

## Waarom zijn stille dunne deklagen zo stil?

*Ing. Ronald van Loon, Dr.ir. Ard Kuijpers*  
([RonaldVanLoon@mp.nl](mailto:RonaldVanLoon@mp.nl), [ArdKuijpers@mp.nl](mailto:ArdKuijpers@mp.nl))  
*M+P - Raadgevende ingenieurs*  
Wolfskamerweg 47, 5262 ES Vught, 073-6589050  
[www.mp.nl](http://www.mp.nl)

### Een nieuw fenomeen op de weg

De dunne asfaltdeklaag is de laatste jaren erg populair geworden als geluidreducerend wegdek. De geluidreductie van deze relatief goedkope wegdekken benadert vaak de prestatie van het als fluisterasfalt bekend staande 2-laags ZOAB.

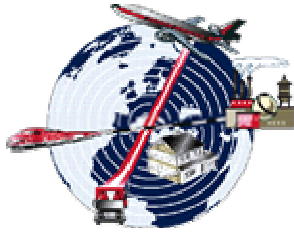
Hoewel de eerste dunne deklagen in Nederland al tien jaar geleden zijn aangelegd, is pas sinds een aantal jaren de dunne deklaag erg in trek als maatregel tegen het verkeerslawaai. Het 2-laags ZOAB was voor die tijd eigenlijk het enige geluidarme alternatief voor het standaard DAB wegdek. Echter, 2-laags ZOAB schoot qua duurzaamheid vaak tekort. Bij de gemeentelijke overheid was er behoefte aan een stil wegdek dat goed bestand was tegen de wringende verkeersbelastingen binnen de bebouwde kom. Dit werd de stille dunne deklaag.

Mede door het in het leven roepen van de Stimuleringsregeling Stille Wegdekken van VROM [1] zijn er op dit moment honderden projecten in Nederland waar de stille dunne deklaag is ingezet, vooral binnen de bebouwde kom. Door de goede akoestische prestaties is het interessegebied voor dunne deklagen inmiddels vergroot. Het wordt nu tevens toegepast op provinciale wegen en de eerste proefprojecten met stille dunne deklagen op het rijkswegennet zijn opgestart.

Een relatief dunne (dus goedkope) deklaag acteert akoestisch (net zo) goed in vergelijking met de prestaties van de poreuze wegdekken als ZOAB en 2-laags ZOAB. Van deze laatste twee is bekend dat de hoge porositeit en de grote laagdikte (50 tot 70 mm) bijdragen aan de hoge geluidabsorptie van deze wegdekken. Maar de dunne deklagen zijn aanzienlijk dunner en hebben daarom op papier een lagere geluidreductie. Reden genoeg om eens te kijken waarom ook de dunne deklagen zo goed presteren.

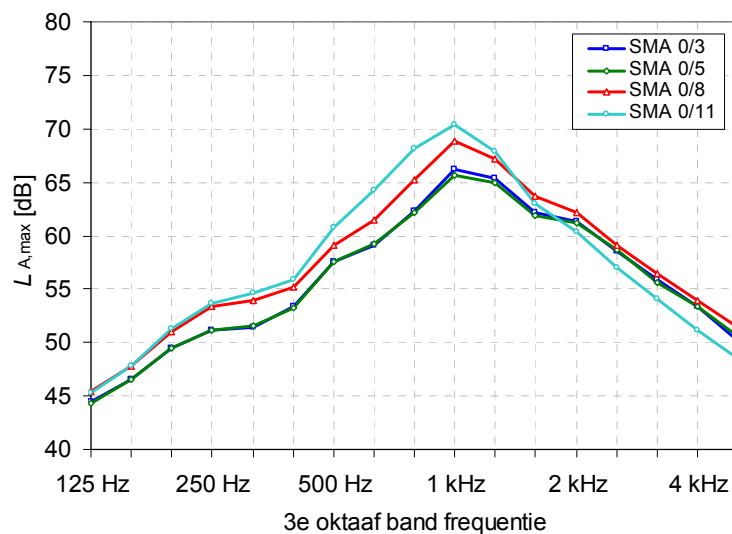
### Geluid van dunne deklagen

In het algemeen hangt de geluidreductie van wegdekken af van een aantal akoestische randvoorwaarden. Wegdekeigenschappen als oppervlaktetextuur, akoestische impedantie en mechanische impedantie bepalen de uiteindelijke geluidprestaties van het wegdek. Deze aspecten zijn in het wegdekontwerp ingebakken en vormen een compromis tussen geluidreductie en civieltechnische eigenschappen als grip en duurzaamheid. Voor een



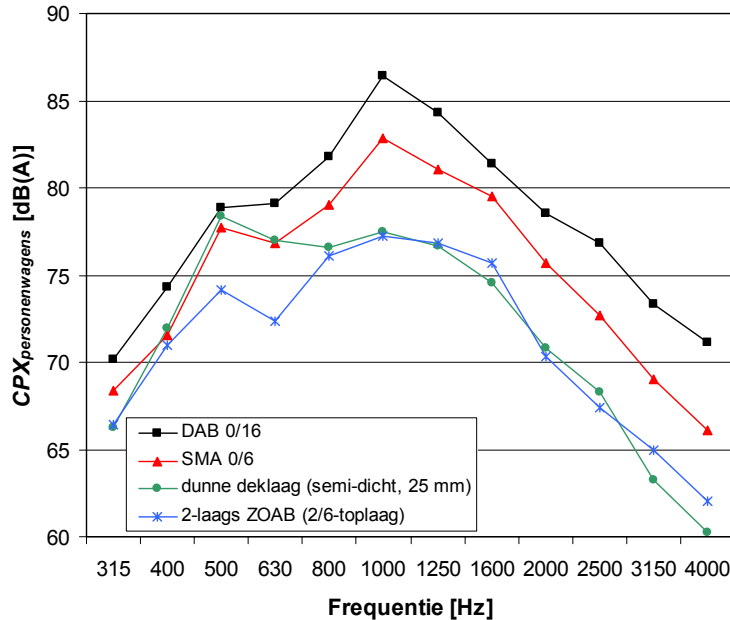
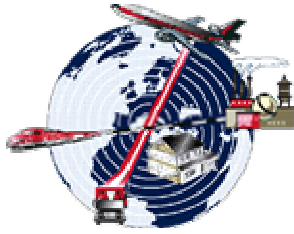
akoestisch goed wegdek wordt gestreefd naar weinig oppervlaktetextuur en veel geluidabsorptie.

Spectrale weergave van de resultaten van geluidmetingen aan wegdekken leveren waardevolle informatie op over invloed van de wegdekeigenschappen textuur en akoestische absorptie op de geluidreductie. De invloed van de oppervlaktetextuur zal zich vooral doen gelden voor het band/wegdekgeluid beneden de 1250 Hz, (zie Figuur 1). We zien in het algemeen een geluidafname bij afnemende steengradering.



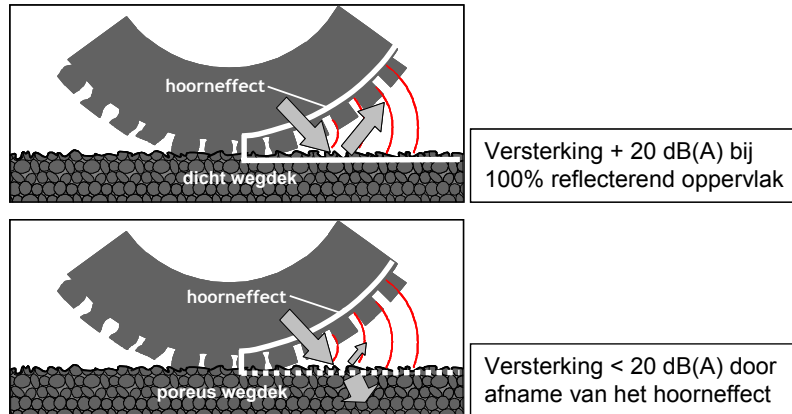
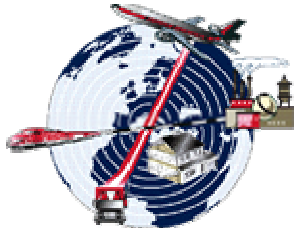
**Figuur 1** Typische 1/3 octaafbandspectra van geluidmetingen aan SMA wegdekken met verschillende steengraderingen. De metingen zijn het resultaat van passagemetingen voor personenvoertuigen bij 80 km/h.

De geluidabsorptie (onder loodrechte inval) zal in het geluidsspectrum waar te nemen zijn bij frequenties waar de akoestische absorptie van het wegdek maximaal is. De ligging van deze frequenties is (onder andere) gerelateerd aan de totale laagdikte van de deklaag: hoe dikker de laag, hoe lager de frequentie van maximale absorptie. Zo is bijvoorbeeld een 2-laags ZOAB wegdek met een totale laagdikte van 70 mm maximaal absorberend voor frequenties rond de 600 Hz en 1800 Hz. Maar als we de geluidsspectra voor poreuze wegdekken in Figuur 2 zien, dan blijkt er ook een aanzienlijke geluidreductie te zijn voor frequenties boven 1250 Hz (dus textuur speelt een kleine rol) en deze frequenties vallen niet direct samen met de frequenties voor maximale absorptie. Dit duidt erop dat er naast de (loodrecht gemeten) akoestische absorptie ook andere fysische fenomenen een rol spelen.



**Figuur 2** Typische 1/3 octaafbandspectra van geluidmetingen aan DAB, SMA 0/6, een dunne deklaag (semi-dicht) en 2-laags ZOAB (2/6-toplaag). De metingen zijn uitgevoerd volgens de CPX-methode (ISO/CD 11819-2) [2].

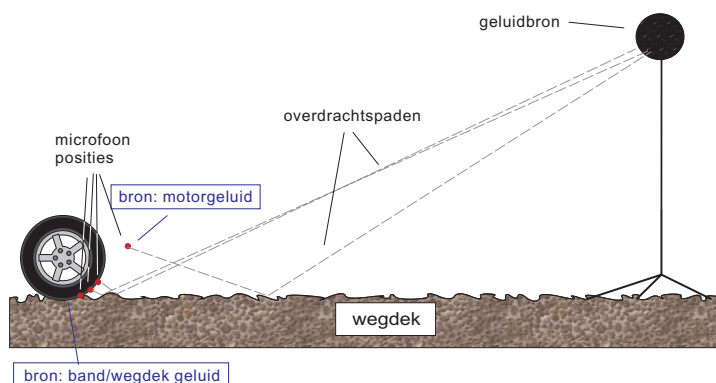
Een verklaring van de waargenomen geluidreductie boven 1250 Hz moet gezocht worden in de verandering van het zogenaamde hoorneffect. Het hoorneffect is het fysische verschijnsel dat geluid afkomstig uit het contactvlak tussen band en wegdek wordt versterkt door de wigvorm tussen bandloopvlak en het (dichte) wegdek. Dit hoornprincipe wordt veel toegepast in blaasinstrumenten en bijvoorbeeld een megafoon. De versterking door de hoorn kan tot wel 20 dB toename van het geluid opleveren ten opzichte een band die in het vrije veld geluid afstraalt. Als de hoorn echter wordt gevormd door bandloopvlak en poreus wegdek is de hoorn een stuk minder effectief. Vergelijk dit bijvoorbeeld met een trompet waarvan je een stuk uit de hoorn zaagt. Doordat de onderkant van de hoorn het geluid niet weerkaatst, maar deels absorbeert zal de versterking daardoor een stuk lager zijn dan 20 dB, wat zich dus uit als een geluidreductie.



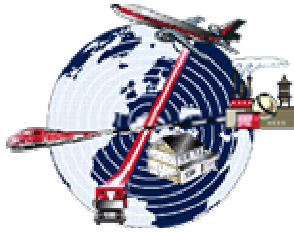
**Figuur 3** Schematische weergave van de werking van het hoorneffect. Een poreus wegdek zorgt ervoor dat het hoorneffect minder effectief is en dat er een verminderde afstraling van het geluid plaatsvindt.

### Reciproke meting

Om het hoorneffect van dunne deklagen te kunnen bepalen is een nieuwe aanvullende meetmethode ontwikkeld waarmee de akoestische impedantie in een voor de band representatieve situatie kan worden bepaald [3,4]. Daarbij kan de absorptie bij schuine/scherende inval worden gemeten. Met een reciproke geluidmeting worden overdrachtseffecten zoals akoestische absorptie onder schuine inval en de invloed van bronhoogten en het hoorneffect gemeten. De methodiek is reeds met succes toegepast bij soortgelijke onderzoeken bij buitenlandse onderzoeksinstellingen. Bij een reciproke geluidmeting worden de rol van bron en ontvanger omgedraaid: op de ontvangerpositie staat een geluidbron (luidspreker) en op de bronpositie wordt gemeten met microfoons. De geluidbron produceert daarbij geluid met een brede frequentie-inhoud zodat de gehele overdracht in één keer kan worden bepaald. Volgens het akoestische principe van reciprociteit kan daarna via berekeningen de geluidoverdracht worden bepaald met de bron en ontvanger op hun normale positie.



**Figuur 4** Het principe van de reciproke meting voor band/wegdekgeluid. De rol van bron en ontvanger kunnen worden omgedraaid om de overdracht tussen band en ontvanger meettechnisch te bepalen



## Resultaten

Op een aantal poreuze wegdekken in Nederland is deze methode voor het bepalen van het hoorneffect getest. Op de betreffende wegvakken zijn zowel SPB-metingen [5], textuurmetingen [6], absorptiemetingen [7] en (reciproke) hoorneffectmetingen verricht. Uit de meetresultaten is het effect van elke wegdekeigenschap op het band/wegdekgeluid afgeschat.

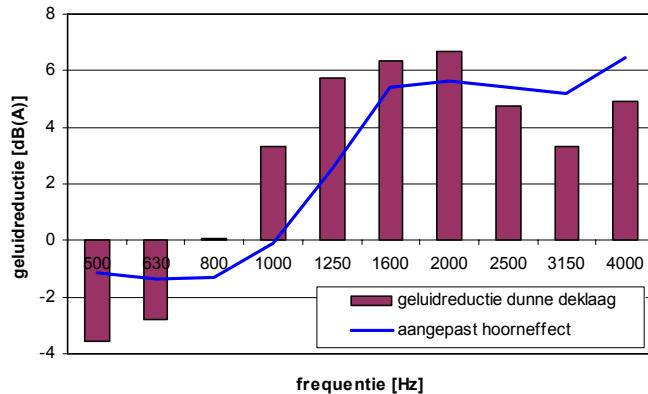
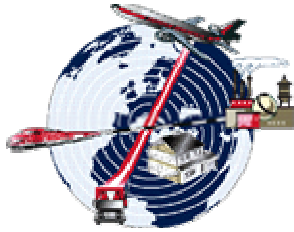
Hiervoor zijn de textuurgegevens geanalyseerd met het zogenaamde SPERoN-model [8]. Het SPERoN-model (Statistical Physical Explanation of Rolling Noise) is een computersimulatiemodel waarmee het rollen van de band over een wegdek wordt gesimuleerd zodat het rolgeluid kan worden voorspeld. Als invoer wordt gebruikt: de textuur (oppervlaktestructuur) van het wegdek en het profiel, stijfheid en afmetingen van de personenwagenband en de rijsnelheid. Daarna worden de contactkrachten van het wegdek op de band berekend en met behulp van een multivariabel statisch model kan daarna de totale geluidproductie en de geluidproductie per frequentieband worden voorspeld.

Uit de resultaten van de hoorneffectmeting, weergegeven in figuur 5, is bepaald van welke invloed de vermindering van het hoorneffect is op het geluidsspectrum. Hieruit is het aandeel van het aangepaste hoorneffect op de geluidreductie berekend.

Voor een van de wegdekken waaraan deze metingen zijn verricht, zijn in de tabel de resultaten weergegeven. Voor de oppervlaktetextuur en de akoestische impedantie is de invloed op het geluidniveau weergegeven. Het betreft hier een semi-dichte dunne deklaag met een laagdikte van 25 mm.

Wegdekeigenschap	Bepaald met	Geluidreductie dB(A)
Oppervlaktetextuur	SPERoN-model	1,3 dB(A)
Akoestische impedantie	Reciproke meting	1,9 dB(A)
Totale invloed wegdekeigenschappen		3,2 dB(A)

Aan dit wegdek is eveneens een SPB-meting verricht. Uit deze meting blijkt dat de werkelijke geluidreductie gelijk is aan 3,3 dB(A) voor lichte motorvoertuigen. De aanpassing van het hoorneffect is in onderstaande figuur per 1/3 octaafband weergegeven. Van de SPB-meting is de geluidreductie eveneens per 1/3 octaafband weergegeven. Uit de figuur blijkt dat zowel de vermindering van het hoorneffect als de geluidreductie gemeten met de SPB-methode, optreedt voor frequenties boven de 1000 Hz.



Figuur 5 Resultaat van de SPB-meting en de hoorneffectmeting op een dunne deklaag.

## Conclusie

De resultaten van de eerste hoorneffectmetingen komen overeen met de waarnemingen uit de SPB- of CPX-metingen. Daarmee lijkt het hoorneffect een goede verklaring te zijn waarom dunne deklagen stil zijn. In het vervolgonderzoek zal gekeken worden hoe goed de resultaten van de hoorneffectmeting correleren met de akoestische prestaties van een wegdek. De hoorneffectmeting zal dan naast de metingen aan de oppervlaktetextuur en de absorptie onder loodrechte inval gebruikt kunnen worden om de akoestische eigenschappen van stille wegdekken te beschrijven.

## Literatuur

- [1] "Stimuleringsregeling stille wegdekken", Regeling van de Minister van VROM van 27 juli 2001, nr. LMV 2001076728, houdende regels met betrekking tot subsidie voor stille wegdekken, Staatscourant nr. 148, 2001;
- [2] ISO/CD-11819-2, "Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise- part 2: The Close Proximity method";
- [3] R. A. G. Graf, C. Y. Kuo, A. P. Dowling, W. R. Graham, "Horn amplification at a tyre/road interface - part I: experiment and computation", Proceedings Internoise 99, Ft. Lauderdale, Florida, USA, pp.119-124, 1999;
- [4] Wolfgang Kropp, François-Xavier Bécot, Stéphane Barrelet, "On the Sound Radiation from Tyres", Acoustica 86, pp.769-779, 2000;
- [5] ISO 11819-1, "Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise - part 1: The Statistical Pass-By Method", 24-05-1996;
- [6] ISO-13473-1/2/3, "Characterization of pavement texture by using surface profiles";
- [7] ISO 13472-1, Acoustics – Measurement of sound absorption properties of road surfaces in situ – Part 1: Extended surface method, 05-2002;
- [8] T. Beckenbauer et.al, Einfluss der Fahrbahntextur auf das Reifen-Fahrbahngeräusch, FE 03.293/1995/MRB., Bundesanstalt für Strassenwesen, Bergisch Gladbach, Germany, 2001.