

## **C<sub>wegdek</sub> 2002 – het verhaal er om heen!**

Marc Eijbersen  
Jan Hooghwerff

*Ir. Marc J. Eijbersen*

*is als projectleider werkzaam bij CROW*

*Ir. Jan Hooghwerff*

*is werkzaam bij de vakgroep Transport en Infrastructuur van M+P Raadgevende ingenieurs bv in Vught*

### **Inleiding**

Het Reken- en Meetvoorschrift Verkeerslawaai dat in 1981 (RMV 1981) [1] werd vastgesteld als invulling van artikel 102 van de Wet geluidhinder bood weinig mogelijkheden om rekening te houden met de gunstige akoestische effecten van geluidarme wegdekken. Dat was op zich begrijpelijk, omdat geluidarme wegdekken toen nog een tamelijk nieuw verschijnsel waren.

In de afgelopen twee decennia zijn echter vele verschillende typen geluidarme wegdekken ontwikkeld. Als voorbeelden kunnen worden genoemd enkellaags en tweelaags zoab, geluidarme elementenverhardingen en uitgeborsteld beton. Om het akoestisch effect van de verschillende typen geluidarme wegdekken in kaart te brengen en te kwantificeren, heeft een CROW-werkgroep in de periode 1995 - 1998 een methode ontwikkeld die bekend is geworden als de methode C<sub>wegdek</sub>. Het verslag van de werkzaamheden en de uitkomsten van het onderzoek zijn vijf jaar geleden verschenen als CROW-publicatie 133 'Het wegdek gecorrigeerd - op akoestische eigenschappen' [2]. Hoewel deze publicatie officieel geen wettelijke status had, heeft zij sindsdien wel een belangrijke rol gespeeld bij akoestische onderzoeken in het kader van de Wet geluidhinder.

Omdat er na het uitkomen van die publicatie in 1999 nieuwe inzichten zijn ontstaan in het meten en bepalen van akoestische effecten van geluidarme wegdekken, was het wenselijk de methode C<sub>wegdek</sub> aan te passen. De op handen zijnde herziening van het Reken- en Meetvoorschrift Verkeerslawaai (RMV 1981) - die inmiddels heeft geresulteerd in het Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaai 2002 (RMW 2002) - vormde hierbij een extra aanleiding [3] [4]. Nu de herziene methode voor wegdekcorrectie, de methode C<sub>wegdek</sub> 2002, als bijlage in het RMW 2002 is opgenomen, heeft de methode tevens de beoogde wettelijke status verkregen.

### **CROW-publicatie 200**

Vanuit de gebruikers van het Reken- en Meetvoorschrift is er een duidelijke behoefte aan achtergrondinformatie bij de C<sub>wegdek</sub>-methode. Bovendien is in het RMW 2002 wel de methode opgenomen, maar zijn geen concrete wegdekgetallen beschikbaar. Voor die getallen wordt verwezen naar CROW.

Een CROW-werkgroep heeft daarom een handzame publicatie gemaakt met zowel de achtergrond van de (aangepaste) methode C<sub>wegdek</sub>, als informatie over te gebruiken getallen. Deze publicatie is recent verschenen als CROW-publicatie 200 [5]. Publicatie 200 vervangt CROW-publicatie 133.

### **C<sub>wegdek</sub>-methode in het kort**

De C<sub>wegdek</sub> 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 methode C<sub>wegdek</sub> maakt gebruik van de ISO-gestandaardiseerde Statistical Pass By methode (SPB-methode). Bij een SPB-meting wordt op een afstand van 7,5 m uit het hart van een rijstrook van een groot aantal voertuigpassages het geluiddrukkniveau bepaald. Het geluiddrukkniveau wordt bepaald van losse voertuigpassages, er mag geen beïnvloeding van het

niveau zijn door stoorbronnen. Met regressie-analyse kan het (logaritmische) verband tussen geluidniveau en voertuigsnelheid op het gemeten wegdek bepaald worden.

De belangrijkste uitgangspunten in de methode voor het vaststellen van een  $C_{\text{wegdek}}$  zijn:

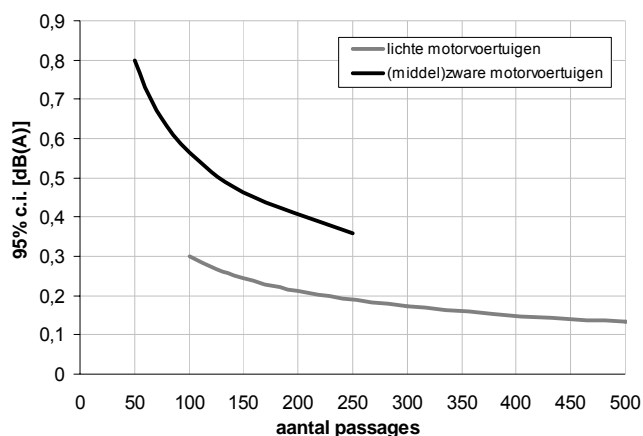
- Er dienen op tenminste 5 verschillende “werken” met hetzelfde type wegdek SPB-metingen te zijn uitgevoerd. Aan de metingen worden eisen gesteld met betrekking tot de statistische betrouwbaarheid van de gemeten geluidniveaus van de voertuigpassages.
- Op de gemeten geluidniveaus wordt een correctie toegepast voor de luchttemperatuur tijdens de meting.
- Er wordt gecontroleerd of de spreiding in de resultaten tussen de (bijvoorbeeld) vijf SPB-metingen op verschillende locaties 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  $C_{\text{wegdek}}$ -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.

### Belangrijkste wijzigingen van de methode

De belangrijkste wijzigingen van de methode ten opzichte van publicatie 133 zijn o.a. beschreven in [6] en worden in deze paragraaf samengevat.

#### *Eisen aan SPB-metingen*

Voor de afzonderlijke SPB-metingen stelt CROW-publicatie 133 eisen aan het aantal voertuigen dat gemeten moet worden, zodat aan een bepaalde nauwkeurigheid voldaan wordt. De minimumeis is 100 lichte en 50 zware motorvoertuigen. In de aangepaste methode wordt behalve aan het aantal metingen ook aan het (95%) confidentie-interval eisen gesteld, die afhankelijk zijn van de voertuigcategorie en het aantal voertuigen dat gemeten is. Het 95% confidentie-interval geeft het gebied aan rond het geschatte gemiddelde waarin met 95% zekerheid het werkelijke gemiddelde ligt. Zie figuur 1. Naar mate het gemeten aantal voertuigen toeneemt, wordt de eis die aan het confidentie-interval gesteld wordt, strenger.



Figuur 1. Eisen aan het 95%-confidentie-interval (95% c.i.) als functie van het aantal gemeten passages van lichte respectievelijk (middel)zware motorvoertuigen

### Temperatuurcorrectie

De geluidemissie van voertuigen afhangt van de temperatuur. Een lagere temperatuur geeft een hogere geluidemissie. De oorspronkelijk methode hield geen rekening met verschillen in de resultaten van geluidmetingen ten gevolge van temperatuurverschillen. Op basis van resultaten van reeds verrichte onderzoeken is een temperatuurcorrectie voor lichte en (middel)zware motorvoertuigen opgesteld. De correctie wordt opgeteld bij de gemeten emissie, zodat alle meetresultaten vertaald worden naar niveaus bij een referentietemperatuur van 20°C. De temperatuur is de luchttemperatuur op een hoogte van 1,2 m boven het wegdekoppervlak. De temperatuurcorrectie voor respectievelijk lichte en (middel)zware motorvoertuigen is:

$$C_{temp,lv} = 0,05 \cdot (T_{lucht} - 20^{\circ}\text{C}) \text{ dB}$$

$$C_{temp,mv/zv} = 0,03 \cdot (T_{lucht} - 20^{\circ}\text{C}) \text{ dB}$$

### Middeling van meerdere SPB-metingen

Om tot een wegdekcorrectie te komen, wordt er een middeling uitgevoerd over de resultaten van tenminste 5 SPB-metingen op verschillende “werken”. In CROW-publicatie 133 zijn eisen gesteld aan het 95% confidentie-interval (95%c.i.), echter deze eisen zijn niet afhankelijk van het aantal uitgevoerde SPB-metingen (en passages). In de aangepaste methode worden de afzonderlijke SPB-metingen “gewogen gemiddeld”, waarbij de afzonderlijke 95% confidentie-intervallen gebruikt worden als wegingsfactor.

### Emissiespectrum

Bij de bepaling van  $C_{wegdek}$  wordt gebruik gemaakt van het spectrum van het (gemeten en gedefinieerde) referentiewegdek. Het emissiespectrum van het RMW 2002 is echter niet exact gelijk aan het referentiespectrum. Dit heeft o.a. te maken met het feit dat het referentiespectrum gebaseerd is op metingen aan geselecteerde voertuigen en het emissiespectrum gebaseerd is op metingen aan alle voertuigen die tijdens de meting voorbijkwamen. Om te voorkomen dat deze kleine verschillen tot gevolg hebben dat er kleine verschillen optreden tussen gemeten en berekende wegdekeffecten is er voor gekozen om de vorm van het referentiespectrum aan te passen aan het emissiespectrum. De referentiewaarden als functie van de snelheid blijven gelijk aan de waarden zoals beschreven in CROW-publicatie 133.

### Wegdekcategorieën 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.

Categorie	Toelichting
0 Dicht asfaltbeton (dab) (referentiewegdek)	Tot deze categorie worden gerekend alle wegdekken die akoestisch vergelijkbaar zijn met het referentiewegdek. Voorbeelden: dab 0/8, 0/11, 0/16; sma 0/8 en 0/11.
1 Zeer open asfaltbeton (zoab)	Het betreft enkellaags zoab conform RAW nr. 31.26.13, met een minimale laagdikte van 40 mm. De ontwerp-holle ruimte moet minimaal 20% zijn.
2 Tweelaags zoab	Een tweelaags zoab gekenmerkt door een totale laagdikte van circa 70 mm; de nominale maximale steengrootte van de toplaag is 8 mm.
3 Tweelaags zoab (fijn)	Een tweelaags zoab gekenmerkt door een totale laagdikte van circa 70 mm; de nominale maximale steengrootte van de toplaag is 6 mm.

4	Steenmastiekasfalt (sma) 0/6	Wegdek zoals beschreven in RAW 31.26.14. De nominale maximale steengrootte van de toplaag is 6 mm.
5	Uitgeborsteld beton	Vereist is een continue gradering met een nominale maximale steengrootte van 22 mm. De uitwasdiepte moet minimaal 1,8 mm zijn.
6	Geoptimaliseerd uitgeborsteld beton	Uitgeborsteld beton met een discontinue gradering en een maximale steengrootte van 8 mm. De uitwasdiepte moet minimaal 1,8 mm zijn.
7	Fijngebezemd beton	Vereist is een continue gradering met een nominale maximale steengrootte van 22 mm. Het bezemen dient te gebeuren met een fijne kam.
8	Oppervlaktbewerking	Hiertoe worden gerekend alle behandelingen en bewerkingen van wegdekoppervlakken (beton en asfalt), zoals afstrooiing, textuurverbetersaars en prints.
9	Gewone elementenverharding	Hieronder vallen zowel betonnen als gebakken klinkers.
10	Stille elementenverharding	Geluidsarme elementen met een fijne oppervlaktetextuur en een poreuze toplaag die in keperverband zijn aangelegd. De wegdekcorrectie is $\leq 0$ dB(A) voor lichte motorvoertuigen bij 50 km/h.
11	Dunne deklagen 1	Dunne deklaag met een wegdekcorrectie van circa 2-3 dB(A) voor lichte motorvoertuigen bij 50 km/h. <sup>1)</sup>
12	Dunne deklagen 2	Dunne deklaag met een wegdekcorrectie vanaf circa 4 dB(A) voor lichte motorvoertuigen bij 50 km/h. <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> In de huidige praktijk betekent dit dunne deklaagconstructies met een dikte van tenminste 20 mm, een ontwerp-holle ruimte tussen circa 5% en 12% en een nominale korrelgrootte van maximaal 8 mm.

<sup>2)</sup> In de huidige praktijk betekent dit dunne deklaagconstructies met een dikte van tenminste 20 mm, een ontwerp-holle ruimte vanaf circa 12% en een nominale korrelgrootte van maximaal 6 mm.

Bij wijze van voorbeeld zijn de (berekende) wegdekcorrecties van de verschillende wegdekategorieën gegeven in tabel 1 voor drie verschillende snelheidsgebieden en voor een vaste verdeling van personenauto's en zware vrachtwagens (resp. 90% en 10%). Wellicht ten overvloede wordt er op gewezen dat de methode  $C_{wegdek}$  bedoeld is voor gebruik in combinatie met het Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaaai 2002. De volgens deze methode bepaalde wegdekcorrecties zijn uitdrukkelijk *niet* bedoeld om als eis in een (onderhouds)bestek te worden opgenomen. De wegdekcorrectie is namelijk een verwachte *gemiddelde* reductie ten opzichte van het referentiewegdek waarmee volgens de Wet geluidhinder mag worden gerekend ter bepaling van de geluidbelasting. Deze gemiddelde waarde voor de geluidreductie kan daarom niet als minimumeis in een bestek worden opgenomen.

Tabel 1. Wegdekcorrecties bij verschillende snelheidsklassen van de wegdekategorieën, rekening houdend met het aandeel personenauto's (lv) van 90% en een aandeel vrachtauto's (zv) van 10% in een verkeersstroom

	categorie	50 km/h	80 / 70 km/h <sup>1)</sup>	110 / 85 km/h
1	Zoab	-	-3.0	-3.9
2	Tweelaags zoab	-	-5.5	-5.9
3	Tweelaags zoab (fijn)	-5.1	-6.1	-6.8
4	Sma 0/6	-0.9	-1.5	-
5	Uitgeborsteld beton	-	0.8	1.0
6	Geoptimaliseerd uitgeborsteld beton	-	-0.7	-
7	Fijngebezemd beton	-	1.6	2.2
8	Oppervlaktbewerking	-	1.4	1.4
9	Gewone elementenverharding	4.0	-	-

10	Stille elementenverharding	-0.6	-	-
11	Dunne deklagen 1	-2.4	-3.1	-
12	Dunne deklagen 2	-4.0	-4.7	-

<sup>1)</sup> 80 km/h voor lichte motorvoertuigen en 70 km/h voor (middel)zware motorvoertuigen.

Naast de wegdekategorieën 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  $C_{\text{wegdek}}$ -coëfficiënten laten vaststellen. Deze productgebonden  $C_{\text{wegdek}}$ -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](http://www.stillerverkeer.nl) [7]. Productgebonden  $C_{\text{wegdek}}$ -coëfficiënten worden op exact dezelfde wijze in akoestische berekeningen toegepast als de  $C_{\text{wegdek}}$ -coëfficiënten van de wegdekategorieën.

### Welke informatie komt op de website?

CROW biedt de mogelijkheid aan producenten om productgebonden  $C_{\text{wegdek}}$ -coëfficiënten op de website te publiceren. Hierbij hanteert CROW de volgende uitgangspunten:

1. De leverancier van de wegdekcorrectie coëfficiënten (akoestisch bureaus of producenten) blijft te allen tijde verantwoordelijk voor de geleverde gegevens. Dit wordt door middel van een disclaimer op de website duidelijk gemaakt.
2. Het meetrapport waarin de wegdekcorrectie coëfficiënten voor een product zijn vermeld dient digitaal (in PDF-formaat) beschikbaar te worden gesteld aan CROW ter plaatsing op de website. Het meetrapport is dus altijd beschikbaar voor degene die gebruik willen maken van de wegdekcorrectietermen. Elke gebruiker kan daarmee zelf controleren of de gepresenteerde gegevens voldoen aan de eisen. Het rapport kan ook als bijlage bij een akoestisch onderzoek gevoegd worden, als onderbouwing van de gebruikte gegevens.
3. Het meetrapport zal door CROW getoetst worden op een aantal controlepunten. Deze toets dient redelijk snel duidelijk te maken of de genoemde wegdekcorrectie coëfficiënten volgens de juiste methode zijn bepaald. Indien een aangeboden meetrapport niet voldoet aan de controlepunten, dan zal het meetrapport en de wegdekcorrectie coëfficiënten niet op de website worden opgenomen. De belangrijkste punten waarop CROW controleert zijn in het kader opgenomen.

Onderdelen waarop een  $C_{\text{wegdek}}$  rapport gecontroleerd wordt:

1. Zijn de meetgegevens zijn verkregen op tenminste vijf verschillende werken?
2. Zijn de SPB-metingen zijn uitgevoerd op 5 m hoogte?
3. Voldoet het toepassingsgebied aan de eisen voor het betrouwbaarheidsinterval (0,1 dB(A) voor lichte en 0,4 dB(A) voor (middel)zware motorvoertuigen)?
4. Zijn de coëfficiënten in 2 decimalen en de wegdekcorrecties in 1 decimaal weergegeven?.
5. In het rapport mag geen melding worden gemaakt van een correctiefactor volgens een interim-methode, want die bestaat niet meer in de aangepaste methode.
6. Is de temperatuurcorrectie is toegepast?
7. Voldoen de afzonderlijke SPB-metingen aan de eisen voor het 95% betrouwbaarheidsinterval? Deze eisen zijn afhankelijk van het aantal gemeten voertuigen (bijv. 0,3 dB(A) voor lichte motorvoertuigen bij 100 meetpunten).
8. Is de spreiding tussen de gebruikte metingen niet groter is dan 2 dB(A)?
9. Is de juiste werkwijze gehanteerd om de spectrale wegdekcorrecties te bepalen (controle van gebruikte referentiespectrum)?
10. Zijn in de bijlagen de afzonderlijke meetgegevens opgenomen, zodat eventueel controle mogelijk is (bijvoorbeeld de temperatuurgecorrigeerde niveaus, het berekende gewogen gemiddelde, de betrouwbaarheidsintervallen voor het gewogen gemiddelde)?

### Hoe gaat het verder?

De aanpassing van  $C_{\text{wegdek}}$  en de nieuwe CROW-publicatie zal zeker een stimulans zijn voor de ontwikkeling van geluidarme wegdekken. De publicatie wil hieraan bijdragen door de akoestische kwaliteiten van bestaande én nieuwe producten beter in beeld te brengen. Wanneer volgens de voorgeschreven procedure de juiste metingen en berekeningen worden uitgevoerd, kan namelijk aan elk type wegdek een betrouwbare wegdekcorrectie worden toegekend. Hiermee kunnen zowel opdrachtgevers als opdrachtnemers hun voordeel doen.

CROW-publicatie 200 'De methode  $C_{\text{wegdek}}$  2002 voor wegverkeersgeluid' is te bestellen via [www.crow.nl/shop](http://www.crow.nl/shop), per fax (0318) 62 11 12 of per post CROW, Postbus 37, 6710 BA Ede.

### Referenties

- [1] "Reken- en Meetvoorschrift Verkeerslawaaï", Regeling als bedoeld in artikel 102, eerste en tweede lid, van de Wet geluidhinder, Staatsuitgeverij 's-Gravenhage, 1981;
- [2] CROW, "Het wegdek gecorrigeerd op akoestische eigenschappen", CROW-publicatie nr. 133, Ede, januari 1999;
- [3] J. Hooghwerff, Wijzigingen Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaaï 2002, NAG-journaal, nr.163, november 2002
- [4] Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaaï 2002, Regeling als bedoeld in artikel 102, eerste en tweede lid, van de Wet geluidhinder. Den Haag, gepubliceerd op [7], 2002
- [5] De methode  $C_{\text{wegdek}}$  2002 voor wegverkeersgeluid, CROW-publicatie 200, Ede, april 2004;
- [6] J. Hooghwerff, W. van Keulen, De bepaling van de wegdekcorrectieterm - de methode  $C_{\text{wegdek}}$  herzien, Wegbouwkundige Werkdagen 2002
- [7] CROW-website <http://www.stillerverkeer.nl>