



M+P | Onderdeel van
Müller-BBM groep
Mensen met oplossingen



Rapport

SPB-meting aan Silentway op de Ruurloseweg in Zelhem, twintig jaar na aanleg

Colofon

Opdrachtnemer M+P raadgevende ingenieurs BV

Opdrachtgever Struyk Verwo Infra
Rijnzathe 6
3454 PV UTRECHT - DE MEERN

Opdrachtnummer -

Titel SPB-meting aan Silentway op de Ruurloseweg in Zelhem,
twintig jaar na aanleg

Rapportnummer M+P.STRUY.23.01.1

Revisie 0

Datum 21 september 2023

Aantal pagina's 16

Auteurs ing. Mark Mertens
ing. Ronald van Loon

Contactpersoon ing. Ronald van Loon | 073-6589050 | info@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).

Samenvatting

Op de Ruurloseweg in Zelhem ligt sinds 2003 een wegvak met stille elementenverharding. Aan dit wegvak zijn kort na de aanleg en tien jaar na aanleg geluidmetingen uitgevoerd. M+P heeft opdracht gekregen van Struyk Verwo om de akoestische eigenschappen van het wegvak vast te leggen in 2023, twintig jaar na aanleg. Dit is gebeurd met een geluidmeting volgens de Statistical Pass-By (SPB)-methode.

De resultaten van de meting zijn vergeleken met de standaardwaarden voor het referentiewegdek zoals die zijn vastgelegd in het huidige Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 (Rmg 2012). Daarnaast zijn ze vergeleken met de nieuwe referentie uit het Meet- en Rekenvoorschrift Geluid Wegen (MRGW 2023) zoals dat per 1 januari 2024 gaat gelden. Het hieruit volgende verschil geeft de akoestische prestatie van het wegdek weer. Wanneer het meetresultaat lager is dan de waarde van het referentiewegdek, dan is er sprake van geluidreductie. In onderstaande tabel zijn de geluidreducties weergegeven volgens beide methoden.

tabel 1

Resultaten van de SPB-meting aan lichte motorvoertuigen op 3,0 meter hoogte na temperatuurcorrectie. Tevens zijn de geluidreducties voor lichte motorvoertuigen volgens Rmg 2012 en MRGW 2023 weergegeven

wegvak	snelheid [km/h]	SPB-waarde [dB(A)]	geluidreductie [dB(A)]	
			Rmg 2012	MRGW 2023
Ruurloseweg Zelhem	30	60,3	3,9	1,5
	40	63,2	4,8	3,2

Uit bovenstaande tabel blijkt dat er na twintig jaar nog steeds een geluidreductie op het wegvak met Silentway aanwezig is. De geluidreductie ten opzichte van de nieuwe referentie (MRGW 2023) is een stuk lager dan in het geval van de huidige referentie Rmg 2012. Dat komt omdat de waarden van het referentiewegdek bij lage snelheden enkele dB's naar beneden zijn bijgesteld.

Uit de vergelijking van de resultaten van de eerdere metingen in 2003 en 2013 blijkt dat de geluidniveaus in twintig jaar tijd niet zijn toegenomen. Het Silentway op de Ruurloseweg heeft zijn geluidreducerende werking na twintig jaar nog altijd behouden.

Inhoud

	Samenvatting	3
1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding en onderzoeksvraag	5
1.2	Aanpak	5
2	Meetmethode	6
2.1	Metten van de akoestische eigenschappen van wegdekken	6
2.2	SPB-methode	6
2.3	Temperatuurcorrectie	6
2.4	Kwaliteitsborging	7
2.5	Referentiewaarden	7
3	Resultaten en analyse	8
3.1	Geluidmeting twintig jaar na aanleg	8
3.2	Akoestische eigenschappen in de tijd	9
4	Literatuur	10
bijlage A	SPB-meting	11

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en onderzoeksvraag

De akoestische eigenschappen van wegdekken beïnvloeden het rolgeluid en daarmee de geluidemissie die het wegverkeer produceert. In geluidberekeningen aan wegverkeerslawaai is het wegdekeffect gedefinieerd als de wegdekcorrectie, oftewel C_{wegdek} . Deze C_{wegdek} beschrijft de akoestische prestatie die gemiddeld over de technische levensduur van het wegdek wordt geleverd. Dat betekent dat niet alleen de geluidprestatie van het nieuwe wegdek maar ook de toename van de geluidemissie tijdens de levensduur in de berekening is verwerkt. Het is daarom zinvol om te onderzoeken wat de werkelijke akoestische achteruitgang van wegverhardingsproducten is.

Op de Ruurloseweg in Zelhem ligt sinds 2003 een wegvak met stille elementenverharding. Aan dit wegvak zijn kort na de aanleg en tien jaar na aanleg geluidmetingen uitgevoerd. M+P heeft opdracht gekregen van Struyk Verwo om de akoestische eigenschappen van het wegvak vast te leggen in 2023, twintig jaar na aanleg.

1.2 Aanpak

Om de geluidreducerende eigenschappen van de elementenverharding vast te kunnen stellen, is een geluidmeting uitgevoerd. Dit is gebeurd volgens de Statistical Pass-By (SPB)-methode [2].

De resultaten van de meting zijn vergeleken met de standaardwaarden voor het referentiewegdek zoals die zijn vastgelegd in het Meet- en Rekenvoorschrift Geluid [5]. Daarnaast worden ze vergeleken met de nieuwe referentie uit het Meet- en Rekenvoorschrift Geluid Wegen (MRGW 2023) [6] zoals dat per 1 januari 2024 gaat gelden.

Het hieruit volgende verschil geeft de akoestische prestatie van het wegdek weer. Wanneer het meetresultaat lager is dan de waarde van het referentiewegdek, dan is er sprake van geluidreductie.

2 Meetmethode

2.1 Meten van de akoestische eigenschappen van wegdekken

Voor het meettechnisch vaststellen van het rolgeluidniveau of voertuiggeluidniveau op verschillende wegdektypen zijn binnen de Internationale Organisatie voor Standaardisatie (ISO) twee meetmethoden ontwikkeld. Dit betreffen de:

- *Close-Proximity (CPX)*-methode (ISO 11819-2) [1]
- *Statistical Pass-By (SPB)*-methode (ISO 11819-1) [2]

Beide methoden kunnen worden gebruikt voor de bepaling van de akoestische eigenschappen van wegdekken. In dit onderzoek is de SPB-methode gebruikt.

2.2 SPB-methode

Bij de SPB-meting worden van individuele voertuigpassages het maximale A-gewogen geluidniveau en de voertuigsnelheid geregistreerd. Het geluidniveau wordt gemeten op een vaste afstand vanaf het hart van de te meten rijstrook. De meting wordt uitgevoerd aan minimaal 100 lichte- en, indien mogelijk, aan 50 zware motorvoertuigen. De betrouwbaarheidswaarde waarbij het SPB-resultaat betrouwbaar geacht wordt, dient kleiner of gelijk te zijn aan 0,3 dB(A) voor lichte motorvoertuigen. Voor zware motorvoertuigen is deze grenswaarde 0,8 dB(A). In bijlage A staat de SPB-methode uitgebreid beschreven.



figuur 1 Meetopstelling tijdens een SPB-meting

2.3 Temperatuurcorrectie

De meetresultaten zijn afhankelijk van de temperatuur. Dit wordt toegeschreven aan het zachter worden van het rubber van de band en van het wegdek bij hogere temperaturen. De metingen worden uitgevoerd binnen een temperatuurgebied van 5 tot 35 °C en dienen voor een van 20 °C afwijkende luchttemperatuur gecorrigeerd te worden (zie Bijlage A)



2.4 Kwaliteitsborging

De gebruikte apparatuur voldoet aan type I volgens IEC 61672-1:2002 (microfoons) en aan “class I” volgens IEC 60942 (ijkbronnen). Microfoons worden twee keer per jaar intern gecontroleerd. Periodiek wordt de apparatuur extern gekalibreerd. Tevens heeft het M+P-systeem deelgenomen aan het SPB-ringonderzoek van CROW [3].

2.5 Referentiewaarden

De standaard meet- en rekenvoorschriften waarin beschreven staat hoe wegverkeerslawaai berekend moet worden, worden geactualiseerd als daar aanleiding voor is. Bij elke herziening zijn ook de standaardwaarden van het referentiewegdek aangepast. Enerzijds heeft dat te maken met wijzigingen in de berekeningsmethode. Anderzijds spelen ook wijzigingen in de geluideigenschappen van de voertuigvloot hierin een rol (stillere voertuigen, ontwikkeling van banden en bandenmaten, verandering gemiddeld voertuiggewicht etc.).

Ten tijde van de eerste meting in 2003 was het vigerende reken- en meetvoorschrift het Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaai 2002 (RMW 2002) [4]. Tijdens de metingen in 2013 en 2023 is het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 (Rmg 2012) het geldende voorschrift [5]. Per 1 januari 2024 zal deze, gelijktijdig met de inwerkingtreding van de Omgevingswet, vervangen worden door het Meet- en Rekenvoorschrift Geluid Wegen (MRGW 2023) [6]. De volgens de verschillende reken- en meetvoorschriften berekende geluidreducties kunnen niet door elkaar worden gebruikt.

De referentiewaarden in Rmg 2012 en het MRGW 2023 zijn gebaseerd op metingen die uitgevoerd zijn aan dicht asfaltbeton van verschillende leeftijden. Daarmee is de referentie gebaseerd op de actuele wegverkeersemissie en bepaald op dichte asfaltdeklagen van diverse leeftijden. Sinds het invoeren van Rmg 2012 is de effectieve geluidreductie, of wegdekcorrectie, opgebouwd uit een geluidreductie en een tijdgerelateerde afname daarvan.

$$(1) \quad C_{wegdek} = C_{initieel} + C_{tijd}$$

met:

C_{weg} : leeftijdgemiddelde wegdekcorrectie (effectieve geluidreductie)

$C_{initieel}$: geluidreductie kort na de aanleg

C_{tijd} : verouderingscorrectie

De referentiewaarden beschrijven dus een leeftijdgemiddeld geluidniveau. Tabel II geeft de leeftijdgemiddelde referentiewaarden volgens Rmg 2012 en MRGW 2023.

tabel II *Referentiewaarden voor lichte motorvoertuigen gedefinieerd op 3 meter hoogte volgens Rmg 2012 en MRGW 2023*

rijksnelheid [km/h]	SPB-niveau referentiewegdek [dB(A)]	
	Rmg 2012	MRGW 2023
30	64,2	61,8
40	68,0	66,4

3 Resultaten en analyse

3.1 Geluidmeting twintig jaar na aanleg

De geluidmeting op de Ruurloseweg, twintig jaar na aanleg, is uitgevoerd op 27 juni 2023 bij een gemiddelde luchttemperatuur van 21 °C. Er is gemeten in zuidelijke rijrichting. Er zijn 105 lichte motorvoertuigen gemeten bij een gemiddelde snelheid van 35 km/h. In figuur 2 zijn de SPB-positie en een detailfoto van het wegdek weergegeven.



figuur 2 Meetpositie en detailfoto van het wegdek

De resultaten van de SPB-meting zijn weergegeven in Bijlage A. In tabel III is een overzicht gegeven van de SPB-resultaten voor lichte motorvoertuigen op 3 meter hoogte.

De maximaal toegestane snelheid op het wegvak is 30 km/h. De betrouwbaarheidswaarde (helft van het 95% betrouwbaarheidsinterval) is zowel bij 30 als bij 40 km/h gelijk aan 0,3 dB. Het meetresultaat voor lichte motorvoertuigen is daarmee voor beide snelheden betrouwbaar.

In tabel III zijn ook de waarden voor het referentiewegdek en de geluidreducties weergegeven volgens het Rmg 2012 en het MRGW 2023.

tabel III Resultaten van de SPB-meting op 3,0 meter hoogte na temperatuurcorrectie. Tevens zijn de waarden van het referentiewegdek volgens Rmg 2012, MRGW 2023 en de geluidreducties weergegeven

wegvak	snelheid [km/h]	SPB-waarde [dB(A)]	referentie [dB(A)]		geluidreductie [dB(A)]	
			Rmg 2012	MRGW 2023	Rmg 2012	MRGW 2023
Ruurloseweg	30	60,3	64,2	61,8	3,9	1,5
Zelhem	40	63,2	68,0	66,4	4,8	3,2

Uit bovenstaande tabel blijkt dat er na twintig jaar nog steeds een geluidreductie op het wegvak met Silentway aanwezig is. De geluidreducties ten opzichte van de nieuwe referentie (MRGW 2023) zijn lager dan in het geval van de Rmg 2012. Dat komt omdat de waarden van het referentiewegdek bij lage snelheden naar beneden zijn bijgesteld.

3.2 Akoestische eigenschappen in de tijd

De eerste geluidmeting op de Ruurloseweg is uitgevoerd op 26 maart 2003 [7], de tweede meting op 7 juni 2013 [8]. Bij de eerste geluidmeting in 2003 is de meethoogte van 5 m gehanteerd. Er is destijds geen meting op 3 m hoogte uitgevoerd. Om een vergelijking tussen de verschillende metingen te kunnen maken zijn de SPB-niveaus van de drie metingen op 5 m hoogte bij een snelheid van 35 km/h met elkaar vergeleken. Bij 35 km/h voldoen de resultaten van alle drie de metingen aan de eis voor de betrouwbaarheid (0,3 dB).

tabel IV Resultaten van de SPB-metingen voor lichte motorvoertuigen in 2003, 2013 en 2023 (temperatuurcorrectie)

wegvak	snelheid [km/h]	SPB-waarde op 5 m hoogte (dB(A))		
		2003	2013	2023
Ruurloseweg Zelhem	35	61,2	62,1	60,8

Uit de vergelijking van de resultaten op 5 meter hoogte blijkt dat de geluidniveaus in twintig jaar tijd niet zijn toegenomen. Gezien de ontwikkeling van SPB-niveaus in de tijd en de vastgestelde geluidreductie in tabel III kan worden geconcludeerd dat de geluidreducerende werking van het Silentway op de Ruurloseweg in twintig jaar niet significant veranderd is.

4 Literatuur

- [1] ISO 11819-2, “ Acoustics – Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2: Close-proximity method”, 03-2017;
- [2] ISO 11819-1, “Acoustics - Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise - Part 1: The Statistical Pass-By method”, 1997;
- [3] “Round Robin test 2020 Results Statistical Pass-By method (SPB)”, CROW Platform Wegmetingen, 10 december 2020;
- [4] Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaai 2002, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag, Staatscourant nr. 62, 28 maart 2002;
- [5] Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 (bijlage III), Den Haag, Staatscourant 2012 nr. 11810, 27 juni 2012;
- [6] “Meet- en Rekenmethode Geluid Wegen”, Omgevingsregeling, geconsolideerde versie 10 maart 2023;
- [7] KELLEN.02.1/rl, “SPB-meting aan Kelt Silentio op de Ruurloseweg te Zelhem”, 14 april 2003;
- [8] STRUY.13.01.1 “SPB-meting op de Ruurloseweg in Zelhem”, 24 juni 2013.

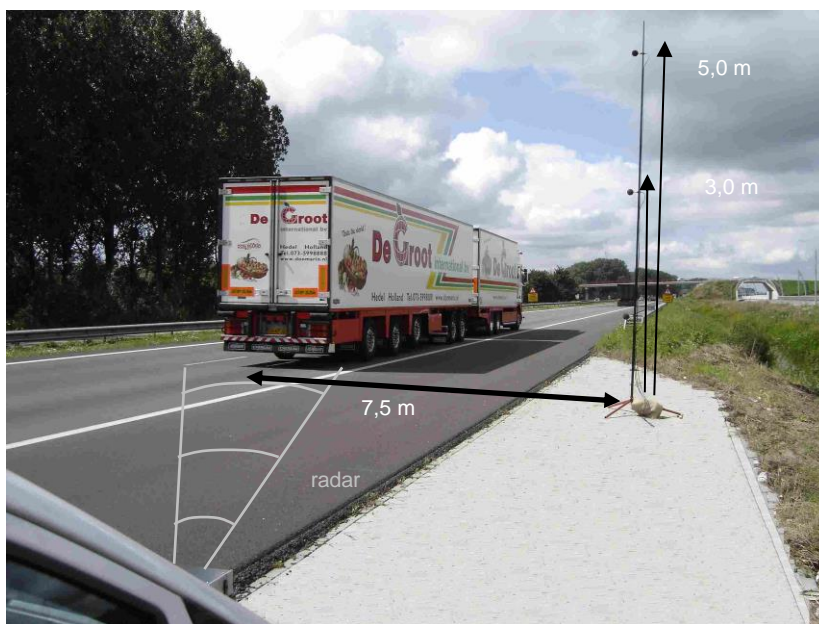
Bijlage A

SPB-meting

Statistical Pass-By (SPB)-methode

Meetmethode

De SPB-methode is gestandaardiseerd in de internationale norm ISO 11819-1 [2]. Bij deze meetmethode wordt een microfoon op 7,5 meter uit het hart van de rijstrook geplaatst. Er is gemeten op 3,0 en 5,0 meter hoogte. In figuur 3 is de meetopstelling weergegeven.



figuur 3

Meetopstelling SPB-methode

Bij iedere voertuigpassage worden het maximale A-gewogen geluidniveau en de voertuigsnellheid geregistreerd. De voertuigen worden ingedeeld in de categorieën lichte, middelzware en zware motorvoertuigen. De resultaten 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.

Naast het maximale optredende geluidniveau per passage wordt ook de spectrale verdeling in 1/3-octafbanden gemeten.

De resultaten van de regressie-analyse van de metingen worden in de vorm van spreidingsdiagrammen weergegeven. Voor de regressielijn in het spreidingsdiagram geldt:

(2) $L_{A,max} = a + b \cdot \lg(v / v_0)$

met:

- $L_{A,max}$: maximale geluidniveau tijdens een voertuigpassage [dB(A)]
- a : constante die het geluidniveau bij de referentiesnelheid aangeeft
- b : constante die de snelheidsinvloed aangeeft
- v : rijnsnelheid [km/h]
- v_0 : referentiesnelheid [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. De betrouwbaarheidswaarde waarbij het SPB-resultaat betrouwbaar geacht wordt, dient kleiner of gelijk te zijn aan 0,3 dB(A) voor lichte motorvoertuigen. Voor zware motorvoertuigen is deze waarde 0,8 dB(A). Het totale 95%-betrouwbaarheidsinterval betreft twee maal deze waarde.

Door toepassing van de SPB-methode is een absolute waarde vast te stellen voor het optredende geluidniveau aan een wegdek. Deze waarde geldt alleen ter hoogte van de SPB-locatie. Over de resterende wegvaklengte kan geen uitspraak worden gedaan.

Meetapparatuur

Bij de SPB-metingen is gebruik gemaakt van meetapparatuur uit tabel V.

tabel V

Gebruikte meetapparatuur SPB-meting

	fabrikant	Type	aantal
microfoon	B&K	4189	2
voorversterker	B&K	2671	2
data acquisitie	National Instruments	NI9234-4	1
snelheidsmeter	Gatso	Junior	1
ijkbron	RION	NC-74	1

Temperatuurcorrectie

De temperatuurcorrectie op de meetresultaten van de SPB-meting gebeurt volgens onderstaande formule.

(1) $L_{Aref} = L_{AT} + C (T - 20)$

met:

- L_{Aref} : het A-gewogen geluidniveau bij de referentietemperatuur van 20°C [dB(A)]
- L_{AT} : het A-gewogen geluidniveau bij temperatuur T [°C]
- C : temperatuurcoëfficiënt [dB/°C]
- T : luchttemperatuur tijdens de metingen [°C]

Voor de correctie van het SPB-resultaat voor lichte motorvoertuigen wordt een temperatuurcoëfficiënt van 0,05 dB/°C gebruikt, voor zware motorvoertuigen is dit 0,03 dB/°C. Bij de SPB-metingen wordt de temperatuurcorrectie op het eindresultaat toegepast.



Statistical Pass-By

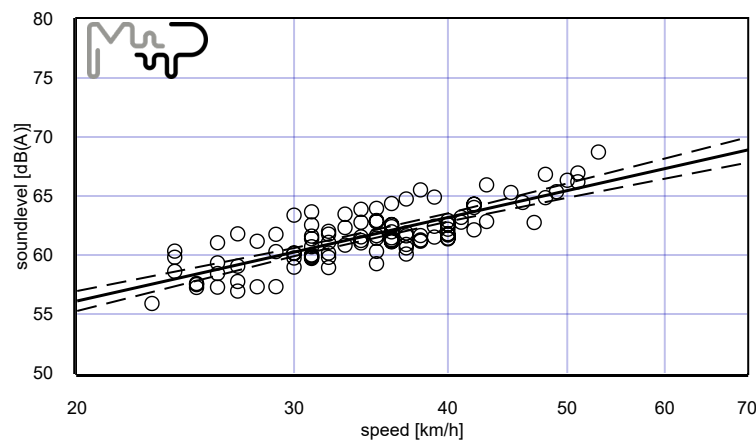
ISO 11819-1

Location Zelhem, Ruurloseweg
Position ter hoogte van de Kerkhoflaan
Direction south

Measurement object SilentWay **Vehicle category** **light**
Number of measurements 105

Measurement date 27-06-2023 **Measurement height** **3 meter**
Air temperature 21 **5 meter**
Surface temperature 31

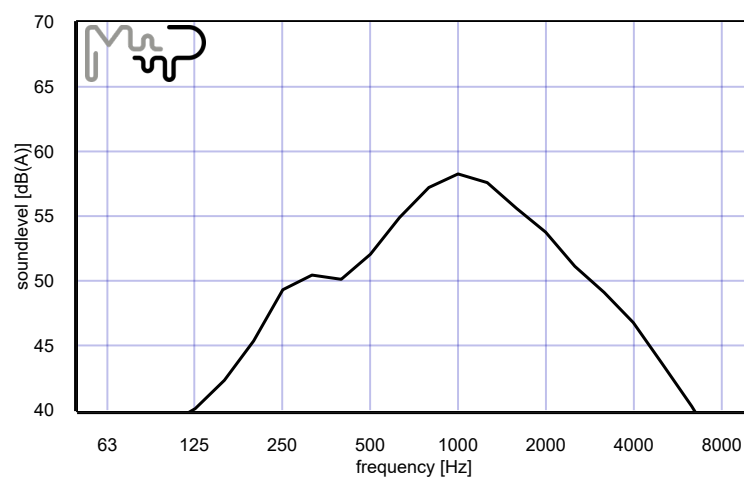
Regression analysis



v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95% CI [dB(A)]
20	56.1	0.8
30	60.2	0.3
40	63.2	0.3
50	65.5	0.6
60	67.3	0.9
70	68.9	1.1
80	70.3	1.3
90	71.5	1.4
100	72.5	1.6

$L_{A,max} = 65.5 + 23.5 \cdot \log(v/50)$
 Mean velocity 35.1 ± 6.7 km/h
 Mean $L_{A,max}$ 61.7 dB(A)
 Correlation coefficient R^2 0.6
 Residue 1.4 dB(A)

Frequency analysis



frequency [Hz]	$L_{A,max}$ [dB(A)]
63	38.3
125	45.4
250	53.6
500	57.6
1000	62.5
2000	58.6
4000	51.8
8000	42.4
total	65.5

spectrum at 50 km/h



Statistical Pass-By

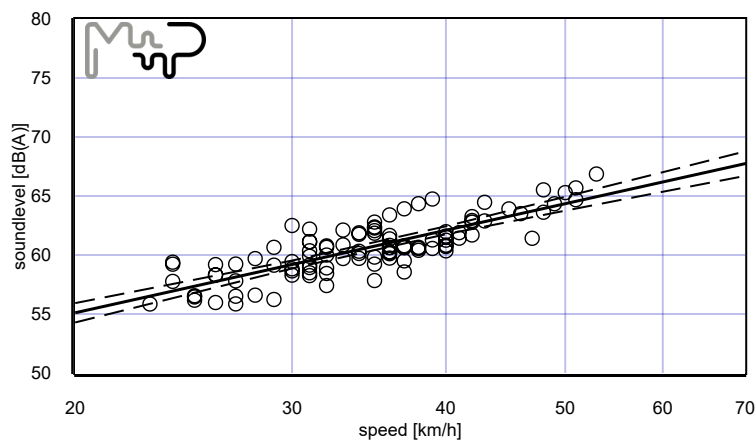
ISO 11819-1

Location Zelhem, Ruurloseweg
Position ter hoogte van de Kerkhoflaan
Direction south

Measurement object SilentWay **Vehicle category** light
Number of measurements 105

Measurement date 27-06-2023 **Measurement height** 3 meter
Air temperature 21 **5 meter**
Surface temperature 31

Regression analysis

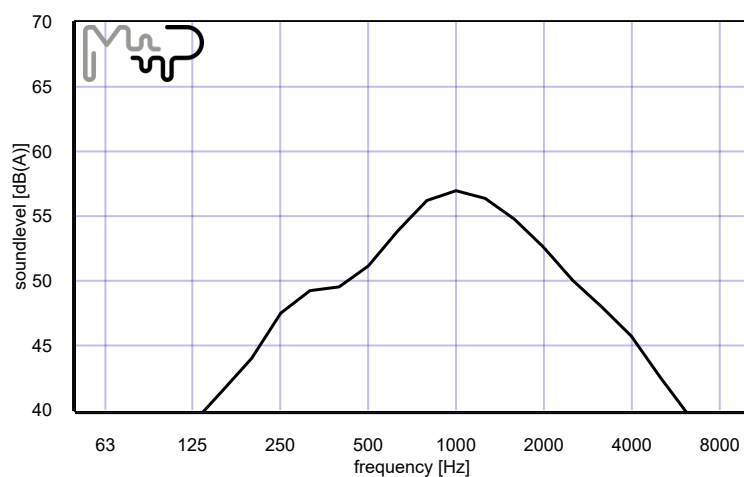


v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95% CI [dB(A)]
20	55.1	0.8
30	59.2	0.3
40	62.1	0.3
50	64.3	0.6
60	66.2	0.8
70	67.7	1.0
80	69.1	1.2
90	70.3	1.4
100	71.3	1.5

$$L_{A,max} = 64.3 + 23.2 \cdot \log(v/50)$$

Mean velocity	35.1 ± 6.7	km/h
Mean $L_{A,max}$	60.6	dB(A)
Correlation coefficient R^2	0.7	
Residue	1.4	dB(A)

Frequency analysis



frequency [Hz]	$L_{A,max}$ [dB(A)]
63	36.7
125	44.4
250	52.2
500	56.7
1000	61.3
2000	57.6
4000	50.7
8000	41.7
total	64.3

spectrum at 50 km/h