt immers alleen voor blokkerend remmen: omdat een deel van het voertuigenpark van ABS is voorzien gaat de huidige tekst voorbij aan het feit dat bestuurders van voertuigen zonder ABS een grotere tussenafstand tot hun voorligger nodig hebben. Bovendien moet in dit verband worden geconstateerd, dat de thans gebruikelijke waarschuwingsmethode (met een tekstbord) alleen is afgestemd op weggebruikers die de Nederlandse taal machtig zijn.

2.6 Ontwikkelingen

Binnen CROW zijn meerdere werkgroepen bezig met de wegdekeigenschappen die voor de verkeersveiligheid van belang zijn. Een van de werkgroepen is belast met de vraag welke stroefheidseisen nu en in de toekomst gehanteerd moeten gaan worden. In dat verband wordt ook gekeken naar de relevante onderzoeken die momenteel op internationaal niveau lopen. Verder hebben werkgroepvertegenwoordigers zitting in de internationale overlegplatforms die zich bezighouden met het standaardiseren van de betreffende meetmethoden, grenswaarden, etc. Hierbij moet echter wel worden aangetekend dat CROW desgevraagd heeft laten weten, dat met het standaardiseren van aanvullende beproevingsmethoden naar verwachting nog minstens een aantal jaren gemoed zal zijn.

Door een andere CROW-werkgroep (aanvangstroefheid van asfaltverhardingen) wordt onderzoek gedaan naar de mogelijkheden om de aanvangstroefheid van SMA-deklagen te verbeteren door ook dergelijke deklagen direct na het aanbrengen af te strooien. De onlangs gepubliceerde voorlopige onderzoeksresultaten komen er op neer dat bij gebruik van het juiste afstrooimateriaal en een geschikte wijze van aanbrengen de aanvangstroefheid van SMA in natte toestand aanzienlijk kan worden verbeterd. Hierbij moet echter wel worden bedacht, dat nog geen informatie beschikbaar is over de mate waarin door afstrooien ook de aanvangstroefheid van SMA in droge toestand kan worden verbeterd. Verder dient te worden opgemerkt dat het afstrooien ten koste gaat van een van de specifieke SMA-voordelen (namelijk het relatief geringe bandenlawaaï), reden waarom 'vrijwillige toepassing' niet op grote schaal te verwachten is.

Verder worden, zoals al eerder opgemerkt, door Rijkswaterstaat op eigen initiatief reeds richtlijnen gehanteerd voor de minimale blokkeervertraging die op ZOAB moet worden gehaald voor enerzijds de acceptatie van nieuwe deklagen en anderzijds het verwijderen van de waarschuwborden. Geconstateerd moet echter worden dat deze richtlijnen tot nu toe alleen binnen Rijkswaterstaat worden gehanteerd.

Tenslotte kan nog worden genoemd, dat Rijkswaterstaat momenteel bezig is met het ontwikkelen van een nieuwe beproevingsmethode voor het beoordelen van de blokkeervertraging⁸. Bij de tot nu toe door RWS gebruikte methode wordt met een personenauto (bij een snelheid van 80 km/uur) blokkerend geremd en dat kan uiteraard niet tijdens het normale verkeersgebruik plaatsvinden. Bij die nieuwe proef wordt een gestandaardiseerd meetwiel in geblokkeerde toestand met een constante snelheid over het te beoordelen wegdek gesleept; de benodigde sleepkracht wordt gebruikt als maat voor de blokkeervertraging. Hierbij dient wel te worden vermeld, dat Rijkswaterstaat zich bij het ontwikkelen van deze nieuwe beproevingsmethode tot nu toe alleen op ZOAB (en dus niet op SMA) richt.

⁸ Bij de thans gebruikelijke stroefheidsmetingen wordt vlak voor de meetband water op het wegdek gespoten en is de omtreksnelheid van het meetwiel gelijk aan 14% van de sleepsnelheid (reden waarom de zodoende verkregen waarde wordt aangeduid als 'de natte stroefheid bij 86% slip'). Omdat de meetband niet volledig wordt geblokkeerd en het water een koelend effect heeft, is deze meetmethode (althans bij asfalt dat niet is afgestrooid) niet geschikt om inzicht te krijgen in de blokkeervertraging die zich op een wegdek voordoet.

3 RESULTATEN VERKORT ONDERZOEK

3.1 Conclusies

De Raad voor de Transportveiligheid is van mening dat de stroefheid van het wegdekoppervlak zo belangrijk is voor de verkeersveiligheid, dat met betrekking daartoe adequate voorschriften dienen te worden gehanteerd.

Geconstateerd moet worden dat de huidige richtlijnen niet volledig en ook niet adequaat zijn. Ze zijn niet representatief voor blokkerend remmen (terwijl dat, althans bij voertuigen zonder ABS, vooral in noodsituaties wel voorkomt). Bovendien zijn er tot nu toe geen stroefheidseisen van kracht voor wegen met een deklaag uit asfaltbeton dat niet is afgestrooid, terwijl inmiddels een wezenlijk deel van onze wegen uit dat materiaal bestaat en de stroefheid daarvan na het aanbrengen gedurende een zekere periode relatief laag is.

De Raad meent daarom het onderzoek naar mogelijkheden voor het verbeteren van de aanvangstroefheid van niet-afgestrooid asfalt te moeten stimuleren. Verder acht de Raad het voor de huidige situatie noodzakelijk dat voertuigbestuurders op adequate wijze worden gewaarschuwd voor de relatief lage aanvangstroefheid van niet-afgestrooid asfaltbeton.

3.2 Aanbevelingen

Aanbeveling 1:

CROW wordt aanbevolen om aanvullend onderzoek te initiëren c.q. stimuleren met betrekking tot het verbeteren van de aanvangstroefheid van deklagen uit niet-afgestrooid asfaltbeton .

Aanbeveling 2:

CROW wordt verder aanbevolen om de richtlijnen betreffende de stroefheid van wegen zodanig aan te passen c.q. uit te breiden dat deze:

- ook representatief worden voor blokkerend remmen;*
- tevens van toepassing zijn voor deklagen uit niet-afgestrooid asfaltbeton.*

Voor de periode waarin voornoemde aanbevelingen nog niet zijn geëffectueerd worden verder de volgende aanbevelingen gedaan:

Aanbeveling 3:

CROW wordt aanbevolen adequate richtlijnen op te stellen voor het plaatsen van waarschuwborden bij nieuwe deklagen uit niet-afgestrooid asfaltbeton. De uitvoering van de borden dient zodanig te zijn dat het voor de weggebruikers duidelijk wordt dat sprake is van een langere remweg en er een grotere volgafstand nodig is dan thans in algemene zin wordt geadviseerd. Bovendien moet die boodschap ook begrijpelijk zijn voor weggebruikers die de Nederlandse taal niet machtig zijn, reden waarom - in plaats van tekst - gebruik gemaakt zou moeten worden van symbolen.

Aanbeveling 4:

De beheerders van provinciale en lokale wegen⁹ wordt aanbevolen om met betrekking tot de aanvangstroefheid van deklagen uit niet-afgestrooid asfalt op dezelfde wijze te gaan handelen als door Rijkswaterstaat al wordt gedaan.

⁹ Deze aanbeveling zal worden geadresseerd aan de betreffende koepelorganisaties, te weten: het Interprovinciaal Overleg (IPO), de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG) en de Unie van Waterschappen.

Bijlage 1: SOORTGELIJKE ONGEVALLLEN

a) Ongeval op 18 juli 2001 op de Willem de Zwijgerlaan te Amsterdam

Het betreft een eenzijdig ongeval waarbij een personenauto op een binnen de bebouwde kom gelegen weg ter hoogte van een bocht van de weg is geraakt en tegen enkele betonpalen is gebotst. De bestuurder raakte gewond, de auto en een van de betonpalen werd beschadigd. De bestuurder heeft getracht door middel van krachtig remmen de botsing met de betonpalen te voorkomen. Bij die remmanoeuvre zijn remsporen ontstaan met een lengte van ruim 50 meter. Uit ter plaatse gehouden remproeven bleek dat op het betreffende weggedeelte, dat uit steenmastiek-asfalt bestond, de vertraging tijdens blokkerend remmen minder dan 5 m/s^2 bedroeg. Als op het betreffende weggedeelte bij blokkerend remmen een remvertraging zou zijn opgetreden die op dicht-asfalt-beton of cement-beton gebruikelijk is (te weten 7 a 8 m/s^2), dan zou de remweg ongeveer 15 a 20 meter korter zijn geweest.



Afb.3: Eindsituatie van het ongeval op de Willem de Zwijgerklaan. Op het midden van de foto is betreffende personenauto te zien, alsmede de beide betonnen palen waarmee het voertuig in botsing is gekomen. Op de voorgrond is het laatste deel zichtbaar van de blokkeersporen die de auto voorafgaande aan de botsing heeft achtergelaten

Bron: Politie Amsterdam-Amstelland

b) Ongeval op 23 september 2001 op de Jan van Galenstraat te Amsterdam

Bij dit ongeval, dat eveneens binnen de bebouwde kom heeft plaatsgevonden, gaat het om een aanrijding tussen een personenauto en een overstekende fiets(er). De automobilist heeft tevergeefs getracht door middel van krachtig remmen de aanrijding te voorkomen. Door de aanrijding is de fietser gewond geraakt en werden de beide voertuigen beschadigd. Ten tijde van het ongeval was het wegdek, waarvan de deklaag uit steenmastiek-asfalt bleek te bestaan, vochtig. Uit remproeven die de politie ter plaatse en onder vergelijkbare omstandigheden heeft verricht, bleek dat tijdens blokkerend remmen de vertraging minder dan 4 m/s^2 bedroeg. Ook deze waarde moet, ondanks het feit dat het wegdek vochtig was, worden aangemerkt als aanmerkelijk lager dan bij een deklaag uit cementbeton of dicht-asfalt-beton gebruikelijk is. Zo werden bij remproeven met onderhavige auto op andere wegen, onder vergelijkbare omstandigheden, vertragingen van ongeveer 7 m/s^2 gehaald.



Afb. 4 Eindsituatie van het ongeval op de Jan van Galenstraat. De aanrijding heeft kort voor het zebrapad plaatsgevonden. De auto is net voorbij het zebrapad en ongeveer achterstevoren tot stilstand gekomen. Als de vertraging (i.p.v. minder dan 4 m/s^2) ongeveer 7 m/s^2 had bedragen, dan zou de auto bijna 10 meter eerder tot stilstand zijn gekomen en de aanrijding niet hebben plaatsgevonden.

Bron: Politie Amsterdam-Amstelland.

Bijlage 2: WRIJVINGSPROCES BAND/WEG EN WEGDEK-STROEFHEID

Bij de wrijving tussen voertuigbanden en een wegdek wordt de grootte van de wrijvingskracht (F_w) doorgaans uitgedrukt als percentage van de kracht (F_n) waarmee de band op de weg wordt gedrukt. Die verhouding (F_w/F_n) wordt wrijvingscoëfficiënt genoemd.

Als tijdens het remmen de bedieningskracht steeds verder wordt opgevoerd, wordt door de remunits de rotatiebeweging van de wielen steeds sterker afgeremd. Als gevolg daarvan ontstaat er een steeds groter verschil tussen de omtreksnelheid van de wielen en de voertuigsnelheid (of met andere woorden: in de contactvlakken band/weg neemt het slippercentage steeds verder toe). Naarmate het slippercentage stijgt neemt ook de wrijvingscoëfficiënt (en daarmee de remvertraging) toe. Zodra het slippercentage een zeker niveau (van ongeveer 15% a 30%) bereikt, neemt de wrijvingscoëfficiënt echter niet meer verder toe maar stabiliseert zich rond een maximale waarde. Als de bedieningskracht nog verder wordt opgevoerd zal het slippercentage (althans bij ontbreken van ABS) verder toenemen, wat uiteindelijk tot blokkeren van de wielen leidt. De wrijvingscoëfficiënt die dan optreedt, is lager dan eerdergenoemde maximale waarde: het verschil is bij niet afgestrooid asfalt aanmerkelijk groter dan bij conventionele wegdekken (als DAB en cementbeton).

Voor wat betreft het wegdek wordt de wrijvingscoëfficiënt (zowel wat betreft de maximale waarde als de waarde bij blokkerend remmen) voornamelijk bepaald door resp. de materiaalsamenstelling en de ruwheid van het oppervlak. Het effect van die beide eigenschappen kan, vanwege het complexe karakter van het wrijvingsproces en de vele factoren die daarop van invloed zijn, eigenlijk alleen door middel van metingen worden bepaald. Bij de meest gebruikte en eigenlijk ook meest realistische meetmethode wordt een gestandaardiseerde band onder nauwkeurig omschreven omstandigheden (voor wat betreft respectievelijk de normaalkracht¹⁰, het slippercentage¹¹ en de drifthoek¹²) met een constante snelheid over het te beoordelen wegdek gesleept. De grootte van de wrijvingskrachten die tussen band en wegdek optreden wordt bepaald door de sleepkracht te meten. Die sleepkracht wordt gedeeld door de normaalkracht (waarmee de band op het wegdek wordt gedruwd) en de uitkomst van die deling wordt de stroefheid genoemd.

De stroefheid is dus een eigenschap van de deklaag die door meten wordt bepaald en die een maat vormt voor de wrijvingscoëfficiënt die met voertuigbanden op dat wegdek kan worden bereikt.



Afb. 1: Op deze foto is te zien hoe de zgn. 'natte stroefheid bij 86% slip' wordt gemeten. Er wordt een 1-assige aanhangergebruikt die voorzien is van 3 wielen; het middelste wiel is het meetwiel; door middel van een tandwiel-overbrenging wordt er voor gezorgd dat het toerental van dat wiel steeds gelijk is aan een bepaald percentage van het toerental van de beide andere wielen (die wel vrij kunnen draaien).

Bron: KOAC-WMD, Apeldoorn.

¹⁰ De normaalkracht is de kracht waarmee de band op het wegdek wordt gedrukt.

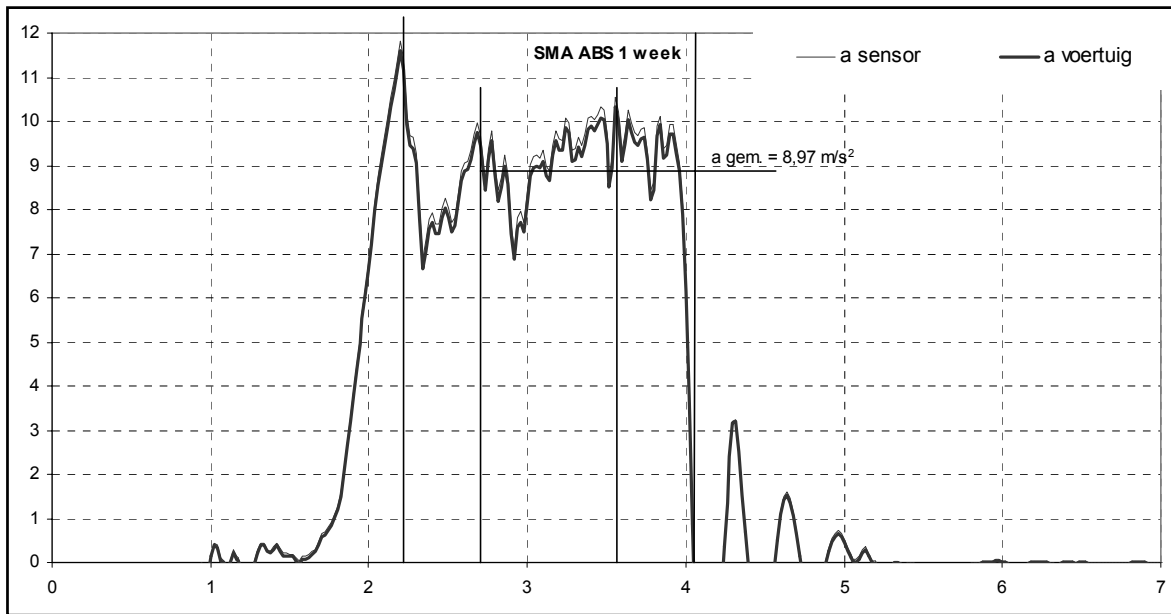
¹¹ Tijdens de sleepproef wordt er voor gezorgd dat het meetwiel een zodanig toerental heeft, dat de omtreksnelheid van de band steeds gelijk is aan een bepaald vast percentage (het slippercentage) van de snelheid waarmee het wiel over de weg wordt gesleept (de sleepsnelheid).

¹² De drifthoek is de hoek tussen het verticale symmetrievlak en de bewegingsrichting van het wiel.

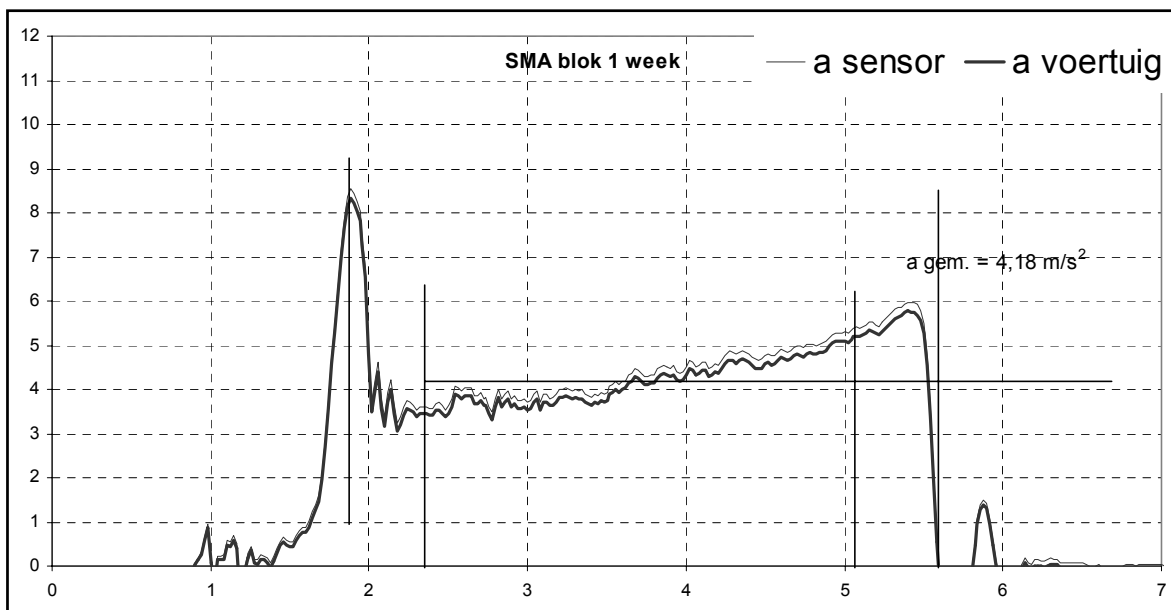
Bijlage 3: REMPROEVEN

In de onderstaande grafieken is het vertragingverloop weergegeven zoals gemeten tijdens een tweetal remproeven¹³ met een personenauto op een wegdek uit steenmastiakasfalt. De deklaag was ten tijde van de remproeven ongeveer een week oud. De auto was voorzien van ABS. Bij de remproeven was in die zin sprake van een noodstop, dat het rempedaal abrupt en extreem krachtig werd bediend.

De bovenste grafiek toont het vertragingverloop tijdens een remproef waarbij het ABS was ingeschakeld (waardoor de wielen niet tot blokkeren kwamen). Geconstateerd kan worden dat de gemiddelde vertraging tijdens de zgn. volremfase ongeveer 9 m/s^2 bedroeg.



De onderste grafiek heeft betrekking op een soortgelijke remproef, met dezelfde auto en op het zelfde weggedeelte maar met uitgeschakeld ABS (waardoor de wielen wel tot blokkeren kwamen). Uit de grafiek blijkt dat bij blokkerend remmen de vertraging tijdens de volremfase slechts ongeveer 4 m/s^2 bedroeg.



¹³ De remproeven zijn uitgevoerd door de Technische Ongevallen Dienst van de regiopolitie Flevoland.

BIJLAGE 4: MINIMALE VOLGAFSTAND

Voor twee voertuigen die met gelijke snelheid achter elkaar rijden, kan een minimale volgafstand (s_v) worden bepaald. Dat is de minimale tussenafstand waarvoor geldt, dat de achterste bestuurder bij een alerte reactie nog net in de gelegenheid is bij afremmen van de voorligger een botsing met dat voertuig te voorkomen.

Hoe groot de minimale volgafstand in een bepaalde situatie is, wordt bepaald door de oorspronkelijke snelheid (v_o) van de beide voertuigen, de duur van de reactieperiode van de achterste bestuurder (t_{ra}) en de gemiddelde vertraging tijdens het remmen van respectievelijk het voorste (a_{gv}) en het achterste voertuig (a_{ga}). De onderlinge relatie kan als volgt in formulevorm worden geschreven:

$$s_v \geq t_{ra} \cdot v_o + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{a_{gv} - a_{ga}}{a_{gv} \cdot a_{ga}} \right) \cdot v_o^2$$

Bestuurders zijn normaal gesproken bij alert rijden in staat, om binnen 1 a 1,5 seconde te reageren op het remmen van een voorligger. Daarvan uitgaande kan worden gesteld, dat de algemene vuistregel volgens welke men een volgafstand van minimaal 2 seconden dient aan te houden, toereikend is voor het geval met het achterste voertuig dezelfde remvertraging kan worden gehaald als met het voorste. Voor dat geval geldt namelijk dat de minimaal benodigde volgafstand gelijk is aan het product van respectievelijk de oorspronkelijke snelheid (v_o) en de reactieperiode van de achterste bestuurder (t_{ra}); dan geldt immers dat a_{ga} gelijk is aan a_{gv} .

Als met het achterste voertuig echter een minder hoge vertraging kan worden gehaald dan met het voorste, dan is een dienovereenkomstig grotere volgafstand noodzakelijk. Van een dergelijke situatie is bijvoorbeeld sprake als op relatief nieuw wegdek van niet afgestrooid asfalt een voertuig zonder ABS achter een voertuig met ABS rijdt. Bij een noodstop zal dan met het achterste voertuig een vertraging worden gehaald die slechts ongeveer de helft bedraagt van de vertraging die het voorste voertuig kan halen. Hoeveel de minimaal benodigde volgafstand dan groter moet zijn dan eerdergenoemde algemene vuistregel (van 2 seconden), is afhankelijk van het snelheidsniveau en het verschil tussen de vertragingen die beide voertuigen kunnen halen.

Ter illustratie kunnen de volgende rekenvoorbeelden worden gegeven:

- Als de oorspronkelijke snelheid 80 km/uur is terwijl de remvertraging van het voorste voertuig 8 m/s² en die van het achterste 4 m/s² bedraagt, dan is de extra benodigde tussenafstand (voor het compenseren van het verschil in remvertraging) ruim 30 meter. Als de oorspronkelijke snelheid 120 km/uur is, dan bedraagt bij overigens gelijke remvertragingen die extra benodigde tussenafstand zelfs bijna 70 meter.
- Voor voornoemde voorbeelden geldt, als er verder van wordt uitgegaan dat de reactieperiode van de achterste bestuurder 1 seconde duurt, dat het bij een volgafstand van 2 seconden tot een kop/staart-botsing komt met een botsingsnelheid van respectievelijk ongeveer 30 km/uur bij een oorspronkelijke snelheid van 80 km/uur en ongeveer 60 km/uur bij een oorspronkelijke snelheid 120 km/uur.
- Om te voorkomen dat het bij een noodstop tot een kop/staart-botsing komt, dient de oorspronkelijke volgafstand, bij overigens gelijke uitgangspunten, bij 80 km/uur tenminste ongeveer 2½ en bij 120 km/uur ruim 3 seconden te bedragen.