



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 ZSA-SD

Zware motorvoertuigen

Voor berekeningen volgens het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012

Opdrachtgever
KWS Infra
Postbus 217
4130 EE Vianen

Rapportnummer
M+P.KWS.12.01.3.2

Revisie
0

Datum
15 januari 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.

M+P heeft in opdracht van KWS Infra BV de wegdekcorrectie bepaald van het product 'ZSA-SD'. ZSA-SD is een dunne geluidreducerende deklaag en behoort toe aan de wegdekategorie 12 'dunne deklaag B'.

De wegdekcorrectie van ZSA-SD

De wegdekcorrectie van ZSA-SD is vastgesteld voor zware motorvoertuigen en geldt bij 70 en 80 km/h. De wegdekcorrectie is bepaald aan de hand van SPB-metingen die in de periode van 2010 tot en met 2011 zijn uitgevoerd aan negen geografisch gescheiden werken met ZSA-SD. In tabel I is de wegdekcorrectie van ZSA-SD weergegeven.

Wegdekcorrectie (C_{wegdek}) van ZSA-SD voor zware motorvoertuigen

	70 km/h	80 km/h
C_{wegdek} [dB]	-3,2	-2,9

Voor ZSA-SD is de wegdekcorrectie (C_{wegdek}) vastgesteld. ZSA-SD is een dunne geluidreducerende deklaag (dgd) en een product van KWS Infra. 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 σ_m , $\sigma_{i,m}$ en τ_m . Per octaafband i en voertuigcategorie m kan de $C_{wegdek,i,m}$ van ZSA-SD 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 ZSA-SD 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 zware motorvoertuigen ($m=3$) is gelijk aan 70 km/h.

tabel II

Parameters C_{wegdek} van ZSA-SD voor zware motorvoertuigen ($m=3$) voor berekeningen met Standaardrekenmethode 1 en 2 (SRM1 en SRM2)

σ_m	$\sigma_{i,m}$								τ_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		
-3,2	0,3	-0,1	0,4	-1,6	-4,3	-4,1	-2,1	-2,1	4,2	70 – 80 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 ZSA-SD weergegeven.

tabel III

Parameters $C_{initieel}$ van ZSA-SD voor zware motorvoertuigen ($m=3$)

ΔL_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	
-4,4	1,6	0,8	0,9	-2,2	-6,3	-6,4	-3,1	-2,5	70 – 80 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 ZSA-SD 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 zware motorvoertuigen ($m=3$), gebruikt voor ZSA-SD

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	-1,3	-0,9	-0,5	0,6	2,0	2,3	1,0	0,4

Inhoud

SAMENVATTING	2
De wegdekcorrectie van ZSA-SD	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 ZSA-SD	11
3 SPB-METINGEN	13
3.1 Meetmethode	13
3.1.1 Voertuigen	14
3.1.2 Regressieanalyse	14
3.1.3 Betrouwbaarheid	14
3.1.4 Temperatuurcorrectie	15
3.2 Resultaten	15
4 BEREKENEN WEGDEKCORRECTIE	16
4.1 Vaststellen van de initiële wegdekcorrectie ($C_{initieel}$)	16
4.1.1 SPB-resultaten	16



4.1.2	Middeling van de meetresultaten	18
4.1.3	Regressieanalyse	19
4.1.4	Parameters van de initiële wegdekcorrectie $C_{initieel}$	21
4.2	Vaststellen van de verouderingscorrectie (C_{tijd})	24
4.3	Vaststellen van de wegdekcorrectie (C_{wegdek})	25
5	LITERATUUR	29

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 er 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 ZSA-SD is vastgelegd op basis van de resultaten van Statistical Pass-By (SPB)-metingen. Deze metingen zijn uitgevoerd op negen locaties waarbij het product ZSA-SD is toegepast. Op basis van de SPB-metingen kan een wegdekcorrectie worden berekend voor de voertuigcategorie 'zware motorvoertuigen' ($m=3$).

- **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

ZSA-SD

ZSA-SD is een dunne geluidreducerende deklaag. Het betreft een steenskeletmengsel met een maximale korrelmaat van 6 mm en een ontwerp holle ruimte van 10 tot 15% (semi-dicht). 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 ZSA-SD

locatie	meetdatum	gemiddelde luchttemperatuur [°C]
N315, Borculo	14-04-2010	13
Provincialeweg, Loenen	15-06-2010	15
N223, De Lier	06-07-2010	19
Nieuwe Kadijk, Breda	08-10-2010	15
N62, Borssele	13-05-2011	17
N318, Aalten	27-06-2011	26
N318, Miste	27-06-2011	29
Van Geenstraat, Putten	12-07-2011	20
N317, Doesburg	28-10-2011	13

*ZSA-SD op de N317 bij Doesburg*

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 geregistreeerde 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:

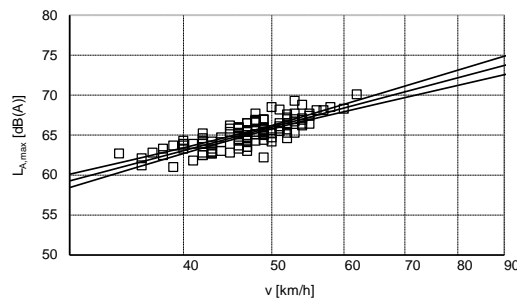
$$(2) \quad L_{A,max} = a + b \cdot \lg\left(\frac{v}{v_0}\right)$$

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 van 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:

$$(3) \quad C_{temp} = 0,03 \cdot (T - 20) \text{ voor zware motorvoertuigen}$$

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 negen SPB-metingen aan ZSA-SD is de initiële wegdekcorrectie ($C_{initieel}$) vastgesteld. Deze analyse is voor ZSA-SD aan zware motorvoertuigen ($m=3$) uitgevoerd.

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.

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:

$$(4) \quad 0,8 \cdot \sqrt{\left(\frac{49}{N_3-1}\right)} \quad \text{voor zware motorvoertuigen}$$

met:

N_3 = het aantal gemeten zware 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.

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

locatie	aantal zware motorvoertuigen	gemiddelde snelheid [km/h]	betrouwbaarheidswaarde ($\Delta 95\%ci_k$) bij gemiddelde snelheid	eis volgens vergelijking (4)
N315, Borculo	33	76,6	0,8	1,0
Provincialeweg, Loenen	15	66,1	1,0	1,5
N223, De Lier	23	69,2	0,8	1,2
Nieuwe Kadijk, Breda	48	58,2	0,7	0,8
N62, Borssele	58	80,0	0,5	0,7
N318, Aalten	30	53,4	0,9	1,0
N318, Miste	21	69,3	1,1	1,3
Van Geenstraat, Putten	19	43,2	0,9	1,3
N317, Doesburg	9	60,7	1,6	2,0

In tabel VII zijn de SPB-niveaus voor zware motorvoertuigen op de tien 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 3 meter. Tussen haakjes is de betrouwbaarheidswaarde ($\Delta 95\%ci_k$) weergegeven.

tabel VII *SPB-waarden voor ZSA-SD en het referentiewegdek (Rmg2012) voor zware motorvoertuigen*

locatie	SPB-waarde [dB(A)]				
	50 km/h	60 km/h	70 km/h	80 km/h	90 km/h
N315, Borculo	73,3 (4,6)	76,4 (2,7)	79,1 (1,2)	81,4 (0,9)	83,5 (1,9)
Provincialeweg, Loenen	73,8 (2,9)	77,3 (1,4)	80,2 (1,2)	82,7 (2,1)	84,9 (3,2)
N223, De Lier	75,1 (2,4)	77,5 (1,3)	79,5 (0,8)	81,3 (1,3)	82,8 (2,0)
Nieuwe Kadijk, Breda	75,6 (1,4)	78,0 (0,7)	80,0 (1,6)	81,7 (2,6)	83,2 (3,5)
N62, Borssele	73,9 (3,9)	77,0 (2,4)	79,6 (1,2)	81,9 (0,5)	83,9 (1,1)
N318, Aalten	76,2 (1,1)	78,4 (1,4)	80,3 (2,7)	81,9 (3,9)	83,3 (5,0)
N318, Miste	77,6 (4,6)	79,4 (2,3)	81,0 (1,1)	82,3 (2,3)	83,5 (3,8)
Van Geenstraat, Putten	74,3 (2,0)	76,5 (4,1)	78,4 (5,9)	80,0 (7,5)	81,5 (8,9)
N317, Doesburg	78,3 (3,5)	78,5 (1,6)	78,8 (2,8)	78,9 (4,7)	79,1 (6,5)
referentie (Rmg2012)	80,5	82,6	84,4	86,0	87,3

4.1.2

Middeling van de meetresultaten

Uit de SPB-waarden uit tabel VII volgt een gewogen gemiddeld geluidniveau voor de snelheden van 40 tot en met 100 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:

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

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:

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

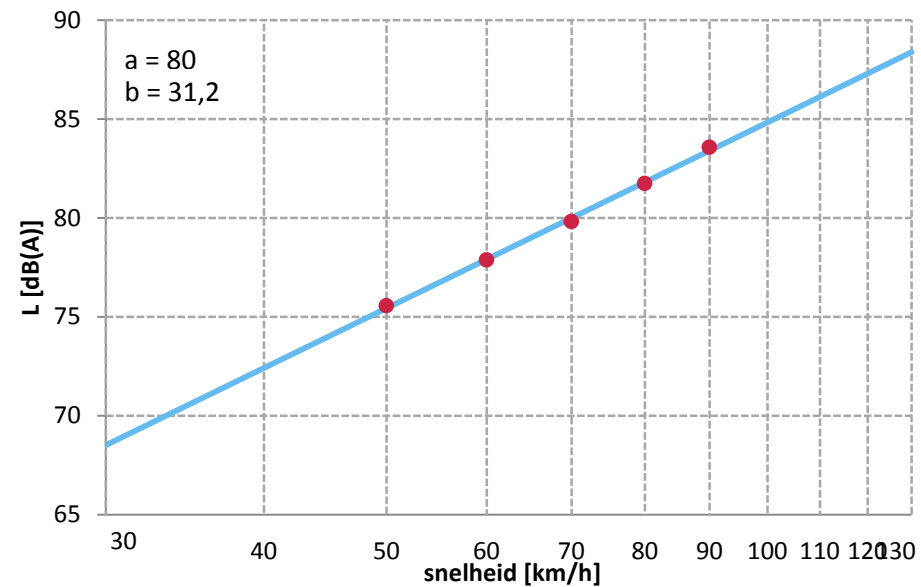
In tabel VIII zijn de gewogen gemiddelde geluidsniveaus (L_{gem}) en de gemiddelde 95%-betrouwbaarheidswaarde ($\Delta 95\%ci_{gem}$) weergegeven.

tabel VIII Gewogen gemiddelde geluidsniveaus en tussen haakjes de gemiddelde 95%-betrouwbaarheidswaarde voor zware motorvoertuigen op ZSA-SD

	L_{gem} [dB(A)]				
	50 km/h	60 km/h	70 km/h	80 km/h	90 km/h
ZSA-SD	75,6 (0,7)	77,9 (0,5)	79,8 (0,4)	81,8 (0,4)	83,6 (0,8)

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 betrouwbaarheidswaarde hebben die niet groter is dan 0,8 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 zware motorvoertuigen ($m=3$)*

	a_m	b_m
ZSA-SD	80,0	31,2

De initiële wegdekcorrectie is alleen geldig voor de snelheden waar de 95%-betrouwbaarheidswaarde in tabel VIII kleiner is dan of gelijk is aan 0,4 dB(A). Bij 70 en 80 km/h wordt aan deze eis voldaan. De wegdekcorrectie van ZSA-SD is daarmee geldig voor de snelheden bij 70 en 80 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 ZSA-SD 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);

ΔL : de geluidreductie bij de referentiesnelheid in dB(A);

τ : 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 ΔL_m en de snelheidsafhankelijke term τ_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:

$a_{ref,m} = 84,4$ en $b_{ref,m} = 27,0$ voor zware motorvoertuigen ($m=3$) bij metingen op 3,0 meter hoogte

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

tabel X

Parameters van $C_{initieel}$ voor zware motorvoertuigen ($m=3$) en de snelheid waarvoor de waarden geldig zijn

	ΔL_m	τ_m	snelheidsinterval [km/h]
ZSA-SD	-4,4	-4,2	70 – 80 km/h

Bij geluidberekeningen met Standaardrekenmethode 2 (SRM2) wordt onderscheid gemaakt tussen de effecten bij de verschillende frequenties. De geluidreductiewaarde ΔL_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 ΔL_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:

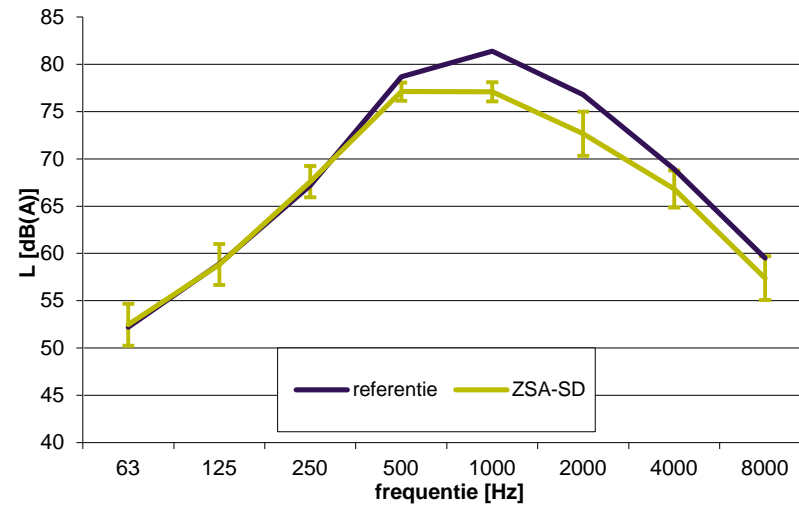
$$(10) \quad C_{initieel,i,m}(v_m) = \Delta L_{i,m} + \tau_m \lg\left(\frac{v_m}{v_{0,m}}\right)$$

met:

- $C_{initieel}$: de initiële wegdekcorrectieterm in dB(A);
- ΔL : de geluidreductie bij de referentiesnelheid in dB(A);
- τ_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 ZSA-SD gepresenteerd. De spreidingsbalken geven de standaarddeviatie in de geluidniveaus per octaafband weer.



figuur 2 *Gemiddelde octaafbandspectrum voor zware motorvoertuigen van tien locaties met ZSA-SD*

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 ZSA-SD en het referentiewegdek gegeven.

tabel XI *Het op nul genormeerd frequentiespectrum van ZSA-SD en het referentiewegdek*

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ZSA-SD	-26,3	-20,3	-11,9	-3,5	-4,9	-9,6	-14,2	-23,0
referentiewegdek	-32,2	-25,5	-17,2	-5,7	-3,0	-7,6	-15,5	-24,9

Door per octaafband het verschil tussen de waarden van ZSA-SD en het referentiewegdek te vermeerderen met de waarde van ΔL_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 ZSA-SD voor zware motorvoertuigen ($m=3$) en de snelheid waarvoor de waarden geldig zijn*

ΔL_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	
-4,4	1,6	0,8	0,9	-2,2	-6,3	-6,4	-3,1	-2,5	70 – 80 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 ZSA-SD is geen productspecifieke C_{tijd} bepaald. Om de C_{wegdek} te bepalen zal dus de verouderingscorrectie van de standaard wegdekategorie uit publicatie 316 gebruikt worden. Voor ZSA-SD is dat wegdekategorie 12: 'dunne deklagen B'. In tabel XIII is de verouderingscorrectie voor zware motorvoertuigen van de wegdekategorie 12: 'dunne deklagen B' weergegeven.

tabel XIII Verouderingscorrectie $C_{tijd,m}$ voor zware motorvoertuigen ($m=3$) van wegdekategorie 12: dunne deklagen B

wegdekategorie	$C_{tijd,i,m}$							
	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	-1,3	-0,9	-0,5	0,6	2,0	2,3	1,0	0,4

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:

- σ : de snelheidsonafhankelijke term van de C_{wegdek} in dB(A);
- ΔL : 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 snelheidsafhankelijke term van de C_{wegdek} voor zware motorvoertuigen

$\sigma_{i,m}$							
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
0,3	-0,1	0,4	-1,6	-4,3	-4,1	-2,1	-2,1

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 snelheidsafhankelijke term van de C_{wegdek} in dB(A);
- τ_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).

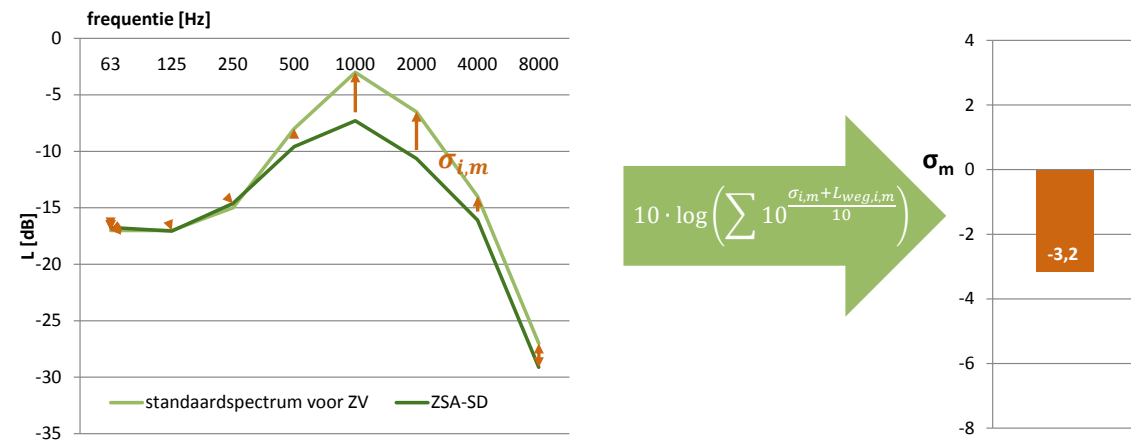
Voor berekeningen met Standaardrekenmethode 1 is de snelheidsafhankelijke term van de C_{wegdek} gelijk aan σ_m . Om deze vast te stellen wordt de wegdekcorrectie per octaafband toegepast op een standardspectrum voor wegverkeersgeluid (tabel 6 van de CROW-publicatie 316). De energetische som van de octaafbanden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



figuur 3 Berekening van de σ_m aan de hand van het genormeerde standaardspectrum voor wegverkeersgeluid

Voor ZSA-SD bedraagt σ_m -3,2 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 ZSA-SD zijn weergegeven in tabel XV.

tabel XV

De parameters C_{wegdek} van ZSA-SD voor zware motorvoertuigen ($m=3$) voor berekeningen met Standaardrekenmethode 1 en 2

σ_m	$\sigma_{i,m}$								τ_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		
-3,2	0,3	-0,1	0,4	-1,6	-4,3	-4,1	-2,1	-2,1	4,2	70 – 80 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 ZSA-SD bij de snelheid waarvoor deze geldig is voor zware motorvoertuigen

	70 km/h	80 km/h
C_{wegdek} [dB]	-3,2	-2,9

5 LITERATUUR

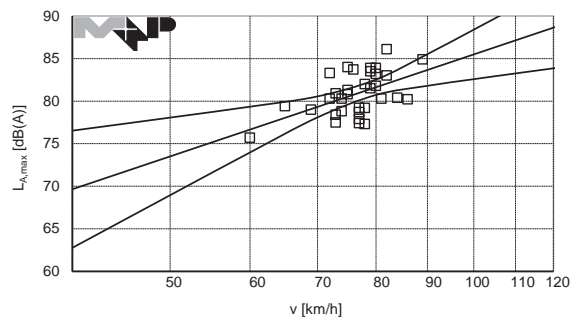
- [1] Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 (bijlage III), Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Den Haag, Staatscourant nr. 11810, 27 juni 2012;
- [2] ISO 11819-1, "Acoustics - Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise - Part 1: The Statistical Pass-By method", 24-05-1996;
- [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.

Statistical Pass-By

Locatie	N315, Borculo	Datum	14-04-2010
Km.	30.600	Temperatuur lucht [°C]	13
Richting	Ruurlo	Temperatuur wegdek [°C]	29
Wegdek	ZSA	Voertuigcategorie	Zware motorvoertuigen
		Meethoogte	3 m

Regressie-analyse

Trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval



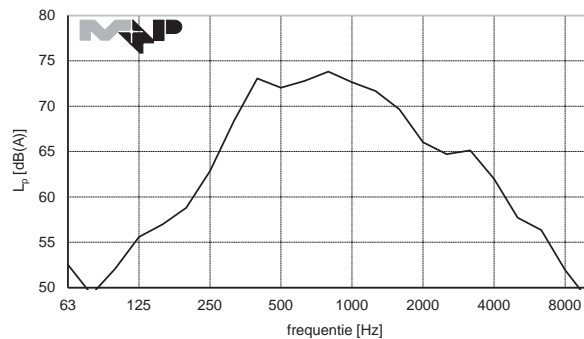
v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95%CI [dB(A)]
40	69,6	6,9
50	73,5	4,6
60	76,7	2,7
70	79,3	1,2
80	81,6	0,9
90	83,7	1,9
100	85,5	2,9
110	87,1	3,9
120	88,6	4,8

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

Constante a	79,3	Aantal metingen	33
Richtingscoëfficiënt b	39,8	Gemiddelde snelheid [km/h]	76,6
Correlatiecoëfficiënt R	0,5	Standaarddeviatie snelheid [km/h]	5,6
Residu [dB(A)]	2,1	Gemiddelde $L_{A,max}$ [dB(A)]	80,8
Referentiesnelheid v_0 [km/h]	70	Standaarddeviatie $L_{A,max}$ [dB(A)]	2,5

Frequentie-analyse

1/3 octaafbandspectrum bij 80 km/h



Octaafbandspectrum bij 80 km/h

f [Hz]	L_p [dB(A)]
63	54,8
125	60,1
250	69,8
500	77,4
1000	77,6
2000	72,1
4000	67,4
8000	58,2
tot	81,6

N315, Borculo

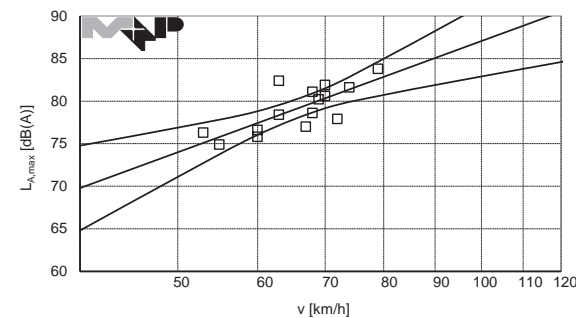
M+P - raadgevende ingenieurs
Vught 073-6589050

Statistical Pass-By

Locatie	Loenen, Provincialeweg	Datum	15-06-2010
Km.	N201	Temperatuur lucht [°C]	15
Richting	west	Temperatuur wegdek [°C]	30
Wegdek	-	Voertuigcategorie	Zware motorvoertuigen
		Meethoogte	3 m.

Regressie-analyse

Trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval



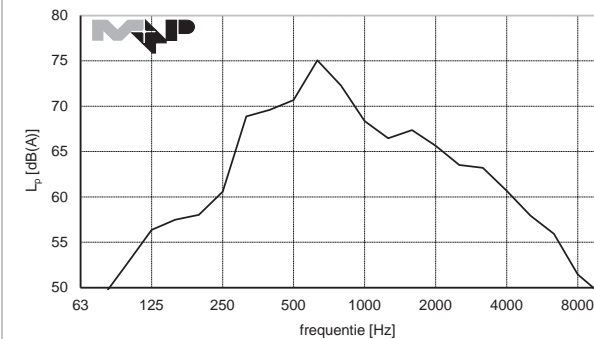
v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95%CI [dB(A)]
40	69,8	5,0
50	74,0	2,9
60	77,4	1,4
70	80,3	1,2
80	82,9	2,1
90	85,1	3,2
100	87,1	4,2
110	88,9	5,1
120	90,5	5,9

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

Constante a	80,3	Aantal metingen	15
Richtingscoëfficiënt b	43,4	Gemiddelde snelheid [km/h]	66,1
Correlatiecoëfficiënt R	0,8	Standaarddeviatie snelheid [km/h]	7,1
Residu [dB(A)]	1,7	Gemiddelde $L_{A,max}$ [dB(A)]	79,1
Referentiesnelheid v_0 [km/h]	70	Standaarddeviatie $L_{A,max}$ [dB(A)]	2,6

Frequentie-analyse

1/3 octaafbandspectrum bij 70 km/h



Octaafbandspectrum bij 70 km/h

f [Hz]	L_p [dB(A)]
63	52,0
125	60,7
250	69,8
500	77,2
1000	74,5
2000	70,6
4000	65,9
8000	57,9
tot	80,3

Loenen, Provincialeweg, N201

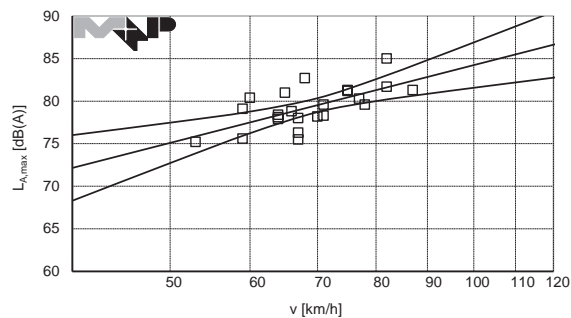
M+P - raadgevende ingenieurs
Vught 073-6589050

Statistical Pass-By

Locatie	N223, De Lier	Datum	06-07-2010
Km.	km. 2,300	Temperatuur lucht [°C]	19
Richting	west	Temperatuur wegdek [°C]	-
Wegdek	ZSA-SD	Voertuigcategorie	Zware motorvoertuigen
		Meethoogte	3,0 m

Regressie-analyse

Trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval



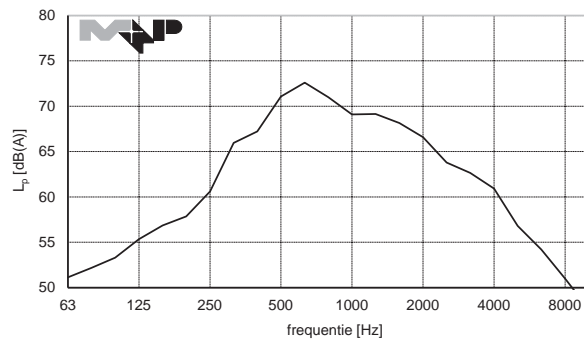
v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95%CI [dB(A)]
40	72,2	3,9
50	75,1	2,4
60	77,5	1,3
70	79,5	0,8
80	81,3	1,3
90	82,8	2,0
100	84,2	2,7
110	85,5	3,3
120	86,6	3,9

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

Constante a	79,5	Aantal metingen	23
Richtingscoëfficiënt b	30,4	Gemiddelde snelheid [km/h]	69,2
Correlatiecoëfficiënt R	0,7	Standaarddeviatie snelheid [km/h]	7,6
Residu [dB(A)]	1,8	Gemiddelde $L_{A,max}$ [dB(A)]	79,3
Referentiesnelheid v_0 [km/h]	70	Standaarddeviatie $L_{A,max}$ [dB(A)]	2,4

Frequentie-analyse

1/3 octaafbandspectrum bij 70 km/h



Octaafbandspectrum bij 70 km/h

f [Hz]	L_p [dB(A)]
63	55,1
125	60,2
250	67,6
500	75,6
1000	74,6
2000	71,3
4000	65,5
8000	56,5
tot	79,5

N223, De Lier, -

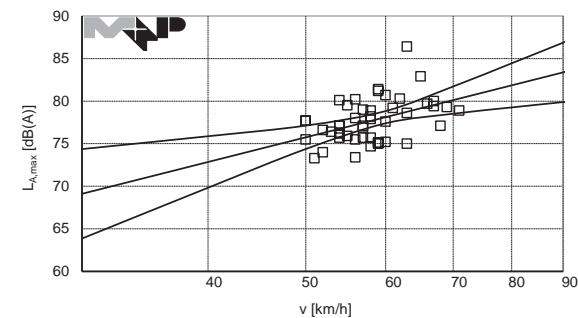
M+P - raadgevende ingenieurs
Vught 073-6589050

Statistical Pass-By

Locatie	Breda Nieuwe Kadijk	Datum	8-10-2010
Km.	-	Temperatuur lucht [°C]	15
Richting	oost / west	Temperatuur wegdek [°C]	15
Wegdek	ZSA-SD	Voertuigcategorie	Zware motorvoertuigen
		Meethoogte	3,0 m

Regressie-analyse

Trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval



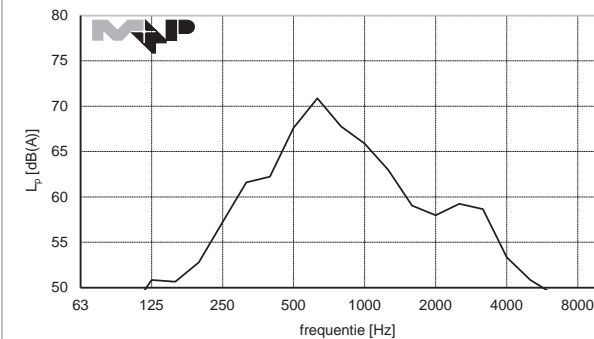
v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95%CI [dB(A)]
30	69,1	5,3
40	72,9	3,0
50	75,7	1,4
60	78,1	0,7
70	80,1	1,6
80	81,9	2,6
90	83,4	3,5
100	84,8	4,3
110	86,0	5,1

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

Constante a	80,1	Aantal metingen	48
Richtingscoëfficiënt b	29,9	Gemiddelde snelheid [km/h]	58,2
Correlatiecoëfficiënt R	0,4	Standaarddeviatie snelheid [km/h]	5,2
Residu [dB(A)]	2,3	Gemiddelde $L_{A,max}$ [dB(A)]	77,7
Referentiesnelheid v_0 [km/h]	70	Standaarddeviatie $L_{A,max}$ [dB(A)]	2,5

Frequentie-analyse

1/3 octaafbandspectrum bij 50 km/h



Octaafbandspectrum bij 50 km/h

f [Hz]	L_p [dB(A)]
63	49,6
125	54,6
250	63,4
500	72,9
1000	70,7
2000	63,6
4000	60,3
8000	51,2
tot	75,7

Breda, Nieuwe Kadijk

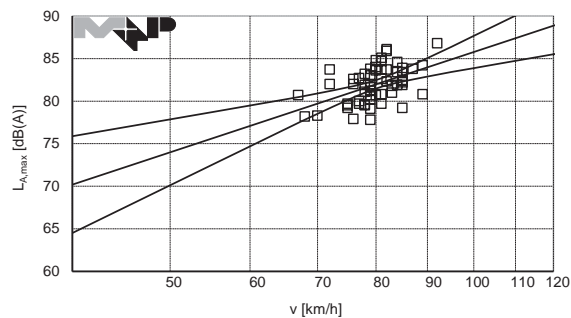
M+P - raadgevende ingenieurs
Vught 073-6589050

Statistical Pass-By

Locatie	N62, Borssele HRL	Datum	13-05-2011
Km.	32,520	Temperatuur lucht [°C]	17
Richting	zuid	Temperatuur wegdek [°C]	28
Wegdek	ZSA-SD	Voertuigcategorie	Zware motorvoertuigen
		Meethoogte	3 meter

Regressie-analyse

Trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval



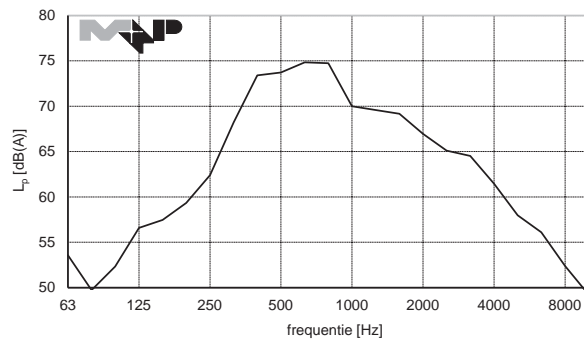
v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95%CI [dB(A)]
40	70,2	5,7
50	74,0	3,9
60	77,1	2,4
70	79,7	1,2
80	82,0	0,5
90	84,0	1,1
100	85,8	1,9
110	87,4	2,7
120	88,9	3,4

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

Constante a	79,7	Aantal metingen	58
Richtingscoëfficiënt b	39,1	Gemiddelde snelheid [km/h]	80,0
Correlatiecoëfficiënt R	0,5	Standaarddeviatie snelheid [km/h]	4,8
Residu [dB(A)]	1,9	Gemiddelde $L_{A,max}$ [dB(A)]	81,9
Referentiesnelheid v_0 [km/h]	70	Standaarddeviatie $L_{A,max}$ [dB(A)]	2,1

Frequentie-analyse

1/3 octaafbandspectrum bij 80 km/h



Octaafbandspectrum bij 80 km/h

f [Hz]	L_p [dB(A)]
63	55,4
125	60,7
250	69,7
500	78,8
1000	76,9
2000	72,2
4000	66,9
8000	58,2
tot	82,0

N62, Borssele, HRL

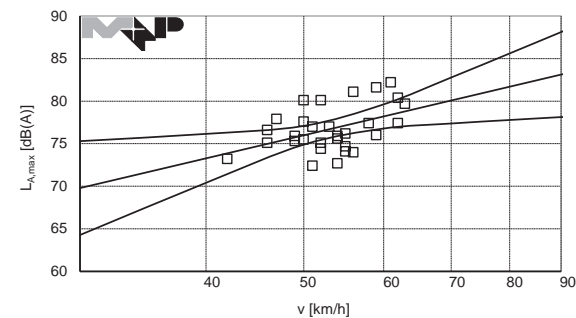
M+P - raadgevende ingenieurs
Vught 073-6589050

Statistical Pass-By

Locatie	N318, Aalten	Datum	27-06-2011
Km.	9.311	Temperatuur lucht [°C]	26
Richting	Winterswijk	Temperatuur wegdek [°C]	39
Wegdek	ZSA	Voertuigcategorie	Zware motorvoertuigen
		Meethoogte	3 m

Regressie-analyse

Trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval



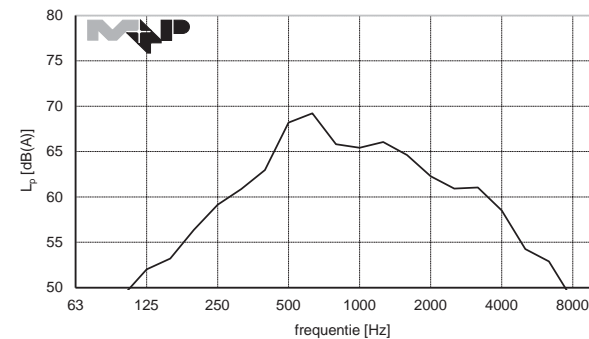
v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95%CI [dB(A)]
30	69,8	5,5
40	73,3	2,9
50	76,0	1,1
60	78,2	1,4
70	80,1	2,7
80	81,7	3,9
90	83,1	5,0
100	84,4	6,0
110	85,6	6,9

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

Constante a	80,1	Aantal metingen	30
Richtingscoëfficiënt b	28,0	Gemiddelde snelheid [km/h]	53,4
Correlatiecoëfficiënt R	0,4	Standaarddeviatie snelheid [km/h]	5,2
Residu [dB(A)]	2,3	Gemiddelde $L_{A,max}$ [dB(A)]	76,7
Referentiesnelheid v_0 [km/h]	70	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	50,3
125	56,5
250	63,9
500	72,3
1000	70,5
2000	67,7
4000	63,5
8000	54,9
tot	76,0

N318, Aalten,

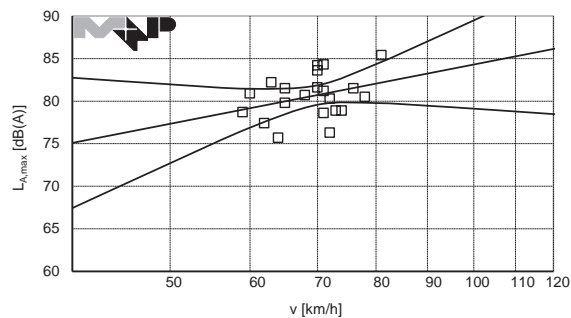
M+P - raadgevende ingenieurs
Vught 073-6589050

Statistical Pass-By

Locatie	N318, Miste	Datum	27-06-2011
Km.	13.480	Temperatuur lucht [°C]	29
Richting	Winterswijk	Temperatuur wegdek [°C]	-
Wegdek	ZSA	Voertuigcategorie	Zware motorvoertuigen
		Meethoogte	3 m

Regressie-analyse

Trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval



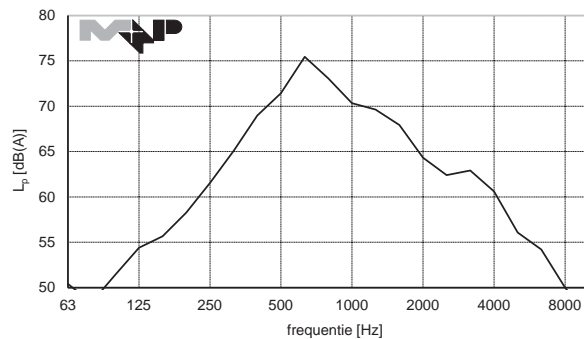
v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95%CI [dB(A)]
40	75,1	7,7
50	77,3	4,6
60	79,2	2,3
70	80,7	1,1
80	82,1	2,3
90	83,2	3,8
100	84,3	5,2
110	85,3	6,5
120	86,1	7,7

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

Constante a	80,7	Aantal metingen	21
Richtingscoëfficiënt b	23,1	Gemiddelde snelheid [km/h]	69,3
Correlatiecoëfficiënt R	0,3	Standaarddeviatie snelheid [km/h]	5,4
Residu [dB(A)]	2,4	Gemiddelde $L_{A,max}$ [dB(A)]	80,6
Referentiesnelheid v_0 [km/h]	70	Standaarddeviatie $L_{A,max}$ [dB(A)]	2,5

Frequentie-analyse

1/3 octaafbandspectrum bij 70 km/h



Octaafbandspectrum bij 70 km/h

f [Hz]	L_p [dB(A)]
63	53,8
125	58,9
250	67,3
500	77,5
1000	76,0
2000	70,3
4000	65,5
8000	56,1
tot	80,7

N318, Miste

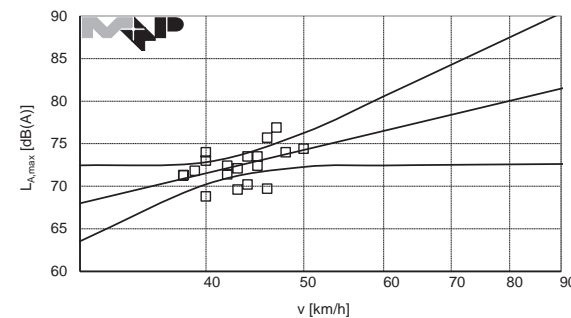
M+P - raadgevende ingenieurs
Vught 073-6589050

Statistical Pass-By

Locatie	Putten van Geenstraat	Datum	12-07-2011
Km.	t.h.v. huisnr 68	Temperatuur lucht [°C]	20
Richting	N303	Temperatuur wegdek [°C]	30
Wegdek	ZSA-SD	Voertuigcategorie	Zware motorvoertuigen
		Meethoogte	3 m

Regressie-analyse

Trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval



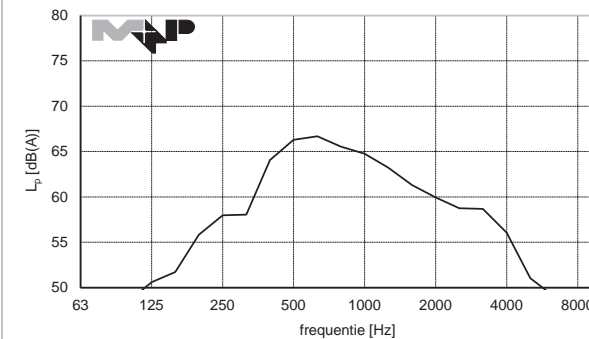
v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95%CI [dB(A)]
30	68,0	4,5
40	71,5	1,3
50	74,3	2,0
60	76,5	4,1
70	78,4	5,9
80	80,0	7,5
90	81,5	8,9
100	82,8	10,1
110	83,9	11,3

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

Constante a	78,4	Aantal metingen	19
Richtingscoëfficiënt b	28,3	Gemiddelde snelheid [km/h]	43,2
Correlatiecoëfficiënt R	0,5	Standaarddeviatie snelheid [km/h]	3,3
Residu [dB(A)]	1,8	Gemiddelde $L_{A,max}$ [dB(A)]	72,4
Referentiesnelheid v_0 [km/h]	70	Standaarddeviatie $L_{A,max}$ [dB(A)]	2,0

Frequentie-analyse

1/3 octaafbandspectrum bij 50 km/h



Octaafbandspectrum bij 50 km/h

f [Hz]	L_p [dB(A)]
63	47,9
125	55,2
250	62,2
500	70,6
1000	69,4
2000	64,9
4000	61,0
8000	51,4
tot	74,3

Putten, van Geenstraat

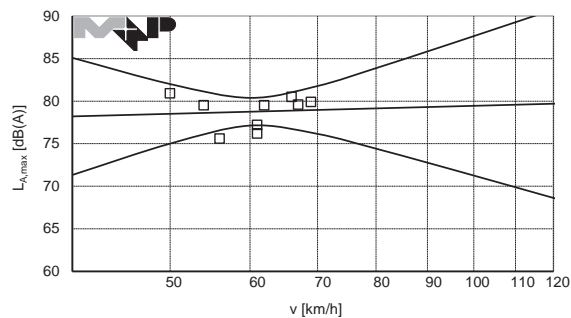
M+P - raadgevende ingenieurs
Vught 073-6589050

Statistical Pass-By

Locatie	N317, Doesburg	Datum	28-10-2011
Km.	4.810	Temperatuur lucht [°C]	13
Richting	Ellecom	Temperatuur wegdek [°C]	13
Wegdek	ZSA	Voertuigcategorie	Zware motorvoertuigen
		Meethoogte	3 m

Regressie-analyse

Trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval



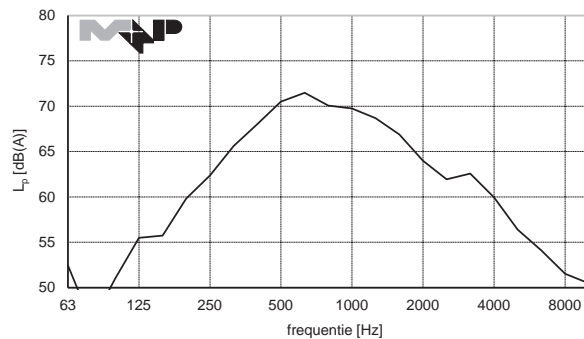
v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95%CI [dB(A)]
40	78,2	6,9
50	78,5	3,5
60	78,8	1,6
70	79,0	2,8
80	79,1	4,7
90	79,3	6,5
100	79,5	8,2
110	79,6	9,7
120	79,7	11,1

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

Constante a	79,0	Aantal metingen	9
Richtingscoëfficiënt b	3,1	Gemiddelde snelheid [km/h]	60,7
Correlatiecoëfficiënt R	0,1	Standaarddeviatie snelheid [km/h]	5,8
Residu [dB(A)]	1,8	Gemiddelde $L_{A,max}$ [dB(A)]	78,8
Referentiesnelheid v_0 [km/h]	70	Standaarddeviatie $L_{A,max}$ [dB(A)]	1,8

Frequentie-analyse

1/3 octaafbandspectrum bij 70 km/h



Octaafbandspectrum bij 70 km/h

f [Hz]	L_p [dB(A)]
63	53,6
125	59,3
250	68,0
500	75,0
1000	74,3
2000	69,5
4000	65,1
8000	57,1
tot	79,0