

*Notitie***Aan**

Eric Ivens, Hans de Haan  
Projectorganisatie Zuidasdok

**Van**

ir. M.G. Dittrich, ir. P.W. Wessels, ing F.H.M. Staats

**Onderwerp**

Contourmeting  $L_C-L_A$  Schinkelbrug

**1. Inleiding**

TNO heeft in opdracht van Projectorganisatie Zuidasdok op 7 juni 2016 geluidmetingen uitgevoerd ter bepaling van laagfrequente geluid bij woningen in de directe omgeving van de noordelijke Schinkelbrug. Uit deze metingen zijn contouren bepaald van de maat  $L_C-L_A$ .

Bij de Schinkelbrug is sprake van laagfrequent geluid, vooral ten gevolge van passages van zware vrachtauto's over de brug.

Voor de karakterisering van laagfrequente geluid van beweegbare bruggen wordt vaak de maat  $L_C-L_A$  gebruikt volgens onderstaand tabel, zoals voorgesteld in [1]. Deze maat is oorspronkelijk bedoeld voor metingen binnen de woning, maar is in relatie tot beweegbare bruggen ook voor metingen buiten gebruikt (zie [1]). Het geeft een indicatie van de mate van laagfrequent geluid, maar is minder indicatief voor het absolute niveau, dat door de  $L_A$  of  $L_C$  gekwantificeerd wordt. Zo kan  $L_C-L_A$  een hoog niveau hebben bij een relatief laag A-gewogen of C-gewogen niveau.

Tabel 1: Beoordeling van laagfrequente hinder bij bruggen uit [1].

$L_C-L_A$ dB	Hinder
$\leq 10$	Geen hinder
11-15	Lichte hinder
16-20	Duidelijke hinder
$> 20$	Ernstige hinder

**2. Meetpunten**

Een grid van 18 meetpunten is gekozen, zodanig dat dit voldoende dekkend is voor het gebied met woonboten tot aan het einde van de sluis, zie figuur 1. Deze zijn achtereenvolgens steeds op 2 of 3 punten tegelijk gemeten.

**TNO Technical Sciences**

Oude Waalsdorperweg 63  
2597 AK Den Haag  
Postbus 96864  
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00

F +31 70 328 09 61

**Blad 1/14**

**Datum**

16 juni 2016

**Onze referentie**

DHW-TS-2016-0100298350

**E-mail**

michael.dittrich@tno.nl

**Doorkiesnummer**

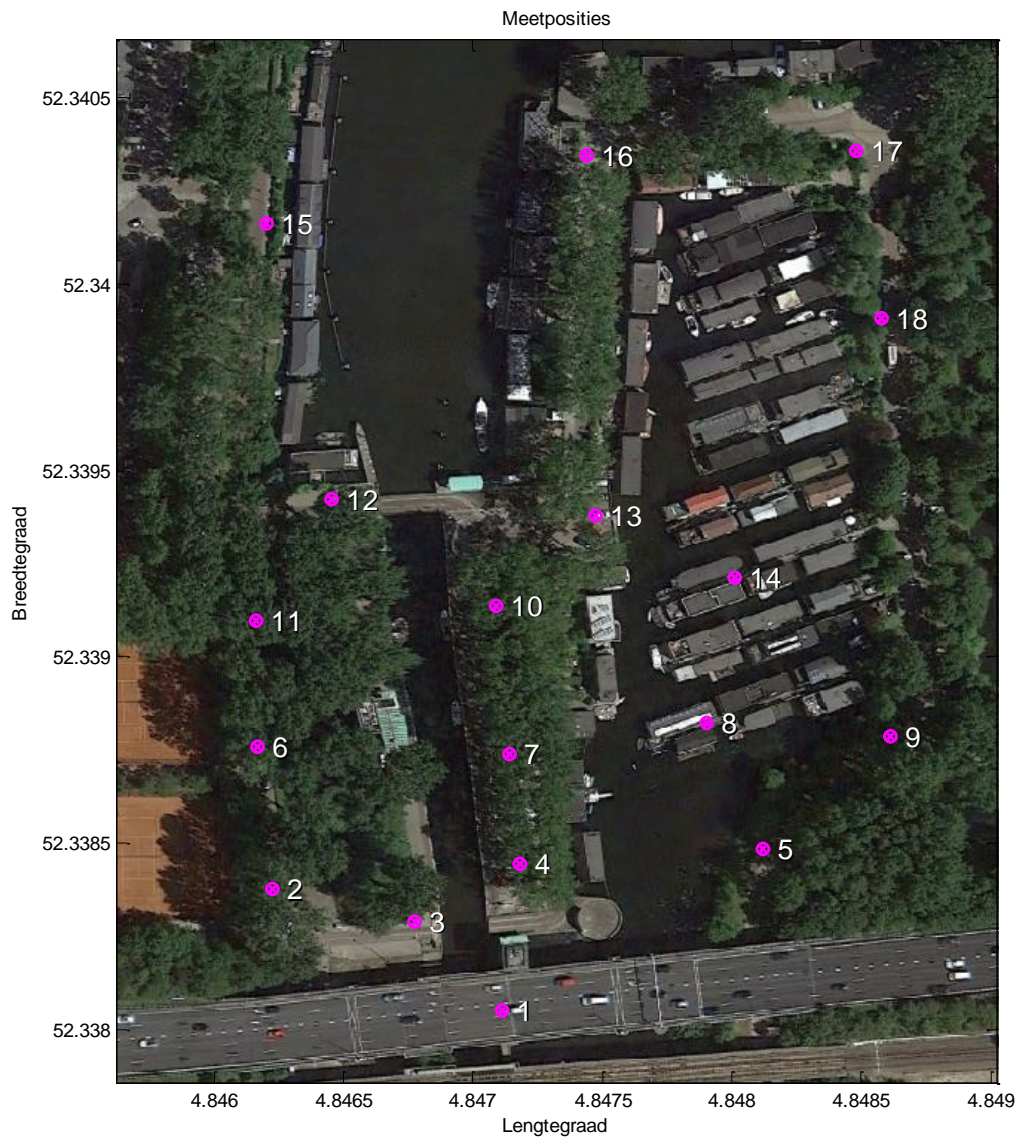
+31 88 866 6544

De meethoogte was 4,5 meter boven het lokale maaiveld. Meetpunt 4 is als referentie gebruikt zodat eventueel kon worden gecorrigeerd voor verschillen in verkeersintensiteit.

**Datum**  
16 juni 2016

**Onze referentie**  
DHW-TS-2016-0100298350

**Blad**  
2/14



Figuur 1: Meetposities

Figuur 2 geeft een impressie van de verschillende meetopstellingen.  
Figuur 3 toont de positie van het meetpunt vlak voor de brug, en geeft aan waar het meetpunt onder de brug zich bevond.

**Datum**  
16 juni 2016

**Onze referentie**  
DHW-TS-2016-0100298350

**Blad**  
3/14



Meetpunt 5

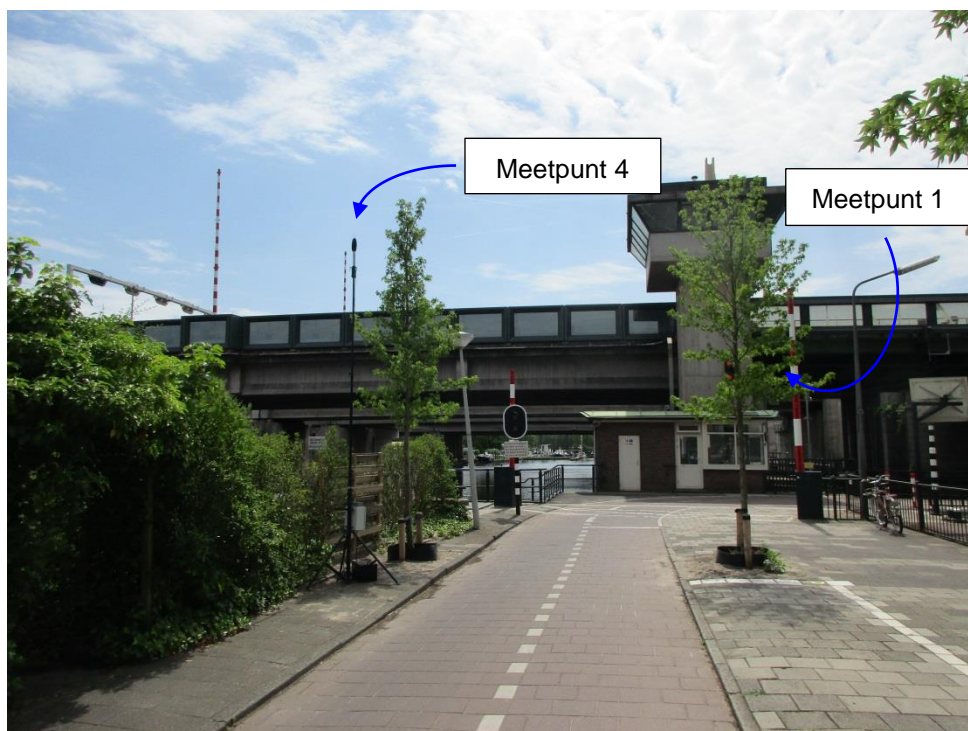


Meetpunt 8



Meetpunt 12

Figuur 2: foto's van enkele meetpunten



Figuur 3: Referentiepunt vóór (meetpunt 4) en onder de brug (meetpunt 1).

### 3. Geluidmetingen

Er is steeds op 2 tot 4 posities gelijktijdig geluid gemeten gedurende 20 minuten. Bij de uitwerking van resultaten zijn andere stoorbronnen zoals bromfietsen, de spoorbruggen en de alarmbel van de fietsersbrug zoveel mogelijk geëlimineerd.

De metingen vonden plaats tussen 12:13 en 16:43. De niveaus gedurende de meting, zoals gemeten door het referentiepunt onder de brug (meetpunt 1), zijn gebruikt om een inschatting te maken van het verschil in verkeersaanbod tijdens de meting.

**Datum**

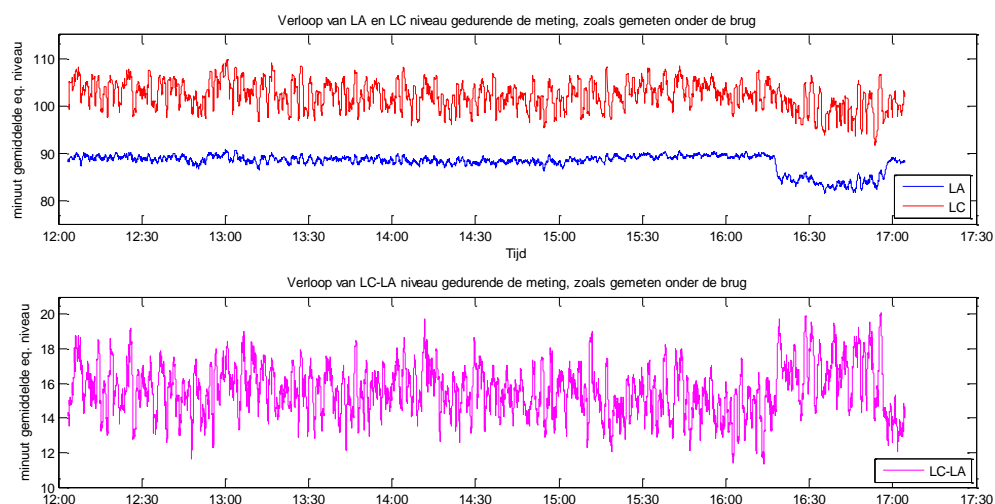
16 juni 2016

**Onze referentie**

DHW-TS-2016-0100298350

**Blad**

4/14



Figuur 4: verloop van de geluidniveaus direct onder de brug (meetpunt 1).

Figuur 4 laat het verloop van het  $L_A$ ,  $L_C$  en  $L_C-L_A$  niveau onder de brug zien gedurende de meting. Hieruit blijkt dat er slechts na 16:17 een vermoedelijk verschil was in de rijnsnelheid en verkeersintensiteit. Op basis van Figuur 4 blijkt het  $L_C-L_A$  niveau onder de brug tijdelijk ongeveer 2 dB hoger. Dit verschil heeft een beperkt effect op de metingen van meetlocaties 12 en 15 (zie de meetperiodes in Tabel 4). De resultaten in deze notitie zijn niet voor dit verschil gecorrigeerd. Het gemeten verschil onder de brug laat zich namelijk niet direct vertalen tot een correctie op enige afstand van de brug. De geluidsoverdracht en het effect op de hoge en lage frequenties zou hierin moeten worden meegenomen.

### 4. Meteocondities

De metingen zijn uitgevoerd onder condities die buiten het meteoraam vallen, met name de windrichting was Noordoost windkracht 3. In overleg met Zuidasdok is besloten onder deze condities te meten. Zowel de  $L_A$  als  $L_C$  niveaus zullen naar verwachting hoger zijn bij meewind (ZW), vooral op meer dan 50m afstand. Het  $L_C-L_A$  niveau zou anders van de windrichting kunnen afhangen dan de  $L_C$  en  $L_A$  niveaus afzonderlijk. Gezien de complexe geometrie tussen brug en ontvangpunten is hier geen eenvoudige indicatie van te geven. De gemeten  $L_C-L_A$



niveaus wijken echter niet sterk af van metingen van TNO in oktober 2015 , waarbij onder de juiste meteocondities is gemeten (zie TNO rapport [2]).

De meteocondities waren zoals weergegeven in tabel 2. De gebruikte apparatuur staat in tabel 3.

**Datum**

16 juni 2016

**Onze referentie**

DHW-TS-2016-0100298350

**Blad**

5/14

Tabel 2: Meteocondities

Temperatuur	gemiddeld 19,4 graden celsius, maximum 24,8 graden celsius
Bewolking	licht bewolkt en zonnig
Neerslag	geen
Windrichting	NO
Windsnelheid	gemiddeld 3,8 m/s maximaal uurgemiddeld: 6 m/s
Luchtvochtigheid	71%
Gemiddelde luchtdruk	1022,2 HPa

Tabel 3 Apparatuurlijst

	Meetmiddel	Merk	Type	Serienr.	tuinnummer	Naam
Meetpunt 1 (vast)	geluidmeetpost	TNO				"Alfa"
	microfoon	B&K	4189	2643099	33080946	
Meetpunt 4 (vast)	geluidmeetpost	TNO				"Charlie"
	microfoon	B&K	4189	2643098	33080945	
	microfoon	B&K	4192	2906103	60141577	
	voorversterker	B&K	2669	2569344	33060257	
	microfoon	B&K	4192	2906099	60141574	
	voorversterker	B&K	2669	2053567	33002069	
	Data acquisitie	B&K	LANXI-3050-A-060	108082	60140688	"Max"
	Calibrator	B&K	4231	2313266	33001552	
	microfoon	B&K	4192	2906097	60141573	
	microfoon	B&K	2669	1866140	33001855	
	microfoon	B&K	4192	2569915	33060254	
	voorversterker	B&K	2669	2351869	33001042	
	Data acquisitie	B&K	LANXI-3050-A-060	108064	60140689	"Rosberg"
	Calibrator	B&K	4231	2313267	33000532	
					laatste cal.: 15-03-2016	

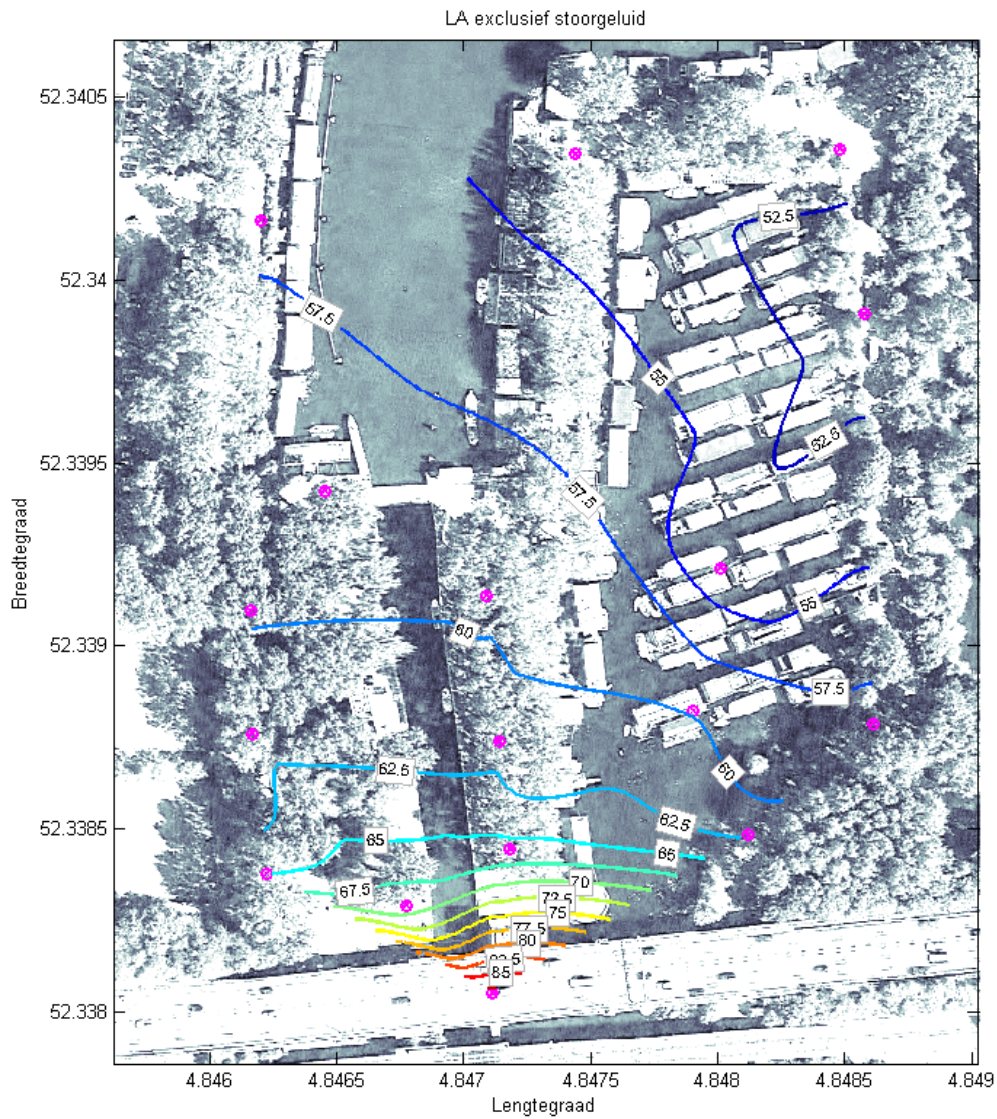
## 5. Resultaten

De contouren van het A-gewogen niveau, het C-gewogen niveau en het  $L_C-L_A$  niveau zijn weergegeven in figuren 5, 6 en 7 respectievelijk. De totale niveaus voor alle meetpunten staan in tabel 4. De interpolatie is uitgevoerd met een kwadratische benadering.

**Datum**  
16 juni 2016

**Onze referentie**  
DHW-TS-2016-0100298350

**Blad**  
6/14

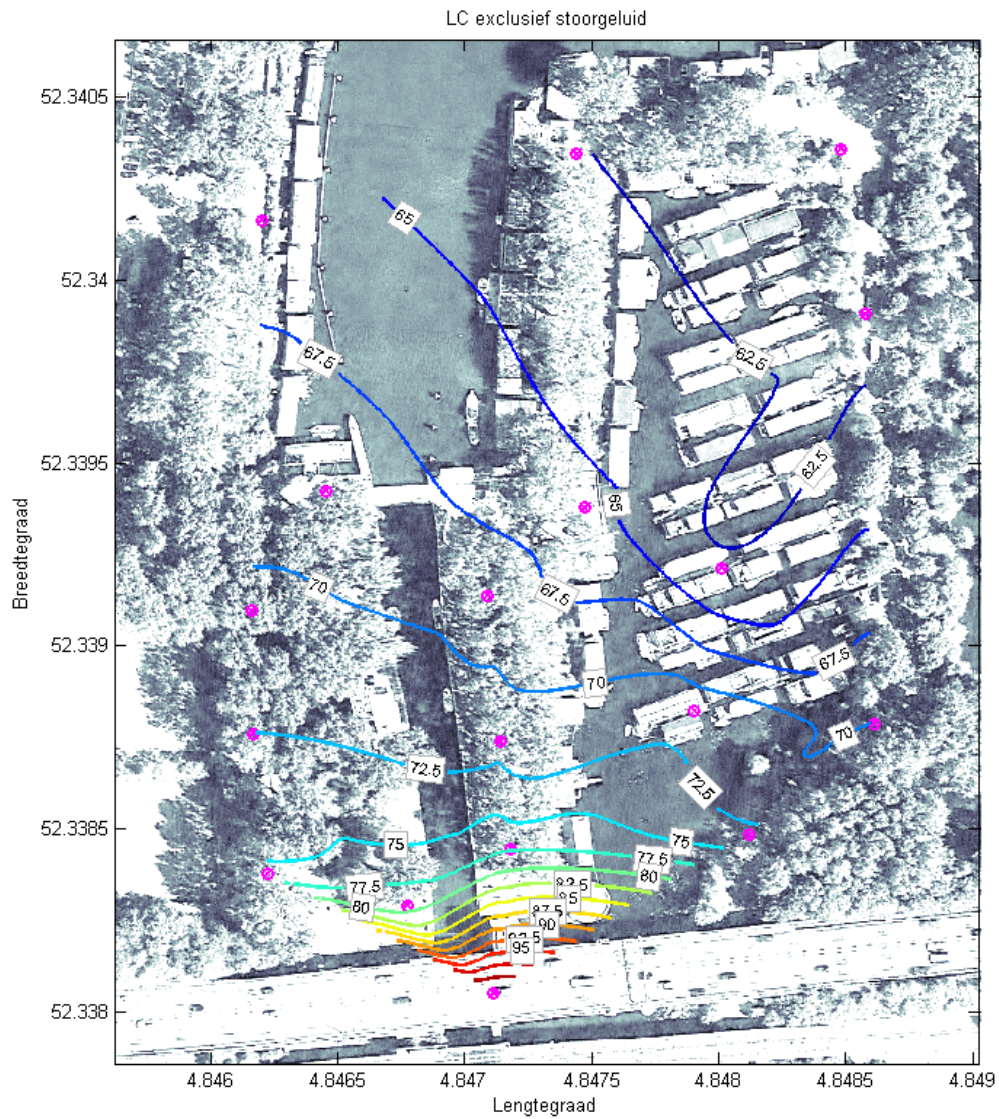


Figuur 5: Contour van het A-gewogen niveau gemiddeld over de meetperiode

**Datum**  
16 juni 2016

**Onze referentie**  
DHW-TS-2016-0100298350

**Blad**  
7/14



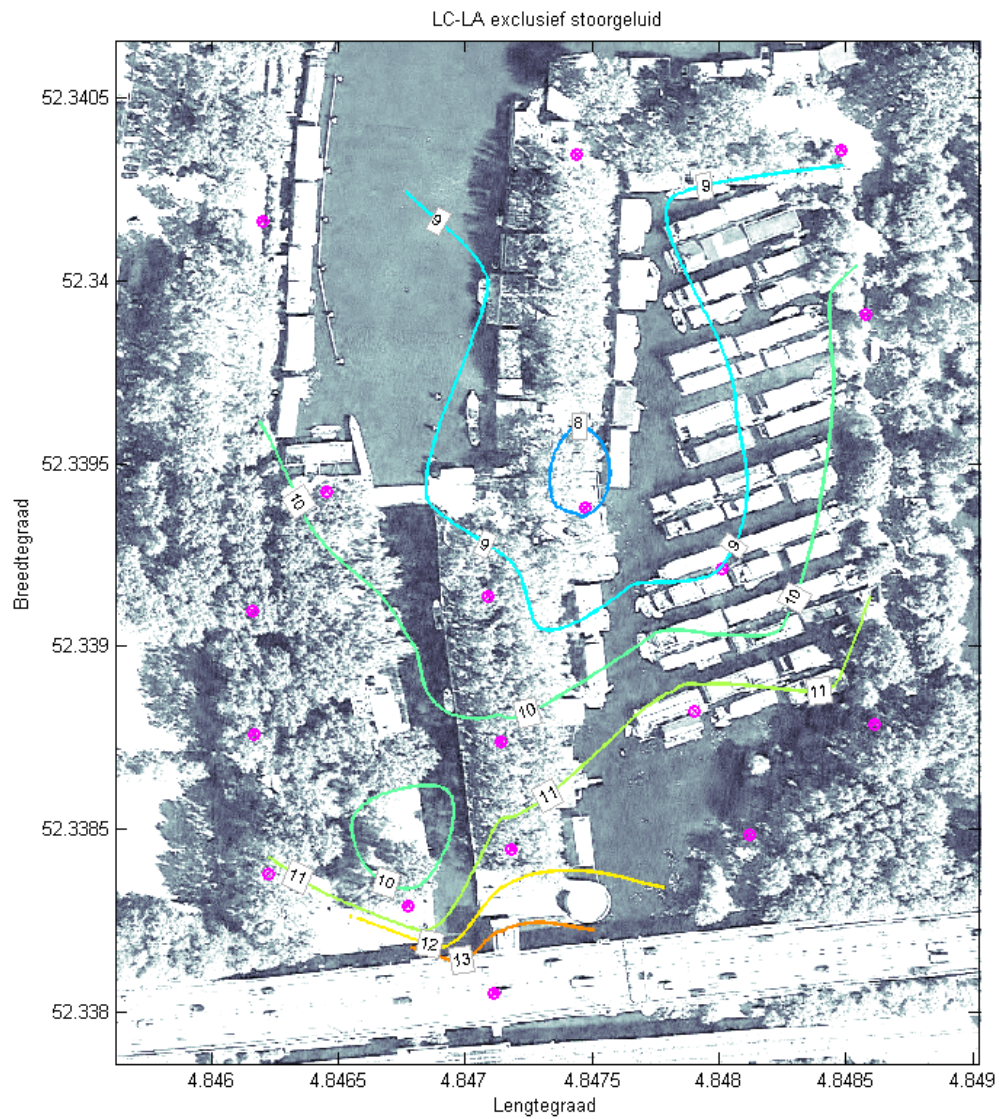
Figuur 6: Contour van het C-gewogen niveau gemiddeld over de meetperiode



**Datum**  
16 juni 2016

**Onze referentie**  
DHW-TS-2016-0100298350

**Blad**  
8/14



Figuur 7: Contour van het LC-LA niveau gemiddeld over de meetperiode



Tabel 4: De totale equivalente geluiddruk niveaus voor alle meetpunten.

Meetpuntnr	Meetperiode	L <sub>A</sub>	L <sub>C</sub>	L <sub>C</sub> -L <sub>A</sub>
1	11:26 – 17:08	88,4	103,2	14,8
2	14:35 – 14:56	65,0	76,4	11,4
3	14:35 – 14:56	69,2	79,4	10,2
4	10:01 – 17:29	65,8	77,3	11,4
5	13:03 – 13:24	62,1	73,4	11,2
6	15:15 – 15:36	61,7	72,5	10,9
7	15:50 – 16:11	61,5	71,6	10,2
8	13:46 – 14:07	59,8	71,2	11,3
9	10:03 – 10:24	58,4	70,0	11,6
10	15:50 – 16:11	59,6	69,1	9,5
11	15:15 – 15:36	59,8	70,5	10,7
12	16:22 – 16:43	59,2	69,0	9,8
13	12:13 – 12:34	57,7	65,6	8,0
14	14:26 – 14:47	53,9	62,9	9,0
15	16:22 – 16:43	57,0	66,4	9,3
16	12:13 – 12:34	53,8	62,6	8,8
17	15:17 – 15:38	53,2	62,1	8,9
18	15:17 – 15:38	51,5	61,8	10,3

**Datum**  
16 juni 2016

**Onze referentie**  
DHW-TS-2016-0100298350

**Blad**  
9/14

## 6. Resultaten tijdens luide passages

De brug en het verkeer zorgen voor een variërende geluidproductie. Er is daarom ook een analyse uitgevoerd van alleen de passages van zware voertuigen op de brug. Dit is als volgt gedaan:

- de tijdsintervallen van passages van zware voertuigpassages zijn bepaald uit het laagfrequente geluid tussen 8 Hz en 125 Hz, voor het niveau dat voor 20% van de totale meettijd wordt overschreden ( $L_{20}$ );
- voor deze gecombineerde tijdsintervallen zijn de totale  $L_A$ ,  $L_C$  en  $L_C-L_A$  niveaus energetisch gemiddeld, voor het hele frequentiebereik.

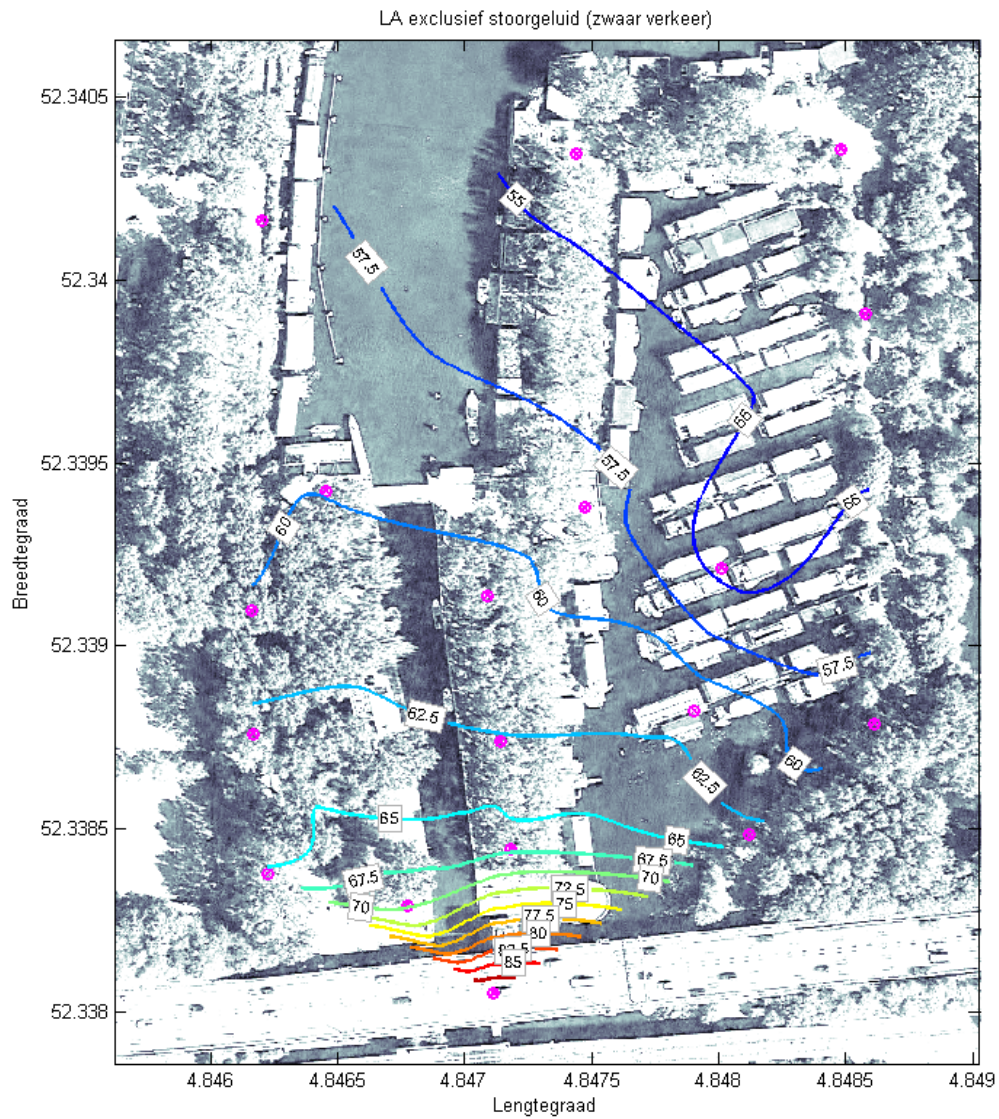
Deze analyse is voor iedere meetpositie afzonderlijk uitgevoerd, omdat niet gelijktijdig op alle posities is gemeten en looptijden een rol kunnen spelen.

De contouren van het A-gewogen niveau, het C-gewogen niveau en het  $L_C-L_A$  niveau, tijdens de passages van zwaar verkeer, zijn weergegeven in figuren 8, 9 en 10 respectievelijk. De totale niveaus voor alle meetpunten staan in tabel 5. De interpolatie is uitgevoerd met een kwadratische benadering.

**Datum**  
16 juni 2016

**Onze referentie**  
DHW-TS-2016-0100298350

**Blad**  
10/14

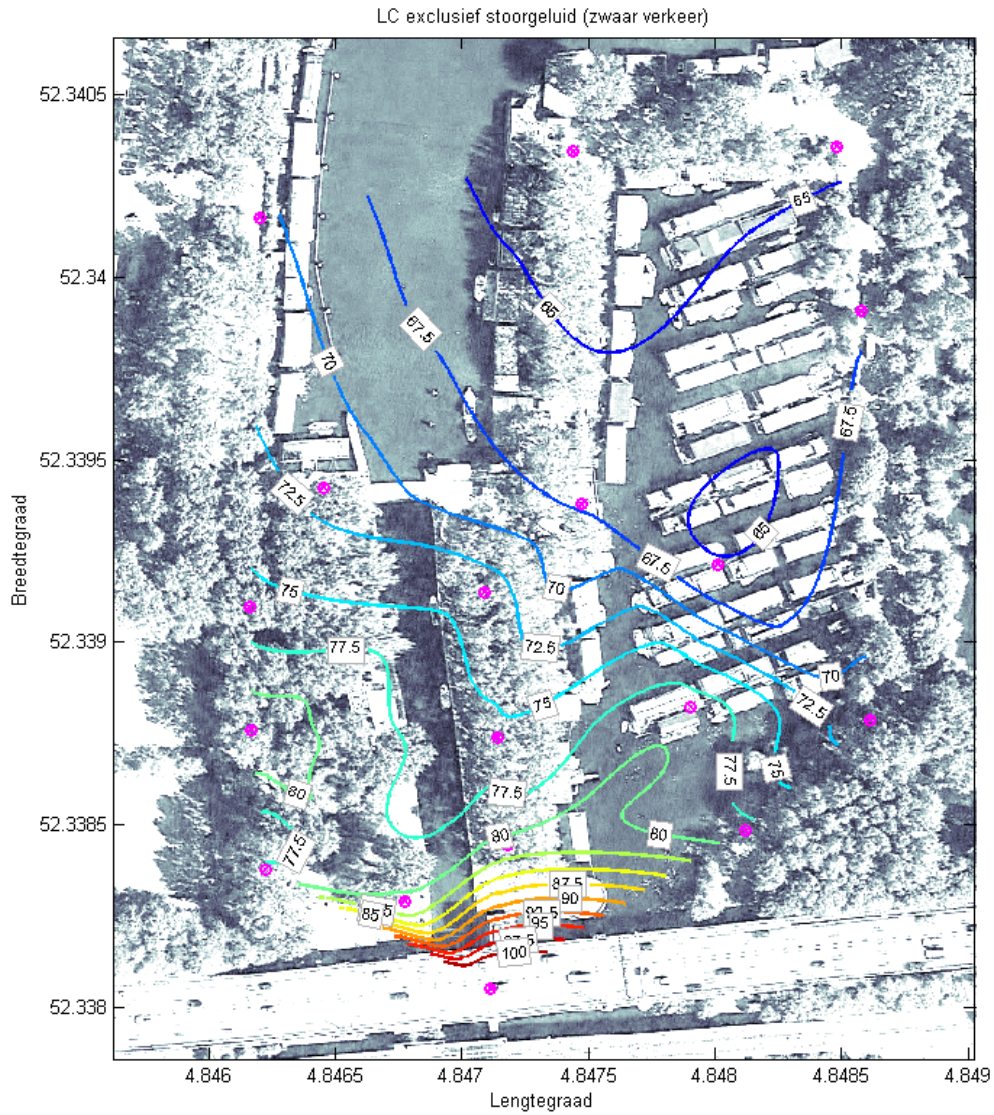


Figuur 8: Contour van het A-gewogen geluiddrukkniveau tijdens passages van zware voertuigen op de brug

**Datum**  
16 juni 2016

**Onze referentie**  
DHW-TS-2016-0100298350

**Blad**  
11/14



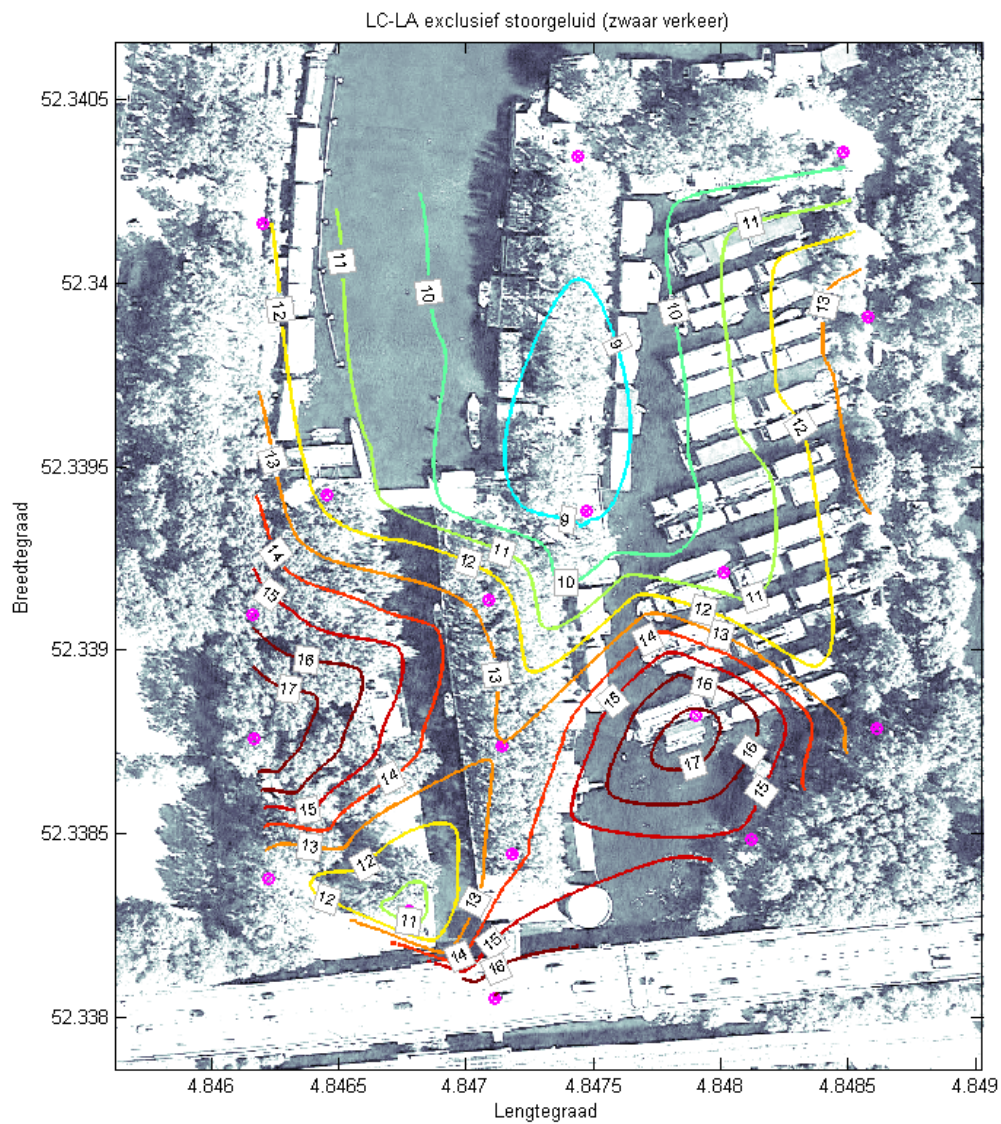
Figuur 9: Contour van het C-gewogen geluidrukniveau tijdens passages van zware voertuigen op de brug



**Datum**  
16 juni 2016

**Onze referentie**  
DHW-TS-2016-0100298350

**Blad**  
12/14



Figuur 10: Contour van het  $L_{C-LA}$  geluidrukniveau tijdens passages van zware voertuigen op de brug

Tabel 5: De totale niveaus voor alle meetpunten, tijdens de momenten met zwaar verkeer op de brug.

Meetpuntnr	Meetperiode	L <sub>A</sub>	L <sub>C</sub>	L <sub>C</sub> -L <sub>A</sub>
1	11:26 – 17:08	90,2	107,4	17,1
2	14:35 – 14:56	65,6	78,3	12,6
3	14:35 – 14:56	69,9	80,7	10,8
4	10:01 – 17:29	67,1	80,9	13,8
5	13:03 – 13:24	63,6	78,5	14,9
6	15:15 – 15:36	63,3	81,4	18,0
7	15:50 – 16:11	62,7	75,7	13,0
8	13:46 – 14:07	61,5	78,6	17,1
9	10:03 – 10:24	59,0	71,6	12,6
10	15:50 – 16:11	61,0	73,6	12,6
11	15:15 – 15:36	60,3	76,0	15,8
12	16:22 – 16:43	59,9	71,7	11,8
13	12:13 – 12:34	58,4	67,3	8,9
14	14:26 – 14:47	54,7	65,2	10,5
15	16:22 – 16:43	58,4	70,5	12,2
16	12:13 – 12:34	54,0	63,1	9,1
17	15:17 – 15:38	54,8	64,3	9,6
18	15:17 – 15:38	53,5	67,2	13,7

**Datum**  
16 juni 2016

**Onze referentie**  
DHW-TS-2016-0100298350

**Blad**  
13/14

## 7. Interpretatie en conclusies

De gemiddelde L<sub>C</sub>-L<sub>A</sub> niveaus variëren tussen 8 en 14,8 dB voor de gemiddelde niveaus met alle verkeer. De hoogste waarde is gemeten op het meetpunt direct onder de brug (meetpunt 1). Wordt dit punt buiten beschouwing gelaten dan variëren de niveaus tussen de 8 en 11,4 dB, goed vergelijkbaar met eerder gemeten niveaus (zie TNO rapport TNO 2015 R11677 [2]). Dit impliceert dat op basis van de gemiddelde geluidrukniveaus er sprake zou zijn van licht laagfrequente hinder op punten 2, 4, 5, 8 en 9.

Indien het L<sub>C</sub>-L<sub>A</sub> niveau van de passages van zware voertuigen afzonderlijk worden genomen, dan liggen de niveaus en de laagfrequente hinder hoger, zoals in eerdere metingen in 2015 ook is geconstateerd. Deze zijn ook hier geanalyseerd en geven L<sub>C</sub>-L<sub>A</sub> niveaus variërend tussen 8,9 en 18 dB. Als deze passages als maatgevend worden beschouwd, dan is er sprake van 'duidelijke hinder' op meetposities 6, 8 en 11 en 'lichte hinder' op posities 2,3,4,5,7,9,10,12,14,15,18.

Aangezien bekend is dat momentaan hoge L<sub>C</sub>-L<sub>A</sub> niveaus optreden (zie TNO rapport TNO 2015 R11677), en de aard van het geluid fluctuerend is en het geluid ook impacts bevat, is aan te bevelen van het zware verkeer uit te gaan.

De metingen zijn uitgevoerd met windrichting Noordoost. Indien bij windrichting Zuidwest zou zijn gemeten, zouden de totale  $L_C$ - en  $L_A$ - niveaus naar verwachting hoger zijn, waarbij de  $L_A$ -niveaus het sterkst zouden kunnen veranderen. De  $L_C$ - $L_A$  niveaus zijn hiervoor minder gevoelig en vergelijkbaar met eerdere metingen onder de juiste meetcondities.

**Datum**

16 juni 2016

**Onze referentie**

DHW-TS-2016-0100298350

**Blad**

14/14

**Referenties**

- [1] Ph. H. van den Dool, Meet- en Rekenvoorschrift geluidemissie beweegbare bruggen, Onderzoek naar de geluidhinder bij bruggen, Movares Nederland B.V., Kenmerk MNO-VDD-110020014 - Versie 1.0, 8 december 2011.
- [2] M.G. Dittrich, H.W. Jansen, F. Staats, R. Müller: Geluidonderzoek maatregelen Schinkelbrug A10, TNO rapport nr. TNO 2015 R11677, januari 2016.