



M+P | MBBM groep
Mensen met oplossingen



Meetrapport

Geluidmetingen voegovergangen verbindingsboog A2/A10 Amsterdam

Colofon

Opdrachtnemer	M+P raadgevende ingenieurs BV
Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Grote Projecten en Onderhoud Afdeling Inrichting Weg Postbus 24057 3502 MB UTRECHT
Opdrachtnummer	-
Titel	Geluidmetingen voegovergangen verbindingsboog A2/A10 Amsterdam
Rapportnummer	M+P.RGPO.17.02.1
Revisie	0
Datum	30 maart 2017
Aantal pagina's	15
Auteurs	ing. Erik van Gils ir. Fred Reinink
Contactpersoon	ir. Fred Reinink 073-6589050 vught@mp.nl

M+P
Wolfskamerweg 47 | 5262 ES Vught
Visserstraat 50 | 1431 GJ Aalsmeer

www.mp.nl | onderdeel van de Müller-BBM groep | Lid NLingenieurs | ISO 9001 gecertificeerd

Copyright © M+P raadgevende ingenieurs BV | Niets van deze rapportage mag worden gebruikt voor andere doeleinden dan is overeengekomen tussen de opdrachtgever en M+P (DNR 2011 Artikel 46).

Inhoud

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding en onderzoeksvraag	4
1.2	Aanpak	4
2	Meetmethode voeggeluid	5
2.1	Metingen	5
3	Meetlocatie	7
3.1	Meetvoertuig	8
4	Resultaten en analyse	9
5	Literatuur	10
bijlage A	Meetbladen	11

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en onderzoeksvraag

In het kader van onderzoek naar de stroefheid van voegen is op de verbindingsboog van de A2/A10 bij Amsterdam (knooppunt Amstel) een pilot uitgevoerd. Hierbij zijn een tweetal voegen vervangen door twee nieuwe typen. Zowel voor als na vervanging van de voegen dienen geluidmetingen te worden uitgevoerd om de verschillen in geluidemissie vast te stellen. Rijkswaterstaat heeft M+P gevraagd om de geluidmetingen uit te voeren.

1.2 Aanpak

Om het geluid van een voegovergang te kunnen bepalen, wordt normaal de geluidemissie bij de voeg op twee posities gemeten volgens de meetmethode die beschreven is in de RTD 1007-3 [1]. Boven het kunstwerk wordt het geluid van lichte motorvoertuigen gemeten en onder het kunstwerk wordt indien mogelijk het geluid van zware motorvoertuigen gemeten.

In het kader van de pilot is de standaard meetmethode op een aantal punten aangepast. Dit betreft:

- Een Controlled Pass-By (CPB) meting in plaats van een Statistical Pass-By (SPB) meting [2]. Ten tijde van de metingen ligt het wegvak buiten verkeer;
- De CPB-metingen worden uitgevoerd met één voertuig (personenwagen) waarbij metingen worden uitgevoerd in het snelheidsgebied tussen de 50 en 100 km/h;
- Er wordt alleen boven de voegovergang gemeten omdat de metingen worden uitgevoerd met een personenwagen;
- Er wordt gemeten op een afwijkende microfoonpositie. Vanwege de overige metingen en werkzaamheden wordt er aan de binnenzijde van de boog (linkerzijde voertuig) op een afstand van 7,3 m uit het hart van de rechterrijstrook/voeg gemeten in plaats van de standaard afstand van 7,5 m. De microfoonmast is tegen de linker geleiderail geplaatst, waarbij gemeten is op een meethoogte van 2,9 m in plaats van de standaard hoogte van 3 m.

Om de geluidemissie van de bestaande voegen te kunnen vergelijken met de nieuwe voegen worden op alle voegen geluidmetingen uitgevoerd. Per voegpositie wordt vervolgens het geluidtechnische verschil tussen de bestaande voeg en de nieuwe voeg bepaald.

2 Meetmethode voeggeluid

2.1 Metingen

De meetmethode is gebaseerd op de ISO-gestandaardiseerde SPB-methode. Hierbij worden van individuele voertuigpassages de snelheid en het maximale A-gewogen geluidniveau geregistreerd. Van voegovergangen wordt het geluidniveau doorgaans bepaald op twee voorgeschreven microfoonposities: één microfoon boven en één onder het kunstwerk. Tijdens de meting worden minstens 100 personenwagens en indien er voldoende aanbod is, 30 zware vrachtwagens gemeten.

De SPB-methode is gestandaardiseerd in de internationale norm ISO 11819-1 [2]. De SPB-methode is een meetmethode waarbij een microfoon op 7,5 m uit het hart van de rijbaan wordt geplaatst (zie figuur 1), in deze situatie ter hoogte van de voegovergang. In de directe omgeving van de microfoon mogen voor een meting op de standaard meetpositie boven het kunstwerk, geen grote reflecterende elementen zoals geluidschermen of grote verkeersborden aanwezig zijn.



figuur 1 De standaard meetopstelling ter bepaling van het geluidniveau volgens de SPB-methode

Boven het kunstwerk wordt volgens de RTD op 3 m boven het wegdek gemeten. Onder het kunstwerk wordt 3 m onder het wegdek gemeten, op minimaal 5 en maximaal 20 m afstand van de voegovergang.

Bij iedere voertuigpassage worden het maximale A-gewogen geluidniveau en de voertuigsnelheid geregistreerd. Naast het meten van het maximale optredende geluidniveau per passage wordt ook de spectrale verdeling in 1/3-octaaftanden gemeten.

De afzonderlijke metingen worden verwerkt in een spreidingsdiagram, waarin het maximale geluidniveau van een passage als functie van de logaritme van de snelheid staat weergegeven. Uit dit spreidingsdiagram wordt de best passende lineaire functie bepaald.

Voor de regressielijn in het spreidingsdiagram geldt:

$$(1) \quad L_{A,max} = a + b \cdot \log \frac{v}{v_0}$$

met:

$L_{A,max}$: het maximale geluidniveau in [dB(A)]

a, b : de regressiecoëfficiënten

v : snelheid in [km/h]

v_0 : referentiesnelheid in [km/h]

Het kan voorkomen dat bij de meting aan de onderzijde van het kunstwerk geen goede correlatie bestaat tussen de voertuigsnelheid en de optredende geluidniveaus van de zware motorvoertuigen. Wanneer bij de regressie analyse het percentage verklaarde variatie kleiner is dan 30% ($R^2 < 0,30$) dan is de relatie tussen geluidniveau en snelheid onvoldoende bepaald.

Het geluidniveau bij de representatieve snelheid zal dan als volgt worden bepaald met een vaste waarde voor de snelheidsafhankelijkheid:

$$(2) \quad L_{A,max} = L_{gem} + 22,5 \cdot \log \frac{V_{repr}}{V_{gem}}$$

met:

$L_{A,max}$: het geluidniveau bij de representatieve snelheid [dB(A)]

L_{gem} : het gemiddelde gemeten geluidniveau [dB(A)]

V_{repr} : de representatieve snelheid [km/h]

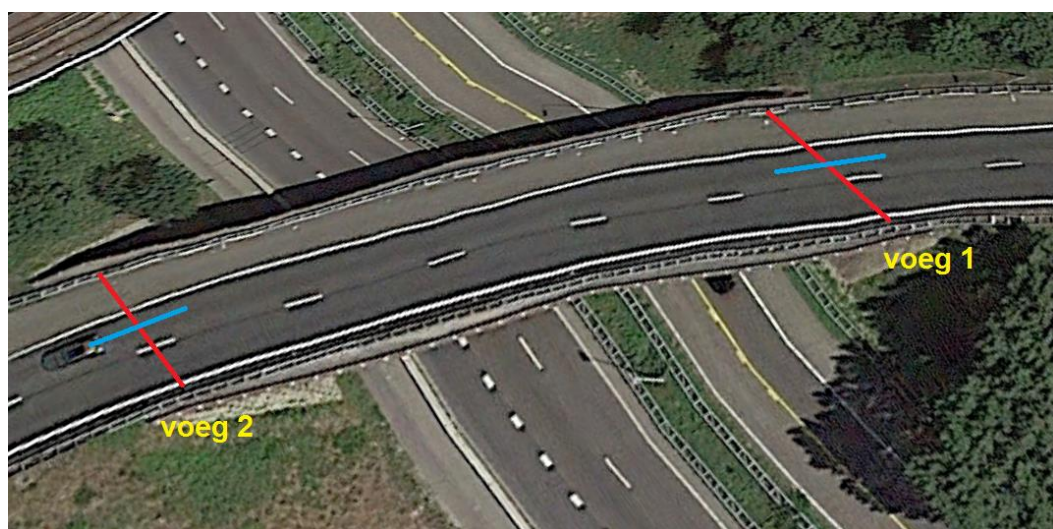
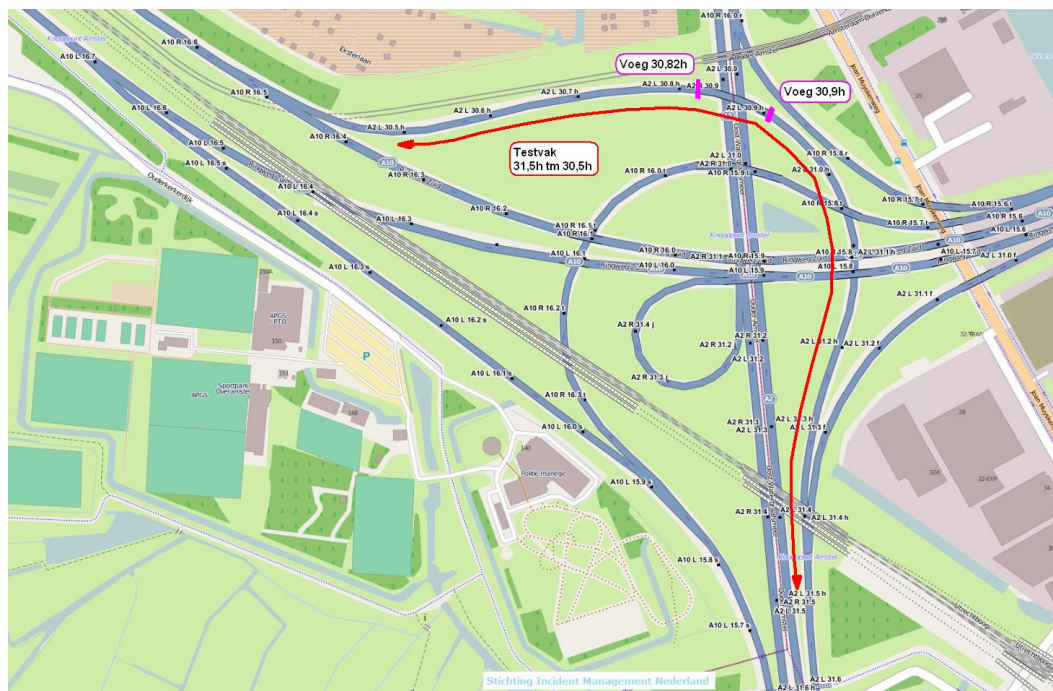
V_{gem} : de gemiddelde gemeten snelheid [km/h]

De in het spreidingsdiagram aangegeven zone rondom de regressielijn markeert het gebied waarbinnen met een betrouwbaarheid van 95% de werkelijke waarde voor de regressielijn ligt. SPB-waarden waar de waarde voor de betrouwbaarheid kleiner of gelijk is aan 0,3 dB(A) voor lichte motorvoertuigen en 0,8 dB(A) voor zware motorvoertuigen voldoen aan de betrouwbaarheidseis. Het totale 95%-betrouwbaarheidsinterval is twee maal deze waarde.

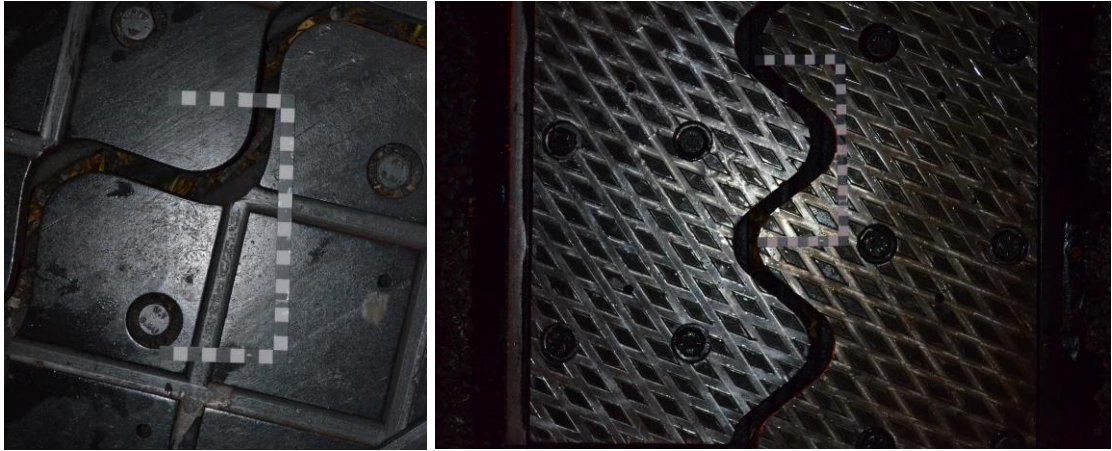
Uitgangspunt bij de voegmetingen op de A2/A10 bij Amsterdam is bovenbeschreven meetmethode. Vanwege de situatie op de meetlocatie is de meetmethode aangepast conform de wijzigingen zoals genoemd in paragraaf 1.2.

3 Meetlocatie

De twee voegen waaraan de geluidmetingen worden uitgevoerd, zijn gelegen in de verbindingsboog van knooppunt Amstel komende vanuit de A2 Ouderkerk aan de Amstel naar de A10 RAI. Het betreft het wegvakgedeelte tussen km 31.4 en km 30.5 waarbij de voegen liggen tussen km 30.9 en 30.8. in figuur 2 is een overzicht van de locatie gegeven. In figuur 3 en figuur 4 zijn detailfoto's van beide voegen zowel voor als na vervanging weergegeven.



figuur 2 Locatie van de voegen op de verbindingsboog A2/A10 bij Amsterdam. Voeg 1 t.h.v. km 30.9 en voeg 2 t.h.v. km 30.82.



figuur 3 *Detailfoto voeg 1 voor vervanging (links) en na vervanging (rechts)*



figuur 4 *Detailfoto voeg 2 voor vervanging (links) en na vervanging (rechts)*

3.1 Meetvoertuig

Als meetvoertuig is een Mitsubishi ASX uit 2017 gebruikt (zie figuur 5).



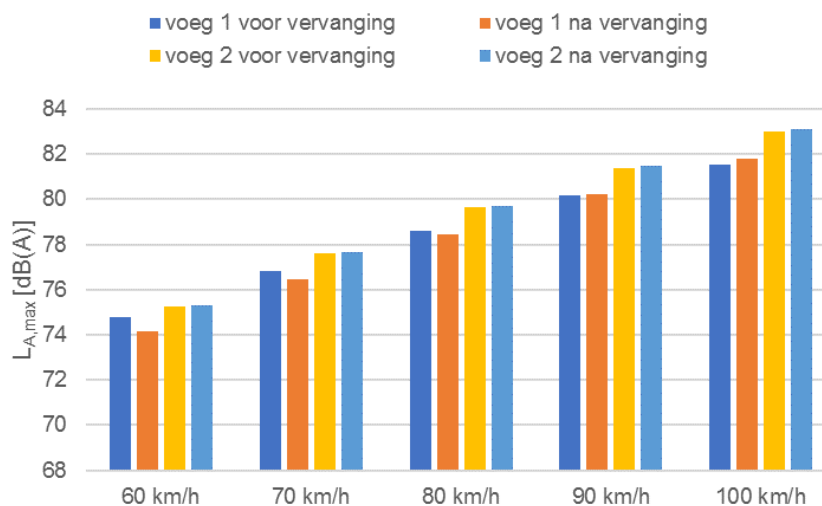
figuur 5 *Meetvoertuig voegmeting*

4 Resultaten en analyse

De geluidmetingen aan de voegen zijn uitgevoerd in de nacht van 24 op 25 maart 2017. Per voeglocatie is zowel voor als na vervanging gemeten. De resultaten zijn weergegeven in tabel I.

tabel I *Resultaten van geluidmetingen aan beide voegen in de verbindingsboog A2/A10 Amsterdam zowel voor als na vervanging. Tussen haakjes staat het 95% betrouwbaarheidsinterval*

	aantal passages	L _{A,max} [dB(A)]				
		60 km/h	70 km/h	80 km/h	90 km/h	100 km/h
voeg 1 voor vervanging	14	74,8 (0,4)	76,8 (0,3)	78,6 (0,3)	80,2 (0,4)	81,6 (0,5)
voeg 1 na vervanging	12	74,2 (0,3)	76,5 (0,2)	78,5 (0,2)	80,2 (0,3)	81,8 (0,4)
verschil		-0,6	-0,4	-0,2	0,1	0,2
voeg 2 voor vervanging	14	75,3 (0,9)	77,6 (0,6)	79,6 (0,6)	81,4 (0,8)	83,0 (1,1)
voeg 2 na vervanging	12	75,3 (0,7)	77,7 (0,5)	79,7 (0,6)	81,5 (0,7)	83,1 (0,9)
verschil		0,0	0,1	0,1	0,1	0,1



Uit de metingen blijkt dat de vervanging van voeg 1 tot geen of een kleine afname van de geluidemissie leidt. Voor voeg 2 is geen significant verschil in geluidemissie te zien.

5 Literatuur

- [1] RTD 1007-3 “Geluideisen voegovergangen”, Rijkswaterstaat, 26 maart 2013;
- [2] ISO 11819-1, “Acoustics - Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise - Part 1: The Statistical Pass-By method”, 09-1997;
- [3] ISO/DIS 11819-2, “ Acoustics - Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2: The Close-Proximity (CPX) method”, 12-03-2011.

Bijlage A

Meetbladen

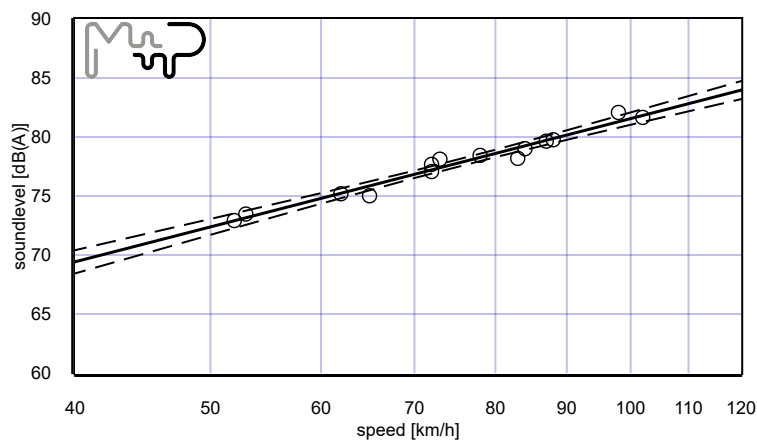


Statistical Pass-By

ISO 11819-1: 1996-05-24

Location	A10, Amsterdam, boog A2/A10		
Position	voeg 1 (voor vervanging)		
Direction	west		
Measurement object	Voeg	Vehicle category	light
Number of measurements	14		
Measurement date	25-03-2017	Measurement height	3 meter
Air temperature	7		
Surface temperature	4		

Regression analysis

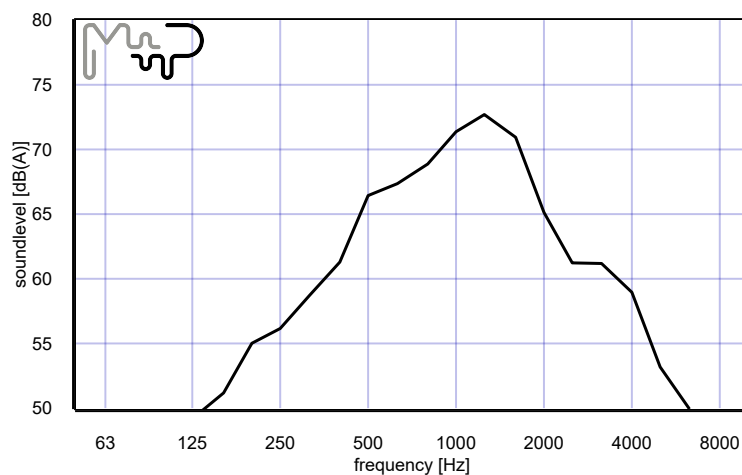


v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95% CI [dB(A)]
40	69.4	1.0
50	72.4	0.7
60	74.8	0.4
70	76.8	0.3
80	78.6	0.3
90	80.2	0.4
100	81.6	0.5
110	82.8	0.6
120	84.0	0.8

$$L_{A,max} = 78.6 + 30.5 \cdot \log(v/80)$$

Mean velocity	76.4 ± 15.2	km/h
Mean $L_{A,max}$	77.7	dB(A)
Correlation coefficient R^2	1.0	
Residue	0.5	dB(A)

Frequency analysis



frequency [Hz]	$L_{A,max}$ [dB(A)]
63	48.7
125	54.0
250	61.7
500	70.5
1000	76.0
2000	72.3
4000	63.6
8000	53.1
total	78.6

spectrum at 80 km/h



Statistical Pass-By

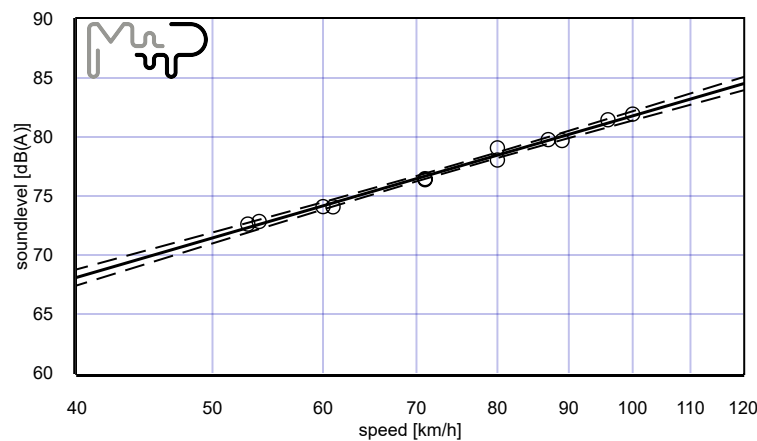
ISO 11819-1: 1996-05-24

Location A10, Amsterdam, boog A2/A10
Position voeg 1 (na vervanging)
Direction west

Measurement object Voeg **Vehicle category** **light**
Number of measurements 12

Measurement date 25-03-2017 **Measurement height** **3 meter**
Air temperature 6
Surface temperature 4

Regression analysis

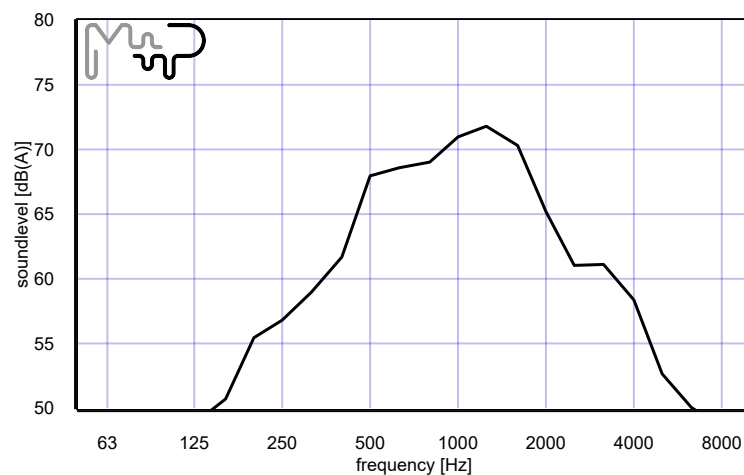


v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95% CI [dB(A)]
40	68.1	0.7
50	71.4	0.5
60	74.2	0.3
70	76.5	0.2
80	78.5	0.2
90	80.2	0.3
100	81.8	0.4
110	83.2	0.5
120	84.5	0.6

$$L_{A,max} = 78.5 + 34.4 \cdot \log(v/80)$$

Mean velocity 75.2 ± 16.1 km/h
 Mean $L_{A,max}$ 77.2 dB(A)
 Correlation coefficient R^2 1.0
 Residue 0.3 dB(A)

Frequency analysis



frequency [Hz]	$L_{A,max}$ [dB(A)]
63	48.6
125	53.7
250	62.1
500	71.7
1000	75.5
2000	71.8
4000	63.3
8000	53.1
total	78.5

spectrum at 80 km/h

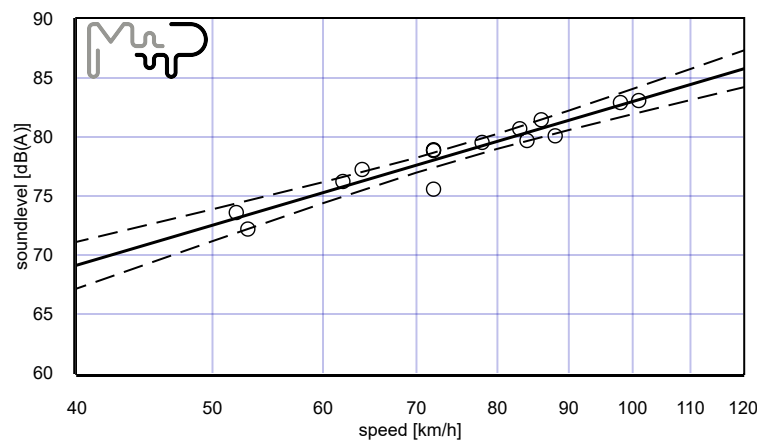


Statistical Pass-By

ISO 11819-1: 1996-05-24

Location	A10, Amsterdam, Boog A2/A10		
Position	voeg 2 (voor vervanging)		
Direction	west		
Measurement object	Voeg	Vehicle category	light
Number of measurements	14		
Measurement date	25-03-2017	Measurement height	3 meter
Air temperature	7		
Surface temperature	4		

Regression analysis

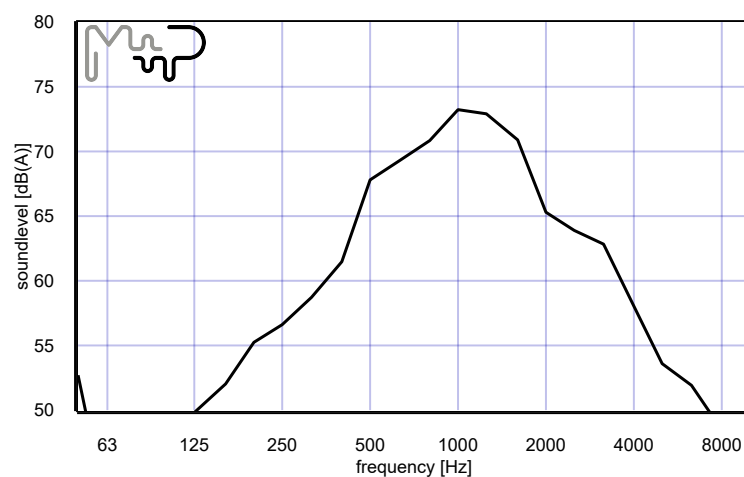


v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95% CI [dB(A)]
40	69.1	2.0
50	72.5	1.4
60	75.3	0.9
70	77.6	0.6
80	79.6	0.6
90	81.4	0.8
100	83.0	1.1
110	84.4	1.3
120	85.8	1.6

$$L_{A,max} = 79.6 + 34.8 \cdot \log(v/80)$$

Mean velocity	76.1 ± 15.1	km/h
Mean $L_{A,max}$	78.6	dB(A)
Correlation coefficient R^2	0.9	
Residue	1.0	dB(A)

Frequency analysis



frequency [Hz]	$L_{A,max}$ [dB(A)]
63	53.7
125	54.6
250	61.9
500	72.0
1000	77.2
2000	72.6
4000	64.4
8000	54.2
total	79.6

spectrum at 80 km/h



Statistical Pass-By

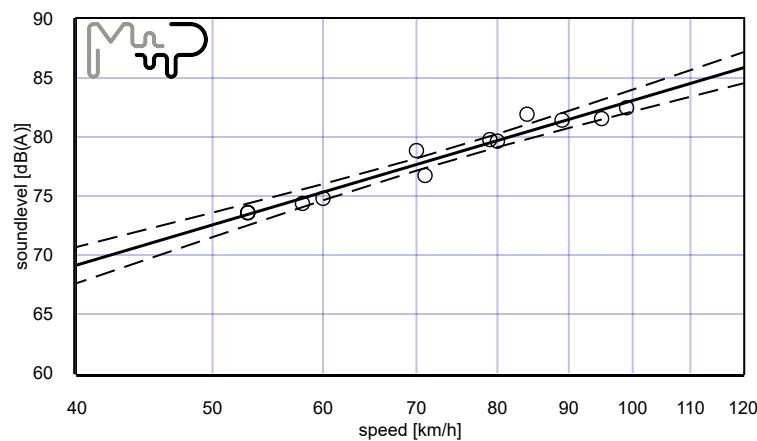
ISO 11819-1: 1996-05-24

Location A10, Amsterdam, Boog A2/A10
Position voeg 2 (na vervanging)
Direction west

Measurement object Voeg **Vehicle category** **light**
Number of measurements 12

Measurement date 25-03-2017 **Measurement height** **3 meter**
Air temperature 6
Surface temperature 4

Regression analysis

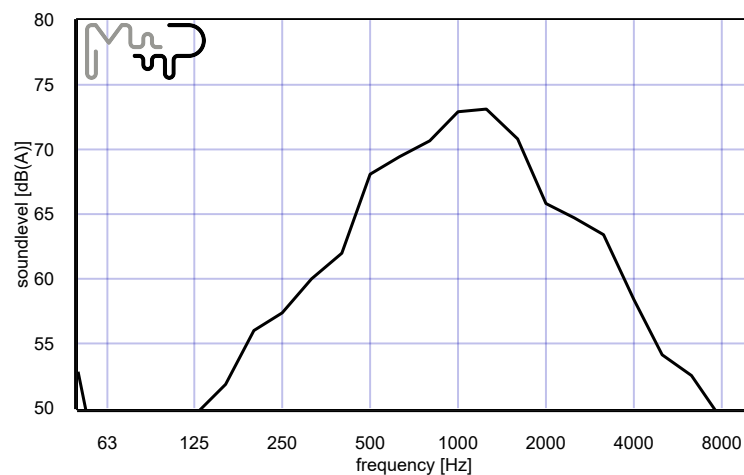


v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95% CI [dB(A)]
40	69.2	1.5
50	72.6	1.0
60	75.3	0.7
70	77.7	0.5
80	79.7	0.6
90	81.5	0.7
100	83.1	0.9
110	84.5	1.1
120	85.9	1.3

$$L_{A,max} = 79.7 + 35.0 \cdot \log(v/80)$$

Mean velocity 74.3 ± 16.0 km/h
 Mean $L_{A,max}$ 78.2 dB(A)
 Correlation coefficient R^2 1.0
 Residue 0.7 dB(A)

Frequency analysis



frequency [Hz]	$L_{A,max}$ [dB(A)]
63	53.9
125	54.4
250	62.9
500	72.3
1000	77.1
2000	72.8
4000	65.0
8000	54.8
total	79.7

spectrum at 80 km/h