

Nieuwe variant tweelaags ZOAB: dunner en toch even stil!

ir J.H. Dijkink
KWS Infra

ing. R.C.L. van Loon
M+P – raadgevende ingenieurs

Samenvatting

Tweelaags ZOAB is een wegdek dat vooral toegepast wordt vanwege de geluidreducerende eigenschappen. Hiervoor is het wegdek over de volledige laagdikte van 70 mm poreus. De bovenlaag, een poreuze toplaag (25 mm met gradering 4/8), zorgt voor een fijne oppervlaktetextuur. De grove poreuze onderlaag (45 mm met 11/16) is belangrijk voor een goede afwatering.

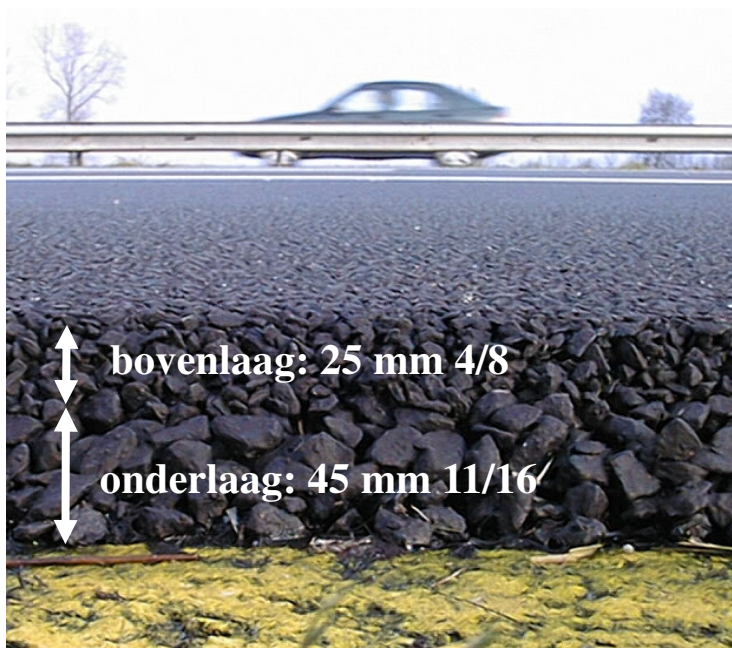
Hoewel dit wegdek al op grote schaal wordt toegepast op het rijkswegennet, is er nog steeds verbetering mogelijk aan dit “basisontwerp”. Zonder dat het wegdek akoestisch slechter wordt, kan er flink gereduceerd worden op het materiaalgebruik en daarmee de kosten. Wanneer de onderlaag met een 11/16-gradering wordt vervangen door een onderlaag met steengradering 8/11, kan deze in een laagdikte van 35 mm worden uitgevoerd. Modelberekeningen hebben aangetoond dat dit geen nadelig effect heeft op de geluidreductie. Civieltechnisch biedt het toepassen van deze fijner gegradeerde onderlaag echter ook voordelen. Op het overgangsgebied tussen toplaag en onderlaag blijkt uit laboratoriumonderzoek dat er minder afname is van het percentage holle ruimte in dat gebied. Dat is bevorderlijk voor de waterdoorlatendheid en de akoestische absorptie. Op de A2 zijn inmiddels de eerste proefvakken gerealiseerd met het nieuwe tweelaags ZOAB.

In deze presentatie worden de resultaten weergegeven en worden de voordelen ten opzichte van het traditionele tweelaags ZOAB toegelicht.

1. Inleiding

Tweelaags ZOAB is een doorontwikkeling van het enkellaags ZOAB en met name geoptimaliseerd als geluidreducerend wegdek met een hoge geluidreductie. Omdat tweelaags ZOAB net als gewoon ZOAB een hoog percentage holle ruimte heeft, is het minder geschikt voor binnenstedelijke toepassing. Onder invloed van wringend verkeer bij bochten, afslagen en kruisingen gaat het wegdek gemakkelijk rafelen. Tweelaags ZOAB wordt tegenwoordig uitsluitend nog op rijkswegen toegepast. Het ontwerp voor tweelaags ZOAB is in het begin van de jaren negentig ontwikkeld. In de jaren erna zijn er enkele proefvakken aangelegd waar de eerste ervaringen met het wegdek zijn opgedaan. Binnen het InnovatieProgramma Geluid (IPG) van de Ministeries van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en van Verkeer en Waterstaat is een impuls gegeven aan het ontwikkelen en toepassen van tweelaags-ZOAB. Hiervoor is een pilotproject uitgevoerd waarin een groot aantal proefvakken met tweelaags ZOAB zijn beproefd. Deze proefvakken zijn beter bekend als de ZEBRA-vakken. Een van de doelen van het IPG was om ervaringen op te bouwen over tweelaags ZOAB op het gebied van veiligheid, levensduur, kostenefficiency en geluideigenschappen op lange termijn. De kennis die uit deze onderzoeken is opgedaan vormt voor de beleidmakers een bouwsteen voor de verdere besluitvorming over de inzet van tweelaags ZOAB op het rijkswegennet. Sinds 2005 is het IPG-advies 'Toepassing Tweelaags ZOAB op het Nederlandse hoofdwegennet' [1] beschikbaar.

Opvallend bij de onderzoeken voorafgaand aan het IPG-advies is dat er weinig veranderd is aan het ontwerp van het tweelaags ZOAB. De toegepaste steengradering en laagdikte is gelijk aan die van het 'basisontwerp' uit het begin van de jaren negentig. Maar is dat terecht? En is er met de huidige kennis en ervaring een optimalisatie mogelijk? Voordat er ingegaan wordt op mogelijke verbeteringen, worden eerst de uitgangspunten van een geluidtechnische werking van het huidige tweelaag ZOAB beschreven.



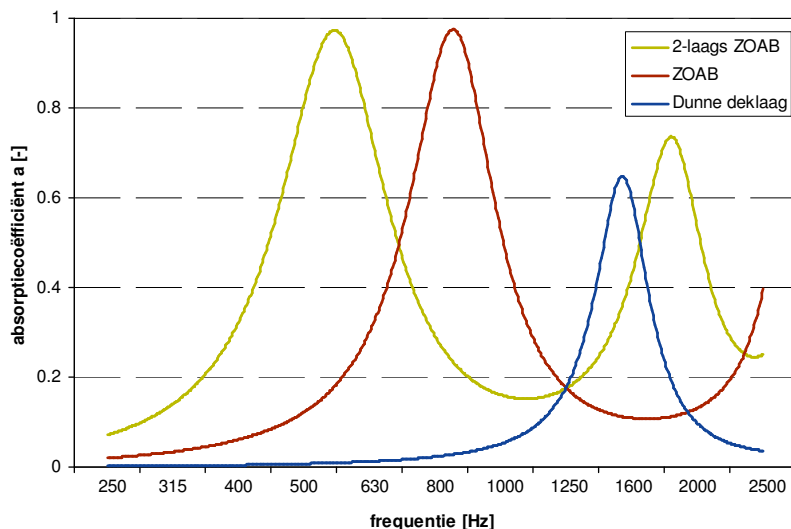
Een 'standaard' tweelaags ZOAB zoals toegepast op Nederlandse rijkswegen

2. Geluideigenschappen van tweelaags ZOAB

Een enkellaags ZOAB zoals op de Nederlandse rijkswegen wordt toegepast heeft een steengradering met een maximale korrel diameter van 16 mm (ZOAB 0/16). Een tweelaags ZOAB heeft een top laag met een fijnere gradering (4/8). Het wegdek heeft hierdoor een betere oppervlaktetextuur en is om die reden stiller dan het enkellaags ZOAB. Net als bij het enkellaags ZOAB heeft tweelaags ZOAB goede geluidabsorberende eigenschappen. De grove onderlaag van het tweelaags ZOAB (11/16) zorgt voor de afvoer van het hemelwater.

Absorptie van geluid

De belangrijkste eigenschap voor het realiseren van de hoge geluidreductie bij tweelaags ZOAB is de geluidabsorptie. De hoeveelheid geluidabsorptie is een eigenschap van een materiaal en wordt uitgedrukt met de absorptiecoëfficiënt (α). De absorptiecoëfficiënt van een materiaal is de fractie van het invallende geluidvermogen dat wordt geabsorbeerd. De rest van het geluid wordt gereflecteerd. De absorptiecoëfficiënt is afhankelijk van de frequentie van het geluid. De absorptiecoëfficiënt heeft een waarde tussen 0 (geen absorptie: al het geluid wordt gereflecteerd) en 1 (volledige absorptie: er wordt geen geluid gereflecteerd). De geluidabsorptie wordt gepresenteerd als de absorptiecoëfficiënt als functie van de frequentie.



Absorptiecoëfficiënt als functie van de frequentie voor drie typen wegdekken

Uit het bovenstaande diagram zijn de volgende absorptiekentallen te herleiden:

- $f_{\alpha, \max}$ [Hz], de frequentie van het eerste absorptiemaximum;
- α_{\max} [-], de bijbehorende maximale absorptiecoëfficiënt.

In de figuur zijn drie typische absorptiespectra voor asfalt weergegeven. De absorptiecurve van een poreus asfalt heeft scherpe pieken en dalen. De frequentie waar de eerste piek optreedt in de absorptiecurve is sterk afhankelijk van de laagdikte van de poreuze deklaag. Voor een tweelaags ZOAB met een laagdikte van in totaal 70 mm zal de eerste piek bij ca. 600 Hz optreden; voor een enkellaags ZOAB met een laagdikte van 50 mm bij ca. 800 Hz en

voor een dunne deklaag met een laagdikte van 25 mm bij ca. 1600 Hz. De tweede piek in het absorptiespectrum treedt op als de laagdikte even groot is als driekwart van de golflengte, dus bij een frequentie die een factor 3 hoger is dan de frequentie van de eerste piek.

Om een wegdek akoestisch te optimaliseren is het belangrijk dat er in het gebied tussen 600 en 1000 Hz zo veel mogelijk absorptie plaatsvindt. In dat frequentiegebied zijn de geluidniveaus van wegverkeerslawaai namelijk het hoogst. Reductie van de geluidniveaus in dit frequentiegebied is daarom het meest effectief.

Wegdekeigenschappen in het Reken en meetvoorschrift

In Nederland zijn de wegdekken geluidtechnisch ingedeeld volgens een classificatiesysteem wat aangeduid wordt met de C_{wegdek} -methode. In dit systeem is per wegdektype vastgelegd in welke mate een wegdek meer of minder wegverkeersgeluid oplevert dan het referentiewegdek. Dit wordt uitgedrukt met de wegdekcorrectie, ofwel de C_{wegdek} .

De wegdekcorrectie (C_{wegdek}) is primair bedoeld om gebruikt te worden in berekeningen volgens het Reken- en meetvoorschrift geluidhinder [2]. Hiermee kan in een bestaande of toekomstige situatie bepaald worden of er voldaan wordt aan de Wet geluidhinder. In de berekeningen wordt rekening gehouden met de akoestische eigenschappen van het wegdek door op de geluidemissie van het verkeer een correctie toe te passen. Een wegdekcorrectie wordt omschreven met 18 coëfficiënten, namelijk voor twee voertuigcategorieën (lichte motorvoertuigen en (middel-)zware motorvoertuigen), de snelheidsindex b en per octaafband de geluidreductie (ΔL_i , $i=1..8$). Het tweelaags ZOAB is volgens deze systematiek gedefinieerd in CROW-publicatie 200 [3].

De getallen uit de CROW-publicatie dienen geïnterpreteerd te worden als gemiddelde waarden. Vanzelfsprekend bestaat er binnen een bepaald wegdektype een spreiding ten gevolge van variatie in materiaaleigenschappen, productie- of aanlegomstandigheden, laagdikte-varianties, et cetera. Binnen een wegdektype is een spreiding van 2 dB geaccepteerd.

3. 8/11 onderlaag tweelaags ZOAB

KWS Infra heeft voor de aanleg van tweelaags ZOAB op de A2 bij Vinkeveen een onderlaag toegepast met een 8/11 gradering. Omdat de geluideigenschappen gelijkwaardig moesten zijn aan die van een 'traditioneel' tweelaags ZOAB, zijn de akoestische effecten onderzocht wanneer een 8/11 onderlaag wordt toegepast [4].

Hiervoor zijn twee punten onderzocht.

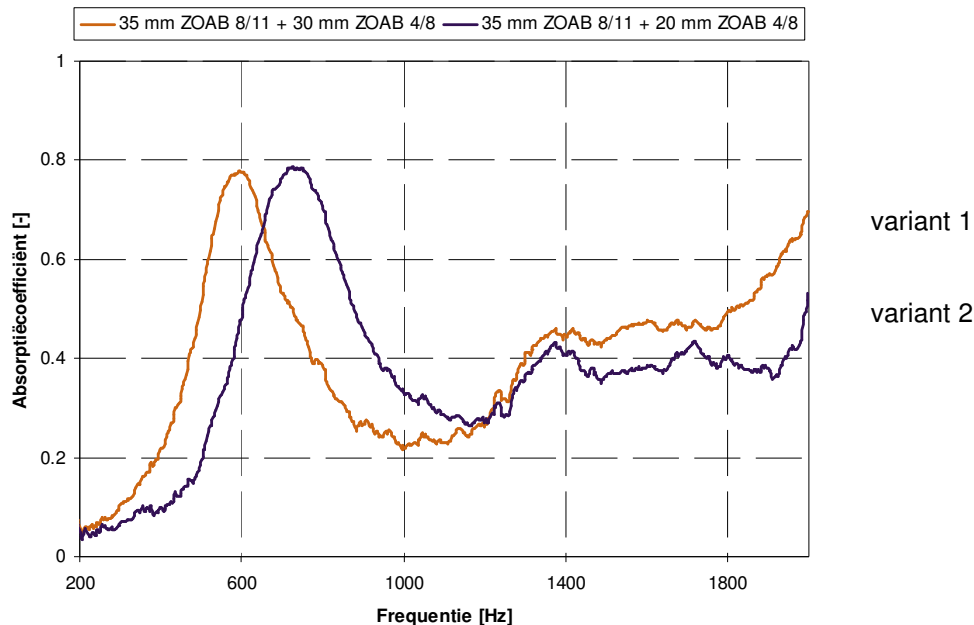
- de geschiktheid van ZOAB 8/11 als onderlaag van een tweelaags ZOAB;
- de mogelijkheid om met minder materiaal een tweelaags 4/8 – 8/11 te ontwerpen dat akoestisch gelijkwaardig is aan tweelaags ZOAB uit CROW-publicatie 200

Geluidtechnisch

Op basis van absorptiemetingen en modelberekeningen zijn van twee varianten ZOAB 4/8-8/11 de akoestische eigenschappen bepaald. Naast het standaard tweelaags ZOAB zijn de twee varianten in onderstaande tabel weergegeven:

	tweelaags ZOAB	variant 1	variant 2
bovenlaag	25 mm 4/8	30 mm 4/8	20 mm 4/8
onderlaag	45 mm 11/16	35 mm 8/11	35 mm 8/11
totale laagdikte	70 mm	65 mm	55 mm

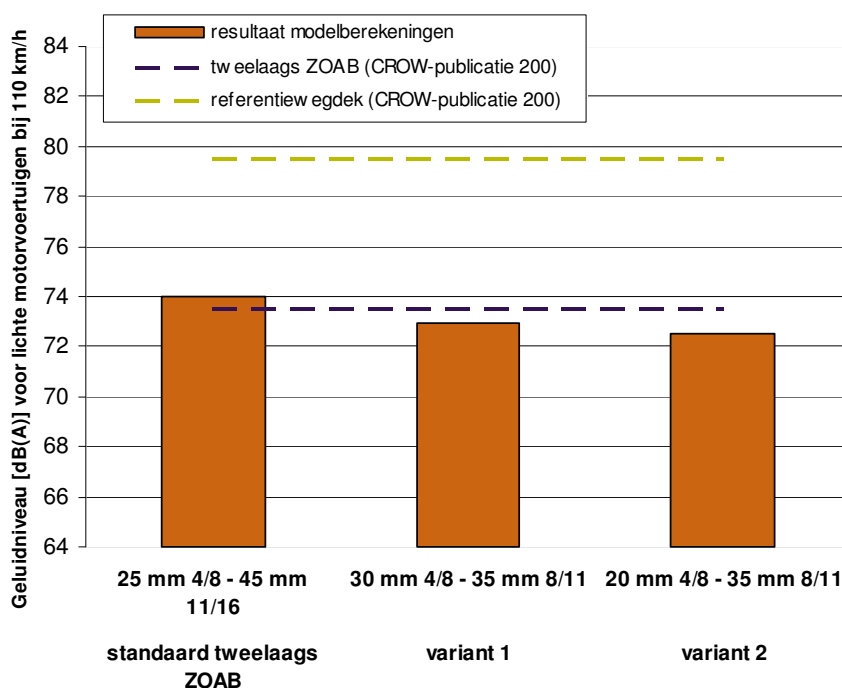
Het onderzoek is uitgevoerd met een combinatie van geluidmetingen en modelberekeningen. Van de twee varianten is aan de hand van proefstukken in het laboratorium de geluidabsorptie [5] bepaald.



Absorptiespectra van twee verschillende varianten tweelaags ZOAB

Uit de absorptiemetingen blijkt duidelijk dat het resultaat duidelijk beïnvloed wordt door de laagdikte. Weliswaar is de hoogte van het eerste maximum ongeveer gelijk, de frequentie waarbij dit maximum optreedt is duidelijk verschillend. Een kleinere totale laagdikte zorgt ervoor dat de piek in het absorptiespectrum naar een hogere frequentie verschuift.

Met behulp van een model (SPERoN-AOT model [6]) is een voorspelling gedaan voor het geluidniveau van de twee beschreven varianten. Als uitgangspunt hiervoor zijn de gemeten absorptiespectra genomen. Alle overige invoerparameters voor het model (zoals de oppervlaktetextuur) zijn gelijk gesteld aan die van een standaard tweelaags ZOAB. Op deze manier wordt het effect van het verschil in absorptie duidelijk gemaakt. Naast de twee eerder genoemde varianten is ook het standaard tweelaags ZOAB doorgerekend zoals dat toegepast wordt op de Nederlandse snelwegen. Alle berekeningen zijn uitgevoerd voor lichte motorvoertuigen bij 110 km/h.



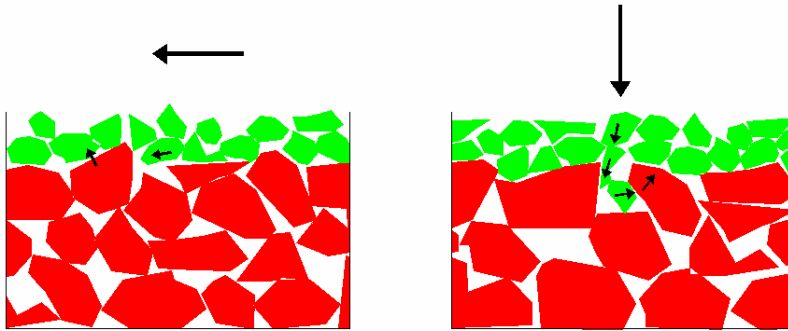
Resultaat berekeningen met het AOT-SPERoN-model

De berekende geluidniveaus zijn vergeleken met de waarden van tweelaags ZOAB uit CROW-publicatie 200. Rekening houdend met de nauwkeurigheid van het model (± 1 dB) kan op basis hiervan geconcludeerd worden dat beide berekende tweelaags ZOAB varianten voor lichte motorvoertuigen akoestisch minstens gelijkwaardig zijn aan het standaard tweelaags ZOAB. Voor zware motorvoertuigen kon aan de hand van de modelberekeningen geen nauwkeurige uitspraak worden gedaan.

In een tweede fase van het onderzoek zijn een aantal proefvakken aangelegd op de A2 bij Breukelen. Op één proefvak (variant 2) is een geluidmeting uitgevoerd en is de geluidreductie bepaald voor zowel lichte als zware motorvoertuigen. Voor Rijkswegen is de geluidreductie voor zware motorvoertuigen (vrachtverkeer) belangrijk en wordt de geluidreductie berekend voor de zogenaamde IPG-mix. Deze verkeerssamenstelling bestaat uit 85% lichte motorvoertuigen bij 115 km/h en 15% zware motorvoertuigen bij 85 km/h. De geluidreductie van de gemeten variant 2 (20 mm 4/8 – 35 mm 8/11) bedraagt 5,7 dB(A) voor de IPG-mix. Voor standaard tweelaags ZOAB is deze 6,0 dB(A).

Civieltechnisch

Door de toepassing van een minder grove onderlaag (8/11 in plaats van 11/16) ontstaat er minder 'vermenging' van de beide mengsels, daardoor is er minder 'verdichting' in het overgangsgebied [7]. Daardoor is er ook sprake van een duidelijke akoestische overgangslaag.



“Vermenging” van de deklaag en de grof gegradeerde onderlaag.
Links door horizontale krachten tijdens het spreiden, rechts door verticale krachten tijdens het verdichten.

Het verloop van de holle ruimte over de hoogte van het proefstuk is m.b.v. een CT-scanner vastgelegd. Op basis van deze resultaten is vastgesteld over welke hoogte de interactie tussen de deklaag en de onderlaag plaatsvindt. Het percentage holle ruimte is voor iedere slice van 1 mm dikte vastgesteld. Het blijkt dat er een hoger minimaal percentage holle ruimte in het overgangsgebied van de deklaag naar de onderlaag wordt gevonden, naarmate de onderlaag minder grof is:

bovenlaag	ZSA 4/8
onderlaag	min. percentage holle ruimte in grenslaag
ZOAB 8/11	20
ZOAB 11/16	18
ZOAB 16/22	15

Op termijn leidt dit tot minder kans op ophoping van vuil in het grensgebied en daarmee kans op vermindering van het waterafvoerend vermogen en de akoestische absorptie. Het waterdoorlatende vermogen van de constructie in het proefvak is met behulp van de Becker-meting gecontroleerd. Met een uitstroomsnelheid van minder dan 10 seconden wordt ruimschoots aan de bestekseis voldaan. Ook op termijn wordt verwacht dat dit waterafvoerend vermogen vergelijkbaar zal zijn met een conventionele tweelaags ZOAB-constructie.

4. Conclusie

De variant tweelaags ZOAB (met de 8/11-gradering als onderlaag) is mengseltechnisch een beter ontwerp, doordat er minder vermenging van boven- en onderlaag kan optreden. Kostentechnisch betekent een 10 mm dünnere tweelaagsconstructie een besparing van o.a. 10% op de aanlegkosten t.o.v. een standaard tweelaags ZOAB (uitgaande van een volledig gemodificeerde constructie). Echter, bij een nieuwbouwsituatie zal de onderlaag in een grotere dikte moeten worden aangebracht om te blijven voldoen aan de gewenste totale laagdikte van de asfaltconstructie op basis van dimensioneringsberekeningen. Maar ook dan blijft deze alternatieve ZOAB-constructie uit kostenooqpunt een interessante oplossing.

Akoestisch gezien zal met een ZOAB 4/8 – 8/11 dezelfde geluidreductie behaald worden in snelwegsituaties met een mix van licht en zwaar verkeer. Het gebruik van een dünnere

onderlaag van 35 mm heeft akoestisch geen nadeel ten opzichte van een 45 mm onderlaag. Een positief aspect is dat op de grenslaag er minder verdichting is. De kans dat er vervuiling in deze laag aanwezig blijft, is kleiner. Daarmee zijn de absorberende eigenschappen van het wegdek voor de langere termijn beter gewaarborgd.

5. Literatuur

- [1] IPG-advies 'Toepassing Tweelaags ZOAB op het Nederlandse hoofdwegenet';
- [2] Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006, bijlage III, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag, Staatscourant nr. 249, 21 december 2006;
- [3] CROW-publicatie 200 'De methode Cwegdek 2002 voor wegverkeersgeluid', april 2004;
- [4] M+P.KWS.09.01.1, 'Ontwikkeling van een tweelaags ZOAB met een 8/11 onderlaag', 19 oktober 2009;
- [5] ISO 10534-2: 'Acoustics, Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes, Part 2: Transfer-function method';
- [6] www.speron.net;
- [7] Effecten gradering op de functionele eigenschappen van tweelaags ZOAB; Afstudeerrapport Ton van der Steen, TU Delft, mei 2005.