



**M+P - raadgevende ingenieurs**  
Müller-BBM groep  
*geluid trillingen lucht bouwfysica*

www.mp.nl

Wolfskamerweg 47, Vught  
Postbus 2094  
5260 CB Vught  
T 073-658 9050

Visserstraat 50, Aalsmeer  
Postbus 344  
1430 AH Aalsmeer  
T 0297-320 651

## Wegdekcorrectie ( $C_{wegdek}$ ) van Micropave

*Lichte motorvoertuigen*

Voor berekeningen volgens het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012

Opdrachtgever  
Dura Vermeer Infrastructuur BV  
Postbus 459  
2130 AL HOOFFDORP

Rapportnummer  
M+P.VERM.12.03.2.1

Revisie  
0

Datum  
24 juni 2013

Auteurs  
ing. R.C.L. van Loon

drs. ing. C.C. Tollenaar

Kies onderstaande link om direct te gaan naar:

[Tabel met parameters  \$C\_{wegdek}\$](#)

[Samenvatting](#)

[Hoofdstuk 1 Wegdekcorrectie en de Wet geluidhinder](#)

[Hoofdstuk 2 Meetgegevens](#)

[Hoofdstuk 3 SPB-metingen](#)

[Hoofdstuk 4 Berekenen Wegdekcorrectie](#)

[Resultaten van de SPB-metingen](#)

## SAMENVATTING

Bij berekeningen aan wegverkeerslawaai bestaat de mogelijkheid om een stiller wegdektype in te voeren. De emissie van het wegverkeersgeluid wordt in dat geval gecorrigeerd met de term  $C_{wegdek}$  ofwel wegdekcorrectie. Het wegdek kan hiermee opgevoerd worden als geluidmaatregel en eventuele geluidwerende voorzieningen als geluidschermen of gevelisolatie kunnen daarmee geheel of gedeeltelijk achterwege blijven. Van de standaard wegdektypen zijn de wegdekcorrecties onderverdeeld in twaalf wegdekategorieën en opgenomen tabel 2 en 3 van de CROW-publicatie 316.

Producenten van geluidarme wegdekproducten kunnen voor hun product ook zelf de wegdekcorrectie bepalen volgens de methode uit diezelfde CROW-publicatie. Hiermee is het wegdekproduct toepasbaar in geluidberekeningen. De actuele wegdekcorrecties van de individuele wegdekproducten zijn opgenomen op de website [www.stillerverkeer.nl](http://www.stillerverkeer.nl).

M+P heeft in opdracht van Dura Vermeer de wegdekcorrectie bepaald van het product 'Micropave'. Micropave is een dunne geluidreducerende deklaag en behoort toe aan de wegdekategorie 12 'dunne deklaag B'.

### De wegdekcorrectie van Micropave

De wegdekcorrectie van Micropave is vastgesteld voor lichte motorvoertuigen en geldig van 50 tot en met 70 km/h. De wegdekcorrectie is bepaald aan de hand van SPB-metingen die in de periode van 2003 tot en met 2012 zijn uitgevoerd aan zeven geografisch gescheiden werken met Micropave. In tabel I is de wegdekcorrectie van Micropave weergegeven.

#### Wegdekcorrectie ( $C_{wegdek}$ ) van Micropave voor lichte motorvoertuigen

	50 km/h	60 km/h	70 km/h
$C_{wegdek}$ [dB]	-4,4	-4,5	-4,6

Voor Micropave is de wegdekcorrectie ( $C_{wegdek}$ ) vastgesteld. Micropave is een dunne geluidreducerende deklaag (dgd) en een product van Dura Vermeer. De wegdekcorrectie biedt de mogelijkheid om de geluideigenschappen van het wegdek in rekening te brengen bij akoestische berekeningen aan wegverkeerslawaai. De wegdekcorrectie geeft aan in hoeverre een wegdek meer of minder geluid oplevert in vergelijking met het referentiewegdek van dicht asfaltbeton. De methode  $C_{wegdek}$  die aan deze rapportage ten grondslag ligt is vastgelegd in CROW-publicatie 316 en de resultaten van dit rapport kunnen gebruikt worden in combinatie met bijlage III van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 (Rmg2012).

tabel I

### Parameters wegdekcorrectie

Voor gebruik in de standaardrekenmethoden van het Reken- en meetvoorschrift geluid is de wegdekcorrectie beschreven met de parameters  $\sigma_m$ ,  $\sigma_{i,m}$  en  $\tau_m$ . Per octaafband  $i$  en voertuigcategorie  $m$  kan de  $C_{wegdek,i,m}$  van Micropave in berekeningen met Standaardrekenmethode 2 (SRM2) bepaald worden volgens:

$$C_{wegdek,i,m}(v_m) = \sigma_{i,m} + \tau_m \lg\left(\frac{v_m}{v_{0,m}}\right)$$

Bij de eenvoudigere rekenmethode SRM1 wordt geen onderscheid gemaakt tussen de effecten bij de verschillende frequenties en wordt de  $C_{wegdek,m}$  berekend met:

$$C_{wegdek,m}(v_m) = \sigma_m + \tau_m \lg\left(\frac{v_m}{v_{0,m}}\right)$$

De parameters die de  $C_{wegdek}$  voor Micropave bepalen, zijn weergegeven in tabel II. De  $C_{wegdek}$  is geldig voor de voertuigsnelheden ( $v_m$ ) die binnen het snelheidsinterval liggen. De referentiesnelheid ( $v_0$ ) voor lichte motorvoertuigen ( $m=1$ ) is gelijk aan 80 km/h.

tabel II

*Parameters  $C_{wegdek}$  van Micropave voor lichte motorvoertuigen ( $m=1$ ) voor berekeningen met Standaardrekenmethode 1 en 2 (SRM1 en SRM2)*

$\sigma_m$	$\sigma_{i,m}$								$\tau_m$	snelheidsinterval [km/h]
	i=1 63 Hz	i=2 125 Hz	i=3 250 Hz	i=4 500 Hz	i=5 1 kHz	i=6 2 kHz	i=7 4 kHz	i=8 8 kHz		
-4,7	1,3	-0,6	-0,3	0,7	-4,8	-7,1	-5,4	-3,7	-1,5	50 – 70 km/h

### De initiële wegdekcorrectie ( $C_{initieel}$ )

De wegdekcorrectie is in het Rmg2012 een gemiddeld geluideffect over de gehele levensduur. De  $C_{wegdek}$  is opgebouwd uit het geluideffect van het nieuwe wegdek ( $C_{initieel}$ ) plus een toeslag voor de akoestische veranderingen in de tijd ( $C_{tijd}$ ). De  $C_{initieel}$  is het verschil tussen de geluidemissie op het nieuwe wegdekproduct ten opzichte van die op het referentiewegdek. De waarden van het referentiewegdek zijn gebaseerd op een groot aantal SPB-metingen aan dicht asfaltbeton (AC surf) van diverse leeftijden. De referentiewaarden representeren dus een gemiddelde akoestische prestatie over de levensduur. In tabel III zijn de parameters  $C_{initieel}$  van Micropave weergegeven.

tabel III

Parameters  $C_{initieel}$  van Micropave voor lichte motorvoertuigen ( $m=1$ )

$\Delta L_m$	$\Delta L_{i,m}$								snelheidsinterval [km/h]
	i=1 63 Hz	i=2 125 Hz	i=3 250 Hz	i=4 500 Hz	i=5 1 kHz	i=6 2 kHz	i=7 4 kHz	i=8 8 kHz	
-6,2	1,5	-0,1	-0,7	0,2	-6,9	-10,2	-7,2	-4,7	50 – 70 km/h

### De verouderingscorrectie ( $C_{tijd}$ )

De geluidemissie van het wegverkeer neemt toe naarmate het wegdek ouder wordt. Deze toename in geluidniveau is niet voor alle wegdektypen hetzelfde als de toename die verwerkt is in de waarden van het referentiewegdek. De gemiddelde akoestische prestatie over de technische levensduur van het wegdek is dus mede afhankelijk van de akoestische veranderingen in de tijd. Door de geluidprestatie kort na aanleg ( $C_{initieel}$ ) te vermeerderen met een verouderingscorrectie ( $C_{tijd}$ ) wordt een representatief beeld gegeven van de geluideigenschappen over de levensduur.

Voor Micropave is geen productspecifieke  $C_{tijd}$  bepaald. De verouderingscorrectie die gebruikt is om de  $C_{wegdek}$  te berekenen is afgeleid uit tabel 12 van CROW-publicatie 316, wegdekcategorie 12: dunne deklagen B.

tabel IV

*Parameters  $C_{tijd}$  voor lichte motorvoertuigen ( $m=1$ ), gebruikt voor Micropave*

wegdekcategorie	$C_{tijd,i,m}$							
	i=1 63 Hz	i=2 125 Hz	i=3 250 Hz	i=4 500 Hz	i=5 1 kHz	i=6 2 kHz	i=7 4 kHz	i=8 8 kHz
12: dunne deklagen B	-0,2	-0,5	0,4	0,5	2,1	3,1	1,8	1,0

## Inhoud

SAMENVATTING	2
De wegdekcorrectie van Micropave	2
Parameters wegdekcorrectie	3
De initiële wegdekcorrectie ( $C_{initieel}$ )	4
De verouderingscorrectie ( $C_{tijd}$ )	5
1 WEGDEKCORRECTIE EN DE WET GELUIDHINDER	8
1.1 Achtergrond	8
1.2 Wegdekcorrectie	9
1.2.1 Initiële wegdekcorrectie $C_{initieel}$	9
1.2.2 De verouderingscorrectie $C_{tijd}$	9
2 MEETGEGEVENS	10
2.1 Randvoorwaarden	10
2.2 Micropave	11
3 SPB-METINGEN	12
3.1 Meetmethode	12
3.1.1 Voertuigen	13
3.1.2 Regressieanalyse	13
3.1.3 Betrouwbaarheid	13
3.1.4 Temperatuurcorrectie	14
3.2 Resultaten	14
4 BEREKENEN WEGDEKCORRECTIE	15
4.1 Vaststellen van de initiële wegdekcorrectie ( $C_{initieel}$ )	15
4.1.1 SPB-resultaten	15



4.1.2	Middeling van de meetresultaten	17
4.1.3	Regressieanalyse	18
4.1.4	Parameters van de initiële wegdekcorrectie $C_{initieel}$	19
4.2	Vaststellen van de verouderingscorrectie ( $C_{tijd}$ )	22
4.3	Vaststellen van de wegdekcorrectie ( $C_{wegdek}$ )	23
5	LITERATUUR	27

# 1

## WEGDEKCORRECTIE EN DE WET GELUIDHINDER

### 1.1

#### Achtergrond

In de Wet geluidhinder en de Wet Milieubeheer zijn de normen opgenomen waaraan het geluid van onder andere wegverkeer in allerlei situaties moet voldoen. Om inzicht te krijgen in de geluidbelasting op geluidgevoelige bebouwing kan gemeten of gerekend worden. Dit moet uitgevoerd worden conform de voorschriften die zijn opgenomen in het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 [1] (Rmg2012). Bij de berekeningen volgens het Rmg2012 kan rekening gehouden worden met het effect van een (geluidreducerend) wegdek. De invloed van een wegdek wordt in het rekenvoorschrift meegenomen met een term (de wegdekcorrectie of  $C_{wegdek}$ ) waarmee de geluidemissie van het verkeer op de betreffende weg opgehoogd dient te worden.

De geluidemissie van verkeer op een weg wordt gegeven door:

$$(1) \quad L_{emissie} = \sum_{m=1}^3 (L_{e,m} + C_{wegdek,m})$$

met:

$L_{e,m}$	: geluidemissie van motorvoertuigen van type m op het referentiewegdek (afhankelijk van snelheid en intensiteit);
$m$	: voertuigcategorie (m=1: lichte motorvoertuigen, m=2: middelzware motorvoertuigen en m = 3: zware motorvoertuigen);
$C_{wegdek,m}$	: invloed van een wegdek op de geluidproductie van voertuigcategorie m ten opzichte van het referentiewegdek.

De  $C_{wegdek}$  van een wegdektype wordt bepaald ten opzichte van een referentiewegdek waarvan de geluidproductie vastgelegd is in het Rmg2012. De waarden van het referentiewegdek zijn gebaseerd op metingen op wegdekken van dicht asfaltbeton (AC surf). De methode om de wegdekcorrectie van een wegdektype te bepalen en de gegevens van het referentiewegdek zijn beschreven in het Rmg2012.



## 1.2 Wegdekcorrectie

De  $C_{wegdek}$ -methode 2012 beschrijft de wegdekcorrectie ( $C_{wegdek}$ ) als een levensduurgemiddelde geluidreductie van een wegdek. De  $C_{wegdek}$  is de som van de initiële geluidreductie ( $C_{initieel}$ ) en het tijdgedrag ( $C_{tijd}$ ) van een wegdek.

### 1.2.1 Initiële wegdekcorrectie $C_{initieel}$

De initiële wegdekcorrectie  $C_{initieel}$  legt de initiële geluidreductie van een wegdek vast. Voor het vaststellen van de  $C_{initieel}$  van een wegdek moet op minimaal vijf geografisch gescheiden werken een Statistical Pass-By (SPB)-meting [2] worden uitgevoerd. De metingen worden uitgevoerd aan nieuw aangelegde wegdekken. Uit deze metingen volgt per meetlocatie een lineaire regressielijn van het A-gewogen maximale geluidniveau als functie van de logaritme van de snelheid. Voor het vaststellen van een wegdekcorrectie moeten de SPB-metingen voldoen aan een eis voor de betrouwbaarheid van de regressielijn bij de gemiddelde snelheid. Wanneer er minder dan vijf metingen voldoen aan deze eis kan geen  $C_{wegdek}$  worden opgesteld voor het desbetreffende wegdek.

### 1.2.2 De verouderingscorrectie $C_{tijd}$

De initiële wegdekcorrectie geeft geen goede schatting van de gemiddelde geluidreductie van een wegdek gedurende de levensduur. De slijtage en daarmee de afname van de geluidreductie van een geluidarm wegdek is in het algemeen hoger dan bij een AC surf (het referentiewegdek). Om hiervoor te corrigeren is de verouderingscorrectie  $C_{tijd}$  toegevoegd.

De verouderingscorrectie  $C_{tijd}$  wordt bepaald uit het verschil tussen het gemiddelde resultaat van SPB-metingen op locaties met een nieuw wegdek en het gemiddelde resultaat van SPB-metingen op locaties, waar hetzelfde wegdektype of product langer in gebruik is dan 75% van de verwachte levensduur.

Wanneer het product behoort tot één van de in publicatie 316 vastgelegde categorieën van wegdektypen hoeft geen verouderingscorrectie  $C_{tijd}$  voor het wegdek te worden bepaald, maar mag gebruik gemaakt worden van de  $C_{tijd}$  van de wegdekcategory waartoe het product behoort.

# 2

## MEETGEGEVENS

### 2.1

#### Randvoorwaarden

De SPB-waarden, die als basis dienen voor de wegdekcorrectie, moeten voldoende betrouwbaar en onder de juiste omstandigheden zijn bepaald. Daarnaast is het wenselijk dat het wegdekproduct in verschillende verkeerssituaties is beproefd zodat de uiteindelijke wegdekcorrectie een representatief gemiddelde is. Om die reden wordt een aantal randvoorwaarden gesteld aan de set met SPB-metingen:

- Beschrijving van het product  
De civieltechnische eigenschappen die relevant zijn voor het akoestisch presteren van het wegdek moeten beschreven zijn in de  $C_{wegdek}$ -rapportage. De geluideigenschappen van een wegdek worden bepaald door onder andere de steengrootte, de porositeit en de laagdikte van het wegdekproduct. Ook moet duidelijk blijken uit het rapport tot welke wegdekcategorie het product behoort.
- Geografisch gescheiden werken  
De metingen moeten zijn uitgevoerd op geografisch gescheiden werken met hetzelfde product. Dit heeft als doel dat de geluideigenschappen van een product meerdere keren zijn beproefd. Daarnaast is de voertuigpopulatie bij iedere meting verschillend wanneer de meetlocaties geografisch gescheiden zijn.
- Actuele meetgegevens  
Omdat er een geleidelijke verandering is in het voertuigenpark en de daarmee samenhangende verkeersemissie, is de houdbaarheid van een meetresultaat beperkt. De achterliggende meetgegevens mogen bij de publicatie van de wegdekcorrectie niet ouder zijn dan tien jaar.

De wegdekcorrectie voor Micropave is vastgelegd op basis van de resultaten van Statistical Pass-By (SPB)-metingen. Deze metingen zijn uitgevoerd op zeven locaties waarbij het product Micropave is toegepast. Op basis van de SPB-metingen kan een wegdekcorrectie worden berekend voor de voertuigcategorie 'lichte motorvoertuigen' ( $m=1$ ).

- **Betrouwbaarheidstoets**  
De SPB-resultaten zijn alleen bruikbaar voor het vaststellen van de wegdekcorrectie indien bij de gemiddelde snelheid de voorgeschreven betrouwbaarheid wordt gehaald (zie par. 4.1.1).
- **Meteorologische omstandigheden**  
De gemiddelde luchttemperatuur ligt tijdens de metingen tussen de 5 °C en 30 °C.

## 2.2 Micropave

Micropave is een dunne geluidreducerende deklaag. Het betreft een steenskeletmengsel met een maximale korrelmaat van 6 mm en een ontwerp holle ruimte van 16%. De deklaag wordt aangelegd in een dikte van 25 tot 30 mm.

De meetlocaties waar de SPB-metingen zijn uitgevoerd voor de bepaling van de wegdekcorrectie zijn in onderstaande tabel weergegeven.

*tabel V*

*Overzicht van de meetlocaties met Micropave*

locatie	meetdatum	gemiddelde luchttemperatuur [°C]
N820, Winterswijk	23-06-2005	28
Groningen, N46	18-08-2009	21
N228, Oudewater	18-06-2009	18
N291, Ven Zelderheide	19-03-2012	10
N844, Malden	20-09-2011	17
N842 Nijmegen - Groesbeek	06-06-2003	22
Amstelveen, Beneluxbaan [5]	02-10-2003	17



*Micropave op de N291 in Ven Zelderheide*

# 3

## SPB-METINGEN

### 3.1

#### Meetmethode

De Statistical Pass-By (SPB)-methode is een meetmethode waarbij het geluid van passerend verkeer wordt geregistreerd. Deze methode is gestandaardiseerd in de internationale norm ISO 11819-1.

Voor SPB-metingen volgens het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 wordt een microfoon op 7,5 meter uit het hart van de rijstrook geplaatst. Daarnaast is een meethoogte voorgeschreven van 3,0 meter. In het Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006 [4] was dit 5,0 meter. Wanneer er van het betreffende wegdek oudere meetresultaten op 5,0 meter beschikbaar zijn kunnen die in aanvulling met nieuwe metingen worden gebruikt voor het bepalen van de wegdekcorrectie. Nieuwe metingen moeten zowel op 3,0 als 5,0 meter hoogte worden uitgevoerd.

Naast de meethoogte is er nog een aantal afwijkingen ten opzichte van de norm ISO 11819-1:

- De in de norm gestelde eisen aan de akoestische eigenschappen van het bodemgebied hoeven niet strikt gevolgd te worden, maar wel wordt aanbevolen om bij de keuze van de meetlocaties zoveel mogelijk met deze eisen rekening te houden;
- Als richtlijn geldt dat op elke locatie metingen aan ten minste honderd lichte en vijftig zware motorvoertuigen uitgevoerd moeten zijn. Het kan voorkomen dat op een locatie deze aantallen niet gehaald worden. Het resultaat van de meting kan wel meegenomen worden in de verdere analyse. Uiteindelijk bepaalt de grootte van het 95%-betrouwbaarheidsinterval van bij de gemiddelde snelheid of het eindresultaat wordt meegenomen in de verdere analyse.



Meetopstelling volgens de SPB-methode

Bij iedere voertuigpassage worden het maximale A-gewogen geluidniveau  $L_{A,max}$  en de voertuigsnelheid  $v$  geregistreerd. Deze resultaten worden verwerkt in een regressieanalyse. Hierbij wordt de best passende lineaire functie bepaald voor de maximale geluidniveaus van de passages

en de logaritme van de bijbehorende snelheid. Bij de passages wordt ook de spectrale verdeling in 1/3-octafbanden gemeten.

### 3.1.1 Voertuigen

Bij de metingen wordt onderscheid gemaakt tussen lichte, middelzware en zware motorvoertuigen. Binnen deze categorieën worden bestelwagens met een gewicht lager dan 3,5 ton niet meegenomen. Door deze voertuigen neemt de spreiding binnen de gehanteerde categorieën onaanvaardbaar toe, zonder dat hier betere inzichten ten aanzien van de eigenschappen van wegdekken tegenover staan. Voertuigen met mankementen en voertuigen met een volgens de ISO-norm niet-representatief rijgedrag zoals optrekken of remmen, worden buiten beschouwing gelaten. Ook voertuigpassages waarbij sprake is van stoorgeluid worden niet meegenomen.

### 3.1.2 Regressieanalyse

Voor de regressieanalyse wordt een spreidingsdiagram gemaakt, waarbij de snelheid logaritmsch wordt weergegeven op de x-as en de geregistreerde geluidniveaus worden weergegeven op de y-as. Door de puntenwolk in het spreidingsdiagram kan de best passende lineaire functie (regressielijn) bepaald worden. Voor deze regressielijn geldt:

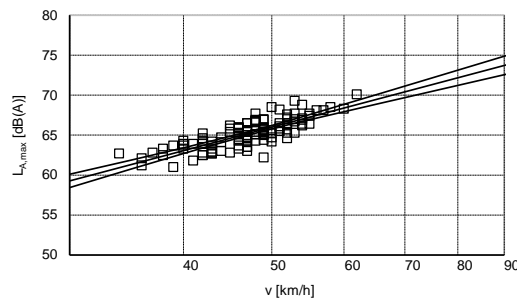
$$(2) \quad L_{A,max} = a + b \cdot \lg\left(\frac{v}{v_0}\right)$$

met:

- $L_{A,max}$  : het maximale geluidniveau in dB(A) tijdens een voertuigpassage;
- $a, b$  : de regressieconstanten in dB(A);
- $v$  : de snelheid in km/h;
- $v_0$  : de referentiesnelheid in km/h ( $v_0$  is 80 km/h voor lichte motorvoertuigen en 70 km/h voor (middel)zware motorvoertuigen).

### 3.1.3 Betrouwbaarheid

Uit het spreidingsdiagram wordt ook een 95%-betrouwbaarheidsinterval berekend. Binnen dit interval ligt met 95% zekerheid de werkelijke waarde voor de regressielijn. De betrouwbaarheidswaarde  $\Delta 95\%ci$  is gedefinieerd als de helft van het interval.



Een spreidingsdiagram met een regressielijn en het 95%-betrouwbaarheidsinterval

### 3.1.4 Temperatuurcorrectie

De metingen moeten worden uitgevoerd bij een luchttemperatuur tussen de 5 en 30 °C. In de praktijk zullen hierdoor de geluidmetingen uitgevoerd worden bij verschillende temperaturen. De meetresultaten worden per meting gecorrigeerd naar een temperatuur van 20° C met de volgende formule:

$$(3) \quad C_{temp} = 0,05 \cdot (T - 20) \text{ voor lichte motorvoertuigen}$$

met:

$C_{temp}$  : correctie in dB(A);

$T$  : luchttemperatuur tijdens de metingen in °C

## 3.2 Resultaten

Klik [hier](#) voor de resultaten van de afzonderlijke SPB-metingen.

# 4

## BEREKENEN WEGDEKCORRECTIE

### 4.1

#### Vaststellen van de initiële wegdekcorrectie ( $C_{initieel}$ )

Op basis van de zeven SPB-metingen aan Micropave is de initiële wegdekcorrectie ( $C_{initieel}$ ) vastgesteld. Deze analyse is voor Micropave aan lichte motorvoertuigen ( $m=1$ ) uitgevoerd.

#### 4.1.1

##### SPB-resultaten

In de  $C_{wegdek}$ -methode worden eisen gesteld aan de betrouwbaarheid van de SPB-metingen. Bij de gemiddelde snelheid mag de betrouwbaarheidswaarde ( $\Delta 95\%ci$ ), na afronding op één decimaal niet groter zijn dan:

$$(4) \quad 0,3 \cdot \sqrt{\left(\frac{99}{N_1-1}\right)} \quad \text{voor lichte motorvoertuigen}$$

met:

$N_1$  = het aantal gemeten lichte motorvoertuigen

In tabel VI is per meetlocatie ( $k$ ) de betrouwbaarheidswaarde ( $\Delta 95\%ci_k$ ) bij de gemiddelde snelheid en de eis volgens de  $C_{wegdek}$ -methode gegeven. Bij alle metingen is deze waarde kleiner dan of gelijk aan de eis die volgt uit vergelijking (4). Alle metingen zijn bruikbaar voor verdere analyse.

#### *De betrouwbaarheidswaarde bij de gemiddelde snelheid en de eis volgens vergelijking (4)*

locatie	aantal lichte motorvoertuigen	gemiddelde snelheid [km/h]	betrouwbaarheids-waarde ( $\Delta 95\%ci_k$ ) bij gemiddelde snelheid	eis volgens vergelijking (4)
N820, Winterswijk	100	57	0,3	0,3
Groningen, N46	108	70	0,3	0,3

De methode om de afzonderlijke SPB-resultaten om te rekenen naar een wegdekcorrectie is beschreven in publicatie 316 van CROW [2]. Deze berekening gebeurt in drie stappen:

- Vaststellen van de initiële wegdekcorrectie ( $C_{initieel}$ ) op basis van minimaal vijf SPB-metingen aan het nieuw aangelegde wegdekproduct;
- Vaststellen van de verouderingscorrectie ( $C_{tijd}$ ). Dit kan bepaald worden op basis van metingen aan oude wegvakken met het betreffende wegvakproduct. Het is niet altijd mogelijk om de  $C_{tijd}$  op basis van metingen vast te stellen. In dat geval kunnen de  $C_{tijd}$ -waarden van de betreffende standaard wegdekategorie uit publicatie 316 worden overgenomen;
- Vaststellen van de wegdekcorrectie ( $C_{wegdek}$ ) door de  $C_{initieel}$  en de  $C_{tijd}$  bij elkaar op te tellen.

tabel VI

locatie	aantal lichte motorvoertuigen	gemiddelde snelheid [km/h]	betrouwbaarheids-waarde ( $\Delta 95\%ci_k$ ) bij gemiddelde snelheid	eis volgens vergelijking (4)
N228, Oudewater	120	73	0,3	0,3
N291, Ven Zelderheide	137	60	0,2	0,3
N844, Malden	108	49	0,2	0,3
N842 Nijmegen - Groesbeek	109	50	0,2	0,3
Amstelveen, Beneluxbaan	108	68	0,3	0,3

In tabel VII zijn de SPB-niveaus voor lichte motorvoertuigen op de zeven meetlocaties afzonderlijk weergegeven. Voor discrete waarden van de snelheid is voor elke locatie het gemiddelde A-gewogen geluidniveau na temperatuurcorrectie gepresenteerd. De waarden zijn bepaald op een meethoogte van 5 meter. Tussen haakjes is de betrouwbaarheidswaarde ( $\Delta 95\%ci_k$ ) weergegeven.

tabel VII

*SPB-waarden voor Micropave en het referentiewegdek (Rmg2012) voor lichte motorvoertuigen*

locatie	SPB-waarde [dB(A)]					
	40 km/h	50 km/h	60 km/h	70 km/h	80 km/h	90 km/h
N820, Winterswijk	60,7 (0,9)	63,4 (0,4)	65,6 (0,3)	67,5 (0,6)	69,1 (0,9)	70,5 (1,2)
Groningen, N46	63,7 (1,8)	65,6 (1,1)	67,1 (0,5)	68,4 (0,3)	69,5 (0,5)	70,4 (0,9)
N228, Oudewater	60,2 (1,3)	63,1 (0,9)	65,5 (0,5)	67,5 (0,3)	69,2 (0,3)	70,7 (0,5)
N291, Ven Zelderheide	60,9 (0,6)	64,1 (0,3)	66,8 (0,2)	69,0 (0,3)	71,0 (0,5)	72,7 (0,6)
N844, Malden	60,6 (0,5)	63,2 (0,2)	65,4 (0,5)	67,2 (0,8)	68,8 (1,0)	70,2 (1,3)
N842 Nijmegen - Groesbeek	61,2 (0,5)	64,2 (0,2)	66,5 (0,4)	68,6 (0,7)	70,3 (0,9)	71,8 (1,1)
Amstelveen, Beneluxbaan	61,8 (0,9)	64,3 (0,6)	66,4 (0,3)	68,1 (0,2)	69,6 (0,4)	71,0 (0,5)
referentie (Rmg2012)	66,7	69,7	72,1	74,1	75,9	77,5



## 4.1.2

## Middeling van de meetresultaten

Uit de SPB-waarden uit tabel VII volgt een gewogen gemiddeld geluidniveau voor de snelheden van 30 tot 130 km/h (in stappen van 10 km/h). De weging van het gemiddelde gebeurt op basis van de 95%-betrouwbaarheidsintervallen horend bij de SPB-waarden. De grootte van het betrouwbaarheidsinterval bepaalt in welke mate het resultaat van een meetlocatie in de gemiddelde waarde meetelt. De berekening van het gewogen gemiddelde geluidniveau is als volgt uitgevoerd:

$$(5) \quad L_{gem,m}(v_m) = \frac{\sum_i \frac{L_{k,m}(v_m)}{\Delta 95\%ci_{k,m}(v_m)^2}}{\sum_i \frac{1}{\Delta 95\%ci_{k,m}(v_m)^2}}$$

met:

$L_{gem}$	: het gewogen gemiddelde geluidniveau in dB(A);
$L_k$	: het gemiddelde geluidniveau in dB(A) voor locatie $k$ ;
$\Delta 95\%ci_k$	: de betrouwbaarheidswaarde voor locatie $k$ ;
$v$	: de snelheid in km/h (in stappen van 10 km/h);
$m$	: de voertuigcategorie ( $m = 1$ : lichte motorvoertuigen, $m = 2$ : middelzware motorvoertuigen en $m = 3$ : zware motorvoertuigen).

De bijbehorende gemiddelde betrouwbaarheidswaarde  $\Delta 95\%ci_{gem}$  wordt berekend met:

$$(6) \quad \Delta 95\%ci_{gem,m}(v_m) = \frac{1}{\sqrt{\sum_i \frac{1}{\Delta 95\%ci_{k,m}(v_m)^2}}}$$

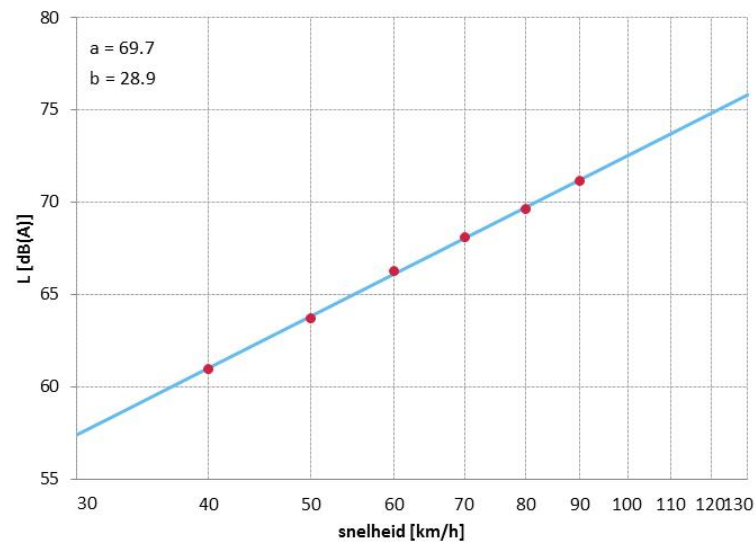
In tabel VIII zijn de gewogen gemiddelde geluidsniveaus ( $L_{gem}$ ) en de gemiddelde 95%-betrouwbaarheidswaarde ( $\Delta 95\%ci_{gem}$ ) weergegeven.

tabel VIII Gewogen gemiddelde geluidniveaus en tussen haakjes de gemiddelde 95%-betrouwbaarheids-waarde voor lichte motorvoertuigen op Micropave

	$L_{gem}$ [dB(A)]					
	40 km/h	50 km/h	60 km/h	70 km/h	80 km/h	90 km/h
Micropave	61,0 (0,3)	63,7 (0,1)	66,3 (0,1)	68,1 (0,1)	69,6 (0,2)	71,1 (0,3)

#### 4.1.3 Regressieanalyse

Op basis van lineaire regressie wordt een verband afgeleid tussen het gewogen gemiddelde geluidniveau en de logaritme van de snelheid volgens  $a_m + b_m \cdot \lg(v_m/v_{0,m})$ . De regressieanalyse wordt alleen toegepast op de gemiddelde SPB-waarden die een betrouwbaarheids-waarde hebben die niet groter is dan 0,3 dB(A).



figuur 1 Regressieanalyse van de gewogen gemiddelde geluidniveaus die voldoen aan de betrouwbaarheidseis en de logaritme van de snelheid

In tabel IX zijn de waarden van  $a_m$  en  $b_m$  van de bepaalde regressielijn weergegeven.

tabel IX

Waarden van  $a_m$  en  $b_m$  uit de regressieanalyse voor lichte motorvoertuigen ( $m=1$ )

	$a_m$	$b_m$
Micropave	69,7	28,9

De initiële wegdekcorrectie is alleen geldig voor de snelheden waar de 95%-betrouwbaarheidswaarde in tabel VIII kleiner dan of gelijk is aan 0,1 dB(A). Bij snelheden van 50, 60 en 70 km/h wordt aan deze eis voldaan. De wegdekcorrectie van Micropave is daarmee geldig voor de snelheden van 50 tot en met 70 km/h.

#### 4.1.4

Parameters van de initiële wegdekcorrectie  $C_{initieel}$

Met de regressiewaarden uit tabel IX kan de initiële wegdekcorrectie bepaald worden. Hiervoor worden de regressiewaarden van Micropave vergeleken met die van het referentiewegdek. De initiële wegdekcorrectie is beschreven met:

$$(7) \quad C_{initieel,m}(v_m) = \Delta L_m + \tau_m \lg\left(\frac{v_m}{v_{0,m}}\right)$$

met:

- $C_{initieel}$  : de initiële wegdekcorrectieterm in dB(A);
- $\Delta L$  : de geluidreductie bij de referentiesnelheid in dB(A);
- $\tau$  : de snelheidsafhankelijke term in dB(A);
- $v$  : de snelheid in km/h;
- $v_0$  : de referentiesnelheid in km/h ( $v_0$  is 80 km/h voor lichte motorvoertuigen en 70 km/h voor (middel)zware motorvoertuigen).

De geluidreductie bij de referentiesnelheid  $\Delta L_m$  en de snelheidsafhankelijke term  $\tau_m$  worden berekend met de volgende formules:

$$(8) \quad \Delta L_m = a_m - a_{ref,m}$$

$$(9) \quad \tau_m = b_m - b_{ref,m}$$

met:

$a_{ref,m} = 75,9$  en  $b_{ref,m} = 30,4$  voor lichte motorvoertuigen ( $m=1$ ) bij metingen op 5,0 meter hoogte

Het resultaat van de berekening volgens bovenstaande formules is gepresenteerd in tabel X.

tabel X

*Parameters van  $C_{initieel}$  voor lichte motorvoertuigen ( $m=1$ ) en de snelheid waarvoor de waarden geldig zijn*

	$\Delta L_m$	$\tau_m$	snelheidsinterval [km/h]
Micropave	-6,2	-1,5	50 – 70 km/h

Bij geluidberekeningen met Standaardrekenmethode 2 (SRM2) wordt onderscheid gemaakt tussen de effecten bij de verschillende frequenties. De geluidreductiewaarde  $\Delta L_m$  in tabel X beschrijft het effect op het totale geluidniveau. Het wegdekeffect op de geluidemissie is niet voor iedere frequentie hetzelfde en voor een goede bepaling van het wegdekeffect wordt de wegdekcorrectie daarom per octaafband vastgesteld. De geluidreductiewaarde  $\Delta L_m$  en de spectrale verdeling van de geluidniveaus, zoals die bepaald is tijdens de SPB-metingen, resulteren in de  $\Delta L_{i,m}$ , waarbij  $i$  staat voor het nummer van de octaafband.

De initiële wegdekcorrectie  $C_{initieel,i,m}$  wordt nu beschreven met:

$$(10) \quad C_{initieel,i,m}(v_m) = \Delta L_{i,m} + \tau_m \lg\left(\frac{v_m}{v_{0,m}}\right)$$

met:

$C_{initieel}$  : de initiële wegdekcorrectieterm in dB(A);

$\Delta L$  : de geluidreductie bij de referentiesnelheid in dB(A);

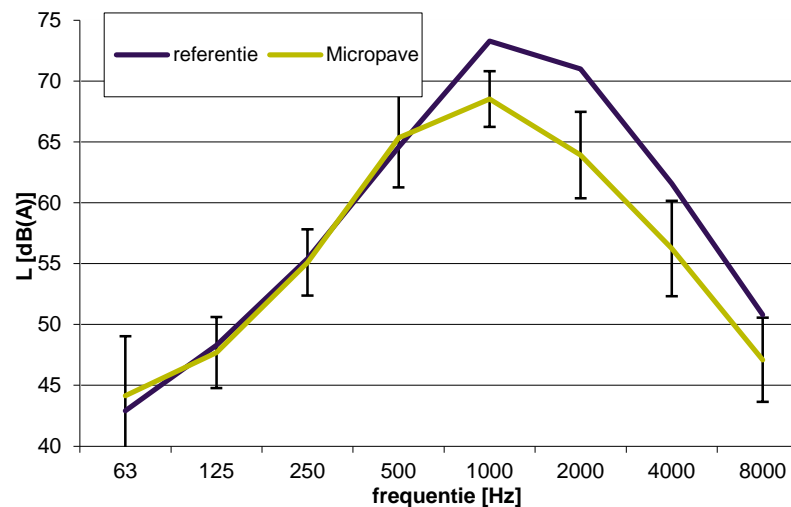
$\tau_m$  : de snelheidsafhankelijke term in dB(A) (zie tabel X);

$v$  : de snelheid in km/h;

$v_0$  : de referentiesnelheid in km/h ( $v_0$  is 80 km/h voor lichte motorvoertuigen en 70 km/h voor (middel)zware motorvoertuigen).

- $m$  : voertuigcategorie ( $m = 1$ : lichte motorvoertuigen,  $m = 2$ : middelzware motorvoertuigen en  $m = 3$ : zware motorvoertuigen);
- $i$  : de octaafband in Hz van 63 tot 8000 Hz.

Tijdens de SPB-metingen is van iedere gemeten voertuigpassage ook het frequentiespectrum geregistreerd op het moment dat het maximale geluidniveau optreedt. Voor iedere locatie is per voertuigcategorie een gemiddeld frequentiespectrum in octaafbanden (van 63 tot en met 8000 Hz) berekend. Vervolgens is per octaafband een gemiddeld geluidniveau bepaald door de resultaten van de afzonderlijke SPB-metingen rekenkundig te middelen (zonder weging op grond van betrouwbaarheid). In figuur 2 is het gemiddelde octaafbandspectrum van Micropave gepresenteerd. De spreidingsbalken geven de standaarddeviatie in de geluidniveaus per octaafband weer.



figuur 2 Gemiddelde octaafbandspectrum voor lichte motorvoertuigen van zeven locaties met Micropave

Het gemiddelde spectrum wordt vervolgens zo genormeerd dat de energetische sommatie over de octaafbanden gelijk is aan 0 dB(A). In tabel XI zijn het op nul genormeerde spectrum van Micropave en het referentiewegdek gegeven.

tabel XI *Het op nul genormeerd frequentiespectrum van Micropave en het referentiewegdek*

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Micropave	-25,4	-21,5	-15,0	-4,9	-3,3	-8,9	-15,3	-23,6
referentiewegdek	-33,0	-27,6	-20,5	-11,3	-2,6	-4,9	-14,3	-25,1

Door per octaafband het verschil tussen de waarden van Micropave en het referentiewegdek te vermeerderen met de waarde van  $\Delta L_m$  (tabel X) worden de coëfficiënten voor de initiële wegdekcorrectie per octaafband verkregen. In tabel XII zijn de coëfficiënten van de initiële wegdekcorrectie weergegeven.

tabel XII  *$C_{initieel}$  van Micropave voor lichte motorvoertuigen ( $m=1$ ) en de snelheid waarvoor de waarden geldig zijn*

$\Delta L_m$	$\Delta L_{i,m}$								snelheidsinterval [km/h]
	i=1 63 Hz	i=2 125 Hz	i=3 250 Hz	i=4 500 Hz	i=5 1 kHz	i=6 2 kHz	i=7 4 kHz	i=8 8 kHz	
-6,2	1,5	-0,1	-0,7	0,2	-6,9	-10,2	-7,2	-4,7	50 – 70 km/h

## 4.2 Vaststellen van de verouderingscorrectie ( $C_{tijd}$ )

De geluidemissie van het wegverkeer neemt toe naarmate het wegdek ouder wordt. Deze toename in geluidniveau is niet voor alle wegdektypen hetzelfde als de toename die verwerkt is in de waarden van het referentiewegdek. De gemiddelde akoestische prestatie over de technische levensduur van het wegdek is dus mede afhankelijk van de akoestische veranderingen in de tijd. Door de geluidprestatie kort na aanleg ( $C_{initieel}$ ) te vermeerderen met een verouderingscorrectie ( $C_{tijd}$ ) wordt een representatief beeld gegeven van de geluideigenschappen over de levensduur. De verouderingscorrectie ( $C_{tijd}$ ) kan worden vastgesteld met behulp van SPB-metingen aan oudere wegvakken met het betreffende wegdekproduct. Wanneer er geen metingen voorhanden zijn

waarmee de  $C_{tijd}$  kan worden vastgesteld, worden de  $C_{tijd}$ -waarden van de desbetreffende standaardcategorie overgenomen uit CROW publicatie 316.

Voor Micropave is geen productspecifieke  $C_{tijd}$  bepaald. Om de  $C_{wegdek}$  te bepalen zal dus de verouderingscorrectie van de standaard wegdekcategorie uit publicatie 316 gebruikt worden. Voor Micropave is dat wegdekcategorie 12: 'dunne deklagen B'. In tabel XIII is de verouderingscorrectie voor lichte motorvoertuigen van de wegdekcategorie 12: 'dunne deklagen B' weergegeven.

tabel XIII Verouderingscorrectie  $C_{tijd,m}$  voor lichte motorvoertuigen ( $m=1$ ) van wegdekcategorie 12: dunne deklagen B

wegdekcategorie	$C_{tijd,i,m}$							
	i=1 63 Hz	i=2 125 Hz	i=3 250 Hz	i=4 500 Hz	i=5 1 kHz	i=6 2 kHz	i=7 4 kHz	i=8 8 kHz
12: dunne deklagen B	-0,2	-0,5	0,4	0,5	2,1	3,1	1,8	1,0

### 4.3 Vaststellen van de wegdekcorrectie ( $C_{wegdek}$ )

De totale wegdekcorrectie voor de toepassing in Standaardrekenmethode 1 en Standaardrekenmethode 2 is te bepalen uit de initiële wegdekcorrectie  $C_{initieel}$  en de verouderingscorrectie  $C_{tijd}$ . De snelheidsonafhankelijke term van de  $C_{wegdek}$  wordt bepaald uit de som van de initiële wegdekcorrectie en de verouderingscorrectie. Deze snelheidsonafhankelijke term  $\sigma_{i,m}$  wordt berekend met de volgende formule:

$$(11) \quad \sigma_{i,m} = \Delta L_{i,m} + C_{tijd,i,m}$$

met:

- $\sigma$  : de snelheidsonafhankelijke term van de  $C_{wegdek}$  in dB(A);
- $\Delta L$  : de initiële wegdekcorrectie in dB(A);
- $C_{tijd}$  : de verouderingscorrectie in dB(A);
- $i$  : de octaafband in Hz.
- $m$  : voertuigcategorie ( $m = 1$ : lichte motorvoertuigen,  $m = 2$ : middelzware motorvoertuigen en  $m = 3$ : zware motorvoertuigen);

Deze sommatie levert de volgende waarden op voor de snelheidsonafhankelijke term  $\sigma_{i,m}$ .

tabel XIV *De snelheidsonafhankelijke term van de  $C_{wegdek}$  voor lichte motorvoertuigen*

$\sigma_{i,m}$							
i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8
63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
1,3	-0,6	-0,3	0,7	-4,8	-7,1	-5,4	-3,7

De wegdekcorrectie voor berekeningen in Standaardrekenmethode 2 worden berekend via:

$$(12) \quad C_{wegdek,i,m} = \sigma_{i,m} + \tau_m \cdot \log\left(\frac{v_m}{v_{0,m}}\right)$$

met:

- $C_{wegdek,i,m}$  : de wegdekcorrectie in dB(A);
- $\sigma_{i,m}$  : de snelheidsonafhankelijke term van de  $C_{wegdek}$  in dB(A);
- $\tau_m$  : de snelheidsafhankelijke term in dB(A);
- $v_m$  : de snelheid in km/h;
- $v_{0,m}$  : de referentiesnelheid in km/h ( $v_0$  is 80 km/h voor lichte motorvoertuigen en 70 km/h voor (middel)zware motorvoertuigen);
- $i$  : de octaafband in Hz.
- $m$  : voertuigcategorie (m = 1: lichte motorvoertuigen, m = 2: middelzware motorvoertuigen en m = 3: zware motorvoertuigen).

Voor berekeningen met Standaardrekenmethode 1 is de snelheidsonafhankelijke term van de  $C_{wegdek}$  gelijk aan  $\sigma_m$ . Om deze vast te stellen wordt de wegdekcorrectie per octaafband toegepast op een standaardspectrum voor wegverkeersgeluid (tabel 6 van de CROW-publicatie 316). De energetische som van de octaafbanden levert het totale geluidniveau van dat wegdek. Het verschil tussen dat geluidniveau en dat van het standaardspectrum voor wegverkeersgeluid is de term  $\sigma_m$ .

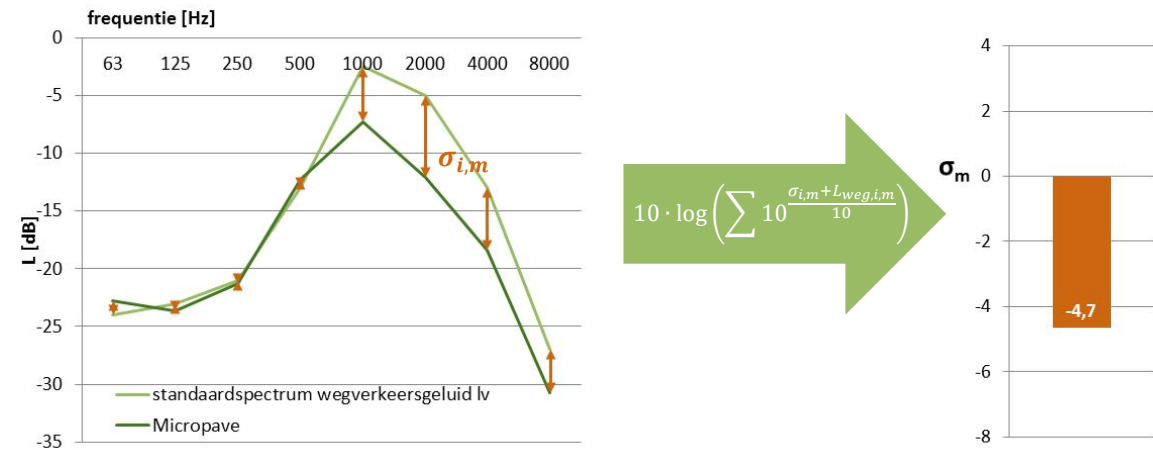


$$(13) \quad \sigma_m = 10 \cdot \log \left( \sum 10^{\frac{\sigma_{i,m} + L_{weg,i,m}}{10}} \right)$$

met:

$L_{weg,i,m}$  = de waarden van het genormeerde standaardspectrum voor wegverkeersgeluid in dB(A) uit publicatie 316;

In figuur 3 is de berekening van  $\sigma_m$  grafisch weergegeven.



figuur 3

*Berekening van de  $\sigma_m$  aan de hand van het genormeerde standaardspectrum voor wegverkeersgeluid*

Voor Micropave bedraagt  $\sigma_m$  -4,7 dB.

De uiteindelijke wegdekcorrectie voor de toepassing in de standaardrekenmethode 1 is:

$$(14) \quad C_{wegdek,m} = \sigma_m + \tau_m \cdot \log \left( \frac{v_m}{v_{0,m}} \right)$$

De parameters van de wegdekcorrectie van Micropave zijn weergegeven in tabel XV.

tabel XV

*De parameters  $C_{wegdek}$  van Micropave voor lichte motorvoertuigen ( $m=1$ ) voor berekeningen met Standaardrekenmethode 1 en 2*

$\sigma_m$	$\sigma_{i,m}$								$\tau_m$	snelheidsinterval [km/h]
	i=1 63 Hz	i=2 125 Hz	i=3 250 Hz	i=4 500 Hz	i=5 1 kHz	i=6 2 kHz	i=7 4 kHz	i=8 8 kHz		
-4,7	1,3	-0,6	-0,3	0,7	-4,8	-7,1	-5,4	-3,7	-1,5	50 – 70 km/h

Met behulp van de coëfficiënten uit tabel XV kan de  $C_{wegdek}$  als functie van de snelheid berekend worden. De resultaten hiervan staan in tabel XVI.

tabel XVI

*$C_{wegdek}$  van Micropave bij de snelheid waarvoor deze geldig is voor lichte motorvoertuigen*

	50 km/h	60 km/h	70 km/h
$C_{wegdek}$ [dB]	-4,4	-4,5	-4,6

# 5 LITERATUUR

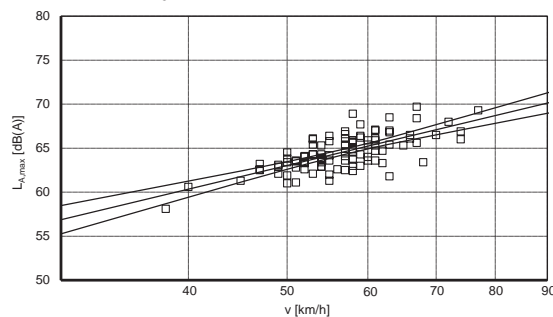
- [1] Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 (bijlage III), Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Den Haag, Staatscourant nr. 11810, 27 juni 2012;
- [2] ISO 11819-1, "Acoustics - Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise - Part 1: The Statistical Pass-By method", 24-05-1996;
- [3] Publicatie 316 'De wegdekcorrectie voor geluid van wegverkeer 2012', CROW, Ede, september 2012;
- [4] Bijlage III van het Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag, Staatscourant nr. 249, 21 december 2006;
- [5] Bepaling van de wegdekcorrectieterm Cwegdek voor Micropave, VKa.04ve10.04r62, 25 juni 2004.

## Statistical Pass-By

<b>Locatie</b>	N820, Winterswijk Vredenseweg	<b>Voertuigcategorie</b>	Lichte motorvoertuigen
<b>Km.</b>	km 2.303	<b>Datum</b>	23-06-2005
<b>Richting</b>	Winterswijk	<b>Temperatuur lucht [°C]</b>	28
<b>Wegdek</b>	Micropave	<b>Temperatuur wegdek [°C]</b>	28
<b>Rapportnummer</b>	M+P.PWG.05.1E.1	<b>Meethoogte</b>	5,0 m

### REGRESSIE-ANALYSE

Trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval



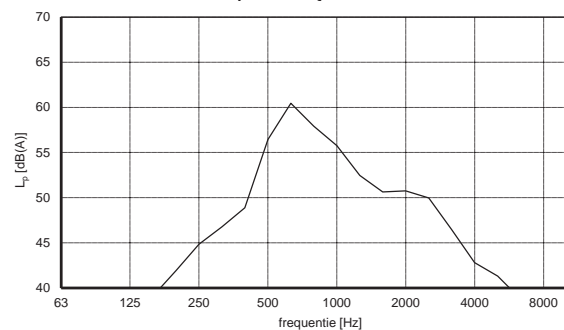
v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95%CI [dB(A)]
30	56.9	1.6
40	60.3	0.9
50	63.0	0.4
60	65.2	0.3
70	67.1	0.6
80	68.7	0.9
90	70.1	1.2
100	71.4	1.4
110	72.5	1.6

Trendlijn:  $L_{A,max} = a + b \cdot \log(v/v_0)$

Constante a	63.0	Aantal metingen	100
Richtingscoëfficiënt b	27.8	Gemiddelde snelheid [km/h]	57.0
Correlatiecoëfficiënt R	0.7	Standaarddeviatie snelheid [km/h]	6.7
Residu [dB(A)]	1.4	Gemiddelde $L_{A,max}$ [dB(A)]	64.5
Referentiesnelheid $v_0$ [km/h]	50	Standaarddeviatie $L_{A,max}$ [dB(A)]	2.0

### FREQUENTIE-ANALYSE

tertsbandspectrum bij 60 km/h



octaafbandspectrum bij 60 km/h

f [Hz]	$L_p$ [dB(A)]
63	37.8
125	42.1
250	49.7
500	62.1
1k	60.7
2k	55.2
4k	48.9
8k	40.7
tot	65.2

Lichte motorvoertuigen op Micropave



M+P Raadgevende ingenieurs b.v.  
Vught 073-6589050

M+P.PGRON.09.01.1

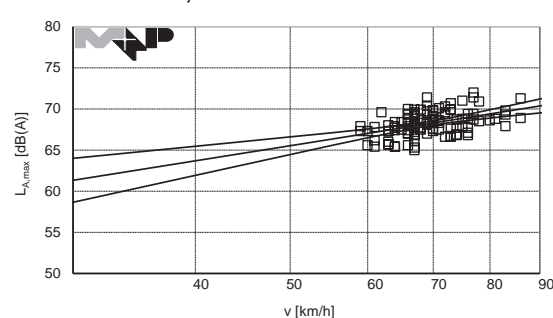


## Statistical Pass-By

<b>Locatie</b>	Groningen, N46 Oostelijke Ringweg	<b>Datum</b>	18-08-2009
<b>Km.</b>	km. 5.460	<b>Temperatuur lucht [°C]</b>	21
<b>Richting</b>	noord	<b>Temperatuur wegdek [°C]</b>	32
<b>Wegdek</b>	Micropave	<b>Voertuigcategorie</b>	Lichte motorvoertuigen
		<b>Meethoogte</b>	5 meter

### Regressie-analyse

Trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval



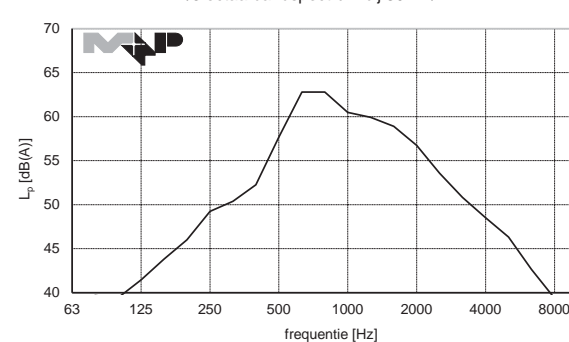
v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95%CI [dB(A)]
30	61.3	2.7
40	63.7	1.8
50	65.5	1.1
60	67.0	0.5
70	68.3	0.3
80	69.4	0.5
90	70.4	0.9
100	71.2	1.2
110	72.0	1.5

Trendlijn:  $L_{A,max} = a + b \cdot \log(v/v_0)$

Constante a	69.4	Aantal metingen	108
Richtingscoëfficiënt b	18.9	Gemiddelde snelheid [km/h]	69.6
Correlatiecoëfficiënt R	0.4	Standaarddeviatie snelheid [km/h]	5.8
Residu [dB(A)]	1.3	Gemiddelde $L_{A,max}$ [dB(A)]	68.2
Referentiesnelheid $v_0$ [km/h]	80	Standaarddeviatie $L_{A,max}$ [dB(A)]	1.5

### Frequentie-analyse

1/3 octaafbandspectrum bij 80 km/h



Octaafbandspectrum bij 80 km/h

f [Hz]	$L_p$ [dB(A)]
63	42.3
125	46.7
250	53.7
500	64.3
1000	66.0
2000	61.7
4000	53.7
8000	44.9
tot	69.4

Groningen, N46, Oostelijke Ringweg

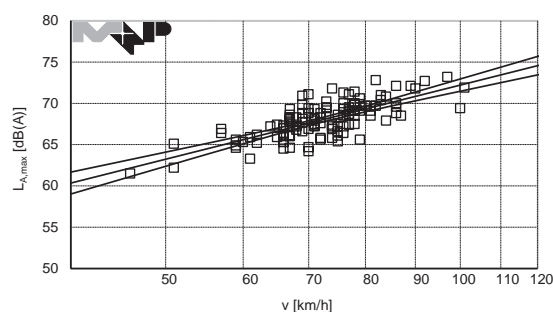
M+P - raadgevende ingenieurs  
Vught 073-6589050

## Statistical Pass-By

<b>Locatie</b>	N228, Oudewater	<b>Datum</b>	18 juni 2009
<b>Km.</b>	10,600	<b>Temperatuur lucht [°C]</b>	18
<b>Richting</b>	west	<b>Temperatuur wegdek [°C]</b>	36
<b>Wegdek</b>	Micropave	<b>Voertuigcategorie</b>	Lichte motorvoertuigen
		<b>Meethoogte</b>	5 m

### Regressie-analyse

Trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval



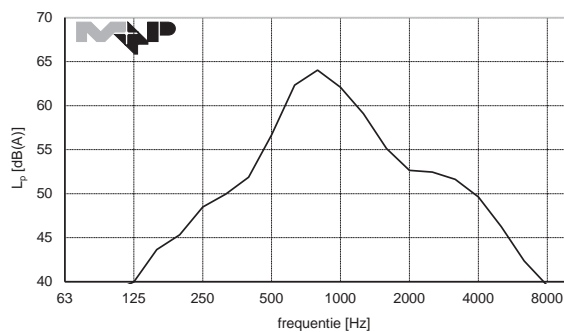
v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95%CI [dB(A)]
40	60.3	1.3
50	63.2	0.9
60	65.6	0.5
70	67.6	0.3
80	69.3	0.3
90	70.8	0.5
100	72.2	0.7
110	73.4	0.9
120	74.6	1.1

Trendlijn:  $L_{A,max} = a + b \cdot \log(v/v_0)$

Constante a	69.3	Aantal metingen	120
Richtingscoëfficiënt b	29.8	Gemiddelde snelheid [km/h]	72.8
Correlatiecoëfficiënt R	0.7	Standaarddeviatie snelheid [km/h]	9.1
Residu [dB(A)]	1.5	Gemiddelde $L_{A,max}$ [dB(A)]	68.0
Referentiesnelheid $v_0$ [km/h]	80	Standaarddeviatie $L_{A,max}$ [dB(A)]	2.2

### Frequentie-analyse

1/3 octaafbandspectrum bij 80 km/h



Octaafbandspectrum bij 80 km/h

f [Hz]	$L_p$ [dB(A)]
63	40.5
125	46.1
250	53.1
500	63.7
1000	67.0
2000	58.4
4000	54.5
8000	44.7
tot	69.3

N228, Oudewater,

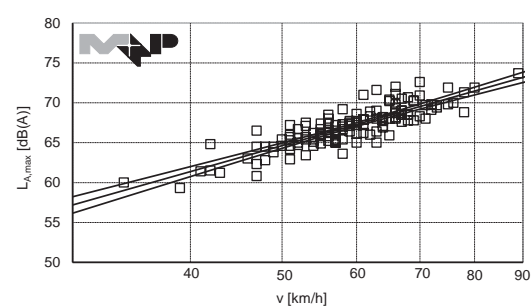
M+P - raadgevende ingenieurs  
Vught 073-6589050

## Statistical Pass-By

<b>Locatie</b>	N291, Ven-Zelderheide	<b>Datum</b>	19-03-2012
<b>Km.</b>	Kleefseweg	<b>Temperatuur lucht [°C]</b>	10
<b>Richting</b>	-	<b>Temperatuur wegdek [°C]</b>	12
<b>Wegdek</b>	west	<b>Voertuigcategorie</b>	Lichte motorvoertuigen
	Micropave	<b>Meethoogte</b>	5 m

### Regressie-analyse

Trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval



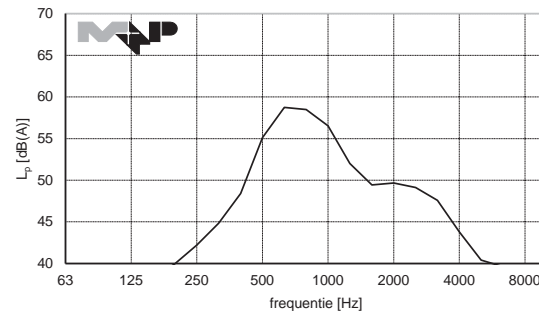
v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95%CI [dB(A)]
30	57.2	1.0
40	61.4	0.6
50	64.6	0.3
60	67.3	0.2
70	69.5	0.3
80	71.5	0.5
90	73.2	0.6
100	74.7	0.8
110	76.1	0.9

Trendlijn:  $L_{A,max} = a + b \cdot \log(v/v_0)$

Constante a	71.5	Aantal metingen	137
Richtingscoëfficiënt b	33.5	Gemiddelde snelheid [km/h]	59.6
Correlatiecoëfficiënt R	0.9	Standaarddeviatie snelheid [km/h]	8.8
Residu [dB(A)]	1.3	Gemiddelde $L_{A,max}$ [dB(A)]	67.0
Referentiesnelheid $v_0$ [km/h]	80	Standaarddeviatie $L_{A,max}$ [dB(A)]	2.6

### Frequentie-analyse

1/3 octaafbandspectrum bij 50 km/h



Octaafbandspectrum bij 50 km/h

f [Hz]	$L_p$ [dB(A)]
63	37.7
125	41.2
250	47.6
500	60.6
1000	61.2
2000	54.2
4000	49.6
8000	41.6
tot	64.6

N291, Ven-Zelderheide, Kleefseweg

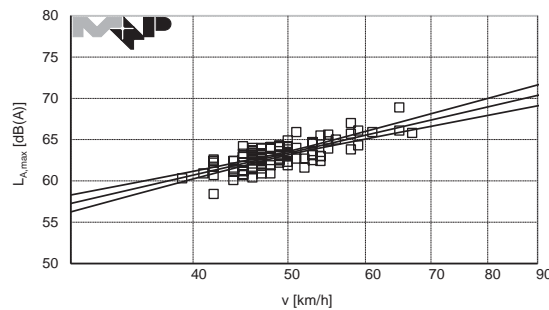
M+P - raadgevende ingenieurs  
Vught 073-6589050

## Statistical Pass-By

<b>Locatie</b>	N844, Malden	<b>Datum</b>	20-09-2011
<b>Km.</b>	t.h.v. huisnr. 189	<b>Temperatuur lucht [°C]</b>	17
<b>Richting</b>	Mook	<b>Temperatuur wegdek [°C]</b>	22
<b>Wegdek</b>	Micropave	<b>Voertuigcategorie</b>	Lichte motorvoertuigen
		<b>Meethoogte</b>	5 m

### Regressie-analyse

Trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval



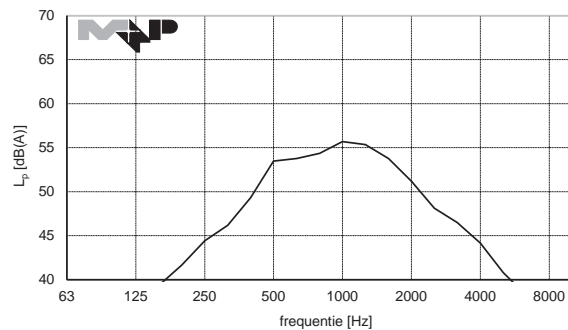
v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95%CI [dB(A)]
30	57.3	1.0
40	60.7	0.5
50	63.4	0.2
60	65.5	0.5
70	67.4	0.8
80	69.0	1.0
90	70.4	1.3
100	71.6	1.5
110	72.8	1.7

Trendlijn:  $L_{A,max} = a + b * \log(v/v_0)$ 

Constante a	69.0	Aantal metingen	108
Richtingscoëfficiënt b	27.4	Gemiddelde snelheid [km/h]	48.9
Correlatiecoëfficiënt R	0.7	Standaarddeviatie snelheid [km/h]	5.1
Residu [dB(A)]	1.1	Gemiddelde $L_{A,max}$ [dB(A)]	63.0
Referentiesnelheid $v_0$ [km/h]	80	Standaarddeviatie $L_{A,max}$ [dB(A)]	1.6

### Frequentie-analyse

1/3 octaafbandspectrum bij 50 km/h



Octaafbandspectrum bij 50 km/h

f [Hz]	$L_p$ [dB(A)]
63	37.3
125	42.0
250	49.2
500	57.4
1000	59.9
2000	56.4
4000	49.2
8000	40.3
tot	63.4

N844, Malden

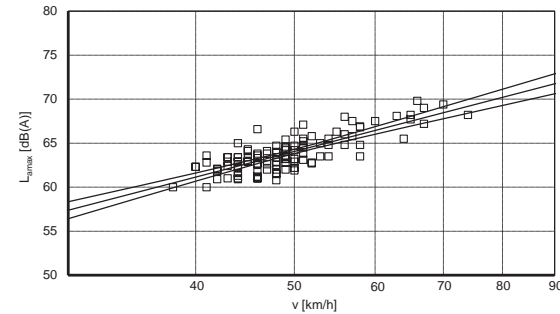
M+P - raadgevende ingenieurs  
Vught 073-6589050

## Statistical Pass-By

<b>Locatie</b>	N842 Nijmegen - Groesbeek	<b>Voertuigcategorie</b>	Lichte motorvoertuigen
	Nijmeegsebaan	<b>Datum</b>	06-06-2003
<b>Km.</b>	t.o. huisnr. 108	<b>Temperatuur lucht [°C]</b>	22
<b>Richting</b>	Groesbeek	<b>Temperatuur wegdek [°C]</b>	31
<b>Wegdek</b>	Micropave 0/6	<b>Meethoogte</b>	5 m
<b>Rapportnummer</b>	M+P.PWG.03.3A.1		

### REGRESSIE-ANALYSE

Trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval



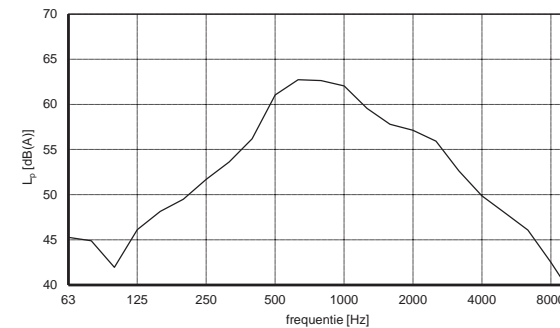
v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95%CI [dB(A)]
30	57.4	1.0
40	61.1	0.5
50	64.1	0.2
60	66.4	0.4
70	68.5	0.7
80	70.2	0.9
90	71.7	1.1
100	73.1	1.3
110	74.4	1.5

Trendlijn:  $L_{A,max} = a + b * \log(v/v_0)$ 

Constante a	64.1	Aantal metingen	109
Richtingscoëfficiënt b	30.1	Gemiddelde snelheid [km/h]	49.6
Correlatiecoëfficiënt R	0.8	Standaarddeviatie snelheid [km/h]	6.9
Residu [dB(A)]	1.3	Gemiddelde $L_{A,max}$ [dB(A)]	63.8
Referentiesnelheid $v_0$ [km/h]	50	Standaarddeviatie $L_{A,max}$ [dB(A)]	2.1

### FREQUENTIE-ANALYSE

tertsbandspectrum bij 80 km/h



octaafbandspectrum bij 80 km/h

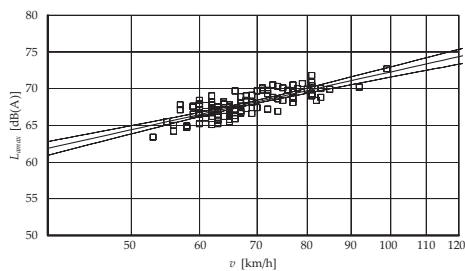
f [Hz]	$L_p$ [dB(A)]
63	48.5
125	50.9
250	56.7
500	65.5
1k	66.4
2k	61.8
4k	55.4
8k	48.2
tot	70.2

Lichte motorvoertuigen op Micropave 0/6

M+P Raadgevende ingenieurs b.v.  
Vught 073-6589050

Locatie	Amstelveen	Voertuigcategorie	Lichte motorvoertuigen
	Beneluxbaan	Datum	2-10-2003
Km.	tussen lantarenpaal 243 en 251	Temperatuur lucht [°]	17
Richting	zuid	Temperatuur wegdek [°]	
Wegdek	Micropave	Meethoogte	5 m
Projectnummer	04ve10		

Trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval

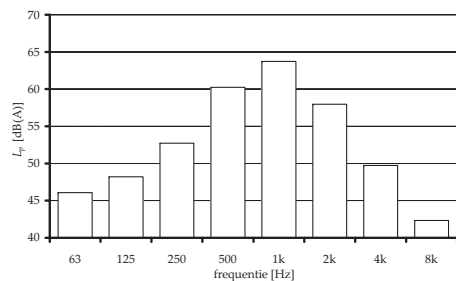


v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95%CI [dB(A)]
40	61.9	0.9
50	64.4	0.6
60	66.5	0.3
70	68.2	0.2
80	69.7	0.4
90	71.1	0.5
100	72.3	0.7
110	73.4	0.9
120	74.4	1.0

Trendlijn:  $L_{A,max} = a + b * \log(v/v_0)$

Constante a	69.7	Aantal metingen	108
Richtingscoëfficiënt b	26.2	Gemiddelde snelheid [km/h]	67.7
Correlatiecoëfficiënt R	0.8	Standaarddeviatie snelheid [km/h]	8.3
Residu [dB(A)]	1.1	Gemiddelde $L_{A,max}$ [dB(A)]	67.8
Referentiesnelheid $v_0$ [km/h]	80	Standaarddeviatie $L_{A,max}$ [dB(A)]	1.7

octaafbandspectrum bij 60 km/h



f [Hz]	$L_p$ [dB(A)]
63	46.1
125	48.2
250	52.7
500	60.2
1k	63.7
2k	58.0
4k	49.7
8k	42.3
tot	66.5

### Lichte motorvoertuigen op Micropave