

Stille wegen: meetmethoden, classificatie en opleveringscontrole

dr. Gijsjan (G.J.) van Blokland;

ing. Ronald (R.C.L.) van Loon;

ir. Jan (J.) Hooghwerff;

dr.ir. Judith (J.J.J.) Doorschot.

(M+P raadgevende ingenieurs bv)

Samenvatting

De laatste jaren staat het onderwerp stille wegdekken sterk in de belangstelling, zowel vanuit het oogpunt van onderzoek en productontwikkeling, als in de implementatie en ontwikkeling van beoordelingssystemen en regelgeving. In het onderliggende artikel wordt stilgestaan bij een aantal aspecten van dit proces. Er wordt ingegaan op recente ontwikkelingen in meetmethoden, met name de SPB methode, de CPX methode en metingen van oppervlakttextuur en akoestische absorptie. In het kader van beoordelingsmethoden, is recentelijk de C_{wegdek} -methode vastgelegd in het Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaai 2002. De inhoud van deze methode wordt toegelicht, en de gevolgen voor producenten en andere betrokken partijen. Via de stimuleringsregeling stille wegdekken wordt door het ministerie van VROM gestreefd de implementatie van geluidreducerende wegdekken te bevorderen. Deze regeling heeft belangrijke gevolgen gehad voor de ontwikkeling van dunne deklagen. Tenslotte wordt ingegaan op geluidreductie in relatie tot levensduuraspecten van een wegdek, en wordt aandacht besteed aan toekomstige ontwikkelingen in het kader van Europese harmonisering.

Trefwoorden

geluid, stil wegdek, C_{wegdek}

1. Inleiding

Hoewel de geluidssituatie rond wegen al sinds de invoer van de Wet Geluidhinder, circa 20 jaar geleden, een aandachtspunt van de wegbeheerder vormt, is de interesse van de wegbeheerder voor geluidbeheersing sterk toegenomen sinds de mogelijkheid voorhanden is door de keuze van het wegdek de geluidkwaliteit in de directe omgeving van de weg actief te beïnvloeden. Na de eerste testen van de geluidreductie van open wegdekken, het daaruit volgende bredere onderzoek door ministerie van VROM en het CROW en de toegenomen ervaring met de akoestische eigenschappen van deklagen is algemeen geaccepteerd dat toepassing van geluidreducerende wegdekken in een aantal gevallen een goede oplossing kan zijn om de geluidssituatie rond een weg te verbeteren en een alternatief of aanvulling kan zijn voor geluidschermen of gevelmaatregelen.

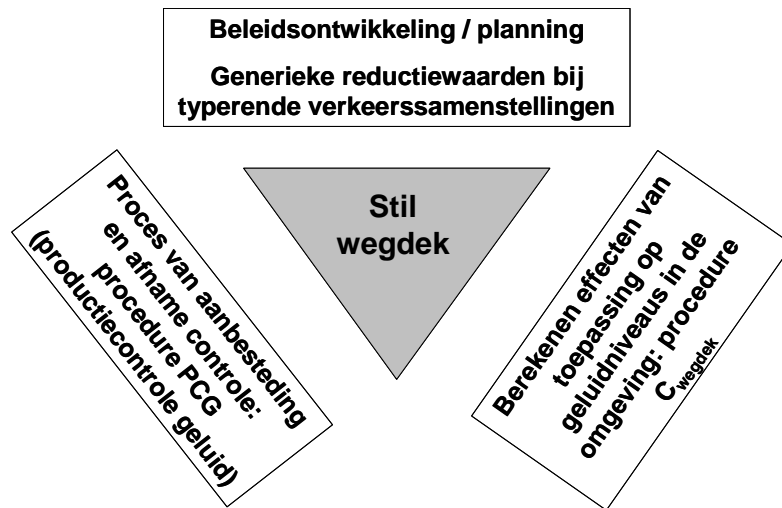
Industriële ervaring leert dat het uitvinden van een nieuw product slechts 10% van de inspanning vormt. De brede implementatie is verantwoordelijk voor de andere 90%.

Omdat wij nu midden in de brede implementatie van stille deklagen zitten willen wij graag eens stilstaan bij een aantal aspecten van dat proces. Deze zijn:

1. welke zijn de jongste ontwikkelingen met betrekking tot C_{wegdek} en wat zijn de praktijkervaringen tot nu toe;
2. Welke bevindingen kunnen wij halen uit de stimuleringsregeling stille wegdekken;
3. Hoe worden wensen ten aanzien van de geluideigenschappen van wegdekken nu in aanbestedingsprocedures verwerkt en welke ervaringen hebben wij daarmee;
4. Welke zijn de relevante ontwikkelingen op dit gebied waar wij rekening mee moeten houden.

De discussie rond stille wegdekken kan enigszins gestructureerd worden wanneer duidelijk is vanuit welke positie men met het onderwerp bezig is. In figuur 1 wordt dit geïllustreerd. De eerste activiteiten vielen sterk samen met het onderwerp en de communicatie daarover was wetenschappelijk getint en had (nog) geen oog voor de positie van de verschillende partijen in 'het veld'. Na dat 'het veld' het onderwerp 'stil wegdek' ging gebruiken kan men een drietal posities onderscheiden:

1. de beleidsmakers en planners die met generieke waarden rekenen waarin voor subtiliteiten als het effect van rijsnelheid, verkeerssamenstelling en frequentieafhankelijkheid vaak geen ruimte is;
2. de milieuafdelingen waarin het voldoen aan grenswaarden van de Wet geluidhinder onderzocht werd en waar gedetailleerde berekeningen worden uitgevoerd met een detailleringniveau dat overeenkomt met het Reken – en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaaai in de Wet Geluidhinder. Hierin zijn per voertuigtype, afhankelijk van de frequentie, snelheidsafhankelijke reducties gespecificeerd;
3. De wegbeheerders en wegenbouwers die tot zakelijke afspraken moeten komen over de geluideigenschappen van het geleverde product en waarin naast zaken als eenduidige, controleerbare akoestische specificaties, ook meetmethoden en onnauwkeurigheden een rol spelen.



figuur 1: de posities in het veld ten aanzien van het onderwerp 'stil wegdek'. Vanuit elke positie wordt het onderwerp verschillend gedefinieerd en het onderscheiden van dit onderscheid is van belang voor het kunnen begrijpen van de verschillende gehanteerde getallen en begrippen.

2. Ontwikkelingen in meetmethoden

Een gemeenschappelijk onderdeel van de verschillende benaderingen is het feit dat de gehanteerde getallen en de beoordelingen gebaseerd worden op resultaten van metingen. De gehanteerde meetmethoden zijn dan ook zeer bepalend voor het gebruik van de getallen.

Men onderscheidt methoden die functionele eigenschappen bemeten en degenen die intrinsieke eigenschappen bemeten. Intrinsieke methoden zijn gericht op het vaststellen van de eigenschappen die de akoestische kwaliteit van het wegdek bepalen, functioneel houdt in dat niet direct de akoestische eigenschappen van het wegdek bepaald worden, maar dat de meting gericht is op de functie van dat wegdek, in termen van het effect dat het wegdek heeft op de geluidproductie van het daarop rijdende wegverkeer.

Voorbeelden van intrinsieke eigenschappen zijn: oppervlaktetextuur, akoestische impedantie en de daaraan gekoppelde eigenschappen zoals verticale stromingsweerstand, porositeit, structuurfactor, en apart nog de horizontale stromingsweerstand. Voor elk van deze eigenschappen, met uitzondering van structuurfactor, zijn min of meer geaccepteerde methoden beschikbaar en enkele daarvan zijn reeds vastgelegd in ISO-standaarden.

Functionele akoestische eigenschappen worden bepaald door de geluidproductie van een wegvoertuig of band rijdend op het betreffende wegdek onder gestandaardiseerde omstandigheden te bepalen. De eigenschap van het wegdek wordt vervolgens bepaald uit een verschilmeting ten opzichte van een referentiesituatie.

Hoewel de diverse methoden reeds lang in gebruik zijn is er op een aantal onderdelen duidelijk nog behoefte aan verdere verbetering en ook in inzichten in spreiding tussen systemen en onnauwkeurigheden in het eindresultaat. Daartoe is in het raamwerk van het EU 5^e kader onderzoeksprogramma SILVIA, dat in de breedte verschillende aspecten van stille wegdekken onderzoekt, een uitgebreide vergelijkingstest gedaan naar de belangrijkste, op dit moment in gebruik zijnde, meetmethoden, te weten:

- De *Statistical Pass-by* (SPB) methode waarbij vooral de effecten van voertuig-classificering, invloed van de operator, meetgeometrie (vooral meethoogte en ligging van reflecterende en absorberende gebieden) onderzocht worden;
- *Close Proximity* (CPX) methode, waarbij de volgende aspecten onderzocht worden:
 - Welke zijn de verschillen tussen systemen die alle voldoen aan de ISO CD 11819-2 beschrijving;
 - optimale calibratie-methoden om de eigenschappen van de verschillende CPX uitvoeringen te kunnen bepalen;
 - welke is de relatie tussen het CPX niveau en het SPB niveau.
- De intrinsieke methoden voor bepaling van de textuur en de akoestische impedantie *in-situ* gemeten, waarbij met name de verschillen tussen overeenkomstige methoden onderzocht worden.

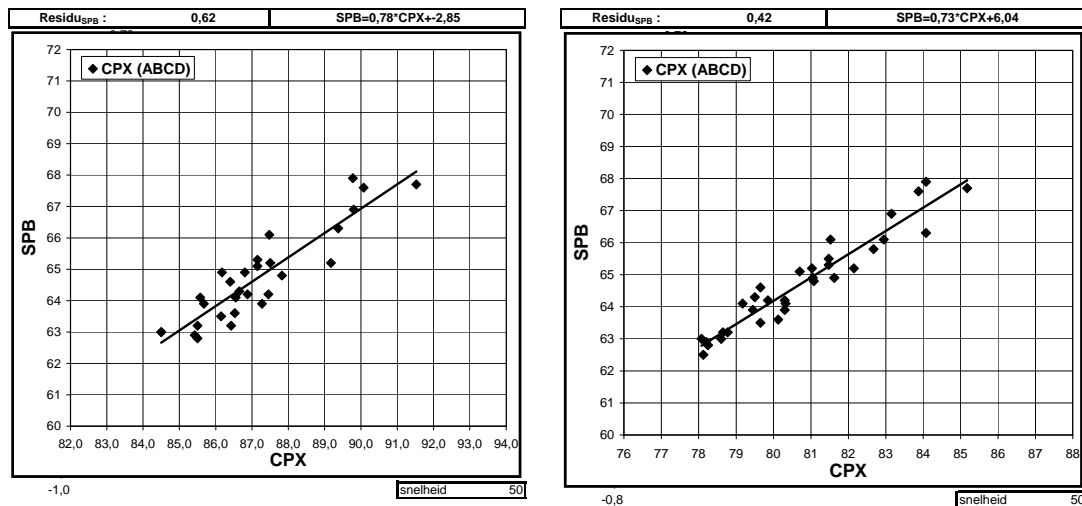
Doel van dit deel van het SILVIA project is om het meettechnische instrumentarium, nodig voor de kwalificatie, *Conformity of Production checking* en monitoring van de akoestische eigenschappen van wegdekken tot het gewenste peil te ontwikkelen en waar nodig uit te breiden. De bevindingen uit het SILVIA project worden aangeboden aan de betreffende ISO TC 43 *ACOUSTICS* werkgroepen, te weten:

- Werkgroep 33 die werkt aan de revisie van de standaard 11819-1, de SPB methode en aan standaardisatie van de methode 11819-2, de CPX methode. Verwacht kan worden dat er binnen een termijn van drie jaar een gereviseerde SPB standaard beschikbaar komt waarin de reeds genoemde onderwerpen strakker en daardoor beter reproduceerbaar beschreven zijn. In het geval van de CPX standaard doet zich het knelpunt voor dat een van de gestandaardiseerde banden niet meer beschikbaar is. Omdat deze band met name relevant is voor de representatie van zwaar verkeer, blijkt het definiëren van een vervanger een gecompliceerde zaak. Dit is de reden dat uiteindelijke standaardisatie nog enige tijd op zich zal laten wachten, de meetmethodologie (echter zonder bandspecificatie) zal als een zogenaamd *Technical Report* gepubliceerd worden.
- Werkgroep 38 die werkt aan de verdere standaardisatie van de *in-situ* absorptie meting. Met name de ervaringen met stationaire en mobiele toepassing van de *extended surface method* zijn relevant voor verdere verbetering van de standaard.
- Werkgroep 39 werkt aan de textuurbepaling van wegdekken. Binnen de vijf (concept) standaarden die op dit moment gepubliceerd zijn, zijn er een aantal die direct op de akoestisch relevante wegdekttextuur betrekking hebben en die naar verwachting verbeterd kunnen worden met de resultaten van de SILVIA *Round-Robin* test.

Een zeer belangrijk onderdeel van het onderzoek naar SPB en CPX methode is de onderlinge relatie. Immers, de algemene opinie is dat de SPB methode een representatiever resultaat oplevert, echter de beperkingen in deze methode maken het noodzakelijk de CPX methode toe te passen. De resultaten van deze methode zullen dan gebruikt worden om een SPB niveau te voorspellen. Echter een goede voorspelling is slechts mogelijk indien er een eenduidige relatie tussen beide grootheden bestaat.

Tot nu toe waren er slechts beperkte datasets beschikbaar waarmee deze relatie onvoldoende statistisch significant bepaald kon worden. De ervaringen met de afname metingen, uitgevoerd ten behoeve van de stimuleringsregeling stille wegdekken geven een grotere omvang van relevante data en de eerste indicaties zijn dat er van een betrouwbare relatie sprake is, echter de kwaliteit van de relatie is significant beter in bij CPX microfoonposities op grotere afstand van de band dan momenteel voorgeschreven is.

Voorts zijn slechts gegevens gebruikt die allen op textuurgeoptimaliseerde wegdekken met meerdere variaties in absorptie betrekking hebben (zie figuur 2).



figuur 2: SPB-CPX relatie voor een populatie van circa 30 wegdekken bemeaten door M+P in het kader van de stimuleringsregeling stille wegdekken en procedures C_{wegdek} . Links: inner positions, rechts: outer positions van de microfoon in de M+P CPX trailer. In geval van de outer positions is de residual variance aanmerkelijk groter dan in het geval van de inner positions.

Binnen SILVIA zullen in het door M+P uit te voeren werkonderdeel de beschikbare databestanden verder verzameld worden en geanalyseerd worden om meer inzicht te verkrijgen in deze complexe materie.

3. Ontwikkelingen in beoordelingsmethoden

Wettelijk kader C_{wegdek}

De wettelijke eisen voor de geluidbelasting op bijvoorbeeld woningen en scholen zijn vastgelegd in de Wet geluidhinder, en worden getoetst met gebruikmaking van een erkend reken- en meetvoorschrift. Met de voortschrijdende ontwikkeling van stille wegdekken werd het natuurlijk zeer wenselijk om bij de toetsing van de geluidbelasting rekening te kunnen houden met dit fenomeen. Het voorheen geldende Reken- en Meetvoorschrift Verkeerslawaaï 1981 [1] bood hiertoe nauwelijks mogelijkheden. In de vernieuwde versie, het Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaaï 2002 (RMW2002) [2], is daarom de zogenaamde C_{wegdek} -methode voor het bepalen van de geluideigenschappen van een wegdek opgenomen.

De methode is gebaseerd op de uitkomsten van een onderzoek, zoals beschreven in de CROW-publicatie 133 'Het wegdek gecorrigeerd – op akoestische eigenschappen' [3]. Deze methode voor het bepalen van de wegdekcorrecties is aangepast [4] en inmiddels wettelijk

vastgelegd in het RMW2002 (bijlage V: 'wegdekcorrectie'). CROW heeft een nieuwe publicatie (publicatie 200) uitgebracht waarin de methode wordt toegelicht en de wegdekcorrecties van een aantal typen wegdekken is opgenomen [5].

C_{wegdek} -methode

De C_{wegdek} is de correctie die voor een bepaald wegdek wordt toegepast op de geluidemissie van het referentiewegdek, dicht asfaltbeton. Deze wegdekcorrectie wordt zowel A-gewogen als spectraal bepaald op basis van meetresultaten.

De belangrijkste stappen in de methode voor het vaststellen van een C_{wegdek} zijn:

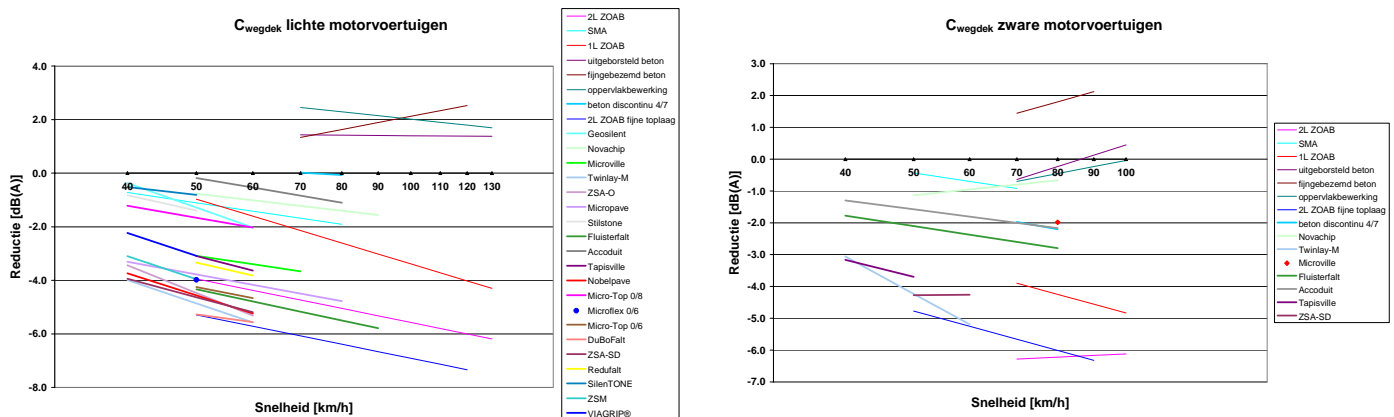
- Er dienen tenminste 5 betrouwbare SPB-metingen te zijn uitgevoerd. Aan de metingen worden eisen gesteld met betrekking tot de betrouwbaarheid van de statistische resultaten.
- Op de gemeten geluidniveaus wordt een correctie toegepast voor de luchttemperatuur tijdens de meting.
- Er wordt gecontroleerd of de spreiding in de resultaten tussen de verschillende SPB-metingen niet te groot is. De spreiding in de geluidniveaus mag niet groter zijn dan 2 dB(A).
- Er wordt een gemiddelde van de geluidniveaus als functie van de snelheid berekend. Het gaat hierbij om een gewogen gemiddelde, wat wil zeggen dat de statistische betrouwbaarheid van het geluidniveau bij een bepaalde snelheid bepaalt hoe zwaar dit getal wordt meegenomen in het resultaat. Van dit gewogen gemiddelde wordt een regressielijn bepaald. Het verschil met het referentiewegdek geeft de wegdekcorrectie.
- Er wordt eveneens bepaald wat de statistische betrouwbaarheid van het gemiddelde resultaat is. Op basis hiervan wordt bepaald in welk snelheidsbereik de C_{wegdek} -coëfficiënten geldig zijn.
- Van tenminste 10 procent van de voertuigpassages van een SPB-meting wordt de spectrale samenstelling van het geluid vastgesteld. Met deze resultaten wordt de spectrale vorm van de wegdekcorrectie bepaald.

Categorieën en producten

In CROW-publicatie 200 zijn de wegdekken ingedeeld in 12 categorieën. Dit zijn voor een deel standaard wegdektypen en voor een ander deel categorieën waarin een aantal producten met soortgelijke eigenschappen in passen. Door de toevoeging van deze categorieën wordt het de gebruiker van het Reken- en Meetvoorschrift mogelijk gemaakt om in een vroeg stadium van het akoestisch onderzoek te rekenen met een benadering van de geluidreductie, zonder dat er al een keuze voor een specifiek product gemaakt hoeft te worden. Voorbeelden van zulke categorieën zijn stille elementen verhardingen en twee categorieën dunne deklagen. Voor de 12 wegdekcategorieën zijn in publicatie 200 de C_{wegdek} -coëfficiënten opgenomen.

Naast de wegdekcategorieën uit publicatie 200 zijn er ook veel producten in omloop, die veelal gebonden zijn aan een bepaalde producent. Producenten kunnen conform de hierboven genoemde methode voor hun product C_{wegdek} -coëfficiënten laten vaststellen. Deze

productgebonden C_{wegdek} -coëfficiënten zijn niet opgenomen in de publicatie 200, omdat een “boekje” te statisch is voor de dynamische markt van geluidreducerende wegdekproducten. Bovendien komt het regelmatig voor dat de wegdekcorrecties van bestaande producten worden aangepast vanwege bijvoorbeeld optimalisatie van de geluideigenschappen. Actuele gegevens over deze wegdekcorrecties van producten worden daarom gepubliceerd op www.stillerverkeer.nl [6]. Productgebonden C_{wegdek} -coëfficiënten worden op exact dezelfde wijze in akoestische berekeningen toegepast als de C_{wegdek} -coëfficiënten van de wegdekcategorieën. In figuur 3 zijn actuele waarden van A-gewogen C_{wegdek} -coëfficiënten voor lichte en zware motorvoertuigen grafisch weergegeven, voor zowel wegdekcategorieën als producten.



figuur 3: C_{wegdek} -coëfficiënten voor lichte en zware motorvoertuigen, voor zowel wegdekcategorieën als producten.

Aanbevelingen voor producenten

Het laten bepalen van een C_{wegdek} van een product heeft grote voordelen voor de fabrikant. De prestaties van een geluidarm product kunnen daarmee in akoestische onderzoeken in rekening gebracht worden. Door toepassing van geluidreducerende wegdekken kunnen de kosten voor andere geluidreducerende maatregelen (bijv. geluidschermen) worden teruggebracht. Bovendien valt bij aanleg van nieuwe wegdekken de keuze regelmatig op geluidarme producten vanwege de ‘stimuleringsregeling stille wegdekken’. Een product dat al met zijn C_{wegdek} -coëfficiënten heeft aangetoond dat het effectief het geluid reduceert, heeft hierbij een belangrijke voorsprong.

Bij het vaststellen van een C_{wegdek} heeft de producent nog enige vrijheid. Er dienen tenminste 5 SPB-metingen te worden uitgevoerd, maar er mogen uiteraard meer metingen worden toegevoegd. De keuze welke metingen wel of niet worden meegenomen staat vrij, zolang voldaan wordt aan de statistische eisen voor de afzonderlijke metingen en de spreiding tussen de metingen niet te groot is. Er kan bijvoorbeeld voor gekozen worden om de vijf gunstigste metingen te gebruiken voor het bepalen van de C_{wegdek} , waardoor de wegdekcorrectie hoog uit valt. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat deze werkwijze ook een keerzijde heeft. Wanneer de C_{wegdek} te veel geflatteerd is, bestaat de kans dat bij controle de wegdekcorrecties niet waargemaakt kunnen worden. Daarom is het verstandig om uit te gaan van representatieve metingen.

Om optimaal te kunnen profiteren van de geluidreducerende eigenschappen van een product in akoestische berekeningen, is het verder raadzaam om de C_{wegdek} niet alleen voor lichte motorvoertuigen, maar ook voor (middel)zware motorvoertuigen vast te (laten) stellen. Het komt immers veelvuldig voor dat in de verkeerssituatie het vrachtverkeer het meest bepalend

is voor de totale geluidemissie. Bij gebrek aan gegevens moet soms een conservatieve afschatting van de geluidbelasting worden gemaakt, dat wil zeggen er moet zo worden gerekend dat de geluidbelasting zeker niet onderschat wordt. Wanneer de echte geluidtechnische prestaties van een wegdek voor vrachtwagens bekend zijn, kan er dus 'gunstiger' gerekend worden. Wanneer de C_{wegdek} voor zware motorvoertuigen is vastgesteld, mag deze tevens toegepast worden voor middelzware motorvoertuigen.

Tenslotte zijn er voor de producent voordelen om meer dan de vereiste vijf metingen te gebruiken voor het bepalen van de C_{wegdek} . De reden hiervoor is dat het snelheidsbereik waarin de wegdekcorrecties mogen worden toegepast, wordt bepaald door de statistische betrouwbaarheid van de gemeten geluidniveaus. Wanneer er meer metingen gebruikt worden, kan daardoor het snelheidsbereik waarin de getallen geldig zijn, toenemen. Voor veel wegdekken is bekend dat de geluidreductie toeneemt als functie van de snelheid. Wanneer men dan bijvoorbeeld een bepaald type dunne deklaag wil gaan toepassen bij hogere snelheden, dan is het voor de producent gunstig als de wegdekcorrecties ook bij deze snelheden zijn vastgesteld. Op die manier kan de volledige geluidreductie in de akoestische berekeningen verzilverd worden.

Europese ontwikkelingen

Binnen het 5^e kader project SILVIA wordt een classificatie systeem ontwikkeld dat Europees breed kan worden toegepast om de geluidtechnische eigenschappen van wegdekken te bepalen.

Dit systeem zal worden opgesteld op basis van de filosofie die in figuur 1 geïllustreerd is. De Nederlandse ervaringen worden verregaande meegenomen in de ontwikkeling van dit systeem, vanwege de uitgebreide ervaringen en expertise die men vanuit Nederland in het SILVIA project inbrengt.



Echter ten opzichte van het Nederlandse systeem zullen er enkele significante wijzigingen optreden. Deze hebben sterk te maken met het feit dat de C_{wegdek} koppeling nu niet meer met het Nederlandse Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaai gelegd wordt, maar met het Europees brede HARMONOISE rekenmodel voor geluid.

Het in Nederland vigerende systeem onderscheidt zich op twee onderdelen van de toekomstige methoden:

1. De referentie zal op een andere groep van wegdekken gebaseerd worden. Overwogen wordt een middeling over de volgende groep wegdekken: SMA met gradering tussen 0/8 en 0/11 en DAB met gradering tussen 0/8 en 0/16.
2. De wegdekcorrectieterm zal op een andere classificatie van voertuigen betrekking hebben en naar alle waarschijnlijkheid meer voor meer voertuigtypen dienen te worden opgesteld.
3. De wegdekcorrectieterm zal een onderscheid maken tussen het effect van het wegdek op het rolgeluid en het effect op het aandrijfgeluid van een wegvoertuig. De methodiek om beide componenten te kunnen vaststellen is echter nog in ontwikkeling.

De methoden ten behoeve van aanbesteding en opleveringscontrole zijn eveneens nog volop in ontwikkeling. De Nederlandse ervaringen met de Productie Controle Geluid gaan een relevante rol spelen in het opstellen van het COP systeem.

In het komende anderhalf jaar zal intensief gewerkt worden om bovenstaande vragen beantwoord te krijgen. Vanuit Nederland wordt deze bijdrage geleverd door DWW en M+P.

CROW is betrokken bij het onderdeel waar ervaringen met stille wegdekken worden verzameld en geanalyseerd.

4. Nieuwe inzichten door de stimuleringsregeling stille wegdekken

Inleiding

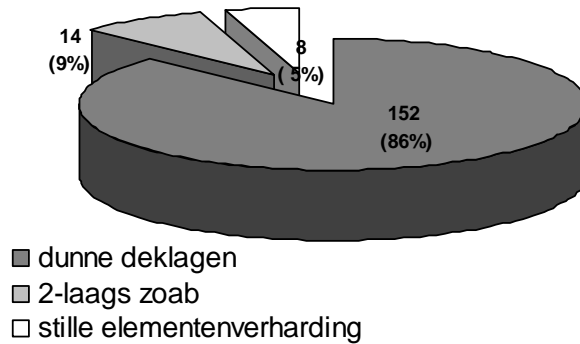
De stimuleringsregeling stille wegdekken van het ministerie van VROM [7] heeft tot doel om de toepassing van stille wegdekken op provinciale wegen, gemeentelijke wegen en wegen in beheer bij waterschappen te stimuleren. Hiermee zal naar verwachting een aanzienlijke bijdrage worden geleverd aan de vermindering van de geluidhinder door wegverkeer. Daarnaast biedt de regeling de mogelijkheid om uitgebreid onderzoek te doen naar de civieltechnische en akoestische eigenschappen van wegdekken. In de afgelopen drie jaar zijn ruim 170 projecten uitgevoerd in Nederland waarbij een standaard deklaag vervangen is door een stil wegdek. Door de stimuleringsregeling is de kennis van stille wegdekken enorm toegenomen.

Methode voor opleveringscontrole

De controlemethode om te bepalen of de geluidreductie na aanleg voldoet aan de gestelde eisen, is gebaseerd op de ProductieControle Geluid – methode (PCG-methode). In de praktijk van de stimuleringsregeling betekent dit het volgende meetprotocol. Aanvankelijk is op elk te toetsen wegvak een CPX-meting uitgevoerd. Om de exacte geluidreductie over de hele wegvaklengte te kunnen bepalen dient er aanvullend één SPB-meting op het wegdek plaats te vinden. De PCG-eis wordt altijd getoetst met SPB-waarden. Indien er een relatie tussen CPX- en SPB-metingen bekend is, kan het geschatte SPB-niveau bepaald worden uit de CPX-resultaten, waarbij rekening gehouden dient te worden met een onnauwkeurigheid van de meetresultaten. Indien de geluidreductie op grond van de CPX-meting voldoet aan de PCG-eis, wordt geadviseerd het wegdek goed te keuren. De SPB-meting kan dan achterwege blijven wat voor de opdrachtgever een kostenbesparing oplevert. Indien dit niet het geval is, dan wordt er een SPB-meting uitgevoerd waarmee de geluidreductie direct vastgesteld wordt en daarmee de exacte relatie tussen SPB- en CPX-waarden op het wegvak. De CPX-resultaten worden gebruikt om SPB-niveau over het hele wegvak te kunnen “oprekken”.

Quick scan opleveringsresultaten

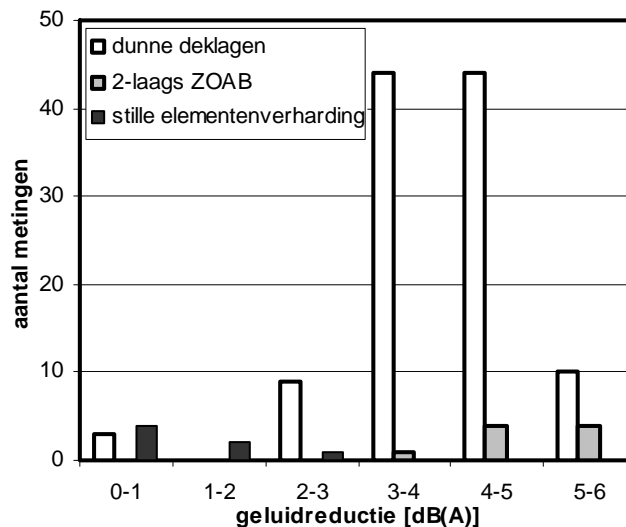
Van de 174 projecten die in het kader van de stimuleringsregeling zijn uitgevoerd, zijn in 86% van de gevallen dunne deklagen aangelegd. De vele PCG-metingen die voor dit wegdektype zijn uitgevoerd hebben geleid tot nieuwe inzichten over de akoestische eigenschappen van stille wegdekken.



figuur 4: Projecten voor de stimuleringsregeling stille wegdekken, onderverdeeld per wegdektype.

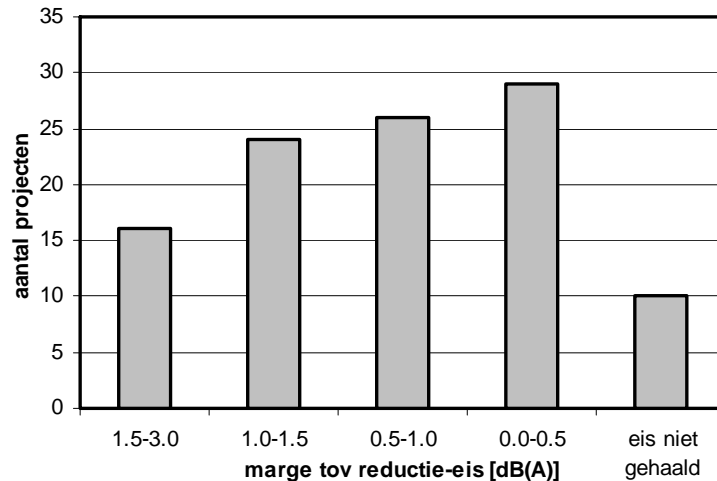
Van een brede selectie aan metingen is de behaalde geluidreductie per wegdektype geanalyseerd. Hieruit blijkt dat de meeste 2-laags ZOAB wegdekken en stille elementenverhardingen voldeden aan de PCG-eis (resp. 4 en 0 dB(A)). Voor de groep dunne deklagen is er een grote spreiding in de behaalde geluidreducties. Deze geluidreducties variëren van 1 tot ruim 5 dB(A) (zie figuur 5). Dit heeft twee oorzaken:

- Dunne deklagen waren ten tijde van de introductie van de stimuleringsregeling nog in ontwikkeling en de akoestische prestaties wisselden sterk per producttype.
- Tussentijds is de PCG-eis van 3 dB(A) bijgesteld naar 4 dB(A). Hierdoor heeft in korte tijd een optimaliseringslag plaats gevonden van de akoestische eigenschappen van dunne deklagen.



figuur 5: Behaalde geluidreducties voor de verschillende wegdektypen.

Na het uitvoeren van de PCG-meting is elk wegvak getoetst aan de geluidreductie-eis. In figuur 6 is aangegeven in hoeverre voldaan werd aan die eis. Wanneer de geluidreductie voldoende was, is aangegeven met welke marge de eis gehaald werd. In een aantal gevallen is de eis niet gehaald en werd ook geen subsidie verstrekt.



figuur 6: Marges op de behaalde geluidreducties ten opzichte van de PCG-eis voor de projecten van de stimuleringsregeling.

Productontwikkeling

Aanvankelijk werden de dunne deklagen getoetst op een geluidreductie van 3 dB(A) (in de praktijk 2,7 dB(A)). De toetsingswaarde kwam voort uit de gemiddelde wegdekcorrectietermen (C_{wegdek}) die golden voor dunne deklagen. De toetsingeis is later gewijzigd door het ministerie van VROM in 4 dB(A) (in de praktijk 3,7 dB(A)). Dit heeft er toe geleid dat de producenten de dunne deklagen hebben doorontwikkeld om de eis van 4 dB(A) bij 50 km/h te halen. Door deze ontwikkelingen is het inzicht van dunne deklagen vergroot als het gaat om de invloed van percentage holle ruimte, laagdikte, maximale steengrootte in het mengsel en de oppervlaktetextuur. Het gevolg was een grote hoeveel nieuwe dunne deklaagproducten die op de markt kwamen. Voor de bestaande producten zijn de mengselsamenstellingen veranderd en daarmee de geluidreducerende eigenschappen.

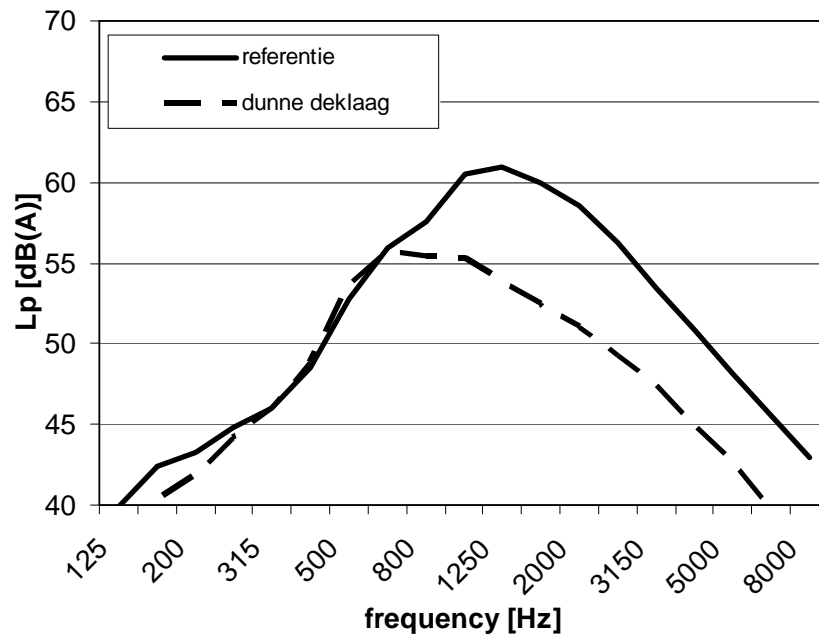
De ontwikkeling van dunne deklagen heeft tot de volgende inzichten geleid:

- Dunne deklagen danken hun geluidreducerende effect aan een combinatie van goede oppervlaktetextuur en geluidabsorptie. Geluidreducerende deklagen met steengrootte 0/6 (of liever 2/6) en een percentage holle ruimte van circa 15% scoren over het algemeen goed.
- De laagdikte van de dunne deklaag speelt een grote rol bij de geluidabsorptie. Een laagdikte van 2,5 tot 3,5 cm lijkt optimaal.
- Voor vrachtverkeer zijn de geluidreducties bij snelheden rond 50 km/h in dezelfde orde grootte als voor personenwagens.

Hoe een dunne deklaag akoestisch acteert is te verklaren aan het 1/3-octaaftandspectrum in figuur 7. De steengrootte van maximaal 6 mm zorgt voor een goede oppervlaktetextuur. Eventuele textuureffecten zouden in het 1/3-octaaftandspectrum waar te nemen zijn in het gebied beneden de 1250 Hz. Een ruwer oppervlak leidt in dit frequentiegebied tot hogere geluidniveaus in vergelijking tot het nagenoeg gladde DAB 0/16 (referentie). Uit de figuur blijkt geen toename in dit frequentiegebied.

Door de geringe laagdikte van een dunne deklaag zal bij porositeit slechts absorptie optreden in het hoogfrequente gebied boven de 1000 Hz. Metingen wijzen uit dat microdeklagen met laagdiktes vanaf 25 mm een significant deel van het geluid absorberen in het frequentiegebied tussen 1000 en 2000 Hz.

De combinatie van beide wegdekeigenschappen, goede textuur en absorptie, zorgt ervoor dat met dunne deklagen geluidreducties boven de 4 dB(A) bij 50 km/h haalbaar zijn. Deze inzichten zijn gebruikt bij de dunne deklagen die voor subsidie in aanmerking komen.



figuur 7: Het typisch 1/3 octaafbandspectrum van het band/wegdekgeluid op een dunne deklaag in vergelijking met die van het referentiewegdek voor personenwagens bij 50 km/h.

In tegenstelling tot dunne deklagen zijn de subsidie-eisen met betrekking tot 2-laags ZOAB en stille elementenverhardingen niet gewijzigd. Voor de subsidieregeling was er dus geen noodzaak voor het akoestisch optimaliseren van deze wegdekken.

5. Functionele specificaties in wegdekakoestiek

Achtergrond

De methode voor wegdekcorrectie (C_{wegdek}) beschrijft de initiële akoestische eigenschappen van een wegdek. Om te bereiken dat geluidarme wegdekken op grote schaal worden toegepast, is meer nodig dan een classificatiemethode, zoals de methode C_{wegdek} . Het gaat daarbij om vragen zoals:

- Hoe moeten functionele akoestische eisen in een bestek worden opgenomen?
- Hoe moet worden gecontroleerd of een wegdek na aanleg daadwerkelijk de geclaimde akoestische kwaliteiten waarmaakt?
- Hoe verlopen de akoestische eisen over de levensduur van het wegdek en op welke manier moet hiermee in de wegdekcorrectie rekening gehouden worden?

In deze paragraaf wordt kort stilgestaan bij de relaties tussen de wegdekcorrectie en de “levensstadia” van een wegvak.

Planstadium

In het planstadium denkt een wegbeheerder na over de keuze van een meer of minder geluidarm wegdek. Hierbij spelen akoestische en civieltechnische overwegingen een rol. Om informatie te krijgen over de civieltechnische eigenschappen van verschillende categorieën kan bijvoorbeeld gebruik gemaakt worden van het CROW-infoblad “stille wegdekken” [9] of CROW-publicatie 161 [10]. Er kunnen akoestische berekeningen gemaakt worden met de wegdekcorrecties van de standaard categorieën zoals opgenomen in publicatie 200.

Bestek

In het bestek moet worden opgenomen aan welke eisen het wegdek moet voldoen. Hierbij speelt het onderscheid tussen gestandaardiseerde (RAW-)wegdektypen en niet-gestandaardiseerde wegdektypen een rol. In het eerste geval kan eenvoudig aangesloten worden bij de RAW-beschrijving. Bij de overige wegdektypen zullen de akoestische eisen functioneel beschreven moeten worden.

Aandachtspunten voor functionele akoestische eisen in een bestek:

1. Voor een bestek kan niet één op één gebruik gemaakt worden van de C_{wegdek} van een categorie of product. Immers de C_{wegdek} is gebaseerd op het gemiddelde van tenminste 5 wegvakken. De kans dat na aanleg van een nieuw wegvak de geluidreductie onder het gemiddelde ligt is 50%.
2. Door de aanvullende eis in de C_{wegdek} -methode dat de spreiding in de geluidproductie tussen de 5 wegvakken niet groter mag zijn dan 2 dB(A) is het waarschijnlijk dat de geluidreductie van een nieuw aangelegd wegvak van hetzelfde product in het gebied van de $C_{wegdek} \pm 1$ dB(A) ligt. Met deze spreiding zal op de één of andere manier in het bestek rekening gehouden moeten worden.
3. Het effect van een geluidreducerend wegdek op een concrete locatie is afhankelijk van de voertuigsnelheid en van de verkeerssamenstelling. In het bestek zal duidelijk moeten zijn voor welke voertuigsnelheid de reductie geëist wordt en dat de reductie geldt voor een nader omschreven voertuigsamenstelling.
4. Tenslotte, een geluidreductie is een spectraal effect. In de meeste gevallen zal het wettelijk kader voor toepassing van een geluidreducerend wegdek de Wet geluidhinder zijn. In de Wet geluidhinder wordt getoetst op een gevel van een woning. Van belang is om te beseffen dat vanwege spectrale effecten in de overdracht van bron naar ontvanger een geluidreductie dicht bij het wegdek niet precies gelijk is aan een geluidreductie op grotere afstand bij een woning. Ook dit kan effect hebben op de eisen die in een bestek opgenomen worden.

Opleveringscontrole

Na aanleg worden de akoestische prestaties van een wegdek gecontroleerd. Om de geluidreducerende eigenschappen van een wegdek te kunnen toetsen aan een bepaalde (besteks)eis zijn twee meetmethoden beschikbaar.

De methode die goede correlatie geeft met de geluidreductie aan de bron is de **SPB-methode** [11]. Immers, de C_{wegdek} coëfficiënten zijn gebaseerd op SPB-metingen. Er kleven echter enige nadelen aan deze methode:

- Een SPB methode geeft de geluidreductie op één positie naast het wegvak en niet over de gehele lengte van het wegvak.
- Een SPB meting is niet mogelijk als er een te hoog achtergrondgeluidniveau is tijdens de meting van de voertuigpassages.
- Een SPB meting is niet goed mogelijk indien er sprake is van veel optrekkend of afremmend verkeer, bij heel druk of zeer rustig verkeer en in situaties met bebouwing kort bij de weg.

De **CPX-methode** [12] kent bovenstaande beperkingen veel minder. Echter deze methode alleen geeft een minder goede correlatie tussen meetgegevens en de reductie van geluid aan de bron. Deze lagere correlatie is terug te voeren op:

- De korte afstand tussen de microfoons en de (rolgeluid)bron, mogelijk in het akoestisch nabijheidsveld.
- Effecten van het wegdek op aandrijfgeluid worden niet meegenomen.

Om de voordelen van de methoden te benutten en de nadelen zoveel mogelijk te ondervangen is de **ProductieControle Geluid methode** opgesteld [8]. Deze PCG-aanpak is gebaseerd op de SPB-methode, maar gebruikt de CPX-methode om het verloop van de SPB-waarde over een veel groter wegvak te kunnen bepalen. Als op een bepaalde locatie het uitvoeren van een SPB-meting niet mogelijk is, kan gebruik gemaakt worden van een op andere wegvakken meettechnisch bepaalde relatie tussen de SPB- en CPX-waarde. Deze relatie is afhankelijk van het wegdektype.

Om te kunnen beoordelen of meetresultaten voldoen aan de gestelde eisen is het nodig om criteria te stellen, bijvoorbeeld over (meet)onnauwkeurigheden. In de achtergrondpublicatie van de ‘stimuleringsregeling stille wegdekken’ wordt hierop ingegaan [8].

Monitoring van geluidreductie

De methode voor wegdekcorrectie is gebaseerd op initiële geluidreducties, zoals vastgesteld kort na aanleg van het wegdek. Het geluidreducerend vermogen zal gedurende de levensduur van een wegdek echter veranderen. Dit geldt voor alle wegdektypen (ook voor bijvoorbeeld dicht asfaltbeton), maar het verloop kan per type wegdek nogal verschillen. Door monitoring kan het inzicht in dit effect worden vergroot. De reeds genoemde Richtlijn stille wegdekken [8] geeft hiervoor een methode waarbij om de 2-3 jaar een CPX-meting wordt uitgevoerd. Als er voldoende inzicht is verkregen in het verloop van het geluidreducerend vermogen, kan bepaald worden wat de ‘akoestische levensduur’ van een wegdek is. Deze kennis kan bijvoorbeeld gebruikt worden voor de ontwikkeling van producten (verbetering akoestische levensduur) en voor keuzes in het onderhoud van wegen.

6. Geluidreductie gerelateerd aan de levensduur

De methode C_{wegdek} is gebaseerd op de initiële geluidreductie van een wegdek, in de praktijk betekent dit de geluidreductie circa 2 maanden na aanleg. Dit betekent niet dat bij akoestische

berekeningen die gebaseerd zijn op het Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaai 2002 geen rekening wordt gehouden met het feit dat de geluidproductie in de praktijk verandert. Dit levensduureffect zit in het Reken- en Meetvoorschrift niet in het in rekening brengen van het wegdekeffect (middels de C_{wegdek}), maar in de emissie-term. De emissie van voertuigen is namelijk gebaseerd op emissiemetingen van voertuigen op wegdekken van dicht asfaltbeton van allerlei leeftijden. Dit is één van de redenen waarom de geluidniveaus van de emissiemetingen circa 2 – 3 dB(A) hoger liggen dan de geluidniveaus van de metingen aan het referentiewegdek. Het effect van de veroudering van dicht asfaltbeton op de gemeten geluidproductie is geschat op circa 2 dB(A). Zie [13].

Vanuit de “achtergrond” van de Wet geluidhinder is het wenselijk dat de leeftijdgerelateerde geluidproductie van (van het referentiewegdek afwijkende) wegdekken in dezelfde orde van grootte zit als dicht asfaltbeton. Als dat niet het geval is dan is er reden om ofwel wegdekken te optimaliseren met het oog op dit leeftijdseffect ofwel te zoeken naar een methode die beter aansluit bij leeftijdgerelateerde effecten.

Afgelopen jaren zijn diverse onderzoeken gestart om meer inzicht te krijgen in de relatie tussen leeftijd van een wegdek en geluidreductie. Voorbeelden zijn:

- een monitoringsprogramma van CROW voor de eigenschappen van 2-laags ZOAB op gemeentelijke wegen, gestart in 2000;
- de monitoring van de wegvakken die in het kader van de “stimuleringsregeling stille wegdekken” zijn aangelegd, zie paragraaf 4;
- monitoring in het Innovatieprogramma Geluid van de ministeries Verkeer en Waterstaat en VROM, gericht op het hoofdwegenet.

Door deze programma’s is het inmiddels mogelijk om bredere analyses te doen naar de relatie tussen leeftijd en geluidreductie voor verschillende wegdektypen.

7. Conclusies en Aanbevelingen

We kunnen vaststellen dat het onderwerp stille wegdekken sterk in de aandacht staat, nationaal zowel als internationaal en dat onderzoek en de ontwikkeling van beoordelings-systemen en regelgeving op grote schaal plaatsvindt.

We mogen echter eveneens concluderen dat de geluidtechnische eigenschappen van wegdekken nog steeds niet goed in regelgeving, specificatie en afname controle systemen verankerd ligt.

Eenzijds is dit een gevolg van de complexiteit van het onderwerp akoestiek en de beperkte ervaring die men in de praktijk met dit onderwerp heeft kunnen opbouwen. Zo bestaat er op dit moment nog geen algemeen geaccepteerd specificatie en beoordelingssysteem. Het systeem dat door RWS gehanteerd wordt is verschillend van de wijze die binnen de stimuleringsregeling stille wegdekken ontwikkeld is.

Voorts is de relatie tussen de term C_{wegdek} en de specificatie in het kader van aanbesteding nog niet voldoende uitgekristalliseerd, waardoor misverstanden en discussies kunnen optreden (en in de praktijk nu gaande zijn).

Een complicerende factor vormt de ongewisheid van het resultaat van het EU SILVIA project. Hoewel Nederland daar goed in is vertegenwoordigd en de Nederlandse systematiek verregaand meegenomen wordt, kan het zijn dat er een significant ander systeem uitkomt. Bovendien kan de situatie ontstaan dat via Europese regelgeving aan bouwproducten, een dergelijk systeem dwingend wordt voorgeschreven voor de Nederlandse markt.

Het is dus van belang om aan de bovenstaande zaken aandacht te geven en binnen RWS, CROW en branche-organisaties tot inzicht en duidelijkheid te komen, waarbij tevens goed gevolgd dient te worden wat op Europees vlak gaat plaatsvinden. Met name het recent opgestarte EU onderzoeksproject IMAGINE verdient aandacht omdat deze de basis gaat leveren voor de Europese Geluidkartering en de daarop te baseren actieplannen. Willen stille wegdekken daar een juiste positie in krijgen dan dient deze zaak al bij het opstellen van het model goed te worden meegenomen.

8. Literatuur

- [1] Reken- en Meetvoorschrift Verkeerslawaaier, Regeling als bedoeld in artikel 102, eerste en tweede lid, van de Wet geluidhinder. Den Haag, Sdu, 1981;
- [2] Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaaier 2002, Regeling als bedoeld in artikel 102, eerste en tweede lid, van de Wet geluidhinder. Den Haag, gepubliceerd op www.stillerverkeer.nl, 2002;
- [3] CROW, “Het wegdek gecorrigeerd op akoestische eigenschappen”, CROW-publicatie nr. 133, Ede, januari 1999;
- [4] Aanpassing CROW-publicatie 133, M+P.CROW.01.2.1, rev. 3. Den Bosch, M+P, 14 februari 2002;
- [5] De methode C_{wegdek} 2002 voor wegverkeersgeluid, CROW-publicatie 200, Ede, april 2004;
- [6] CROW-website www.stillerverkeer.nl;
- [7] “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;
- [8] W. Gerritsen, J. Hooghwerff, A.H.W.M. Kuijpers, “Richtlijn stille wegdekken”, M+P.CROW.00.2.1, 2002;
- [9] Stille wegdekken. CROW-infoblad 1 Wegoppervlakeigenschappen. Ede, CROW, 2002;
- [10] “Tweelaags ZOAB, handleiding voor wegbeheerders”, CROW-publicatie 161, Ede, november 2001;
- [11] Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise - part 1: The Statistical Pass-By Method. ISO 11819-1. 24 mei 1996;

- [12] Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise- part 2: The Close Proximity method. ISO/CD-11819-2. 13 december 2000;
- [13] J.D. van der Toorn, J. Hoogwerff, Referentiewegdek, memo TNO TPD en M+P, 28 april 2003;