

Amerikalaan 14

6199 AE MAASTRICHT - AIRPORT

T +31 (0)88-5152505

E cauberg-huygen@dpa.nl

www.cauberg-huygen.nl

K.v.K. 58792562

IBAN NL71 RABO 0112 075584

**Eiland van Speyk Vlaardingen;
geluidmetingen laagfrequent geluid**

Datum 11 januari 2019
Referentie 00375-15591-14

Referentie 00375-15591-14
Rapporttitel Eiland van Speyk Vlaardingen;
geluidmetingen laagfrequent geluid

Datum 11 januari 2019

Opdrachtgever Gemeente Vlaardingen
Postbus 1002
3130 EB VLAARDINGEN
Contactpersoon De heer mr. R.J.A. Veeren

Behandeld door C.J. Ostendorf
ing. R.H.R. Slangen
Cauberg Huygen B.V.
Amerikalaan 14
6199 AE MAASTRICHT - AIRPORT
Telefoon 088-5152505

Inhoudsopgave

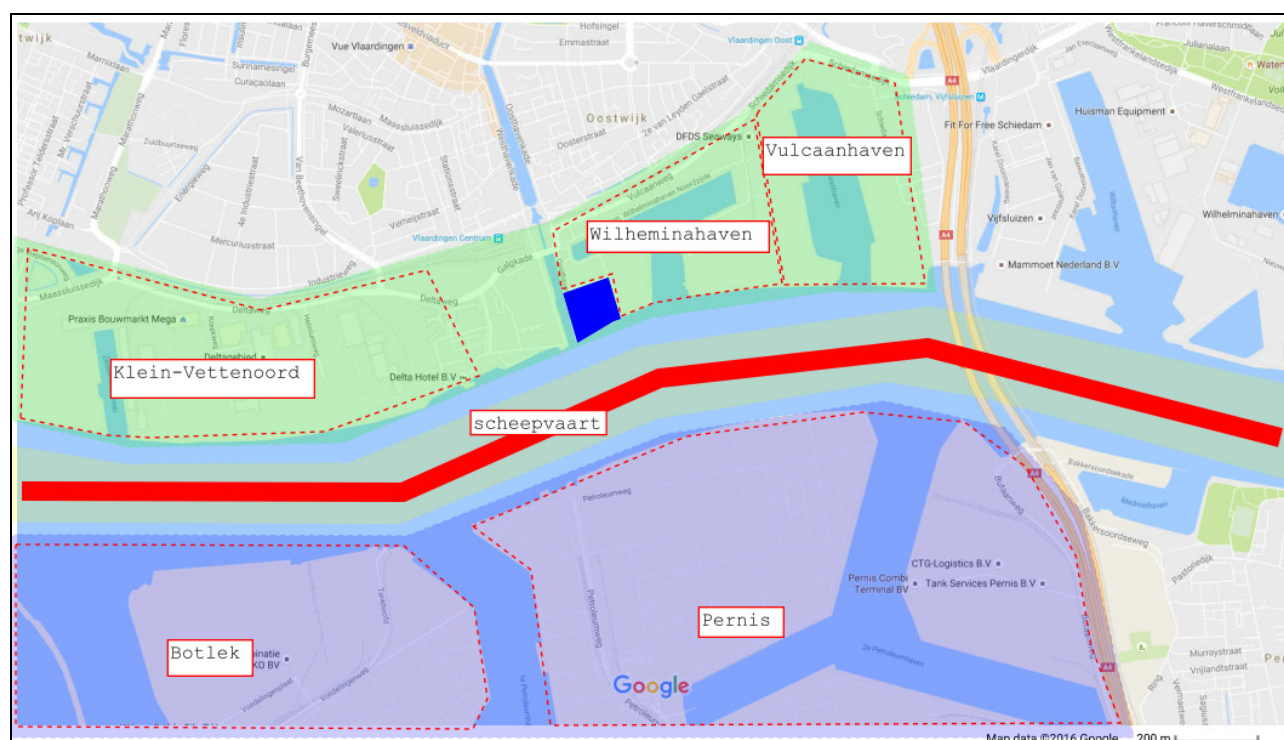
1	Inleiding	3
2	Opzet onderzoek	4
3	Geluidmetingen	5
3.1	Algemeen	5
3.2	Meetposities	5
4	Meetresultaten onbewerkt	8
4.1	Totale geluidniveaus	8
4.2	Spectrale laagfrequente geluidniveaus	9
5	Meetresultaten bewerkt	11
5.1	Meteogegevens	11
5.2	Invloed windsnelheid	11
5.3	Windrichting	13
5.4	Gemiddeld geluidniveau L_{Aeq} na correctie	13
5.5	Spectraal laagfrequent geluidniveau na correctie	14
5.6	Spectraal laagfrequent geluidniveau na correctie windinvloed 19 september	17
6	Beschouwing geluidniveaus	22
6.1	Gemiddelde totale geluidniveau	22
6.2	Laagfrequent geluid	22
6.3	Laagfrequent geluid nachtperiode meetpunt 1	23
6.3.1	Verloop geluidniveau per nacht	23
6.3.2	Invloed scheepsactiviteiten op verhoogd geluidniveau	26
6.3.3	Mogelijk tonaal geluid	29
6.3.4	Samenvattend	30
7	Bijzondere momenten in het geluidniveau	31
7.1	Algemeen	31
7.2	13 september	32
7.3	22 september	35
7.4	25 september	38
8	Consequentie gemeten laagfrequent geluid volgens Vercammen	39
9	Conclusie	41

Bijlagen

Bijlage I	Relatie geluidniveau en windsnelheid meetpunten 1 t/m 3
Bijlage II	Spectrogrammen meetpunten 1 t/m 3
Bijlage III	Geluidniveaus in relatie tot de windsnelheid

1 Inleiding

In opdracht van de gemeente Vlaardingen heeft Cauberg-Huygen een akoestisch onderzoek uitgevoerd met betrekking tot de voorgenomen ontwikkeling van het woningbouwplan Eiland van Speyk. De ligging van het bouwplan is met een donkerblauwe kleur weergegeven in figuur 1.1.



Figuur 1.1: Ligging van het bouwplan (donkerblauw) en omliggende industrieterreinen

De uitgangspunten en bevindingen van genoemd onderzoek staan beschreven in rapport 00375-15591-09 van 20 februari 2018. Bij afronding van dit onderzoek waren nog niet voor alle lawaaisoorten de uitgangspunten compleet of gedetailleerd genoeg beschikbaar om de totale akoestische situatie voor woningen binnen dit plangebied inzichtelijk te maken. Eén van die lawaaisoorten betrof laagfrequent geluid. In het onderzoek uit februari 2018 is onder de vastgestelde uitgangspunten inzicht gegeven in de optredende laagfrequente geluidniveaus ter plaatse van het plangebied met beoordeling daarvan binnen woningen. Voor het rekenen aan laagfrequent geluid is geen rekenmethode en software voorhanden. Om een beeld te krijgen van de werkelijk (inclusief bronnen in de Vlaardingse havens) optredende laagfrequente geluidniveaus, is in het akoestisch onderzoek voorgesteld geluidmetingen ter plaatse van de planlocatie uit te voeren.

Voorliggende rapportage beschrijft de uitvoering en resultaten van het onderzoek naar laagfrequent geluid.

2 Opzet onderzoek

Ten behoeve van het onderzoek is er voor gekozen om gedurende twee weken op drie posities rondom het bouwplan een continue loggende geluidmeting uit te voeren. Elke seconde is het totale A-gewogen gemiddelde geluidniveau L_{Aeq} , het maximale geluidniveau L_{Amax} en het ongewogen gemiddelde frequentiespectrum in tertsbanden gemeten en opgeslagen. Aanvullend is elke uur een geluidopname van 1 minuut en 20 seconden gemaakt om een globaal beeld te krijgen van de geluiden die zoal aanwezig zijn op de meetpunten. Met deze meetopzet ontstaat een gedetailleerd beeld van het verloop van het geluidniveau in het onderzoeksgebied. De positie van de meetpunten is verder toegelicht in hoofdstuk 3.

Bij één van de geluidmeetpunten is tevens een meteostation geplaatst dat gebruikt is om de lokale weersomstandigheden vast te leggen. Het gaat hierbij met name om de windrichting en de windsnelheid. De lokale weersgegevens zijn vergeleken met de officiële weersgegevens van het KNMI station Rotterdam Geulhaven dat op 3,1 km afstand van het onderzoeksgebied ligt. De lokale meteogegevens zijn gebruikt om te bepalen of de officiële meteogegevens niet teveel afwijken van de lokale omstandigheden bij de meetpunten. In dat geval is bij de analyses gebruik gemaakt van de officiële meteogegevens van het KNMIstation.

Bij de analyse van de meetpunten is per meetpunt het in tabel 2.1 opgenomen stappenplan gevolgd. Er is onderscheid gemaakt tussen de totale geluidniveaus (in dB(A)) en de spectrale geluidniveaus (in dB).

Tabel 2.1: Stappenplan analyse meetresultaten

Stap	Totale geluidniveau [dB(A)]	Spectraal geluidniveau [dB]
1	Gemeten gemiddeld en maximaal geluidniveau per dag-, avond- en nachtperiode	Gemeten gemiddelde spectrale geluidniveau in het frequentiebereik tussen 10 en 125 Hz per dag-, avond- en nachtperiode
2	Gemeten gemiddeld en maximaal geluidniveau per uur in de dag-, avond- en nachtperiode	Gemeten gemiddelde spectrale geluidniveau in het frequentiebereik tussen 10 en 125 Hz per uur in de dag-, avond- en nachtperiode
3	Analyse windsnelheid. Bepalen van de perioden met een te hoge windsnelheid niet passend bij het gemeten geluidniveau.	
4	Herberekening gemiddeld en maximaal geluidniveau per dag-, avond- en nachtperiode zonder de tijdsperioden met te hoge windsnelheid	Herberekening gemiddeld spectraal geluidniveau per dag-, avond- en nachtperiode zonder de tijdsperioden met te hoge windsnelheid
5	Vergelijking met de berekende dB(A) waarden uit eerder uitgevoerd akoestisch onderzoek	Vergelijking met het berekende laagfrequente geluid-spectrum uit eerder uitgevoerd akoestisch onderzoek.
6	Opstellen van spectrogrammen van de 1 seconden spectrale geluidniveaus per 24 uur	
7		Identificeren van perioden met verhoogde of verlaagde geluidniveaus
8		Onderzoek naar mogelijke relatie tussen tijdelijk verhoogd geluidniveau en laad/los activiteiten schepen.

3 Geluidmetingen

3.1 Algemeen

De geluidmetingen zijn gestart in de middag van donderdag 13 september en beëindigd in de vroege middag van donderdag 27 september. Bij de geluidmetingen is gebruik gemaakt van de in tabel 3.1 opgenomen meetapparatuur.

Tabel 3.1: Gebruikte meetapparatuur

Meetpunt	Omschrijving	Merk, type	Identificatie CH
MP 1	Geluidanalyzer	B&K, 2250	MG49
	Buitenmeetmicrofoon	B&K, 4921	MG52
	Kalibrator	B&K, 4231	MG32
	Weerstation	TFA Nexus	MA26
MP 2	Geluidanalyzer	B&K, 2250	HG39
	Buitenmeetmicrofoon	B&K, 4921	MG50
	Kalibrator	B&K, 4231	HG39a
MP 3	Geluidanalyzer	B&K, 2250	RG30
	Buitenmeetmicrofoon	B&K, 4921	Huur
	Kalibrator	B&K, 4231	RG30a

Alle meetapparatuur wordt onderhouden op basis van het ISO kwaliteitssysteem van Cauberg-Huygen. Alle geluidmeters zijn ter plaatse gekalibreerd. De afwijking was minder dan 0,3 dB. Hiervoor is gecorrigeerd.

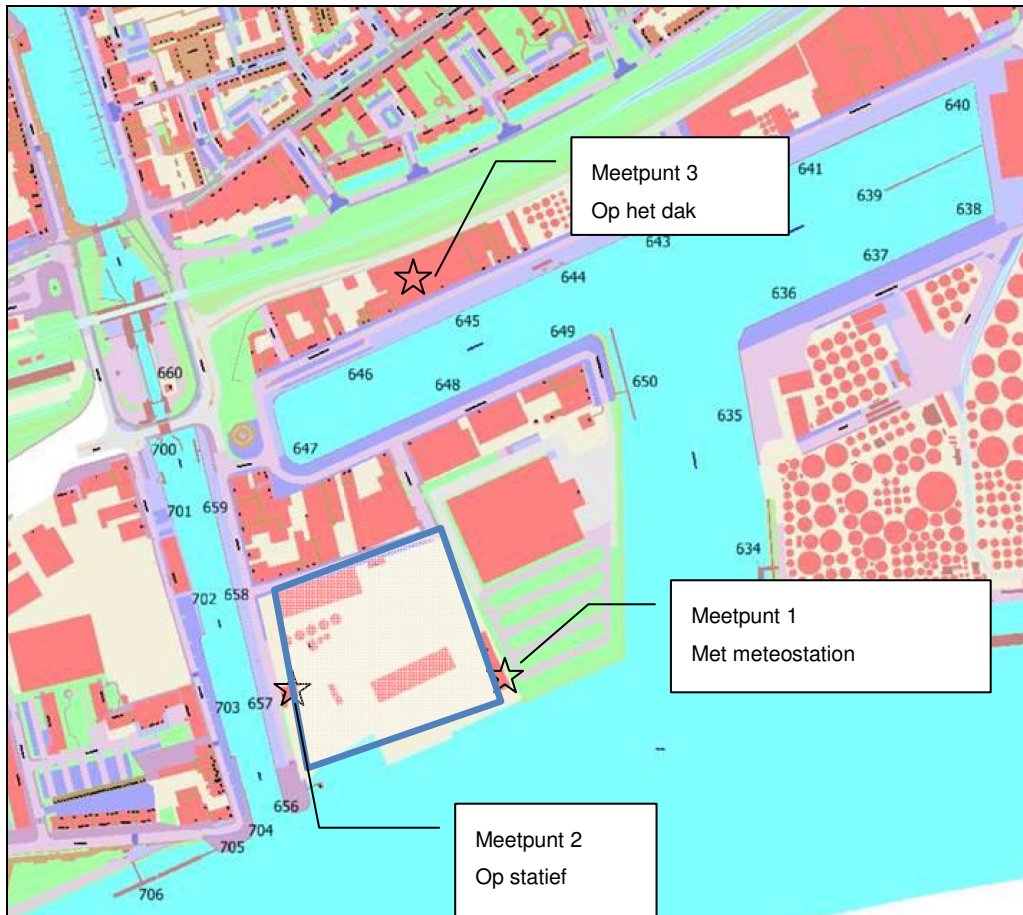
3.2 Meetposities

De meetposities zijn op kaart weergegeven in figuur 3.1. In de figuren 3.2 en 3.3 zijn foto's van de meetposities opgenomen.

Meetpunt 1 is gelegen aan de oostgrens van het bouwplan, op het dak van het projectbureau. De hoogte van het meetpunt bedraagt circa 3,5 meter boven het dak. Het dak is circa 3 meter hoog. Het meetpunt heeft vrij zicht op de industrieterreinen Botlek, Pernis (zuidelijke richting), Klein-Vettenoord (westen), Wilhelminahaven en Vulcaanhaven (oosten). Figuur 3.2 toont de meetopstelling.

Meetpunt 2 ligt aan de westzijde van het bouwplan. Gekozen is voor de achterzijde (oostzijde) van de woning Oosthavenkade 102B zodat het meetpunt zich niet op openbaar terrein bevond. De woning wordt verbouwd. De microfoon is op statief op 7,5 meter hoogte bevestigd. Het meetpunt heeft vrij zicht op het industrieterrein Wilhelminahaven en Vulcaanhaven (oosten) en gedeeltelijk vrij zicht op het industrieterrein Pernis (zuiden). Figuur 3.3 toont de meetopstelling.

Meetpunt 3 is gekozen op het oostelijk dak van het pand Koningin Wilhelminahaven Noordzijde 10 mede in verband met een bouwplan op nummer 6 aan dezelfde straat. Het meetpunt ligt circa 300 m ten noorden van het centrum van het bouwplan op het Eiland Van Speyk. De hoogte van de microfoon bedroeg circa 4 m boven het dak dat een hoogte heeft van 8 meter boven maaiveld. Het meetpunt heeft vrij zicht op de industrieterreinen Klein-Vettenoord (westen), Wilhelminahaven en Vulcaanhaven (oosten). Figuur 3.5 toont de situatie.



Figuur 3.1: Meetposities 1 t/m 3 rondom het bouwplan



Figuur 3.2: Meetpositie 1

Eiland van Speyk Vlaardingen;
geluidmetingen laagfrequent geluid



Figuur 3.3: Meetpunt 2 met blik op de noordoost gevel (links) en de positie van het meetpunt aan de oostgevel (rechts)

Van meetpunt 3 zijn helaas geen foto's beschikbaar.

4 Meetresultaten onbewerkt

4.1 Totale geluidniveaus

In dit hoofdstuk zijn de ruwe meetresultaten weergegeven zonder verdere bewerkingen. Gestart is met een analyse van de totale geluidniveaus in dB(A) waarbij het etmaal is opgesplitst in 3 perioden te weten: dag (07:00-19:00), avond (19:00-23:00) en nacht (23:00-07:00). Per periode is het gemiddelde geluidniveau L_{Aeq} en het maximale geluidniveau L_{Amax} bepaald en in een tabel samengevat. Tabel 4.1 toont het meetresultaat voor het gemiddelde geluidniveau L_{Aeq} .

Tijdens de lichtblauw gearceerde meetdagen in de tabellen zijn de geluidmeters uitgelezen waardoor een korte onderbreking van de geluidmeting plaats heeft gevonden. De grijs gemarkeerde perioden zijn niet over de volledige periodeduur gemeten omdat in die periode de meetopstelling is opgezet of afgebroken.

In de onderste drie rijen van de tabel zijn het gemiddelde geluidniveau per periode over alle meetdagen weergegeven alsmede het laagste en hoogste geluidniveau per periode over alle meetdagen.

Tabel 4.1: Meetresultaten gemiddeld geluidniveau L_{Aeq}

Datum	L_{Aeq} MP1			L_{Aeq} MP2			L_{Aeq} MP3		
	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht
13-sep	54,4	54,6	52,2	56,1	50,9	50,2	55	51,9	53,6
14-sep	57,2	53,6	50,7	57,6	51,3	48,7	59	54,5	52,5
15-sep	51,9	50,4	52,3	54,2	59	50,9	55,8	51,8	50,4
16-sep	54,4	54,4	55,6	52,9	50,4	50,6	55,7	53,6	51
17-sep	55,9	56,3	55,8	58,5	53,8	53,8	59,6	54,2	53,6
18-sep	62,6	59,7	53,2	58,4	53,5	52,2	57,5	55	55,7
19-sep	60,9	56,4	55,3	58,4	52,2	52,3	57,5	53	51,9
20-sep	58,8	56,9	61,6	57,6	53,9	58,7	56,7	56	57,3
21-sep	66,6	66,1	54,5	65,3	59,3	50,9	60,9	62,8	54,2
22-sep	56,5	53,4	52,2	54,3	51,6	50,6	58,8	54,1	50,2
23-sep	52,6	51,3	50,5	53	51	48,9	55,5	54,5	50,7
24-sep	55,5	57,5	58,3	56,3	50,4	52,7	56,6	55,1	55,4
25-sep	58,8	58,7	58,1	61	53,9	52,9	58,3	56,7	57,3
26-sep	58,5	53,6	53,7	64,1	52	51,4	58,9	53,2	52,3
27-sep	55,7	-	-	63,3	-	-	55,6		
<i>Gemiddeld</i>	59,3	58,2	55,8	59,8	54,2	52,6	57,8	55,9	53,9
<i>Hoogste</i>	66,6	66,1	61,6	65,3	59,3	58,7	60,9	62,8	57,3
<i>Laagste</i>	51,9	50,4	50,5	52,9	50,4	48,7	55	51,8	50,2

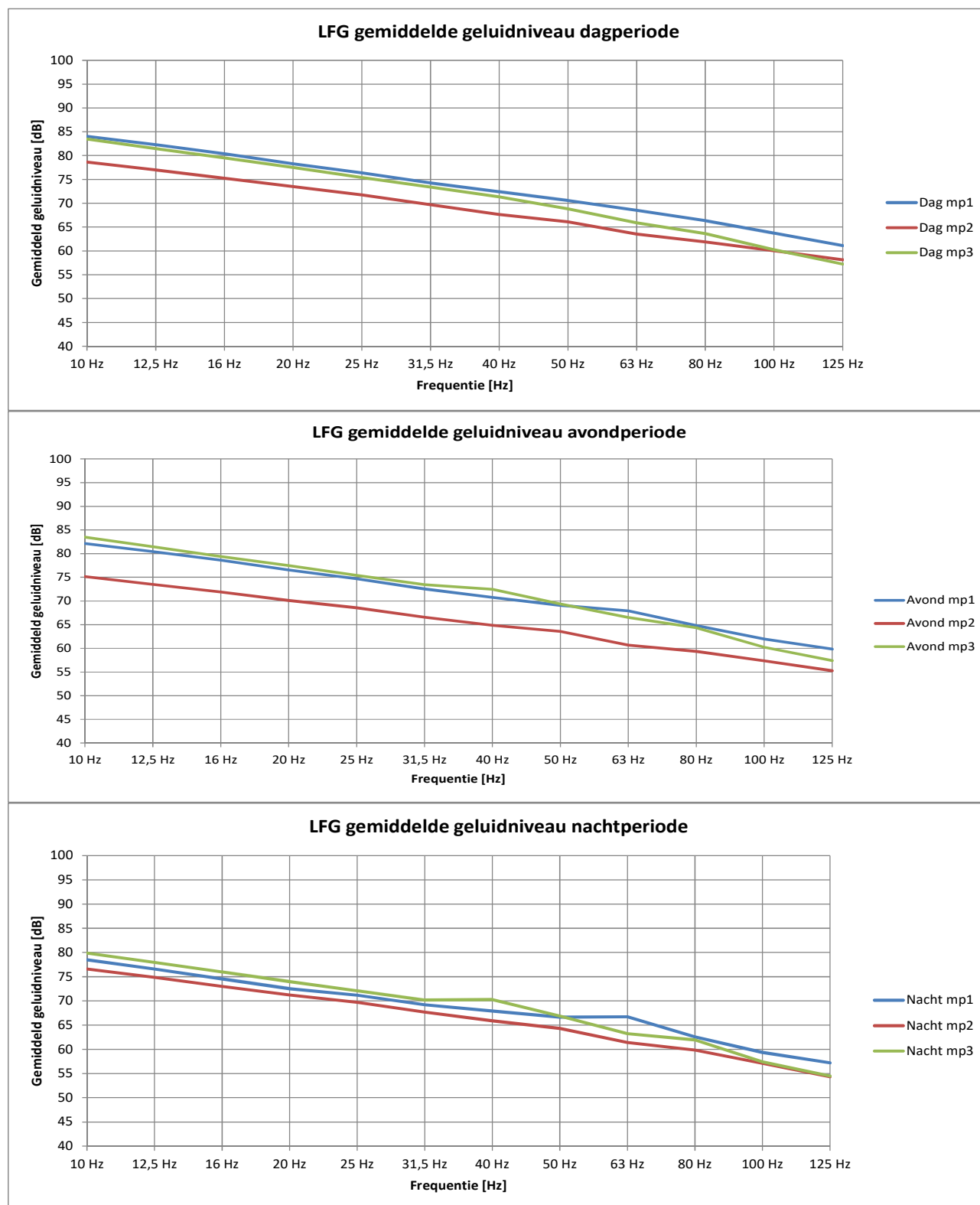
Tabel 4.2 geeft de resultaten voor het maximale geluidniveau L_{Amax} per etmaal en periode. Er is onderaan de tabel geen gemiddelde waarde voor de hele meetperiode weergegeven omdat dat niet past bij een L_{Amax} zolang niet bekend is door welke bronnen het maximale geluidniveau is veroorzaakt.

Tabel 4.2: Meetresultaten maximaal geluidniveau L_{Amax}

Datum	L_{Amax} MP1			L_{Amax} MP2			L_{Amax} MP3		
	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht
13-sep	90,3	90,2	66,3	85,6	80,7	74,2	87,6	80	85
14-sep	92,1	67,1	69,2	88,5	73,5	64,8	85,4	82,8	77,2
15-sep	74,1	70,7	68,3	89,3	94,3	68,2	86,5	76,2	82,3
16-sep	75,4	67	73,7	89,6	68,9	75,2	84,2	75,7	75,7
17-sep	74,2	69	74,2	90,1	68,3	69	79,9	72,5	72,9
18-sep	90,6	83,1	70,1	85	71,9	70,6	84,2	82,4	74,4
19-sep	85,8	75,7	73,4	90,3	67,4	76,2	88	83,5	82,6
20-sep	91	78,5	86,2	85,2	67,7	83,9	84,1	79,3	80,7
21-sep	88,8	90,2	83,5	96,1	85,8	76,5	89,8	87,5	78,5
22-sep	82,4	69,7	61,8	79,4	75,1	66,3	98	81,7	72,4
23-sep	79,4	67,4	66,6	84,3	69,8	66,3	83,9	69,9	73,3
24-sep	85,4	72,1	68,5	84,6	71	78	80,8	79,9	82,2
25-sep	83,6	72,1	69	95,4	76	71,8	83	77,4	82,8
26-sep	80	67,6	69,8	95,5	65,9	73,3	86,5	78,1	78,2
27-sep	87,6	-	-	92,9	-	-	79,1		
<i>Hoogste</i>	<i>92,1</i>	<i>90,2</i>	<i>86,2</i>	<i>96,1</i>	<i>94,3</i>	<i>83,9</i>	<i>98</i>	<i>87,5</i>	<i>85</i>
<i>Laagste</i>	<i>74,1</i>	<i>67</i>	<i>61,8</i>	<i>79,4</i>	<i>65,9</i>	<i>64,8</i>	<i>79,1</i>	<i>69,9</i>	<i>72,4</i>

4.2 Spectrale laagfrequente geluidniveaus

Voor de spectrale geluidniveaus zijn per periode de gemiddelde geluidniveaus bepaald (ongewogen). Figuur 4.1 toont het resultaat voor het frequentiegebied tussen 10 en 125 Hz (in tertsbanden). Per beoordelingsperiode zijn de meetresultaten voor de drie meetpunten samen zichtbaar gemaakt.

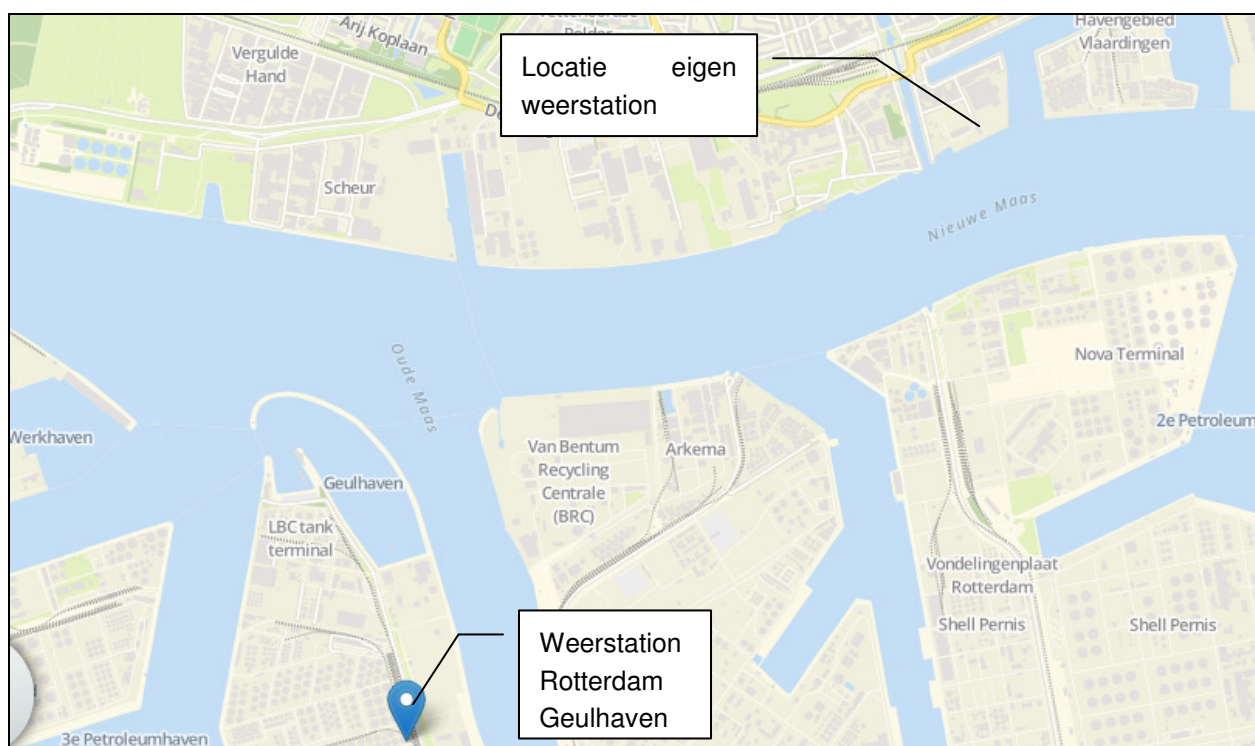


Figuur 4.1: Gemeten gemiddelde laagfrequente geluidspectra voor de drie meetpunten

5 Meetresultaten bewerkt

5.1 Meteogegevens

Op meetpunt 1 is een eigen meteostation geplaatst waarmee de windsnelheid en de windrichting zijn gemeten. Deze meteogegevens zijn vergeleken met het officiële KNMI weerstation Rotterdam Geulhaven dat op circa 3,1 km ten zuidwesten van het eigen meteostation ligt. Figuur 5.1 toont de posities.



Figuur 5.1: Positie KNMI weerstation Rotterdam Geulhaven

De windsnelheid en windrichting gemeten met het lokale weerstation en het KNMI weerstation komen goed met elkaar overeen. Daaruit volgt dat ter plaatse van de geluidmeetpunten geen relevant andere weersomstandigheden zijn opgetreden dan ter plaatse van het KNMI weerstation. Daarom is voor de verwerking van data van de geluidmeting gebruik gemaakt van de gevalideerde gegevens van het KNMI weerstation.

5.2 Invloed windsnelheid

De wind veroorzaakt mogelijk stoorgeluid. De buitenmeetmicrofoon is voorzien van een speciale constructie om windverstoring te voorkomen maar toch zal de wind boven een bepaalde snelheid invloed hebben op de gemeten geluidniveaus. Voor een relatie tussen windsnelheid en betrouwbaar te meten geluidniveau is gebruik gemaakt van de Handleiding meten en reken industrielaawaai, tabel A.6.1. die is weergegeven in figuur 5.2.

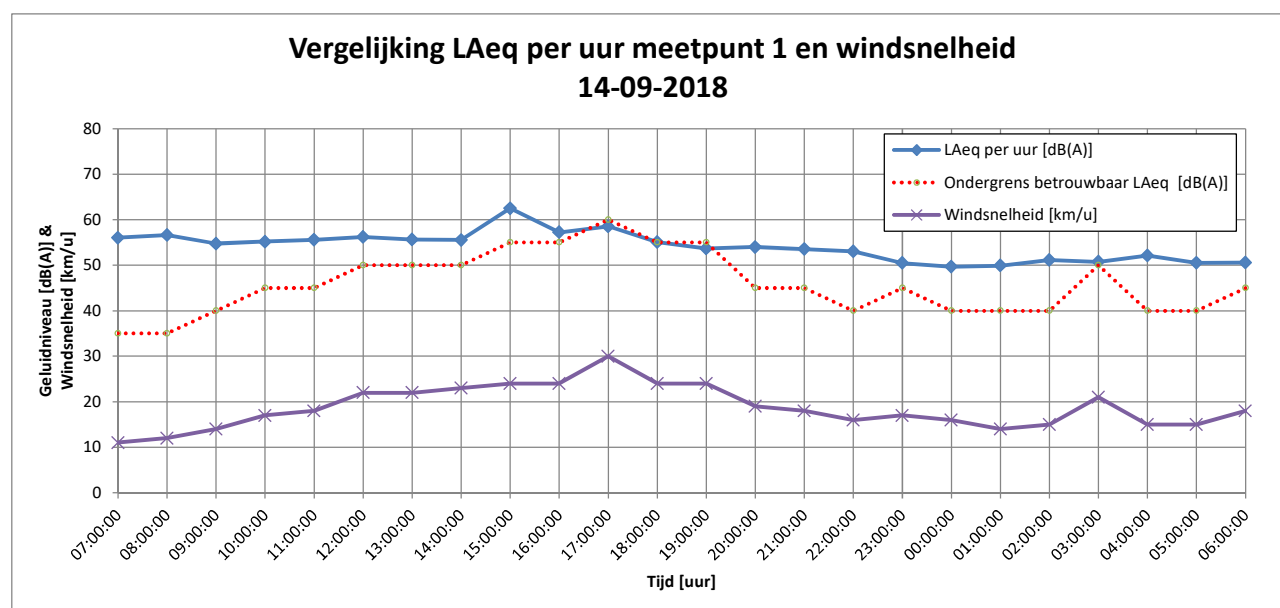
Als extra richtlijn gelden de in tabel A.6.1 gegeven maximale windsnelheden bij geluidsmetingen. Voor windgeruis (als vorm van stoorgeluid) mag in methode I niet worden gecorrigeerd. In buitensituaties dient echter te allen tijde de windbol te worden gebruikt.

Geluidsdrukniveau groter dan	[dB(A)]	30	40	50	60
Windsnelheid tijdens de meting kleiner dan	[m/s]	2	4	6	8

TABEL A.6.1 Maximaal toegestane windsnelheid op microfoonhoogte (richtwaarden)

Figuur 5.2: Relatie windsnelheid en betrouwbaar te meten geluidniveau

Op basis van de uursgegevens van het KNMI weerstation en de uurgemiddelde geluidniveaus, is bepaald op welke uren de windsnelheid te hoog was om volgens de Handleiding meten en rekenen industrielawaai een betrouwbaar geluidniveau vast te kunnen stellen. Figuur 5.3 toont een voorbeeld van de grafiek die per meetpunt en etmaal is opgesteld. In de grafiek is met behulp van de paarse lijn de windsnelheid in km/uur weergegeven. Daaraan is het minimale geluidniveau gekoppeld op basis van de gegevens uit de tabel in figuur 5.2. Hierbij is overeenkomstig de Handleiding een lineaire relatie gehanteerd tussen de windsnelheid en het minimale geluidniveau zodat ook de tussenliggende windsnelheden (in stappen van 1 m/s) in een geluidniveau konden worden vertaald. In bijlage I zijn deze grafieken voor alle meetpunten opgenomen.



Figuur 5.3: Relatie tussen windsnelheid en betrouwbaar te meten geluidniveau

Op basis van figuur 5.3 zijn de geluidniveaus gemeten tussen 16.00 uur en 19.00 uur niet meegenomen in de berekening van het gemiddelde geluidniveau L_{Aeq} en de spectrale geluidniveaus omdat de windsnelheid te hoog is geweest. Als meer dan 25% van een periode teveel is beïnvloed door de windsnelheid, dan is de hele periode buiten beschouwing gelaten.

Dezelfde werkwijze is toegepast voor de andere meetpunten en meetgegevens en dat heeft geleid tot tabel 5.1 waarin voor alle meetpunten is aangegeven welke dag-, avond-, of nachtperiodes buiten de bepaling van de gemiddelde geluidniveaus zijn gelaten. Deze perioden zijn met een rood vlak aangegeven. De avond- en nachtperiode van 27 september zijn met een zwart vlak gemarkeerd omdat in deze perioden geen geluidmeting meer is uitgevoerd.

Tabel 5.1: Periodedelen die niet zijn beschouwd (rood gearceerd) in verband met te hoge windsnelheid

Datum	Meetpunt I			Meetpunt II en III		
	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht
13-sep						
14-sep						
15-sep						
16-sep						
17-sep						
18-sep						
19-sep						
20-sep						
21-sep						
22-sep						
23-sep						
24-sep						
25-sep						
26-sep						
27-sep						

5.3 Windrichting

De overheersende windrichtingen waren zuid, zuidwest en west. Oostelijke wind is maar beperkt voorgekomen in de meetperiode evenals wind uit noordelijke richting. Het bouwplan wordt vanuit de noord-, oost-, zuid- en westkant omgeven door industrieterreinen en industriële activiteiten. Daarom zijn er geen windrichtingen die moeten leiden tot de uitsluiting van meetresultaten. De windrichting is niet gebruikt om de geluidmeetresultaten verder te bewerken.

5.4 Gemiddeld geluidniveau L_{Aeq} na correctie

De correctie voor de windsnelheid leidt tot een aangepast gemiddeld geluidniveau per etmaal en periode. Tabel 5.2 geeft een aangepast overzicht voor de gecorrigeerde waarden voor het L_{Aeq} per periode. Perioden die niet zijn meegenomen in de berekening van het gemiddelde geluidniveau over de hele meetperiode, bevatten geen geluidniveau. Het resultaat voor de drie meetpunten staat naast elkaar.

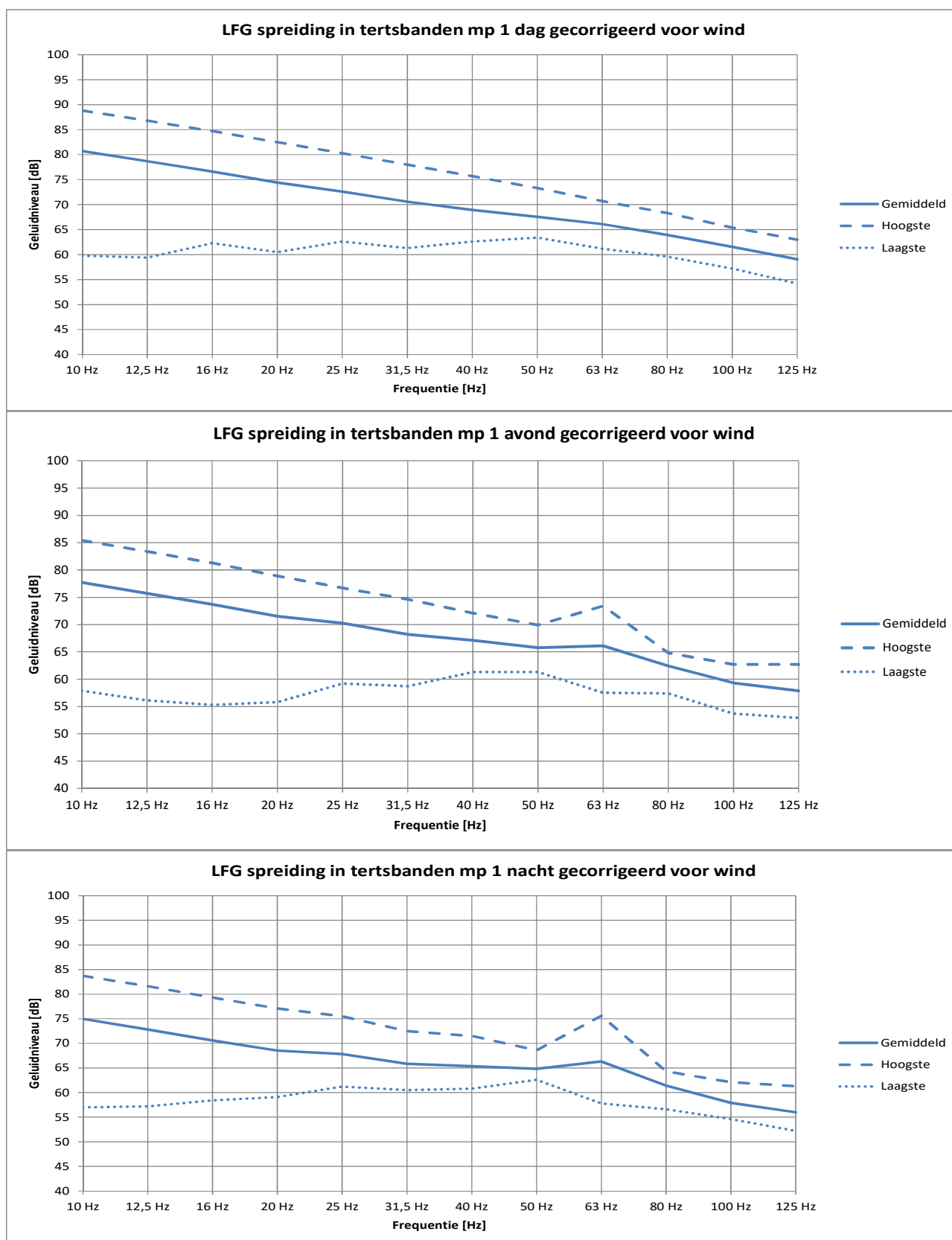
Tabel 5.2: Meetresultaten gemiddeld geluidniveau LAeq na correctie windsnelheid

Datum	L _{Aeq} MP1			L _{Aeq} MP2			L _{Aeq} MP3		
	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht
13-sep	54,4	54,6	52,2	56,1	50,9	50,2	55	51,9	53,6
14-sep	57,2	53,6	50,7	-	51,3	48,7	-	54,5	52,5
15-sep	51,9	50,4	52,3	54,2	59	50,9	55,8	51,8	50,4
16-sep	54,4	54,4	55,6	-	50,4	50,6	-	53,6	51
17-sep	55,9	56,3	55,8	58,5	53,8	53,8	59,6	54,2	53,6
18-sep	-	-	53,2	-	-	52,2	-	-	55,7
19-sep	60,9	56,4	55,3	-	-	-	-	-	-
20-sep	-	56,9	-	-	53,9	-	-	56	-
21-sep	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22-sep	56,5	53,4	52,2	54,3	51,6	50,6	58,8	54,1	50,2
23-sep	52,6	51,3	50,5	53	51	48,9	55,5	54,5	50,7
24-sep	55,5	57,5	58,3	-	50,4	52,7	-	55,1	55,4
25-sep	58,8	58,7	58,1	61	53,9	52,9	58,3	56,7	57,3
26-sep	58,5	53,6	53,7	64,1	52	51,4	58,9	53,2	52,3
27-sep	55,7	-	-	63,3	-	-	55,6	-	-
<i>Gemiddeld</i>	<i>56,7</i>	<i>55,4</i>	<i>54,7</i>	<i>59,9</i>	<i>53,4</i>	<i>51,4</i>	<i>57,5</i>	<i>54,4</i>	<i>53,6</i>
<i>Hoogste</i>	<i>60,9</i>	<i>58,7</i>	<i>58,3</i>	<i>64,1</i>	<i>59</i>	<i>53,8</i>	<i>59,6</i>	<i>56,7</i>	<i>57,3</i>
<i>Laagste</i>	<i>51,9</i>	<i>50,4</i>	<i>50,5</i>	<i>53</i>	<i>50,4</i>	<i>48,7</i>	<i>55</i>	<i>51,8</i>	<i>50,2</i>

Uit tabel 5.2 volgt dat het gemiddelde geluidniveau voor de 3 meetpunten varieert tussen 57 en 60 dB(A) in de dagperiode, tussen 53 en 55 dB(A) in de avondperiode en tussen 51 en 55 dB(A) in de nachtperiode. In paragraaf 6.1 is een beschouwing opgenomen over deze geluidniveaus.

5.5 Spectraal laagfrequent geluidniveau na correctie

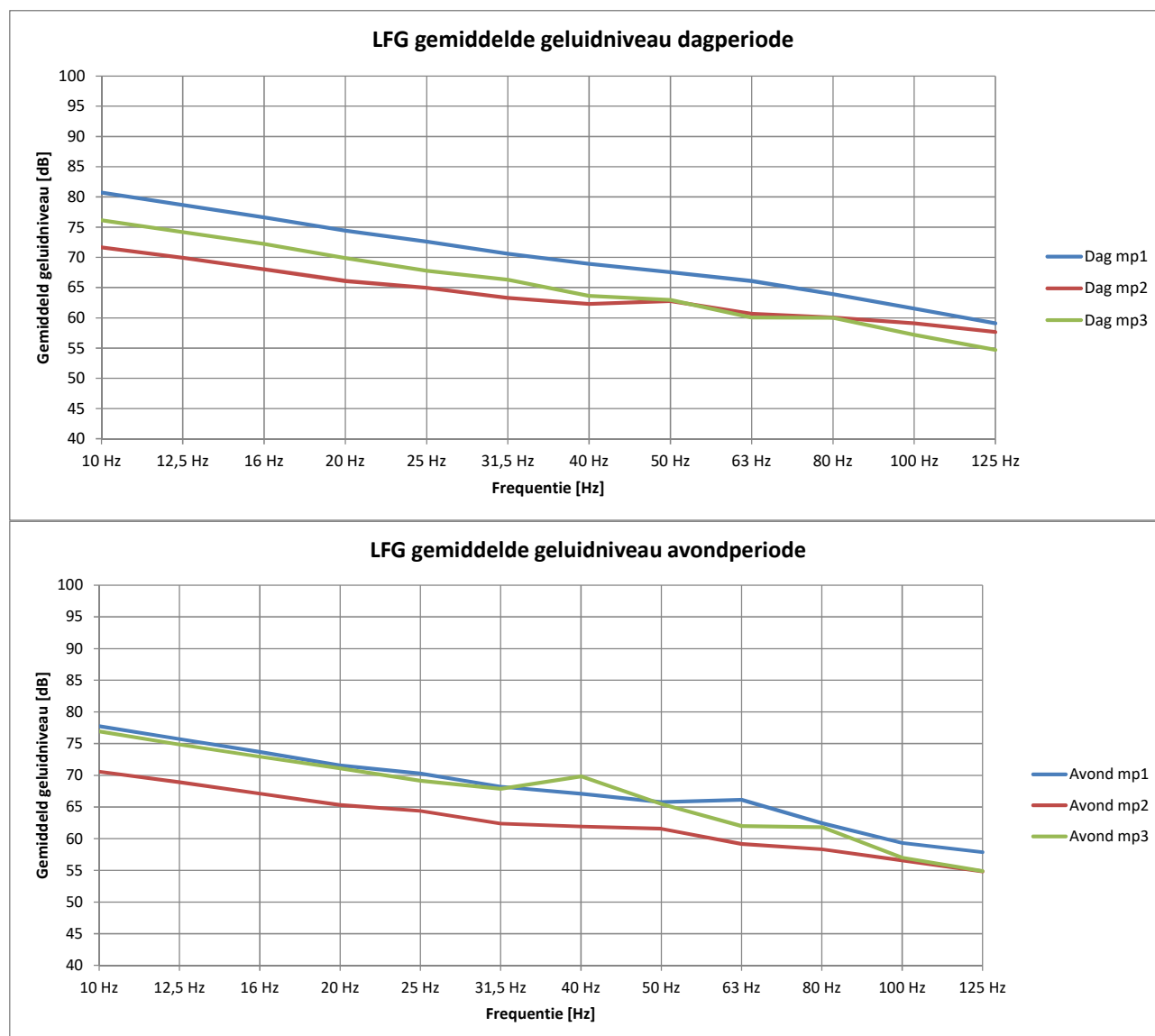
Ook voor het spectrale laagfrequentie geluidniveau is een voornoemde correctie doorgevoerd voor de invloed van de wind. Figuur 5.4 toont het resultaat voor meetpunt 1. Per periode is per tertsbands het gemiddelde laagfrequente geluidniveau weergegeven over de hele meetperiode van 2 weken. Daarnaast is per tertsbands het maximale geluidniveau over de hele meetperiode weergegeven. Voor de dagperiode kan dit bijvoorbeeld betekenen dat het hoogste geluidniveau in de 25 Hz tertsbands is opgetreden op 14 september en het hoogste geluidniveau in de 31,5 Hz tertsbands op 19 september. Het geluidniveau in de verschillende tertsbands is dus niet gelijktijdig opgetreden maar samengesteld op basis van de verschillende etmalen. Uit dit samengesteld figuur kan derhalve geen verdere invloed van windsnelheid worden afgeleid.



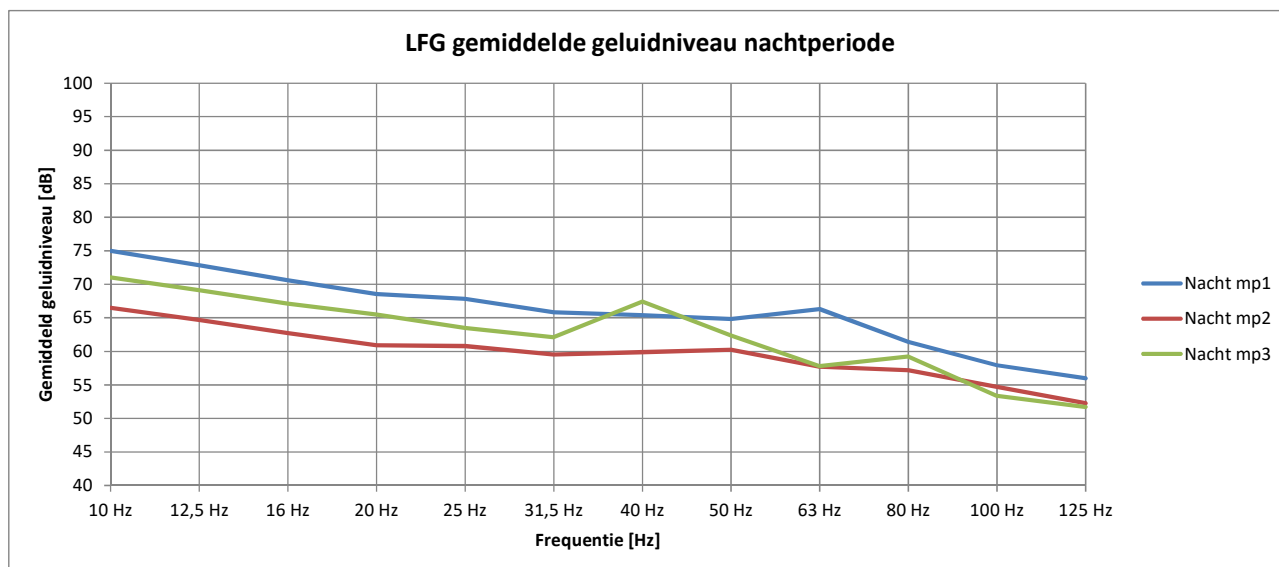
Figuur 5.4: Gemiddeld laagfrequente spectrale geluidniveau voor meetpunt 1

Uit figuur 5.4 volgt dat de laagfrequente geluidniveaus over de verschillende dagen in zowel de dag-, avond- en nachtperiode een grote spreiding kennen. De spreiding is groter in de lage frequenties dan in de hoogste frequentie en varieert in ordegrrootte tussen bijna 30 dB bij 10 Hz tot 10 dB in de 50 Hz tertsband. Deze spreiding volgt uit de samengestelde resultaten over verschillende dagen en wordt daarmee mede veroorzaakt door verschillen in meetomstandigheden (activiteiten en overdracht) en kunnen als worst case worden aangemerkt. Figuur 5.4 maakt ook duidelijk dat het laagfrequente geluidniveau in de nachtperiode lager is dan in de dag- of avondperiode. In de avond- en nachtperiode is sprake van een piek in de 63 Hz tertsband. Paragraaf 6.3 gaat in op deze verhoging in de 63 Hz tertsband.

Figuur 5.5 geeft een vergelijking van de spectrale gemiddelde laagfrequente geluidniveau voor de drie meetpunten voor de dag- en avondperiode. Figuur 5.6 geeft het resultaat voor de nachtperiode. Per periode zijn de spectra van de drie meetpunten in de grafiek opgenomen.



Figuur 5.5: Vergelijking gemiddelde laagfrequent geluidspectra voor de dag- en avondperiode



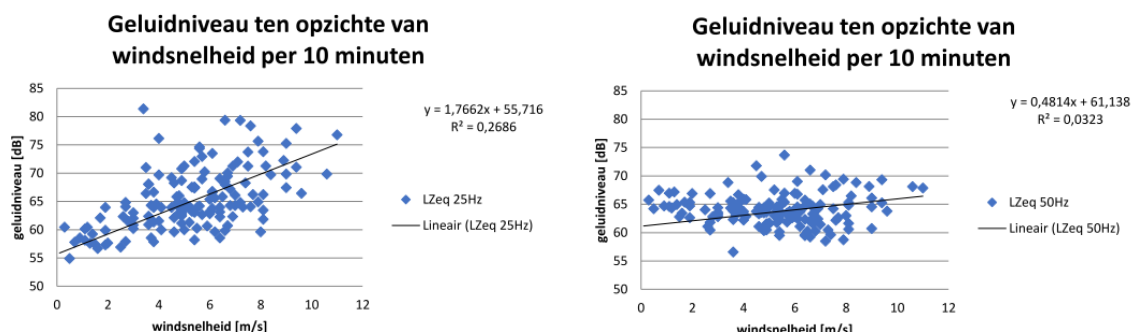
Figuur 5.6: Vergelijking spectrale laagfrequente geluidniveaus voor de nachtperiode

Uit figuur 5.5 en 5.6 volgt dat het laagfrequente geluidniveau op meetpunt 1 over het algemeen hoger is dan op de andere meetpunten. Het laagfrequente geluidniveau op meetpunt 2 is over het algemeen het laagst. De spreiding in het spectrale geluidniveau tussen de verschillende meetpunten bedraagt maximaal circa 10 dB.

5.6 Spectraal laagfrequent geluidniveau na correctie windinvloed 19 september

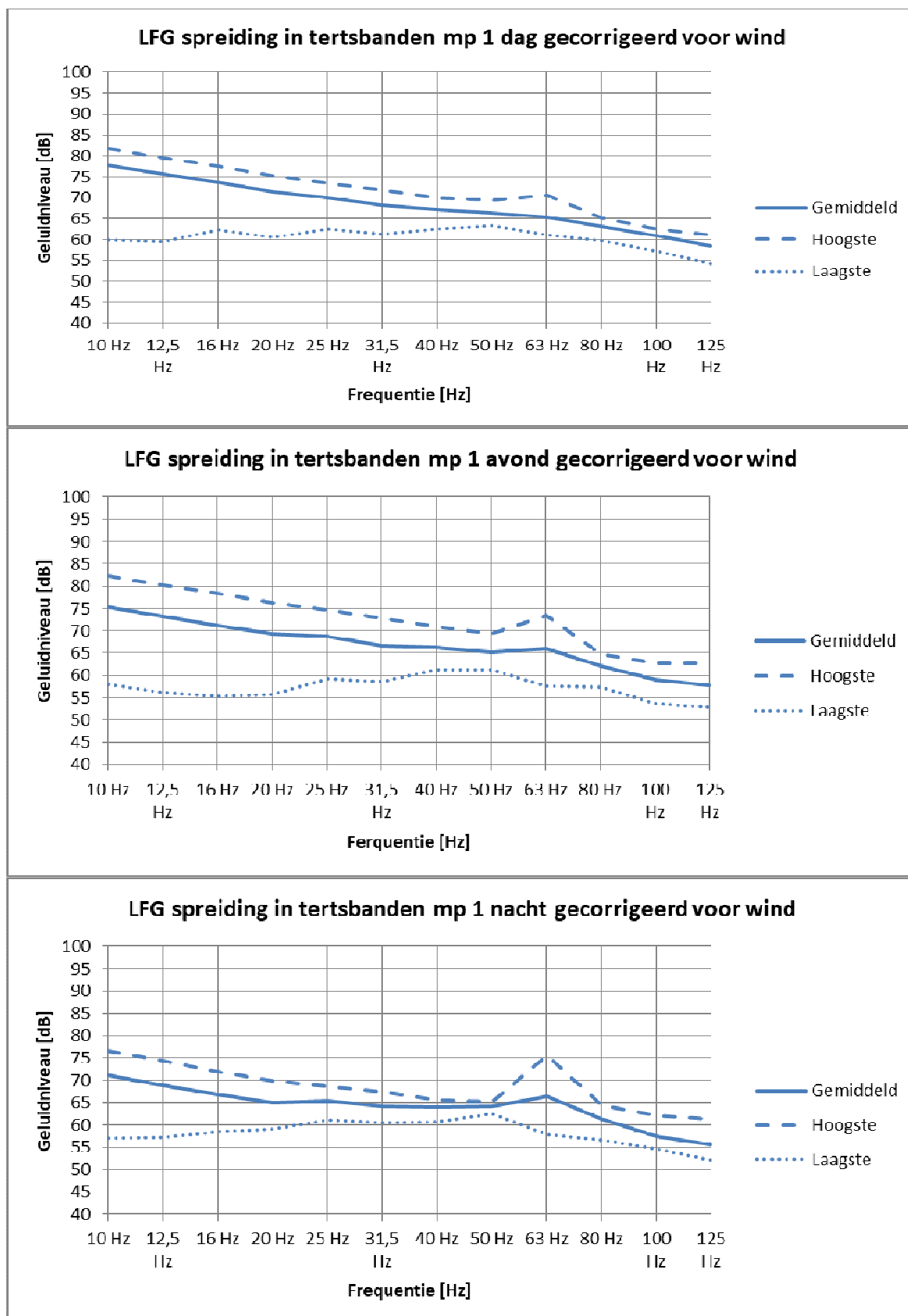
Uit de meetresultaten per afzonderlijke dag volgt dat de in hoofdstuk 5.5 weergegeven resultaten in hoofdzaak worden bepaald door de resterende meetresultaten van één dag, zijnde 19 september. Voor deze dag zijn op basis van het gehanteerde criterium van betrouwbaarheid van de meetresultaten voor het Langtijdgemiddeld beoordelingsniveau de resultaten voor meetpunt 2 en 3 buiten beschouwing gelaten. In meetpunt 1 voldoen de omstandigheden voor het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau nog juist aan dit criterium. Windruis heeft op laagfrequente tertsbanden meer invloed dan op het langtijdgemiddeld geluidniveau. Op basis van het beluisteren van geluidfragmenten in dit meetpunt en de meetwaarden ten opzichte van het betrouwbaarheidsniveau (erop of maar juist daaronder) is het aannemelijk dat ook in meetpunt 1 in de lage tertsbanden een hoge invloed van stoorgeluid door windruis aanwezig is. Navolgend zijn de resultaten uit hoofdstuk 5.5 weergegeven met correctie windruis 19 september.

Verder invloed van windruis op de gemeten geluidniveau in de lage tertsbanden is niet eenduidig vast te stellen. Ter controle zijn voor een aantal tertsbanden het gemeten geluidniveau uitgezet tegen de windsnelheid; zie bijlage III.



Uit bovenstaande weergave volgt dat in de lage tertsbanden het geluidniveau toeneemt met de windsnelheid. Toenemende windsnelheid heeft invloed op de overdracht van geluid die bij gelijke bronniveaus hogere geluidniveaus geeft naarmate de windsnelheid toeneemt. Verder zal wind bij hogere windsnelheid resulteren in stoorgeluid. Uit de gemeten geluidniveau in relatie tot de windsnelheid kan geen windsnelheid worden aangeduid waarbij stoorgeluid de overhand heeft. Verdere correcties op de meetresultaten zijn dan ook niet uitgevoerd.

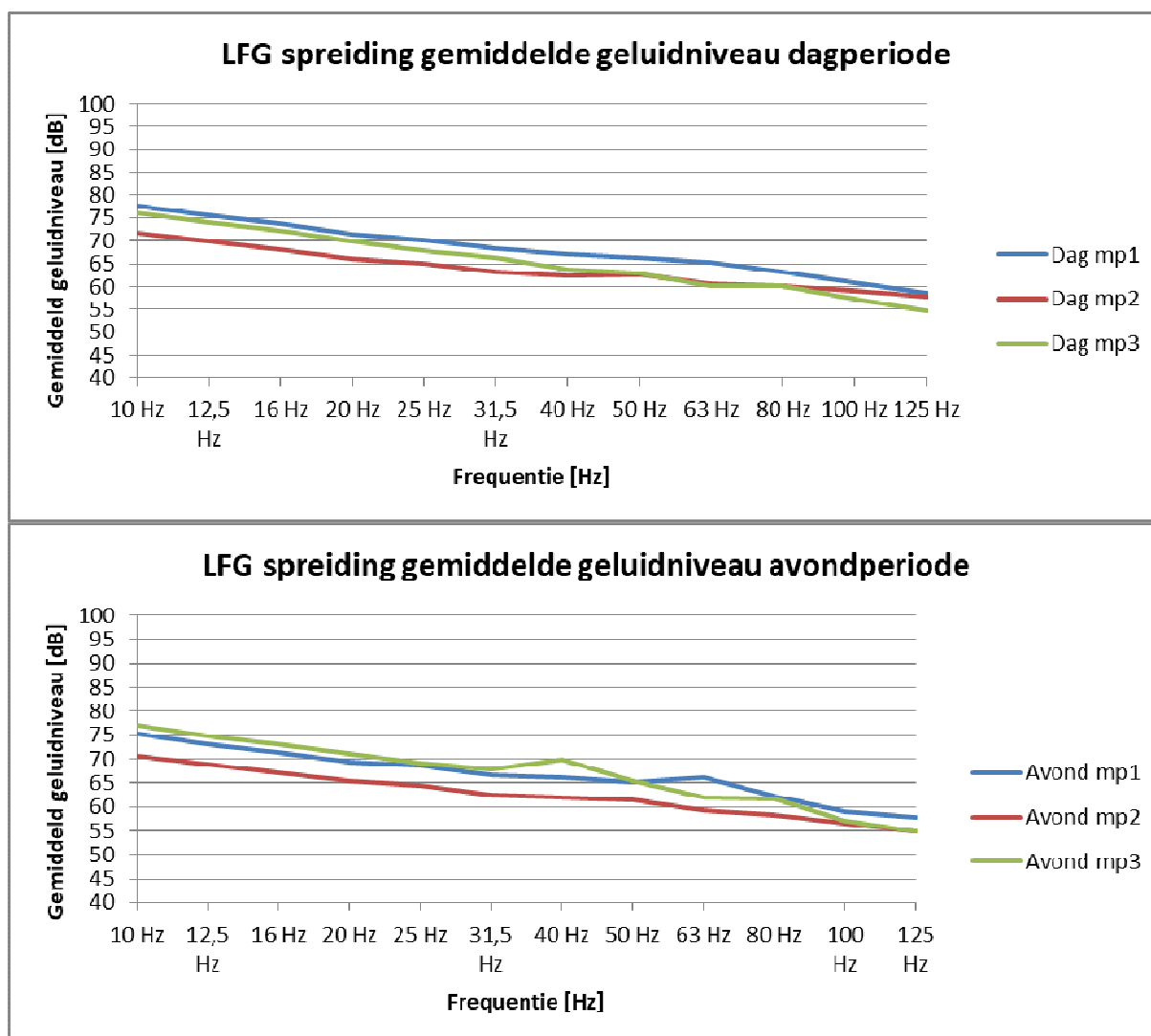
Figuur 5.7 toont het gecorrigeerde resultaat voor meetpunt 1. Per periode is per tertsband het gemiddelde laagfrequente geluidniveau weergegeven over de hele meetperiode van 2 weken. Daarnaast is per tertsband het maximale geluidniveau over de hele meetperiode weergegeven. Voor de dagperiode kan dit bijvoorbeeld betekenen dat het hoogste geluidniveau in de 25 Hz tertsband is opgetreden op 14 september en het hoogste geluidniveau in de 31,5 Hz tertsband op 18 september. Het geluidniveau in de verschillende tertsbanden is dus niet gelijktijdig opgetreden maar samengesteld op basis van de verschillende etmalen. Uit dit samengesteld figuur kan derhalve geen verdere invloed van windsnelheid worden afgeleid.



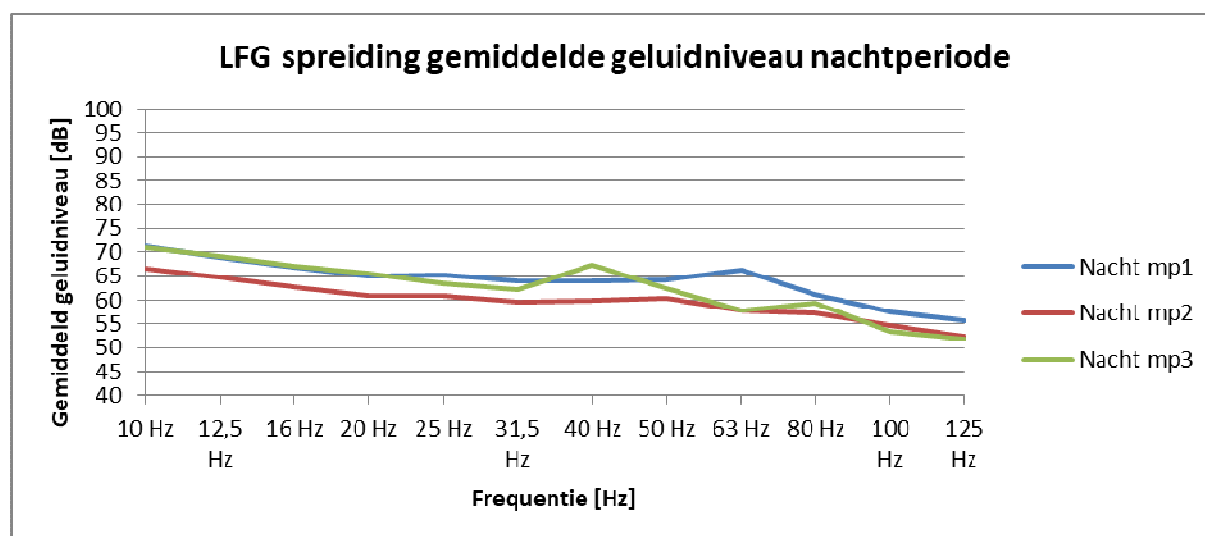
Figuur 5.7: Gemiddeld laagfrequente spectrale geluidniveau voor meetpunt 1

Uit figuur 5.7 volgt dat de laagfrequente geluidsniveaus over de verschillende dagen in zowel de dag-, avond- en nachtperiode een grote spreiding kennen. De spreiding is groter in de lage frequenties dan in de hoogste frequentie en varieert in ordegrrootte tussen bijna 30 dB bij 10 Hz tot 8 dB in de 50 Hz tertsband. Deze spreiding volgt uit de samengestelde resultaten over verschillende dagen en wordt daarmee mede veroorzaakt door verschillen in meetomstandigheden (activiteiten en overdracht) en kunnen als worst case worden aangemerkt. Figuur 5.7 maakt ook duidelijk dat het laagfrequente geluidsniveau in de nachtperiode lager is dan in de dag- of avondperiode. In de avond- en nachtperiode is sprake van een piek in de 63 Hz tertsband. Paragraaf 6.3 gaat in op deze verhoging in de 63 Hz tertsband.

Figuur 5.8 geeft een vergelijking van de spectrale gemiddelde laagfrequente geluidsniveau voor de drie meetpunten voor de dag- en avondperiode. Figuur 5.9 geeft het resultaat voor de nachtperiode. Per periode zijn de spectra van de drie meetpunten in de grafiek opgenomen.



Figuur 5.8: Vergelijking gemiddelde laagfrequent geluidspectra voor de dag- en avondperiode



Figuur 5.9: Vergelijking spectrale laagfrequente geluidniveaus voor de nachtperiode

Uit figuur 5.8 en 5.9 volgt dat het laagfrequente geluidniveau op meetpunt 1 over het algemeen hoger is dan op de andere meetpunten. Het laagfrequente geluidniveau op meetpunt 2 is over het algemeen het laagst. De spreiding in het spectrale geluidniveau tussen de verschillende meetpunten bedraagt maximaal circa 10 dB. In paragraaf 6.2 is een beschouwing opgenomen over het gemeten laagfrequente geluidniveau.

6 Beschouwing geluidniveaus

6.1 Gemiddelde totale geluidniveau

In de rapportage 00375-155591-09 van 20 februari 2018 is een berekening uitgevoerd van de cumulatieve geluidniveaus van de in dit onderzoek beschikbare geluidbronnen. De volgens de toegepaste methode Miedema vastgestelde cumulatie bedraagt voor de gehele zuidzijde van het plan 66-68 dB(A).

Het gemiddeld geluidniveau vastgesteld gedurende een meetperiode van 2 weken varieert van 61 dB(A) aan de westzijde tot 65 dB(A) voor de zuidoostzijde. De uit metingen vastgestelde gemiddelde geluidniveaus zijn hiermee lager dan de berekende cumulatie. Gemeten en berekende waarden zijn dan ook niet direct te vergelijken. In de cumulatie wordt rekening gehouden met een wegingsfactor voor verschillende lawaaisoorten, een maximaal representatieve bedrijfssituatie per bedrijf en jaargemiddelde verkeersintensiteiten (wegverkeer, spoorwegen en varende schepen). Uit de gemeten gemiddelde geluidniveaus kan geen onderscheid gemaakt worden in de deelbijdrage per lawaaisoort. De meetresultaten geven wel een beeld van de heersende geluidniveaus op locatie.

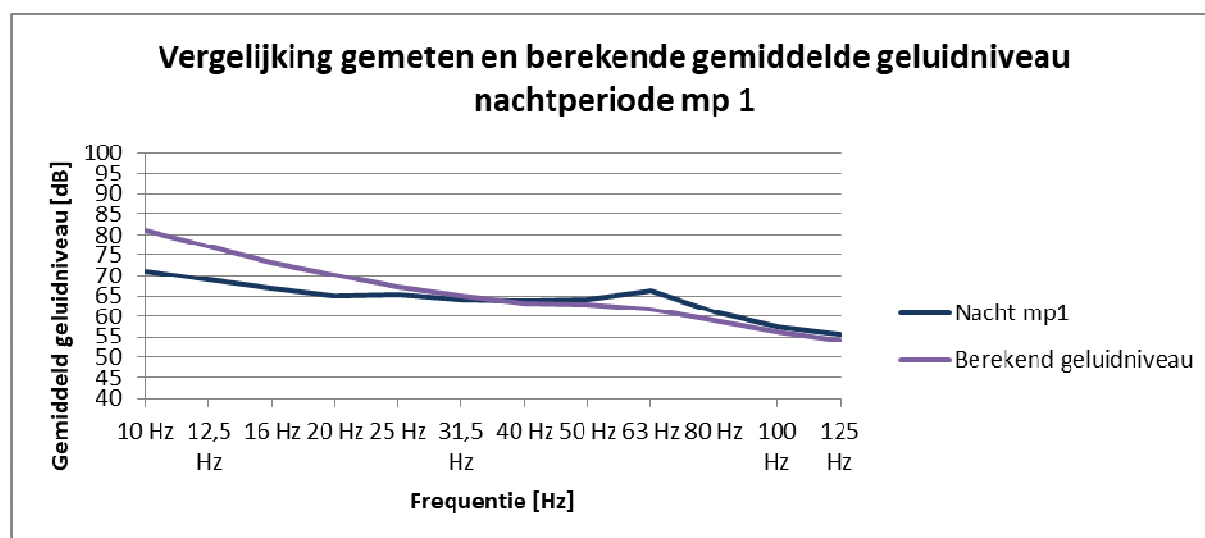
6.2 Laagfrequent geluid

Ten behoeve van rapport 00375-15591-14 d.d. 20 februari 2018 is een berekening uitgevoerd om het laagfrequente geluidniveau ter plaatse van het bouwplan te bepalen. Deze berekening is uitgevoerd voor de zuidelijke grens van het bouwplan met de daarvoor beschikbare uitgangspunten voor nestgeluid. Meetpunt 1 ligt heel dicht bij deze grens. Het gemeten laagfrequente geluidniveau wordt veroorzaakt door het nestgeluid van schepen in combinatie met het laagfrequente geluid van laad- en losactiviteiten vanuit de havens en het algemene industrielawaai vanuit de omliggende industrieterreinen. Het berekende geluidniveau is weergegeven in tabel 6.1.

Tabel 6.1: Berekend laagfrequent geluidniveau ter hoogte van meetpunt 1 in de nachtperiode

Berekend gemiddeld laagfrequente geluidniveau per tertsband in de nachtperiode [dB]											
10 Hz	12,5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz
81,0	77,0	73,3	70,1	67,3	65,0	63,2	62,8	61,8	59,1	56,3	54,3

Het berekende laagfrequente geluidniveau is in figuur 6.1 vergeleken met het gemeten laagfrequente geluidniveau voor de nachtperiode voor meetpunt 1.



Figuur 6.1: Vergelijking gemeten (blauwe lijn) en berekende (zwarte lijn) gemiddelde laagfrequente geluidniveau op meetpunt 1 in de nachtperiode

Uit figuur 6.1 volgt dat het berekende en gemeten laagfrequente geluidniveau goed met elkaar overeenkomen. Het berekende laagfrequent geluidniveau is gebaseerd op de in het bassirapport beschreven uitgangspunten voor nestgeluid (Botlek-Pernis). Het gemeten geluidniveau over een periode van 2 weken omvat alle tijdens deze periode optredende laagfrequente geluidniveaus van nestgeluid, varende schepen en activiteiten in de lokale haven. De verschillen tussen het berekende en gemeten gemiddelde geluidniveau over de meetperiode bedragen circa 5 dB voor de laagste tertsbanden. Voor de hogere tertsbanden zijn de verschillen kleiner. Ook in de 63 Hz tertsband is een verschil van bijna 5 dB zichtbaar dat vooral veroorzaakt wordt door de verhoging in het gemeten geluidniveau. Paragraaf 6.3 gaat in op deze verhoging.

6.3 Laagfrequent geluid nachtperiode meetpunt 1

6.3.1 Verloop geluidniveau per nacht

De piek die zichtbaar is in het gemiddelde laagfrequente geluidniveau in de nachtperiode voor meetpunt 1 bij 63 Hz, wordt veroorzaakt door een specifieke nacht met een verhoogd geluidniveau. Dit blijkt uit tabel 6.2 waar per etmaal voor iedere nachtperiode het geluidniveau per tertsband is weergegeven. De nacht van 16 september vertoont daarbij een opmerkelijke verhoging.

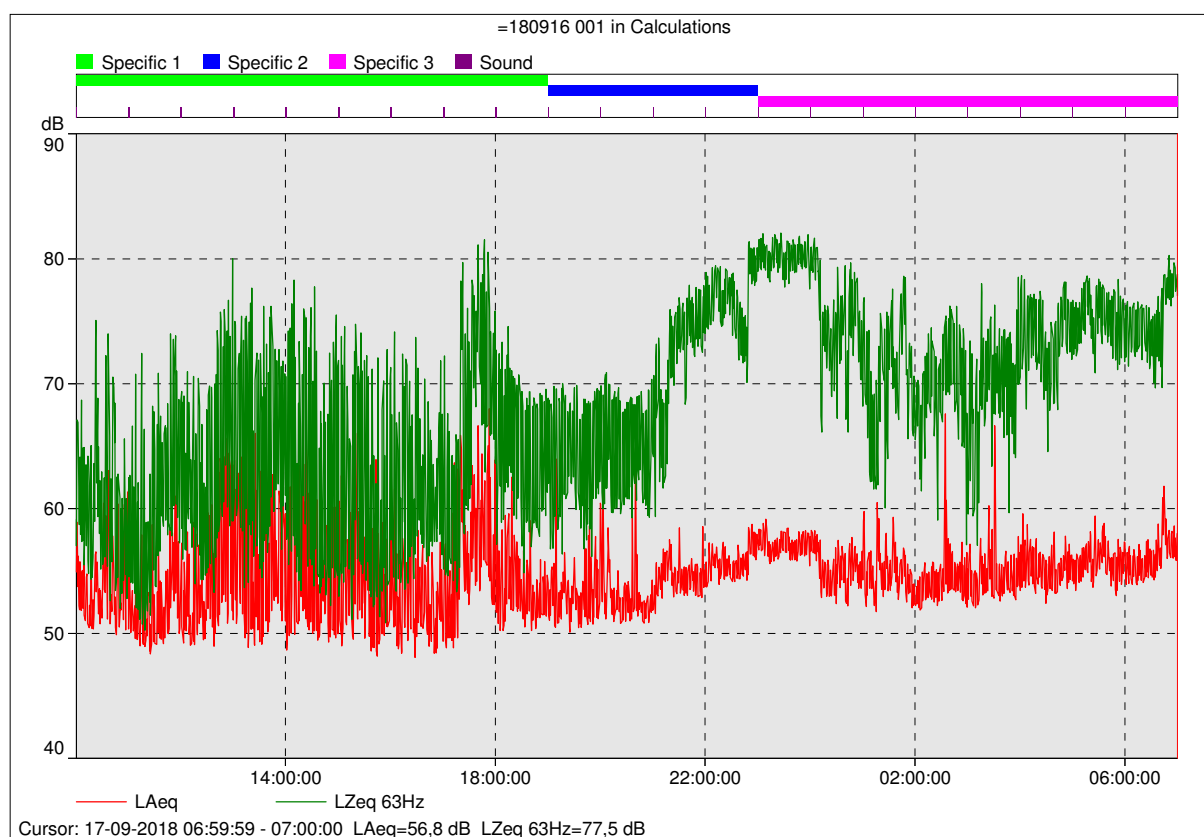
Tabel 6.2: Overzicht gemiddelde spectrale laagfrequente geluidniveaus voor de nachtperiode in meetpunt 1

Datum	Gemiddelde laagfrequente geluidniveau nachtperiode meetpunt 1 [dB]											
	10 Hz	12,5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz
13-sep	67,5	65,3	63,6	61,7	64,3	60,5	63,6	65,3	63	62	56,6	53,6
14-sep	71,6	69,3	67	64,7	65,3	64,7	63,4	63,4	62,1	56,6	54,9	54,8
15-sep	66,7	64,3	62	61,2	61,2	61,4	60,8	62,6	57,8	60,6	54,6	54
16-sep	75,1	72,8	70,4	68,2	67,7	64,9	64,3	64,5	75,6	58,8	57,4	61,3

17-sep	72,9	70,3	68,2	66,5	66	64,5	65,6	65	61,8	63,3	58,9	56,5
18-sep	76,5	74,3	72	69,8	68,6	67,4	65,2	63,7	59,3	59,3	57,4	54,7
19-sep												
20-sep												
21-sep												
22-sep	69,3	67,4	65,3	63,9	64,8	64	64	64,6	61,5	64,3	56,9	52,6
23-sep	63,4	61,3	59,7	59,1	62,9	60,9	61,9	65	61,8	62	55,9	53,3
24-sep	57	57,2	58,4	59,2	62	63,8	64,7	64,4	57,9	58,2	55,3	52,2
25-sep	66,5	64,8	63,2	62,8	66,1	65,7	63,6	63,1	59,2	61,4	56,9	54,2
26-sep	67,7	65,9	64,2	63,2	63,6	61,9	64,3	64,3	58,9	61,4	62,1	55,1
27-sep												

Tabel 6.2 volgt dat het geluidniveau in de 63 Hz tertsband over het algemeen tussen de 58 en 65 dB bedraagt. De gemeten waarde van 76 dB is dan sterk afwijkend.

In figuur 6.2 is het verloop van het A-gewogen totale geluidniveau en het geluidniveau in de 63 Hz tertsband weergegeven. Uit het figuur blijkt een duidelijke stijging van het geluidniveau in de 63 Hz tertsband rond 17.20 uur van circa 60 dB naar circa 65 dB. Vervolgens neemt het geluidniveau nog een keer toe rond 21.10 uur tot 75 dB. De laatste stijging vindt plaats rond 22.49 uur en duurt tot 00.14 uur. Het geluidniveau in deze periode bedraagt 80 dB in de 63 Hz tertsband. De verhoging in de 63 Hz tertsband heeft maar een beperkt effect op het totale A-gewogen geluidniveau.



Figuur 6.2: Verloop A-gewogen geluidniveau (rode lijn) en geluidniveau in de 63 Hz tertsband (groene lijn) van 16 op 17 september

Om een mogelijke oorzaak voor de verhoging van het geluidniveau te achterhalen, is gebruik gemaakt van de korte geluidopnamen (ruim 1 minuut) die elk uur automatisch zijn gemaakt. De geluidopnamen om 20.00 uur, 22.00 uur en 23.00 uur zijn beluisterd. Deze geluidopnamen vallen in de verschillende perioden met verhoogd geluidniveau. Het volgende is hoorbaar op de geluidopnamen:

20.00 uur: constant industrieel geluidniveau met een breedbandig karakter waarin lage en hoge tonen hoorbaar zijn. Het geluid klinkt relatief "dichtbij".

22.00 uur: constant geluidniveau met een duidelijk lage toon die andere tonen overstemt. Het geluid klinkt relatief "dichtbij".

23.00 uur: constant geluidniveau met een overheersende lage toon die andere tonen overstemt. Het geluid klinkt relatief "dichtbij".

Op basis van de geluidopnamen lijkt sprake te zijn van een lokale bron die een groot deel van de avond en nacht actief was. Ter controle is aanvullend een vergelijking gemaakt van het verloop van het geluidniveau in de 63 Hz tertsband voor de meetpunten 1 tot en met 3 voor dezelfde periode als meetpunt 1. Figuur 6.3 laat het resultaat zien. De groene lijn geeft het geluidniveau in meetpunt 1 weer, de rode lijn in meetpunt 2 en de blauwe lijn is van toepassing voor meetpunt 3. De zwarte kleur ontstaat als de geluidniveaus dezelfde orde grootte hebben.



Figuur 6.4: Overzicht ligplaatsen. Het sterretje geeft de positie van meetpunt 1 weer

Op basis van de gegevens van de Havenmeester zijn voor de periode van 16 september 11.00 uur tot en met 17 september 16.30 uur de in tabel 6.3 genoemde schepen geregistreerd.

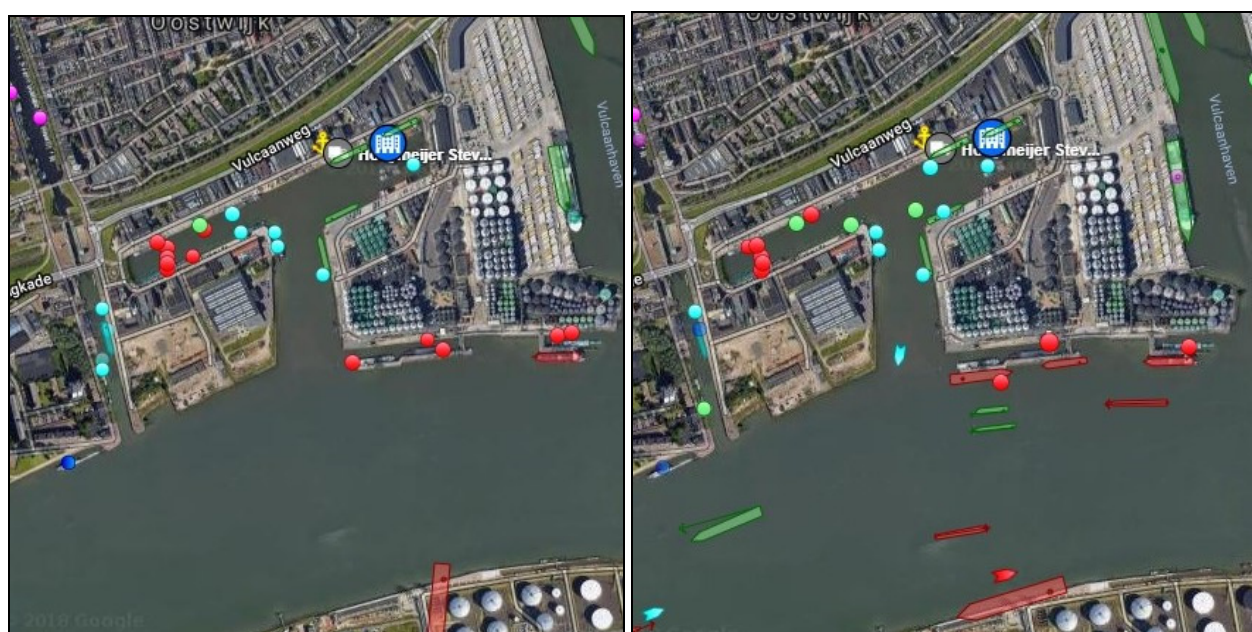
Tabel 6.3: Geregistreerde schepen gegevens havenmeester

Tijd	Naam	Type	Ligplaats
16-09-2018 11.15	UNION 11	TUG	650
16-09-2018 11.15	UNION 7	TUG	650
16-09-2018 11.15	Eems sun	Vracht	635
16-09-2018 11.15	Ronald	Duwboot	635
16-09-2018 11.15	Wembley	Tanker	101
1609 21,15	UNION 11	TUG	650
1609 21,15	UNION 7	TUG	650
1609 21,15	Wembley	Tanker	101
1609 21,15	Texelbank	Tug	650

Tijd	Naam	Type	Ligplaats
17-09 16,30	UNION 11	TUG	650
17-09 16,30	UNION 7	TUG	650
17-09 16,30	Eems sun	Vracht	635
17-09 16,30	Ronald	Duwboot	635

Het gaat hierbij om schepen die er om 11.15 uur op 16 september nog niet waren, maar om 21.15 uur wel en die vervolgens tot 17 september 21.17 uur zijn blijven liggen. Tabel 6.3 maakt duidelijk dat geen enkel schip voldoet aan dit tijdvenster.

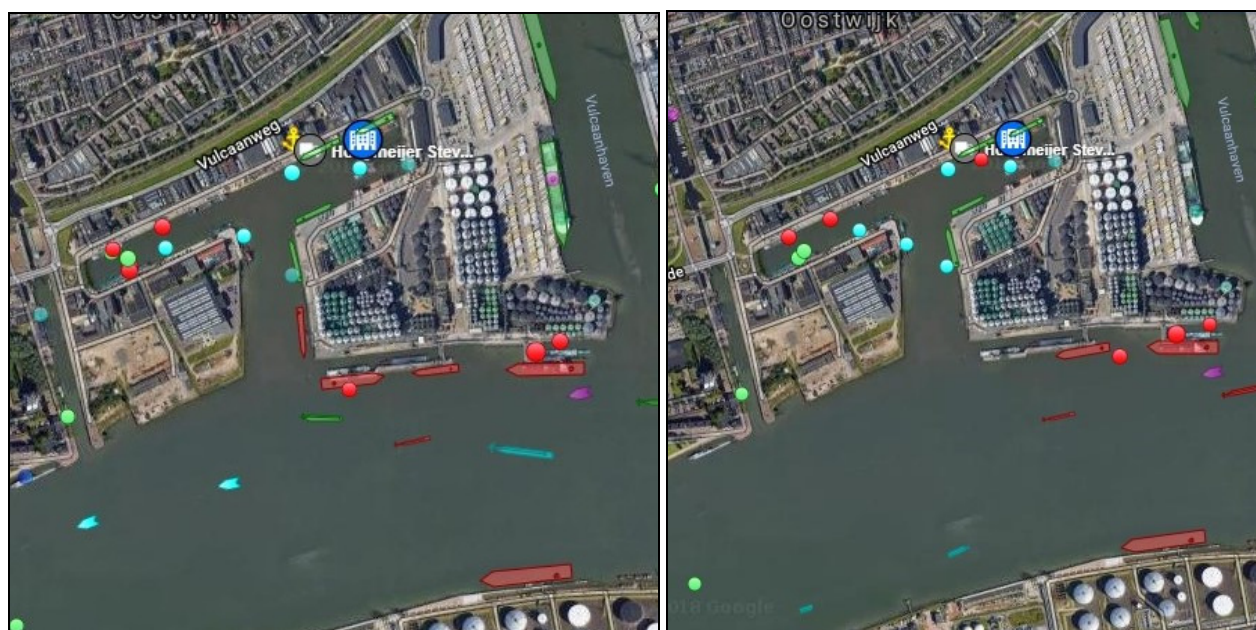
Aanvullend is onderzocht of op basis van de aanvullend op willekeurig genomen screenshots van de website Marinetrafic.com een schip in de buurt van meetpunt 1 kan worden geïdentificeerd. Helaas zijn er op zondag 16 september geen screenshots gemaakt. Wel van vrijdag 15 september om 17.33 uur en op maandag 17 september om 07.38 uur. Figuur 6.5 toont beide momenten naast elkaar.



Figuur 6.5: Screenshots Marinetrafic.com op 15 september om 17.34 (links) en 17 september 07.38 (rechts)

Op 17 september 07.38 uur was een verhoogd geluidniveau in de 63 Hz tertsbands aanwezig. Het plaatje rechts laat zien dat ten opzichte van het plaatje links bij Vopak (opslagtanks ten oosten van de ingang van de Wilhelminahaven) twee schepen liggen en dat ten zuiden van het bouwplan, ter plaatse van ligplaats 101, ook een schip ligt.

De volgende screenshots zijn van 17 september om 19.43 uur (bron nog aanwezig) en 18 september 08.23 uur (bron afwezig).

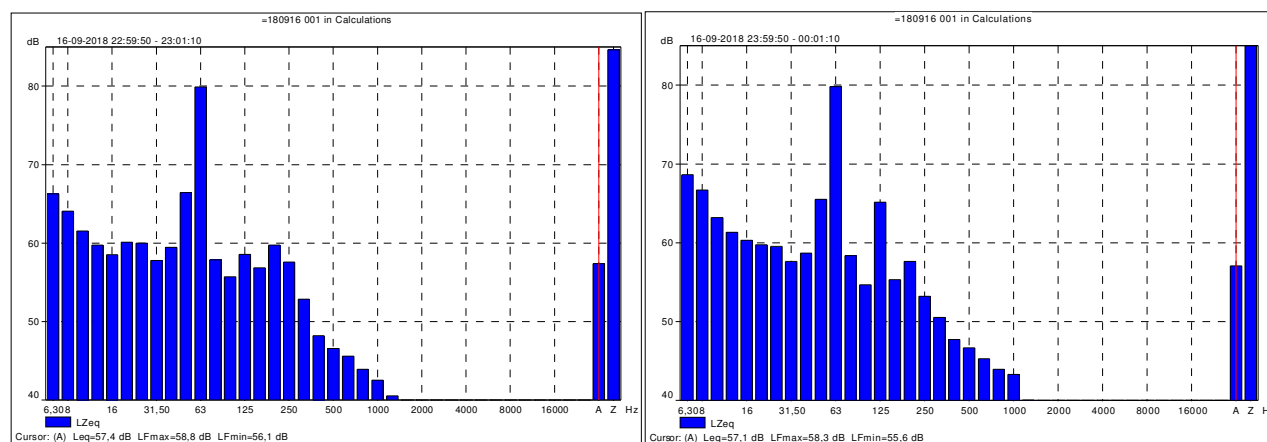


Figuur 6.6: Screenshot Marinetransport.com voor 17 september 19.43 uur (links) en 18 september 08.23 (rechts)

Figuur 6.6 laat zien dat het schip bij Vopak dat het dichtste bij meetpunt 1 ligt, op 17 september nog aanwezig is maar op 18 september niet meer. De overige schepen blijven aanwezig en zijn waarschijnlijk dus niet verantwoordelijk voor het verhoogde geluidniveau in de 63 Hz tertsband.

6.3.3 Mogelijk tonaal geluid

Op basis van de sterke verhoging van het geluidniveau in de 63 Hz band en de beluisterde geluidfragmenten in de nachtperiode met de verhoging, is onderzocht of sprake zou kunnen zijn van tonaal geluid. Hiertoe is het frequentiespectrum in tertsbanden bepaald van een moment van de geluidopname. Figuur 6.7 toont het resultaat voor de geluidopname van 23.00 uur en de opname van 0.00 uur.



Figuur 6.7: Geluidspectra van geluidopnamen van 16 september 23.00 uur (links) en 0.00 uur (rechts)

Op basis van ISO 1996:2-2007 is sprake van tonaliteit voor een groot deel van de periode dat sprake is van het verhoogde geluidniveau in de 63 Hz tertsband.

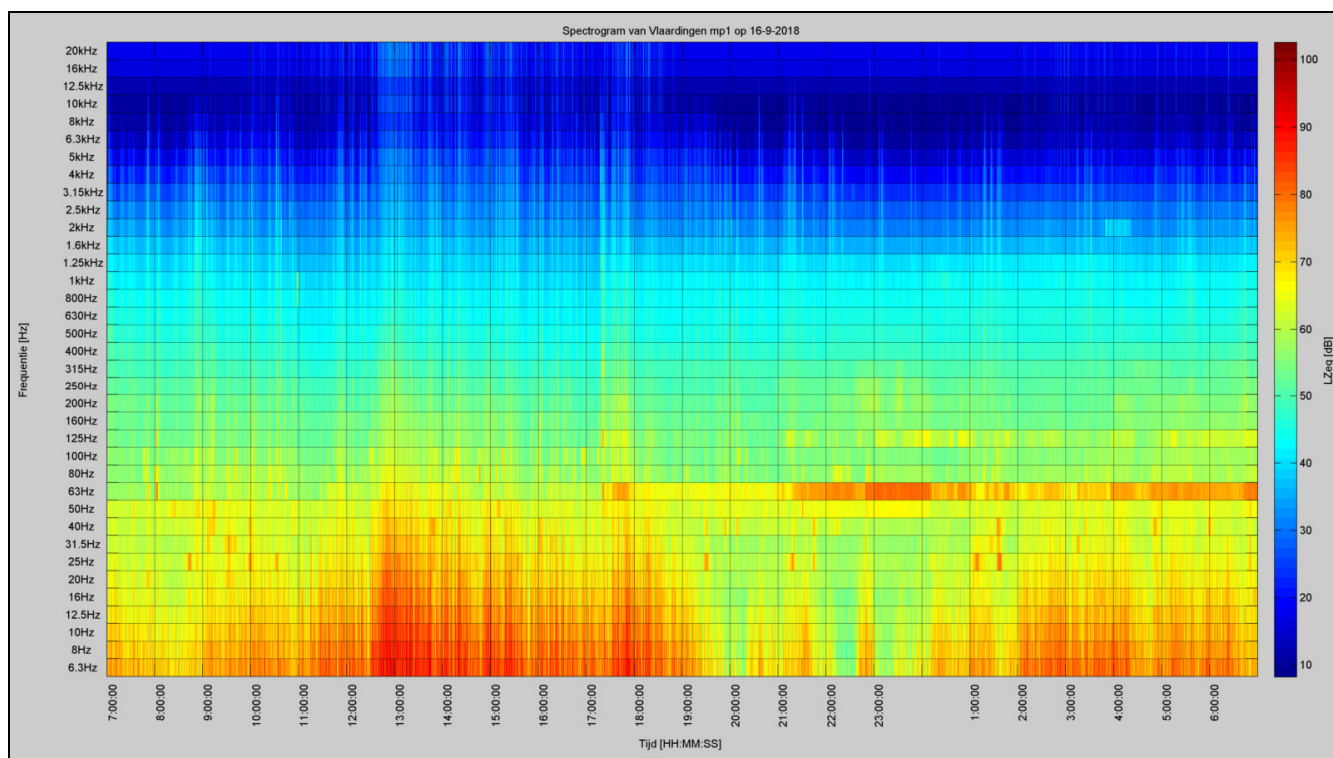
6.3.4 Samenvattend

Op basis van voorgaande analyse is de verwachting dat activiteiten van schepen bij Vopak ten oosten van het bouwplan, kunnen leiden tot laagfrequent geluid op het bouwplan. In de meetperiode is een verhoging in de 63 Hz tertsband vastgesteld met tonaliteit maar het is mogelijk dat met andere schepen of andere scheepsactiviteiten ook andere frequenties op kunnen treden. Bij de ontwikkeling van het bouwplan en het ontwerp van de woningen dient aandacht te worden geschonken aan de geluidisolatie tegen laagfrequent geluid.

7 Bijzondere momenten in het geluidniveau

7.1 Algemeen

Voor elk meetpunt zijn metingen van 24 uur verricht waarbij per seconde het ongewogen geluidniveau in tertsbanden is vastgelegd. Deze gegevens kunnen samengevoegd worden in een spectrogram zodat tijd, frequentie en geluidniveau tegelijkertijd zichtbaar zijn. Figuur 7.1 geeft een voorbeeld voor de eerder genoemde nacht van 16 september voor meetpunt 1. Op de x-as staat de tijd weergegeven beginnende bij 07.00 uur op 16 september en eindigend op 17 september om 07.00 uur. Op de verticale y-as staat de frequentie. De analyses zijn uitgevoerd van 6,3 Hz tot 20 kHz. Het geluidniveau is weergegeven met een kleur. In bijlage II is van alle meetpunten het spectrogram per etmaal samengevoegd zodat het verloop van de geluidniveaus voor de drie meetpunten goed vergelijkbaar is.



Figuur 7.1: Spectrogram meetpunt 1 voor de meting van 16 op 17 september 2018

Figuur 7.1 laat de dominantie van de 63 Hz tertsband vanaf 21.00 uur duidelijk zien door een afwijkende kleur in horizontale richting.

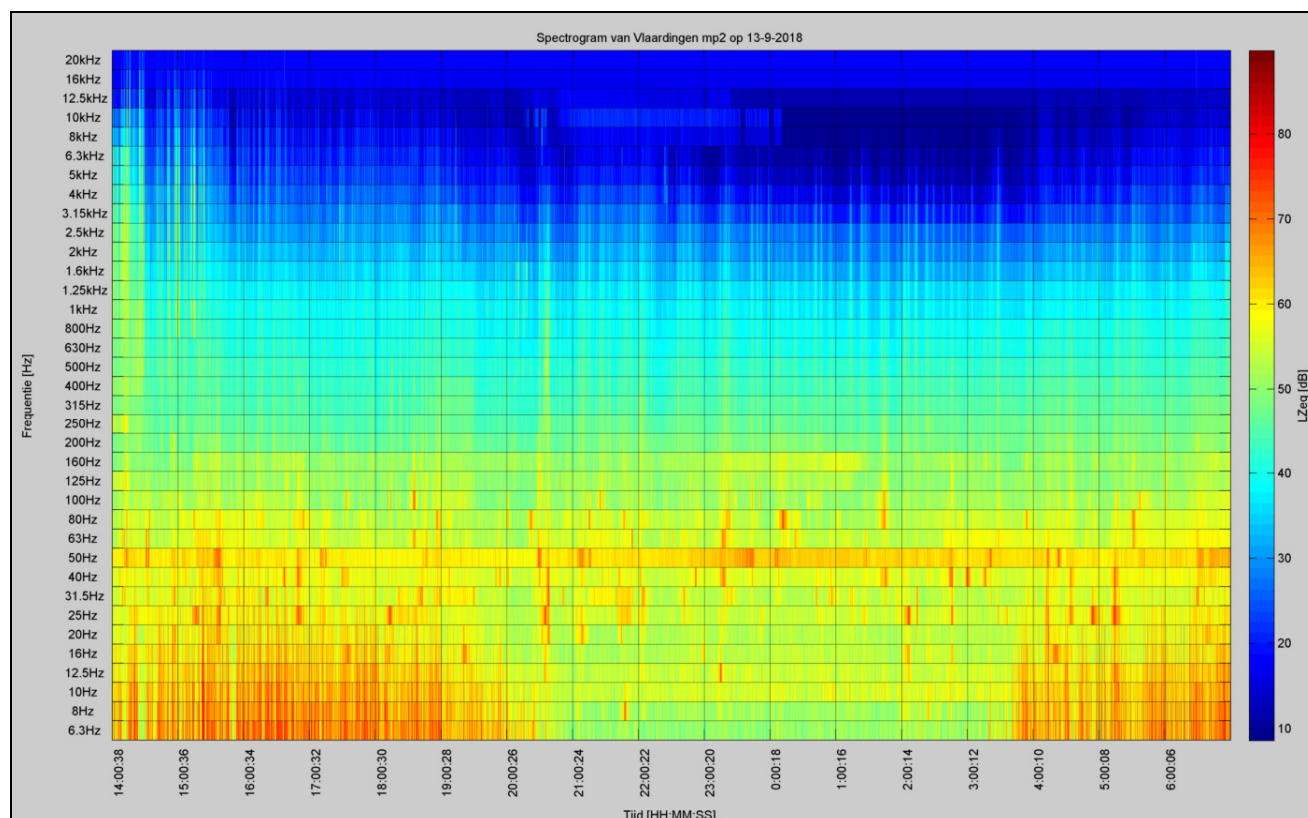
Ter beoordeling van het laagfrequente geluid voor het bouwplan, is op basis van de spectrogrammen voor meetpunt 1 en 2 een selectie gemaakt van momenten die nader zijn onderzocht. Het gaat hierbij om:

1. De nacht van 13 op 14 september: meetpunt 2 verhoging in de 50 Hz tertsband, beperkt zichtbaar in meetpunt 1, goed zichtbaar in meetpunt 3.
2. Op 22 september: meetpunt 1, verhoging in de 50 en 80 Hz tertsband, ook zichtbaar op meetpunt 3, beperkt zichtbaar in meetpunt 2.
3. Op 25 september: veel kortdurende periodieke verhogingen op meetpunt 1 in verschillende frequenties. Ook zichtbaar op meetpunt 2, minder duidelijk op meetpunt 3.

In de volgende paragrafen zijn de genoemde momenten toegelicht.

7.2 13 september

Figuur 7.2 toont het spectrogram voor meetpunt 2 op 13 september.



Figuur 7.2: Spectrogram meetpunt 2 voor 13 september

De 50 Hz tertsband is duidelijk zichtbaar in het geluidniveau met name in de avond- en nachtperiode. Omdat in de periode tussen 21.00 uur en 04.00 uur het maskerende geluid in de lagere frequenties sterk is afgenomen, komt het geluidniveau in de 50 Hz tertsband nog sterker naar voren.

De geluidopnamen in het midden van de nacht zijn beluisterd en leiden tot de volgende waarnemingen:

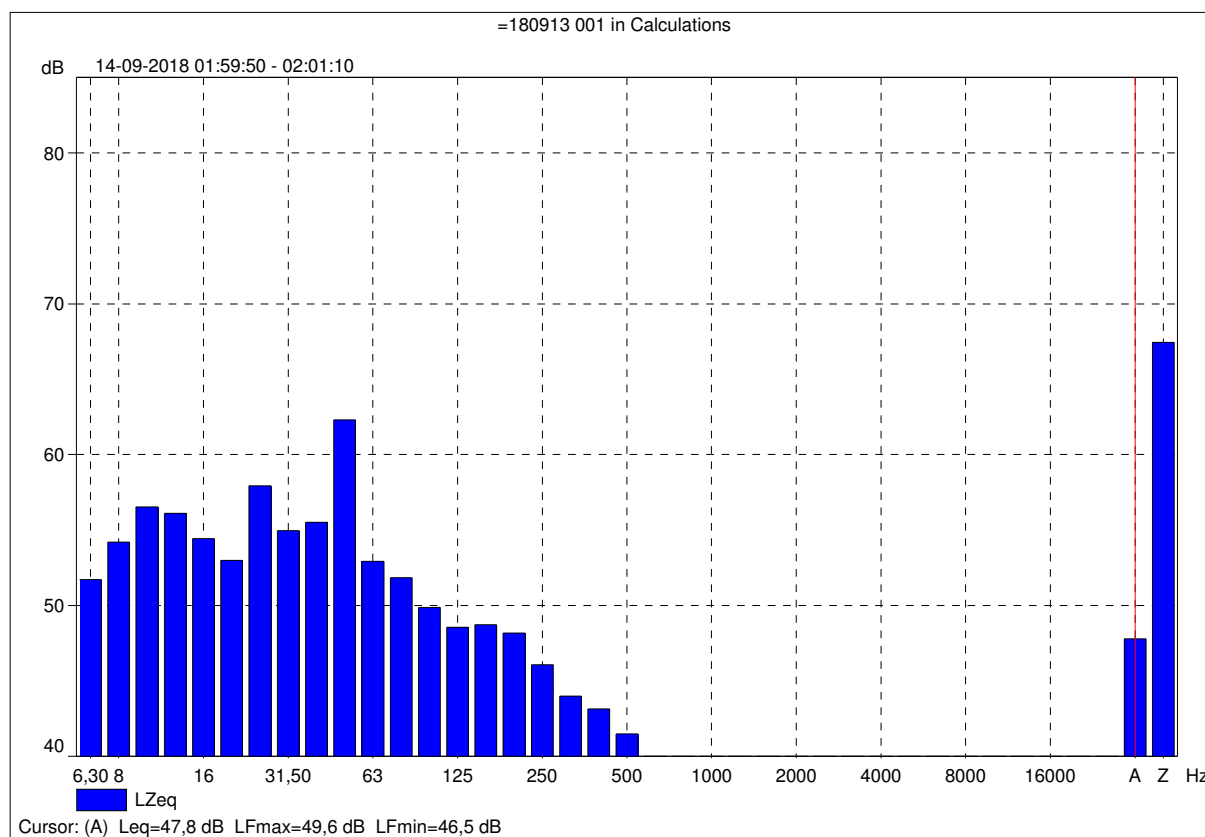
23.00 uur: constant industrieel geluid met een zware dreunende toon. Scheepstoeter in de verte.

0.00 uur: constant industrieel geluid met een zware dreunende toon. Verder is Chinese muziek hoorbaar.

1.00 uur: constant industrieel geluid met een zware dreunende toon. Tweede helft fragment komt er een hogere toon bij die afkomstig lijkt van een scheepsmotor. Vaart er een schip weg?

2.00 uur: constant industrieel geluid met een zware dreunende toon.

Voor de periode tussen 23.00 uur en 04.00 uur is onderzocht of sprake is van tonaal geluid. Dat blijkt alleen voor kortdurende momenten van enkele seconden te zijn en op de momenten dat het geluidniveau in de 50 Hz tertsband duidelijk toeneemt. De beluisterde fragmenten bijvoorbeeld voldoen niet aan de tonaliteitscriteria als gevolg van het maskerende geluid van de andere frequenties. Figuur 7.3 bijvoorbeeld toont het spectrum voor het geluidfragment van 02.00 uur.



Figuur 7.3: Geluidsspectrum meetpunt 2 voor geluidfragment op 14 september om 02.00 uur

Het verschil in geluidniveau tussen 50 Hz tertsband en de omliggende tertsbanden bedraagt 7 dB. Dit ligt wel dicht tegen de grens aan van 8 dB (op basis van genoemde ISO 1996:2-2007).

Ook op andere dagen is voor meetpunt 2 in het verlengde van 13 september een verhoogd geluidniveau in de 50 Hz tertsband zichtbaar. Op basis van de spectrogrammen loopt dit door tot 16 september rond 07.00 uur. In de gegevens van de havenmeester en zelf geregistreerde gegevens is gezocht naar schepen die nabij meetpunt 2 hebben gelegen. Het gaat hierbij om de ligplaatsen 656 t/m 704 waarbij de ligplaatsen 657 en 703 op zeer korte afstand van het meetpunt liggen. Dit heeft geleid tot de selectie van schepen weergegeven in tabel 7.1.

Tabel 7.1: Scheepsbewegingen nabij meetpunt 2

Tijd	Naam	Type	Ligplaats
13-09-2018 16.45.00	Willy B	TUG	702
13-09-2018 16.45.00	Bryan	Vracht	703
14-09-2018 8.44	Holland Diving 1	dredger	701
14-09-2018 8.44	Bryan	Vracht	703
14-9-2018 15.15	Holland Diving 1	dredger	701
14-9-2018 15.15	Bryan	Vracht	703

Tijd	Naam	Type	Ligplaats
14-9-2018 15.15	Maritiem	dredger	659
14-9-2018 15.15	Tyfoon NL	tug	702
14-9-2018 15.15	Willy B	Tug	656
14-09-2018 17,10	Holland Diving 1	dredger	701
14-09-2018 17,10	Bryan	Vracht	703
14-09-2018 17,10	Maritiem	dredger	659
14-09-2018 17,10	Tyfoon NL	tug	702
14-09-2018 17,10	Willy B	Tug	656
15-09-2018 8.15	Innovatie	vracht	659
15-09-2018 8.15	Bryan	Vracht	703
15-09-2018 8.15	Maritiem	dredger	659
15-09-2018 8.15	Tyfoon NL	tug	702
15-09-2018 8.15	Willy B	Tug	656
15-9 20.30	Bryan	Vracht	703
15-9 20.30	Maritiem	dredger	659
15-9 20.30	Tyfoon NL	tug	702
15-9 20.30	Willy B	Tug	702
16-09-2018 11.15	Bryan	Vracht	703
16-09-2018 11.15	Maritiem	dredger	659
16-09-2018 11.15	Tyfoon NL	tug	702

Ligplaats 657 is in het totaal niet gebruikt.

Ligplaats 703 is gedurende de hele periode bezet door het schip "Bryan", dat er ook nog ligt in de periode dat het geluidniveau in de 50 Hz tertsband niet meer verhoogd is.

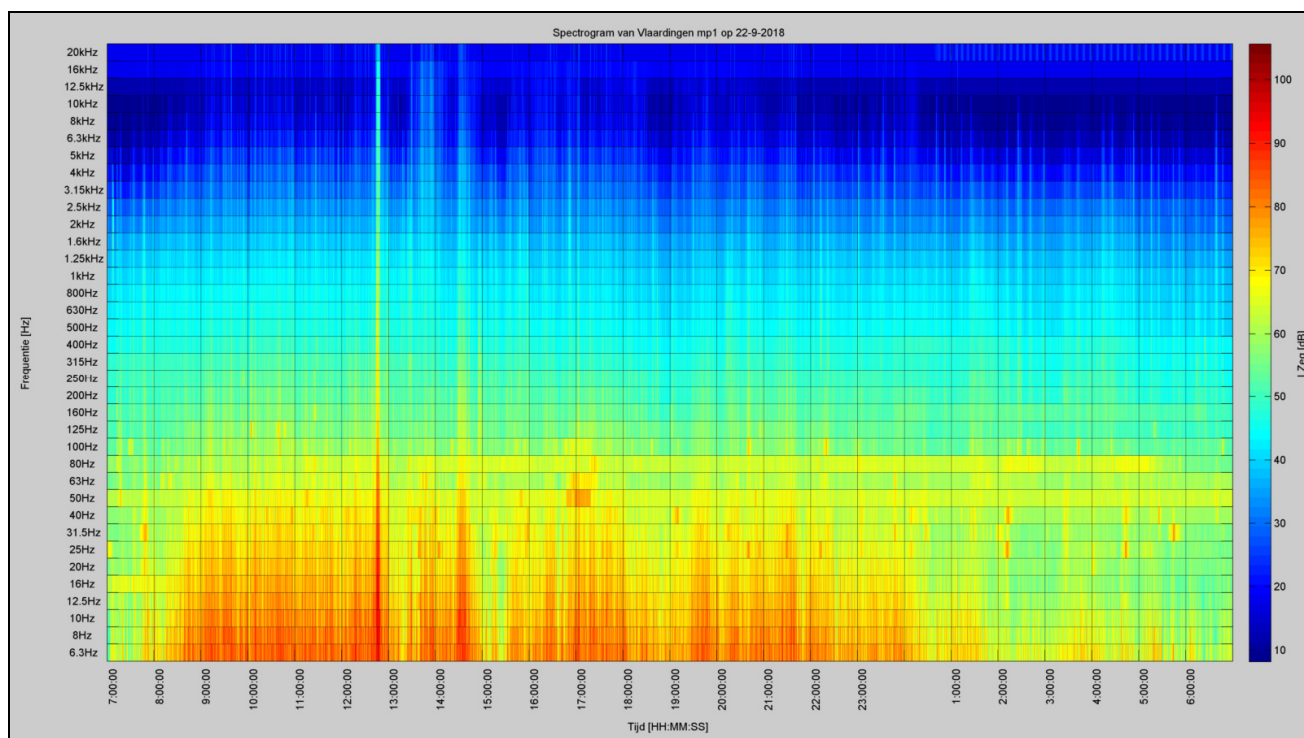
Omdat de verhoging ook zichtbaar is in meetpunt 3 en veel minder in meetpunt 1, zou het geluid afkomstig kunnen zijn van schepen gelegen aan de ligplaatsen 658, 659, 700, 701 en 702 die ten noordwesten van meetpunt 2 liggen op vergelijkbare of kleinere afstand ten opzichte van meetpunt 3.

- 658: niet gebruikt;
- 659: in gebruik tot na de periode met verhoogd geluidniveau;
- 700: niet gebruikt;
- 701: in gebruik tot en met 14 september 17.10 uur maar leeg op 15 september 8.15 uur als het verhoogde geluidniveau nog aanwezig is;
- 702: in gebruik door verschillende sleepboten op verschillende momenten, ook nog in de periode als het verhoogde geluidniveau niet meer aanwezig is.

Voor de langdurige verhoging van het geluidniveau in de 50 Hz tertsband op meetpunt 2 kan op basis van de beschikbare gegevens geen koppeling met de scheepvaart worden gemaakt. Mogelijk dat de verhoging afkomstig is van industriële bronnen op grotere afstand.

7.3 22 september

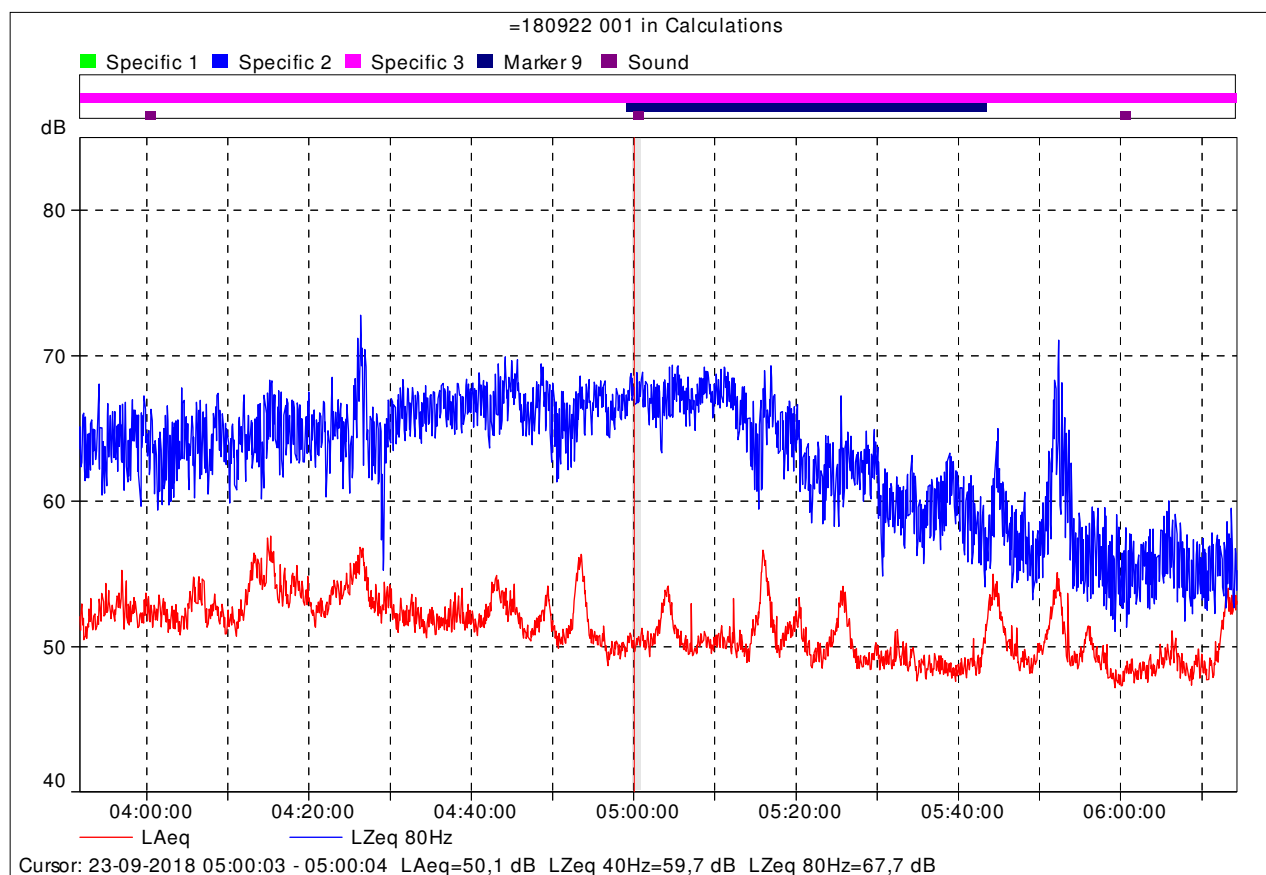
Het spectrogram voor meetpunt 1 is opgenomen in figuur 7.4. Het spectrogram is gekozen vanwege de verhoging van het geluidniveau in de 50 en 80 Hz tertsband.



Figuur 7.4: Spectrogram meetpunt 1 voor 22 september

De geluidniveaus in beide banden hebben geen relatie met elkaar. De verhoging in de 50 Hz tertsband komt veel vaker voor en is daarom voor deze datum niet specifiek onderzocht. De aandacht is gericht op de verhoging in de 80 Hz tertsband.

De verhoging start rond 08.20 uur op 22 september en neemt op 23 september vanaf 5.15 uur over een periode van circa 40 minuten af. De toe- en afname bedraagt circa 10 dB. Figuur 7.5 toont het verloop van het geluidniveau. De blauwe lijn staat voor de 80 Hz tertsband en de rode lijn voor het A-gewogen geluidniveau.



Figuur 7.5: Verloop 80 Hz en A-gewogen geluidniveau op meetpunt 1 op 23 september

De geluidfragmenten laten het constante industriële geluid horen waarbij voor het geluidfragment om 05.00 uur een hogere zoemtoon hoorbaar is die overeenkomt met de 80 Hz tertsband. Deze zoemtoon ontbreekt in het geluidfragment van 06.00 uur.

Er is geen sprake van tonaliteit bij het verhoogde geluidniveau van 80 Hz omdat er teveel maskerend geluid is van de andere tertsbanden.

In de gegevens van de havenmeester en zelf geregistreerde gegevens is gezocht naar scheepvaartbewegingen op 23 september in de vroege ochtend nabij meetpunt 1. Hierbij zijn de gegevens gebruikt van de ligplaatsen 634 en 635, 644 tot en met 650. De gegevens zijn samengevat in tabel 7.2.

Tabel 7.2: Scheepvaartbewegingen op 22 en 23 september in de buurt van meetpunt 1

Tijd	Naam	Type	Ligplaats	Aankomst tijd
2209 1120	union 7		650	
2209 1120	multratug 16	tug	635	0623 utc
2209 1120	felicia		647	1317 utc 21-09
2209 1120	trikora	tanker	646	0642 utc
2209 1120	innovatie		648	1715 utc 21-09

Tijd	Naam	Type	Ligplaats	Aankomst tijd
2209 1120	jager	vracht	644	0830 utc
2209 1700	star bonaire	tanker	634	1405 utc
2209 1700	rea		647	
2209 1700	allegro		646	
2209 1700	calabria		647	
2209 1700	trikora		646	
2209 1700	innovatie		648	
2209 1700	TNB pride	tanker	645	
2209 1700	breydel	vracht	649	1455 utc
2209 1700	jager	vracht	644	
2209 1700	Liquidos	tanker	644	1406 utc
2209 1700	union7		650	
2209 1700	union 11		650	
2209 1700	sar 240...		650	
2309 1513	allegro		646	
2309 1513	innovatie		648	
2309 1513	breydel	vracht	649	
2309 1513	jager	vracht	644	
2309 1513	union 11		650	
2309 1513	sar 240...		650	
2309 1513	terra plana		635	
2309 1513	union7		650	

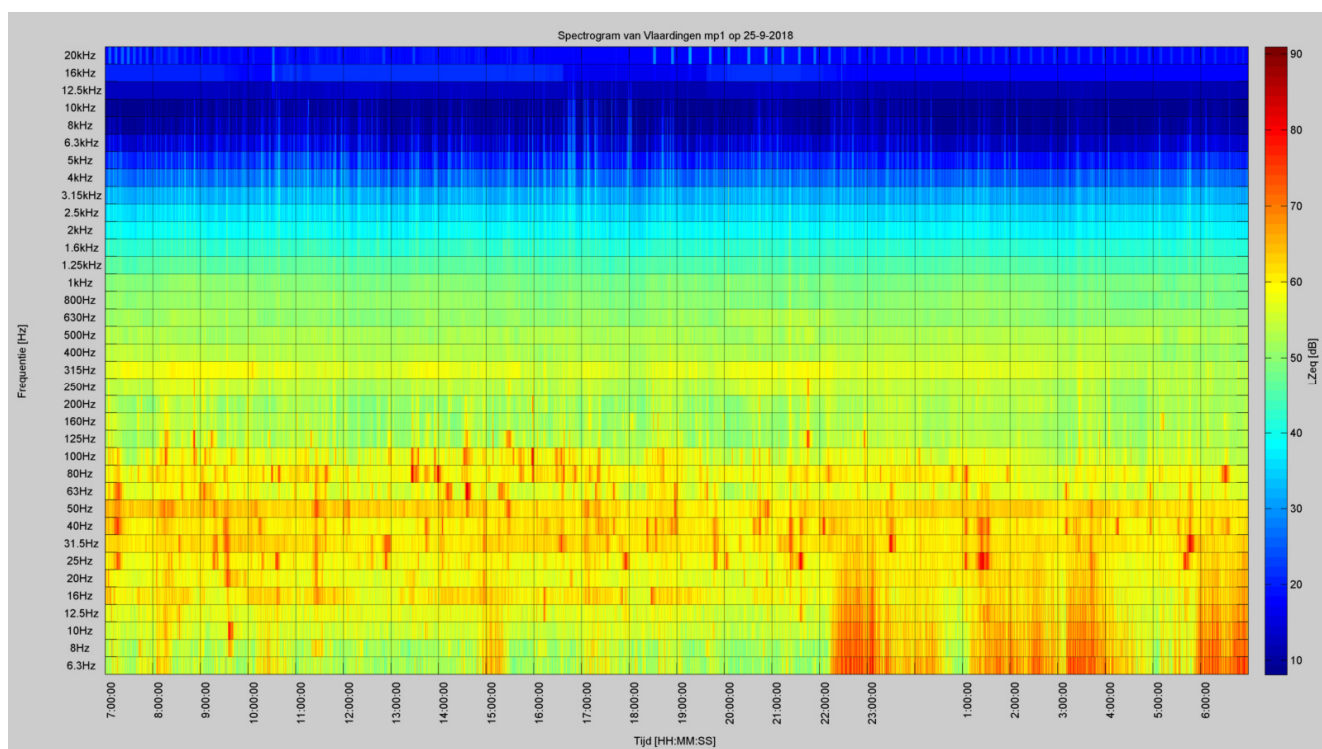
Uit tabel 7.2 volgt dat één schip rond 08.23 uur (06.23 uur UTC) is aangekomen op ligplaats 635 gelegen ten noordoosten van meetpunt 1: de Multratug 16, een sleepboot. Helaas laten de gegevens niet zien wanneer dit schip is betrokken maar duidelijk is dat het schip om 17.00 uur op 22 september niet meer aanwezig is. Het verhoogde geluidniveau bij 80 Hz is er dan nog wel.

Om 08.43 uur (6.42 UTC) is volgens de registratie een schip aangekomen op ligplaats 646. Het schip heet de Trihora en is een tanker. Om 17.00 uur is het schip er nog maar onduidelijk is wanneer het schip is vertrokken. Dat is tussen 17.00 en 15.13 uur op 23 september zijn geweest want dan ligt een ander schip op ligplaats 646. Ligplaats 646 ligt recht voor meetpunt 3 maar op relatief grote afstand van meetpunt 1 en 2. Op meetpunt 3 is ook een verhoging te zien in de 80 Hz tertsband maar pas vanaf 13.00 uur. Die is dus veroorzaakt door een andere bron.

Ook voor de verhoging in de 80 Hz tertsband is geen duidelijke relatie met de scheepvaartbewegingen te vinden.

7.4 25 september

Het spectrogram van meetpunt 1 voor 25 september is weergegeven in figuur 7.6.



Figuur 7.6: Spectrogram meetpunt 1 voor 25 september

Op 25 september is niet alleen sprake van een verhoogd geluidsniveau in de 50 Hz tertsband maar ook in de 31,5 en 40 Hz tertsbanden.

De geluidfragmenten laten wisselende geluiden horen. Op de achtergrond het continu aanwezige breedbandige industriegeluid en op de voorgrond afwisselend lagere en hogere bromtonen, soms gecombineerd.

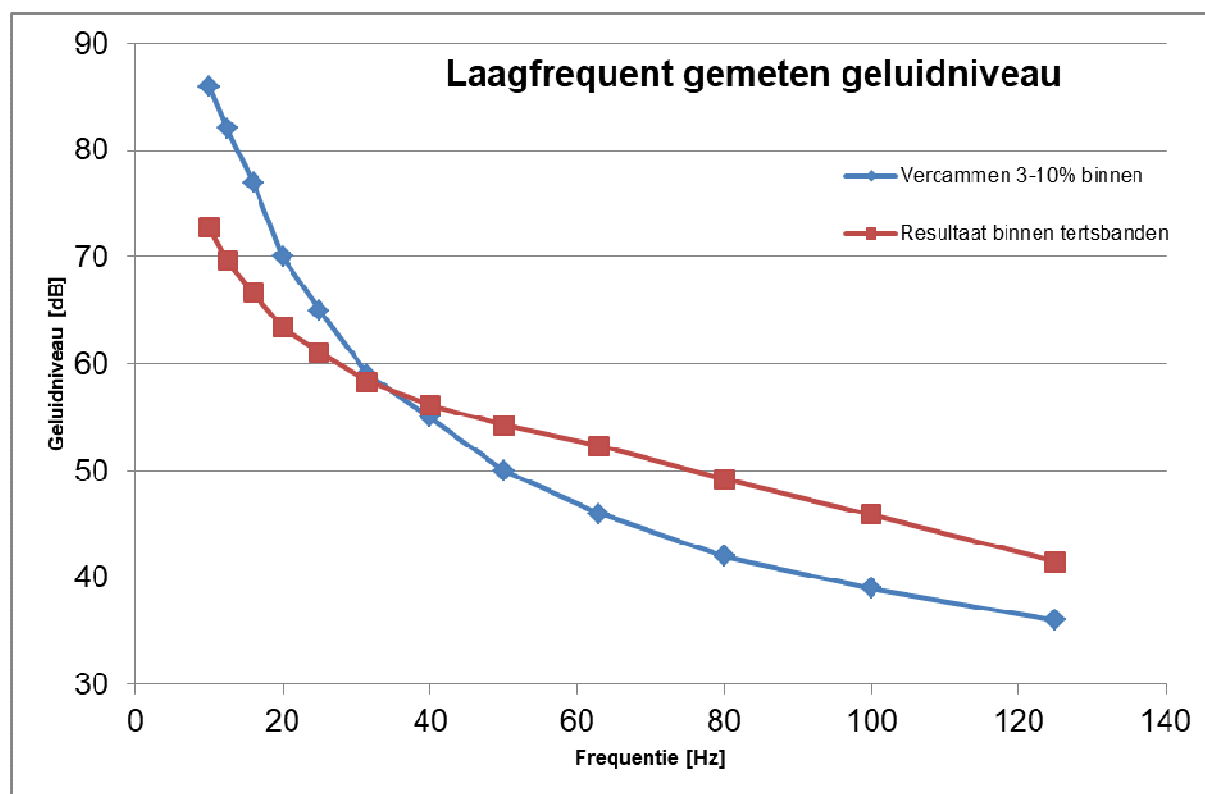
De geluidsniveaus in de 50, 40 en 31,5 Hz tertsband hebben allen een ordegrootte tussen 57 en 65 dB met uitschieters tot boven de 80 dB. Helaas zijn van deze uitschieters geen geluidopnamen beschikbaar.

Vanwege het continue karakter van de geluidsniveaus is geen relatie gezocht met scheepvaartbewegingen omdat de registratie onvoldoende aanknopingspunten biedt.

8 Consequentie gemeten laagfrequent geluid volgens Vercammen

In de basis rapportage (00375-15591-09 van 20 februari 2018) is met de daarin aangegeven uitgangspunten voor nestgeluid indicatief een berekening uitgevoerd naar de te verwachten laagfrequente geluidniveaus ter plaatse van de gevels van de hoog- en laagbouw. De berekende waarden van het LFG zijn middels een gestandaardiseerde gevelgeluidwering getoetst aan de Vercammen 3-10% curve (binnengrenswaarden). Hierbij is gebruik gemaakt van het aangeleverde immissiespectrum in tertsbanden van DCMR (afgemeerde schepen Botlek-Pernis) en de aangeleverde contouren voor nestgeluid van het HbR.

Het nu middels metingen vastgesteld laagfrequent geluidniveau geeft een beeld van het tijdens de meetperiode van twee weken optredend geluidniveau van nestgeluid Botlek-Pernis, varende schepen en gebruik van de lokale haven. In navolgend figuur 8.1 is het laagfrequent geluidniveau op basis van een standaard gevelgeluidwering getoetst aan de binnengrenswaarden volgens de Vercammen 3-10%-curve.



Figuur 8.1: Meetresultaten laagfrequent geluid en toetsing Vercammen 3-10% binnengrenswaarde

Uit voorgaande toetsing volgt dat, uitgaande van een standaard gevelgeluidwering voor laagfrequent geluid, een overschrijding van de Vercammen 3-10% curve optreedt tot 7 dB bij 80 Hz. Om aan de Vercammen 3-10% curve in de woningen te voldoen is een betere gevelgeluidwering voor de laagfrequente tertsbanden noodzakelijk dan standaard toegepast. In navolgende tabel 8.1 zijn de uit geluidmetingen vastgestelde laagfrequent geluidniveaus weergegeven samen met de standaard gevelgeluidwering plus de minimaal noodzakelijke (verbeterde) gevelgeluidwering ter voorkoming van hinder binnen de woningen.

Tabel 8.1: Gemeten geluidniveaus, standaard en noodzakelijke gevelgeluidwering ter voorkoming van hinder (Vercammen 3-10%-curve)

Tertsband [Hz]	Gemeten geluidniveau [dB]	Standaard gevelgeluidwering [dB]	Noodzakelijke gevelgeluidwering [dB]
10	77,8	5	5
12,5	75,7	6	6
16	73,7	7	7
20	71,5	8	8
25	70,1	9	9
31,5	68,3	10	10
40	67,1	11	12
50	66,3	12	16
63	65,3	13	19
80	63,2	14	21
100	60,9	15	22
125	58,4	17	22

9 Conclusie

Het onderzoek naar het (laagfrequente) geluid voor het bouwplan Eiland van Speyk te Vlaardingen leidt tot de volgende conclusies:

- Het gemiddelde A-gewogen geluidniveau vastgesteld op basis van een meetperiode van 2 weken en gecorrigeerd voor stoorgeluid ten gevolge van wind, varieert ter plaatse van het bouwplan tussen de 61 dB(A) (westzijde) en 65 dB(A) (zuidoostzijde bouwplan).
- Het gemiddelde laagfrequente geluidniveau komt overeen met het eerder berekende laagfrequente geluidniveau. Het berekende laagfrequent geluidniveau is gebaseerd op de in het basisrapport beschreven uitgangspunten voor nestgeluid (Botlek-Pernis). Het gemeten geluidniveau over een periode van 2 weken omvat alle tijdens deze periode optredende laagfrequente geluidniveaus van nestgeluid, varende schepen en activiteiten in de lokale haven. De verschillen tussen het berekende en gemeten gemiddelde geluidniveau over de meetperiode bedragen circa 5 dB voor de laagste tertsbanden. Voor de hogere tertsbanden zijn de verschillen kleiner.
- Op verschillende momenten is verhoogd (tonaal) laagfrequent geluidniveau vastgesteld over een langere periode. Het gaat hierbij met name om de 50, 63 en 80 Hz tertsband maar ook de 31,5 en 40 Hz tertsband zijn periodiek van belang.
- De geluidopnamen van de perioden met de verhoogde laagfrequente geluidniveaus laten een breedbandig industrieel geluid horen maar ook het geluid van scheepsmotoren.
- De spectrale verhogingen in het laagfrequente geluid kunnen niet gerelateerd worden aan de geregistreerde scheepvaartbewegingen of langdurige laad- en losactiviteiten. Alleen voor de nacht van 16 september is de reële verwachting dat het verhoogde geluidniveau in de 63 Hz tertsband veroorzaakt is door laad- of losactiviteiten bij Vopak ten oosten van het bouwplan.
- Bij de verdere ontwikkeling van het bouwplan dient rekening te worden gehouden met de verhogingen in het laagfrequente geluidniveau. Getoetst aan de Vercammen 3-10%-curve (binnengrenswaarden) is een tot 7 dB in de 80 Hz tertsband verhoogde gevelgeluidwering van de toekomstige woningen noodzakelijk ter voorkoming van hinder.

Cauberg-Huygen B.V.

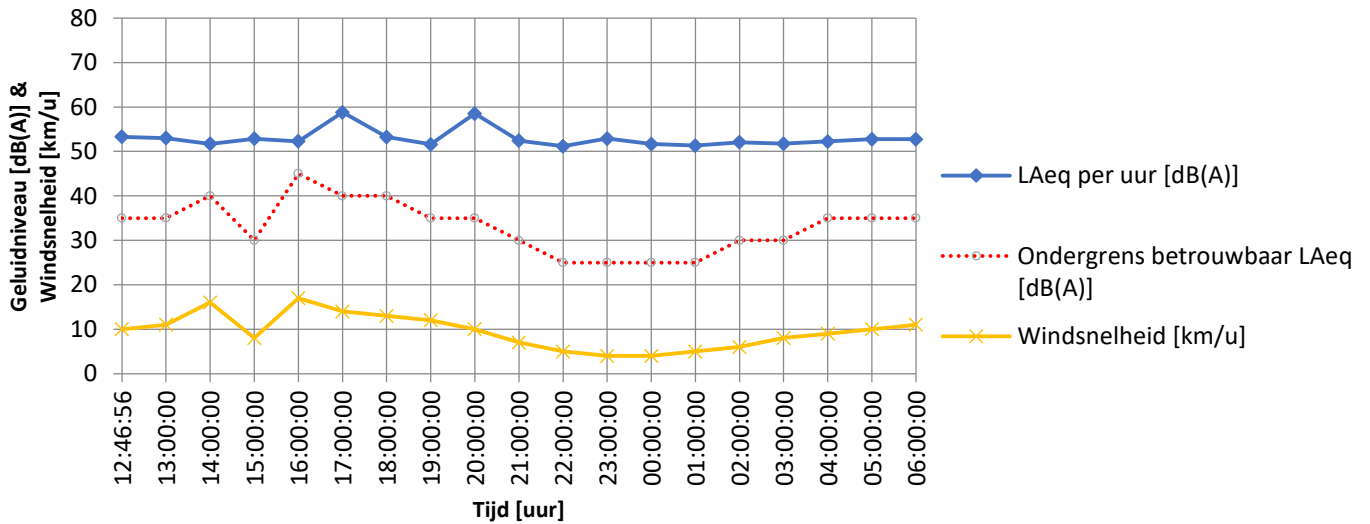


ing. R.H.R. Slangen
Senior Adviseur

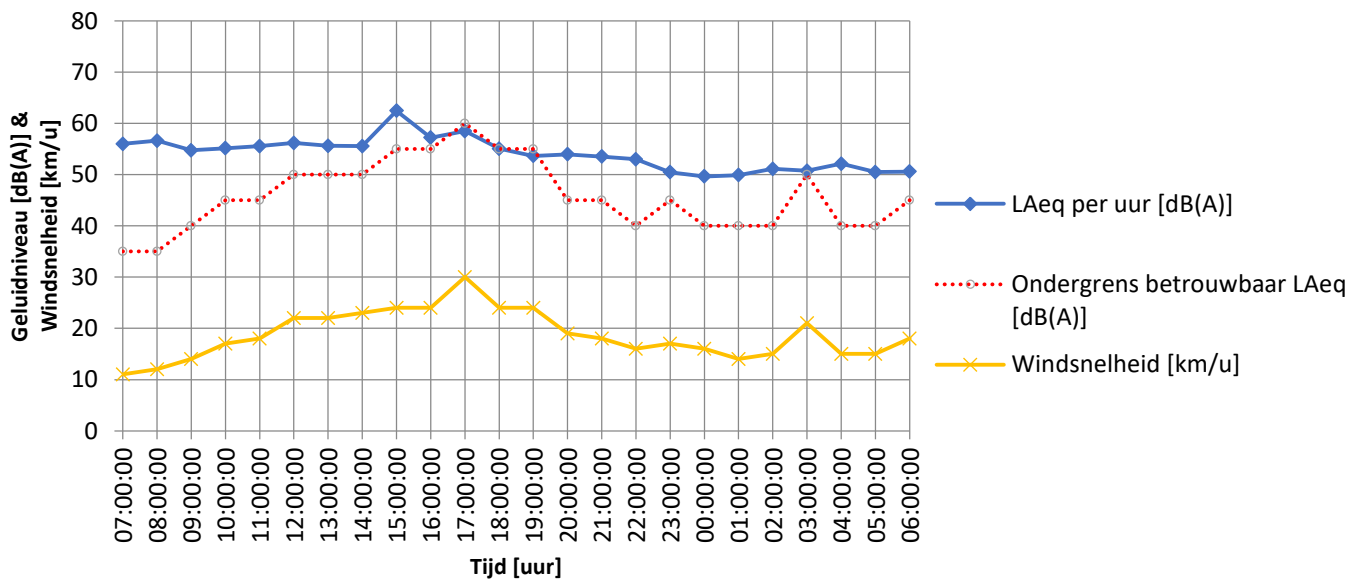
Bijlagen

Bijlage I Relatie geluidniveau en windsnelheid meetpunten 1 t/m 3

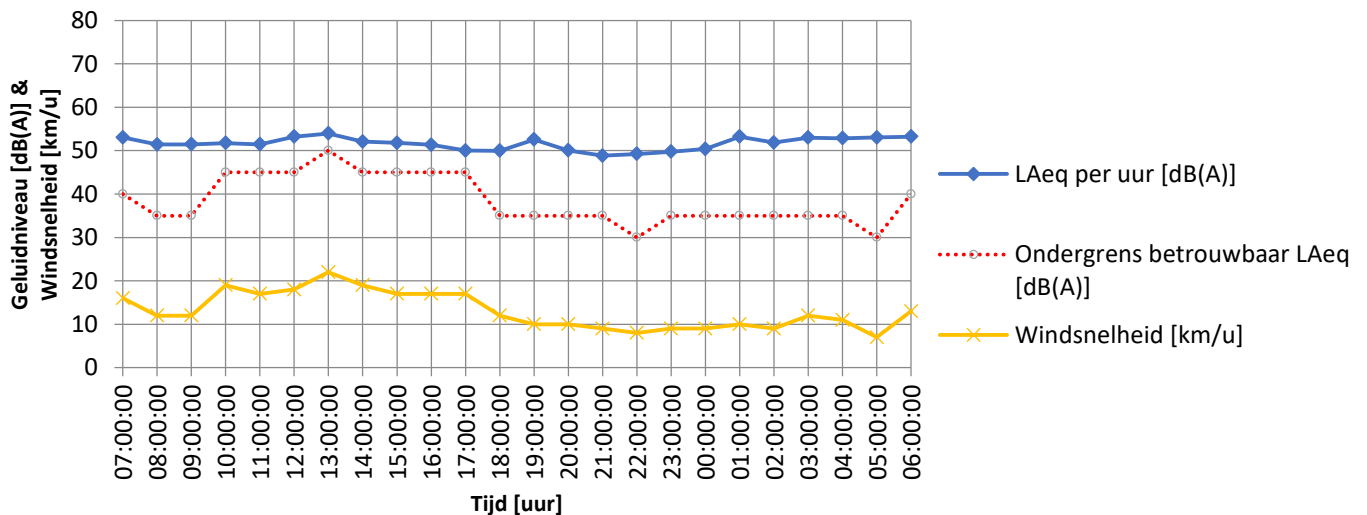
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 1 en windsnelheid 13-09-2018



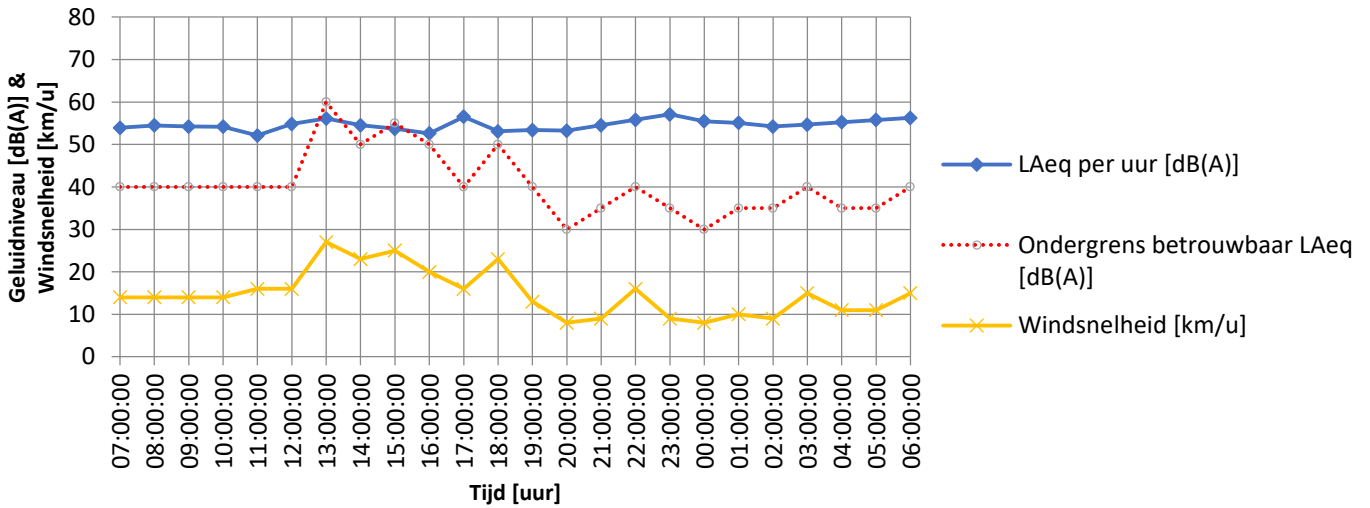
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 1 en windsnelheid 14-09-2018



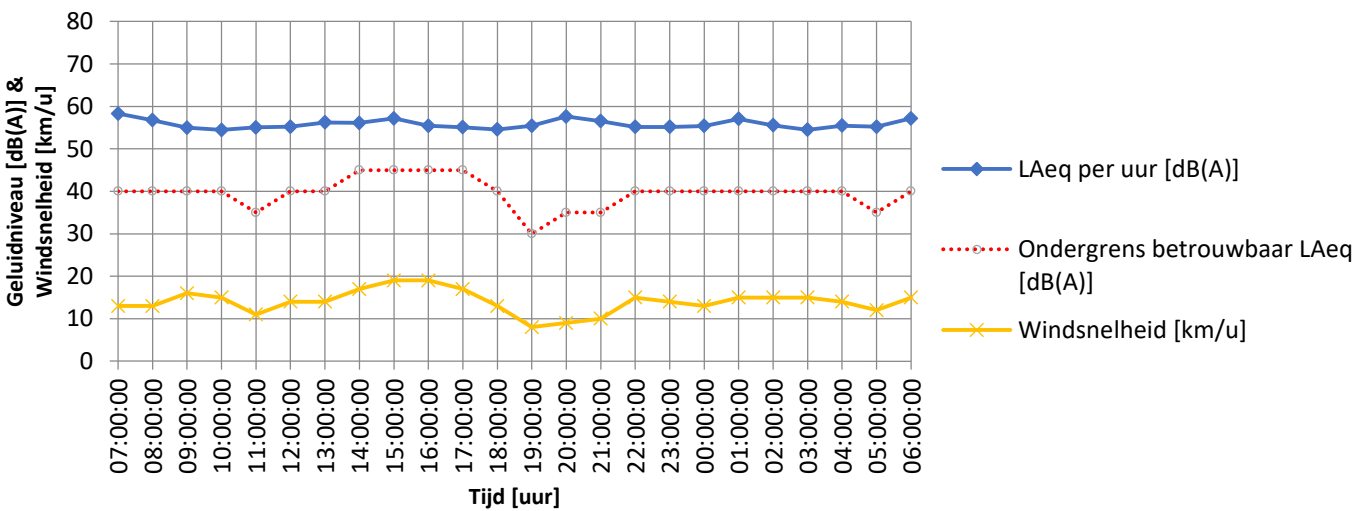
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 1 en windsnelheid 15-09-2018



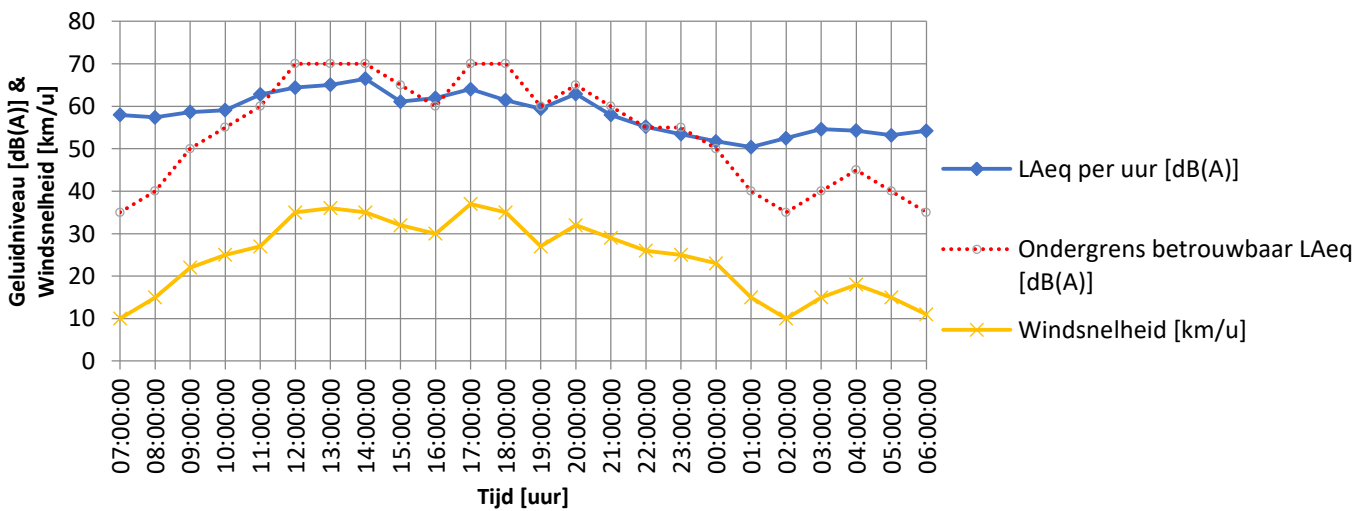
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 1 en windsnelheid 16-09-2018



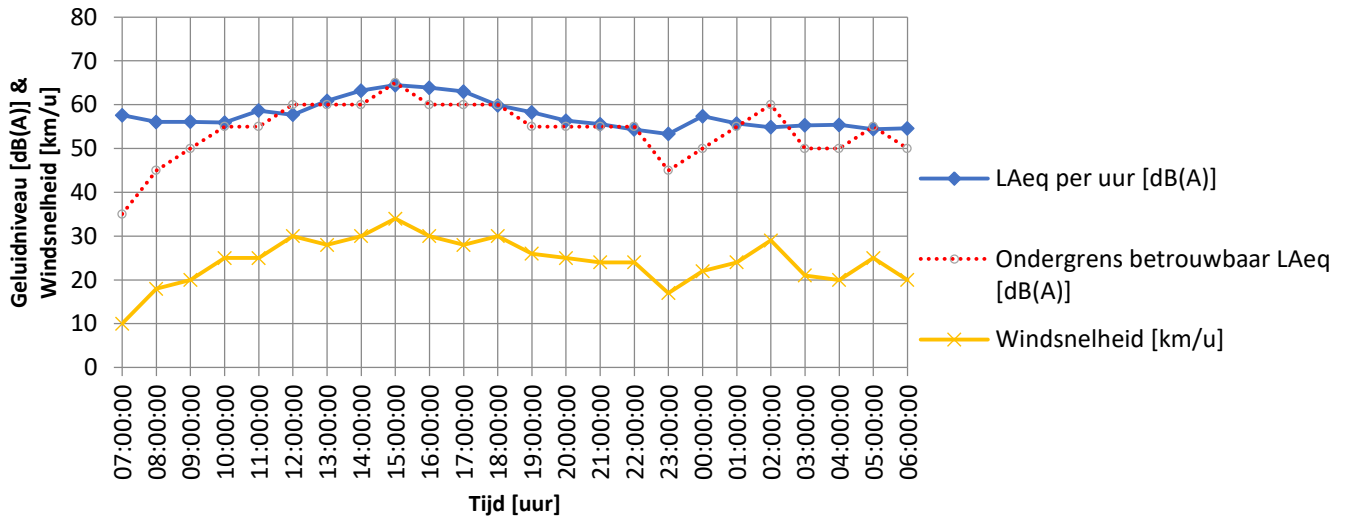
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 1 en windsnelheid 17-09-2018



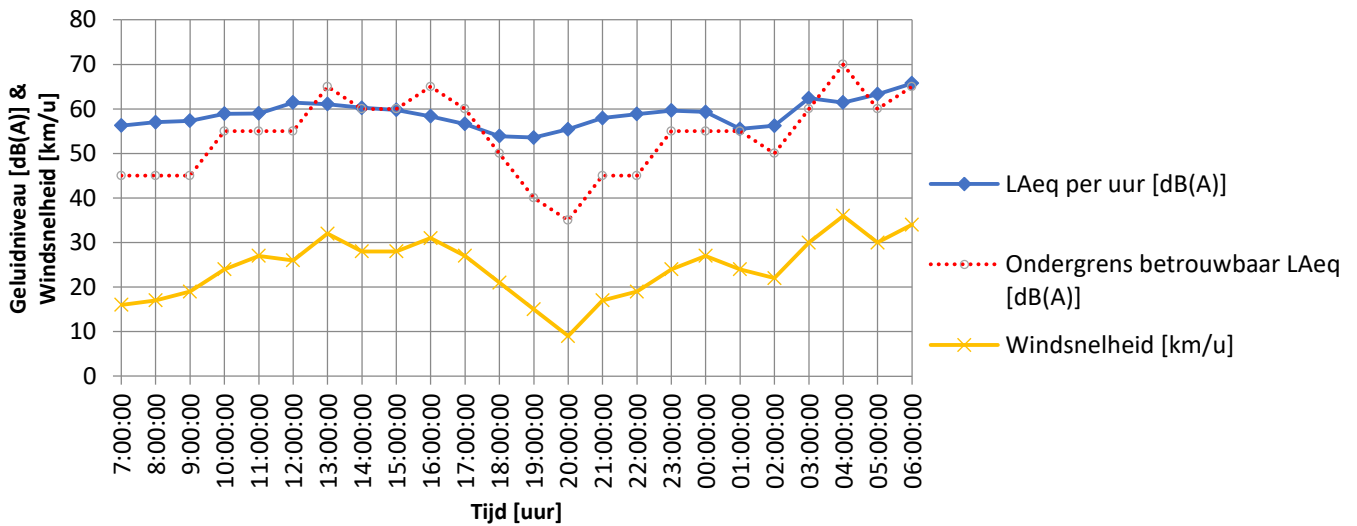
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 1 en windsnelheid 18-09-2018



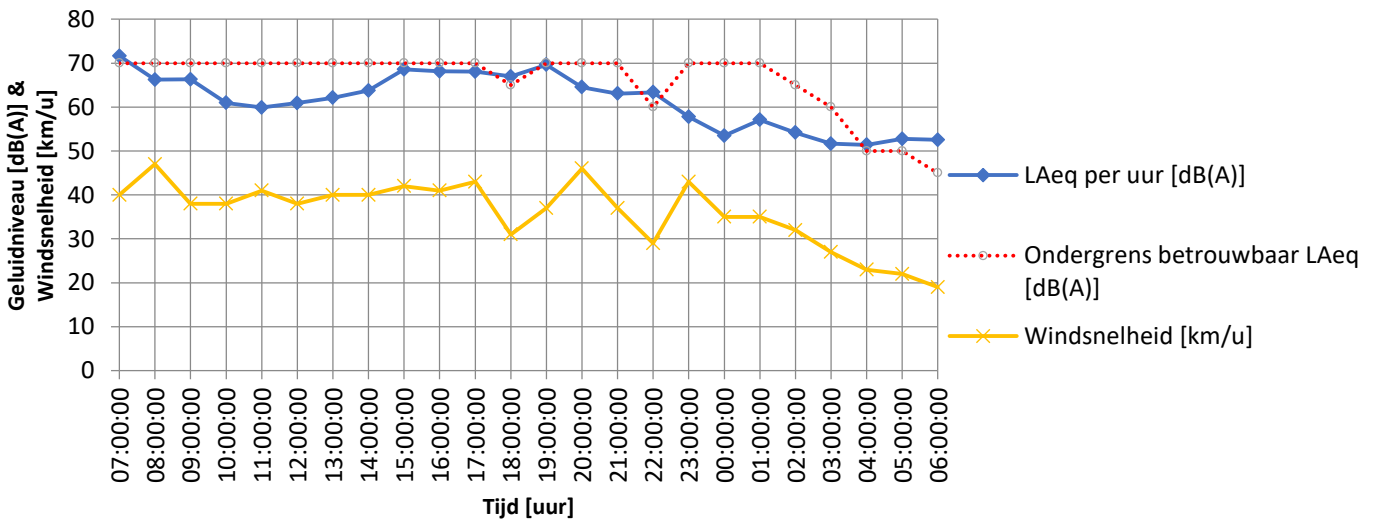
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 1 en windsnelheid 19-09-2018



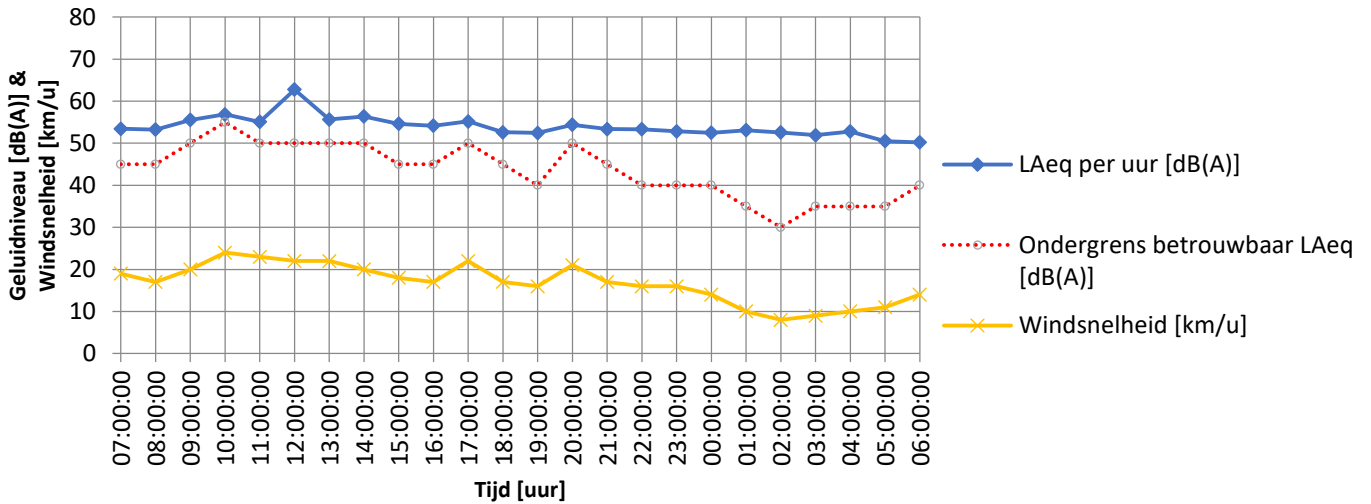
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 1 en windsnelheid 20-09-2018



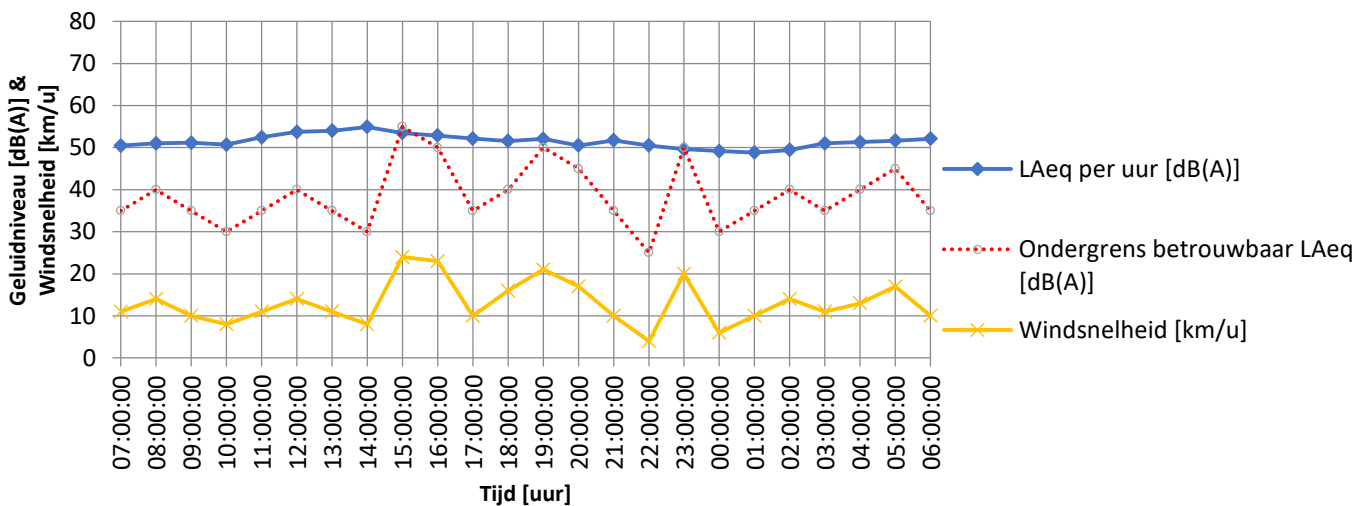
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 1 en windsnelheid 21-09-2018



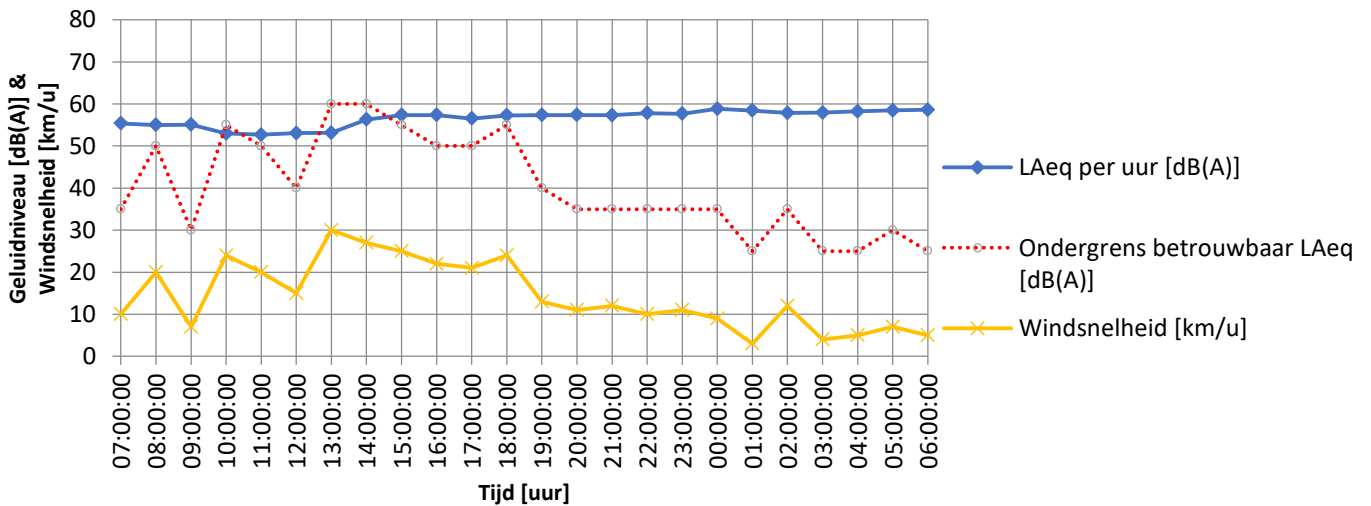
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 1 en windsnelheid 22-09-2018



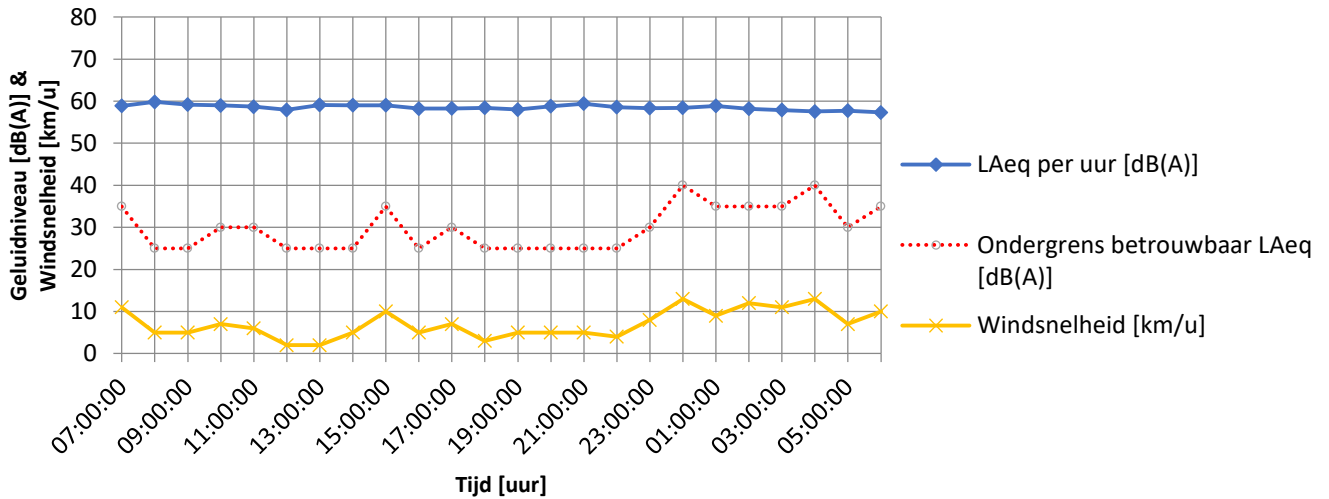
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 1 en windsnelheid 23-09-2018



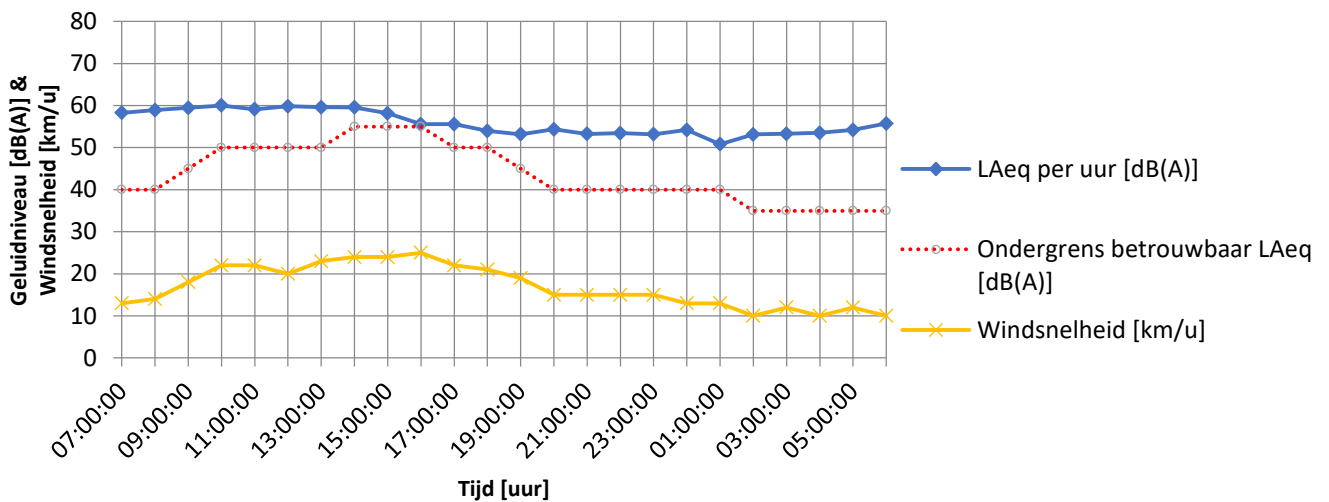
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 1 en windsnelheid 24-09-2018



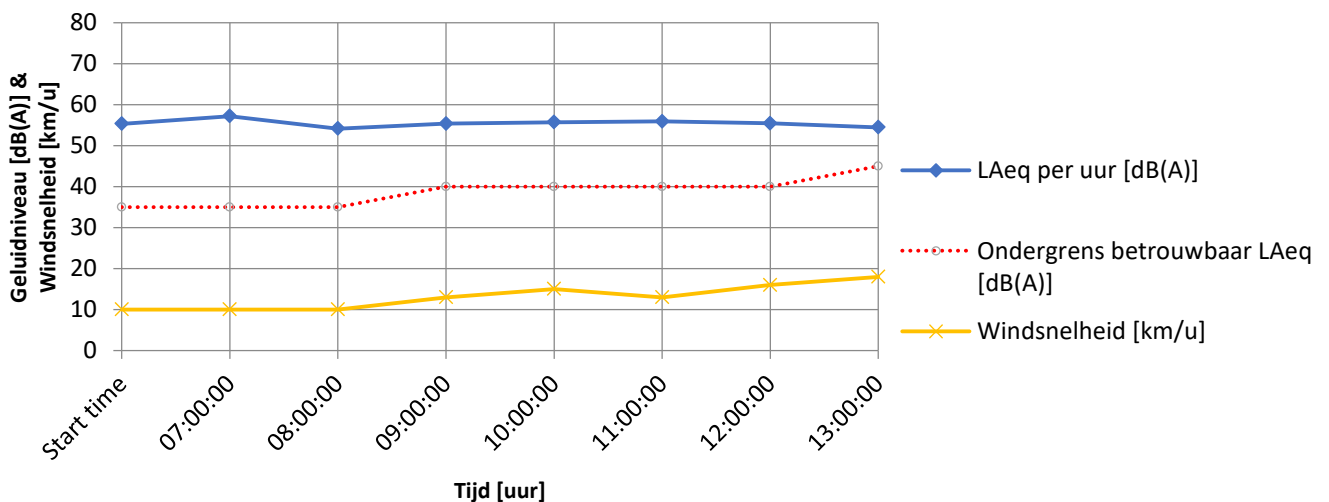
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 1 en windsnelheid 25-09-2018



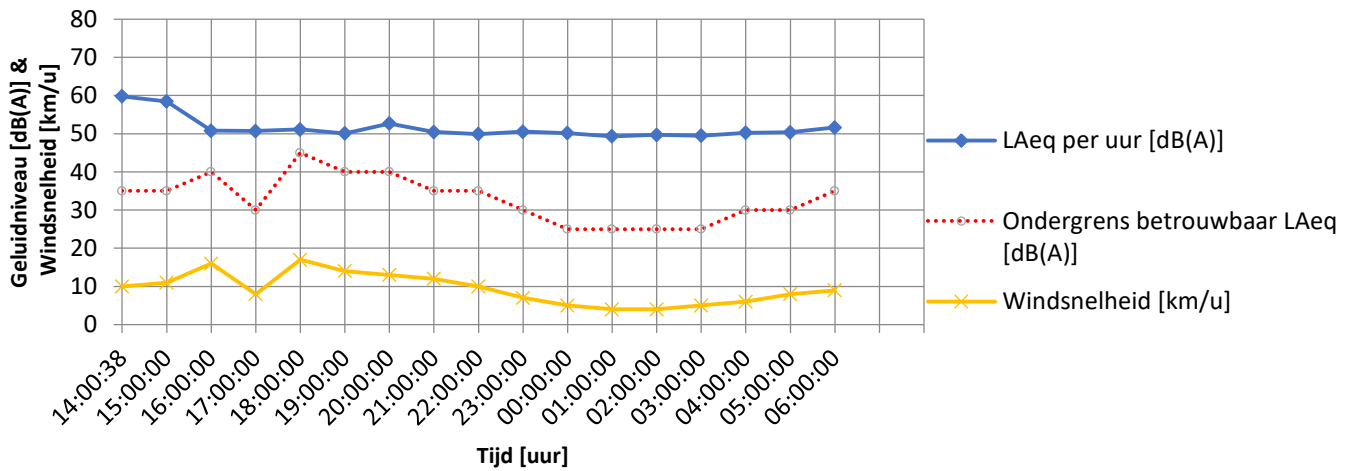
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 1 en windsnelheid 26-09-2018



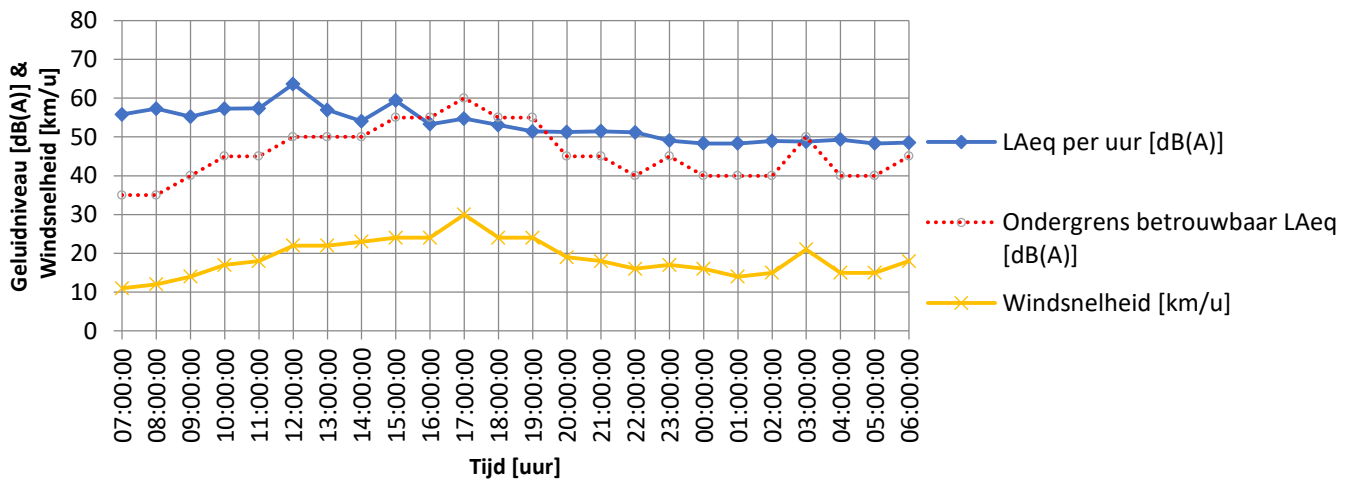
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 1 en windsnelheid 27-09-2018



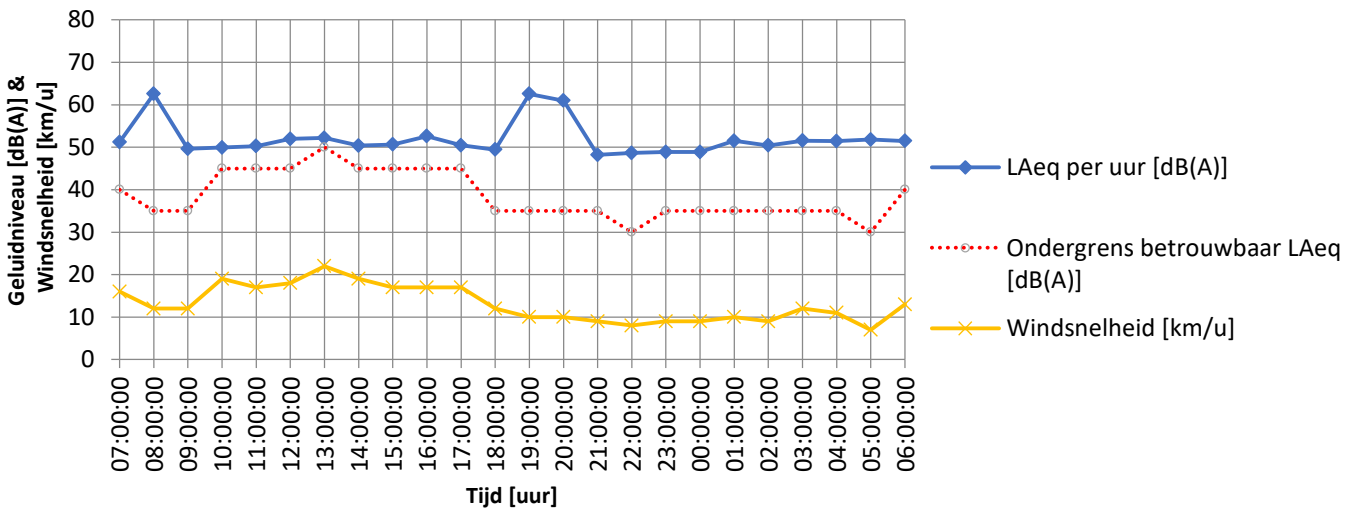
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 2 en windsnelheid 13-09-2018



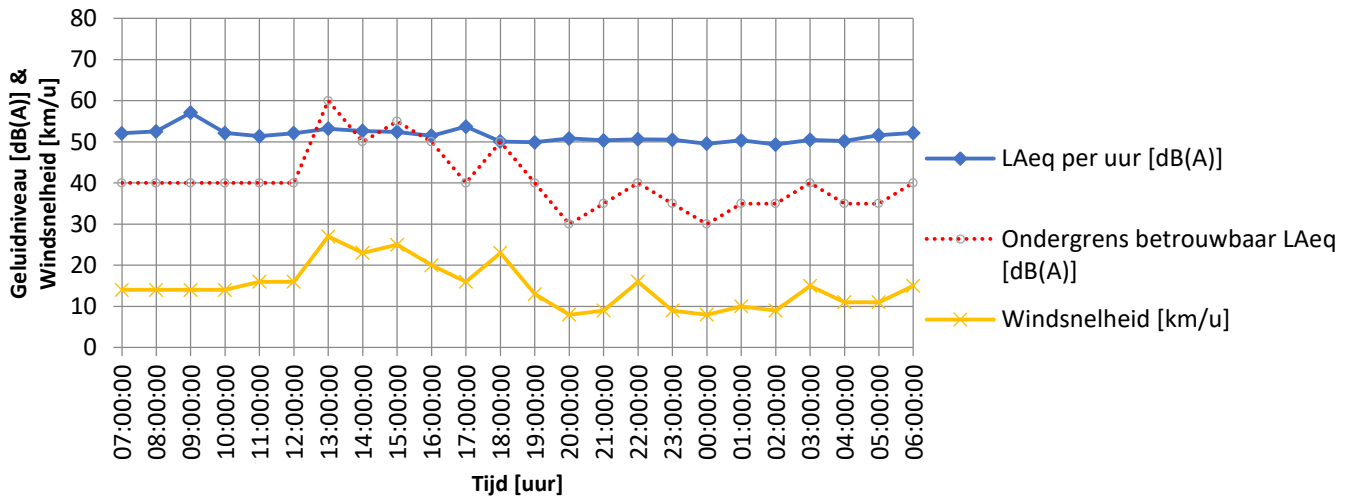
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 2 en windsnelheid 14-09-2018



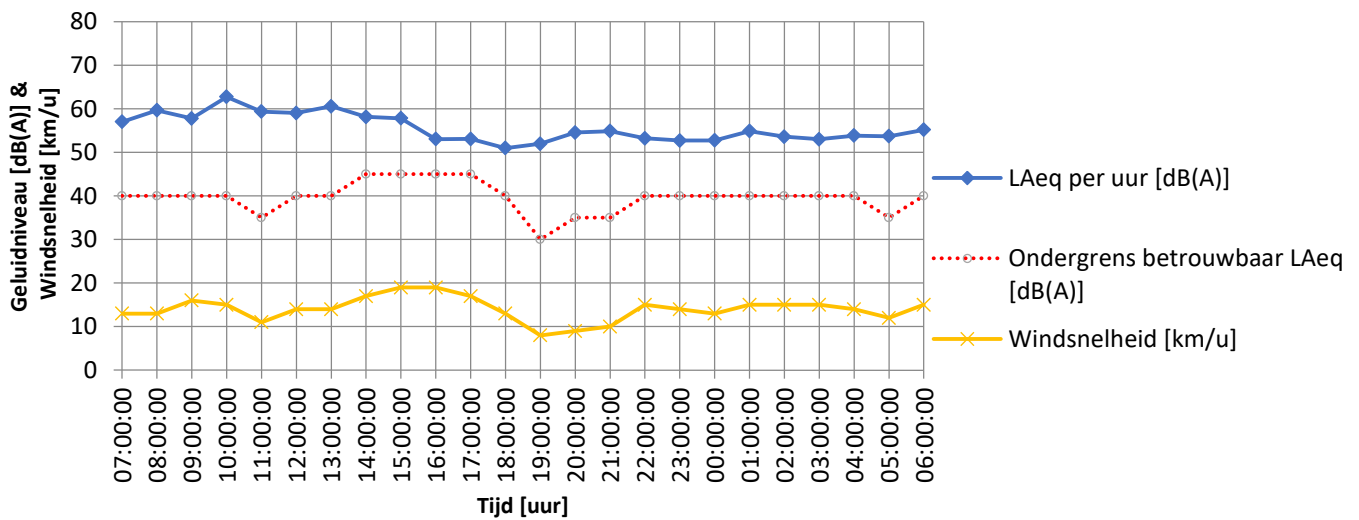
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 2 en windsnelheid 15-09-2018



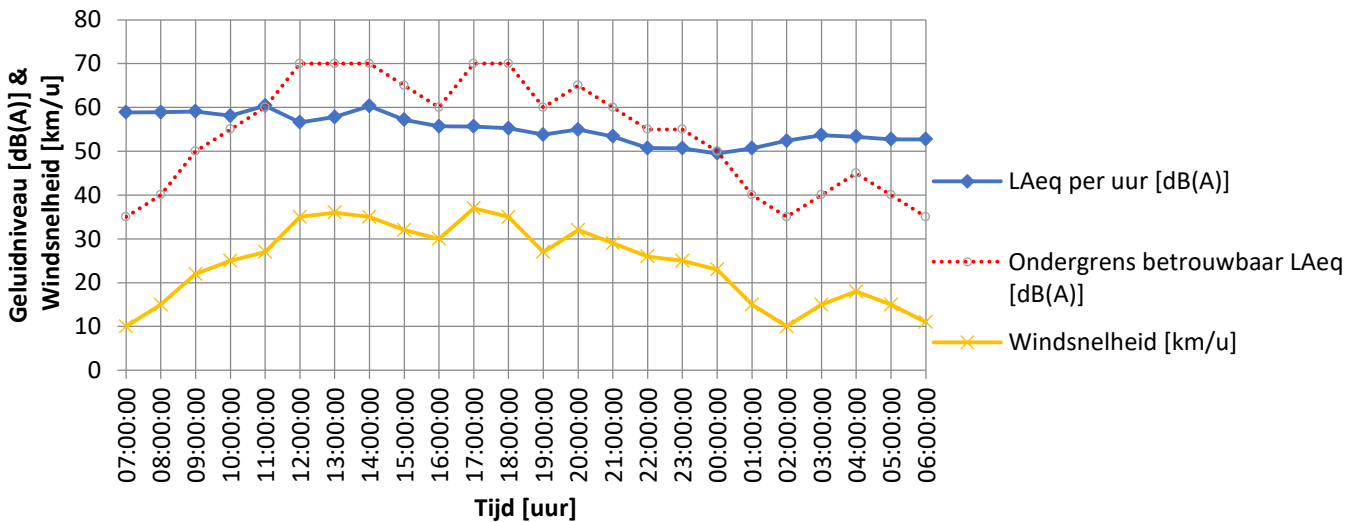
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 2 en windsnelheid 16-09-2018



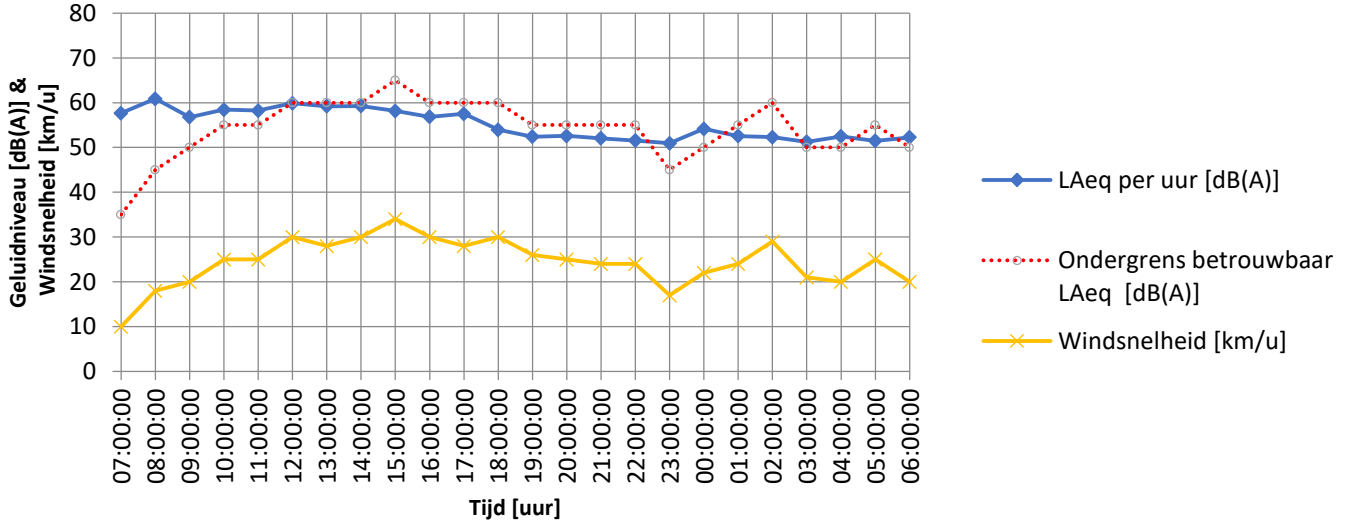
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 2 en windsnelheid 17-09-2018



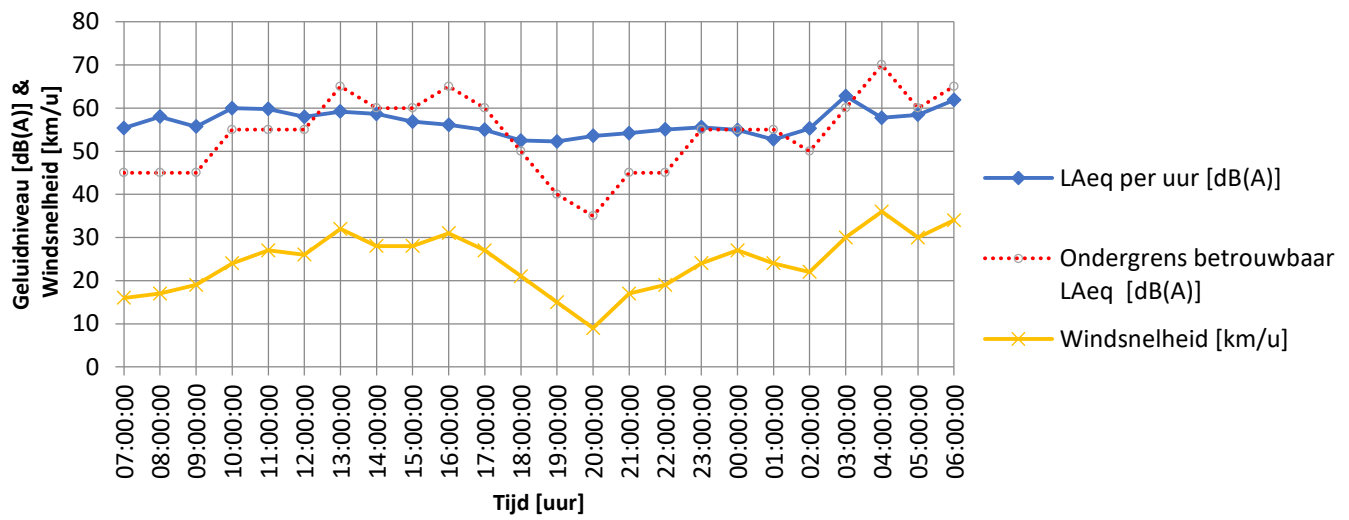
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 2 en windsnelheid 18-09-2018



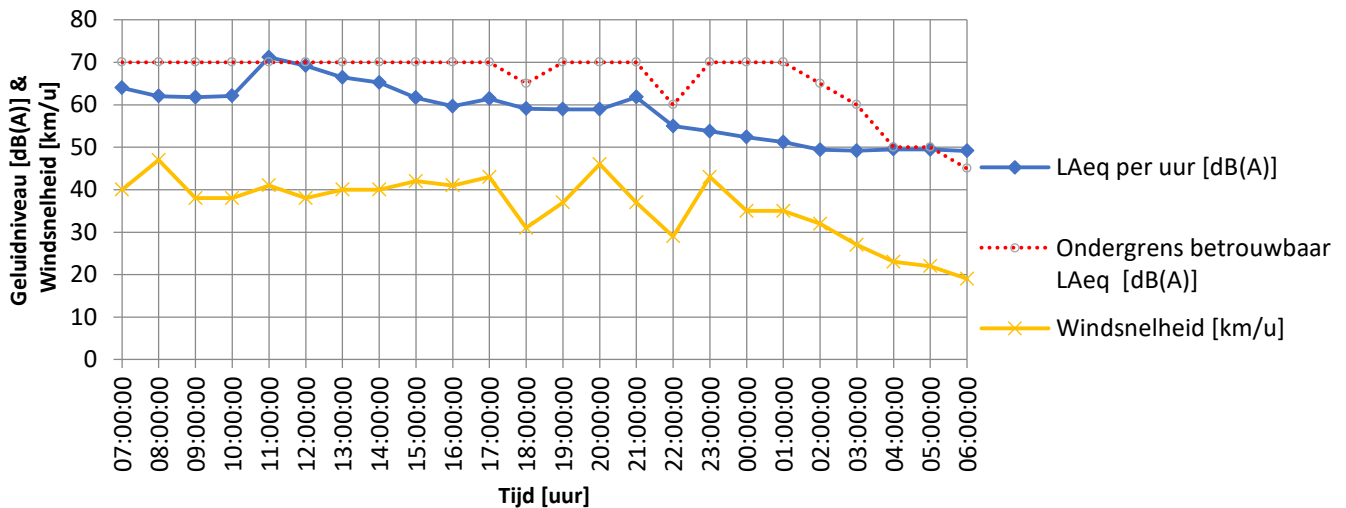
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 2 en windsnelheid 19-09-2018



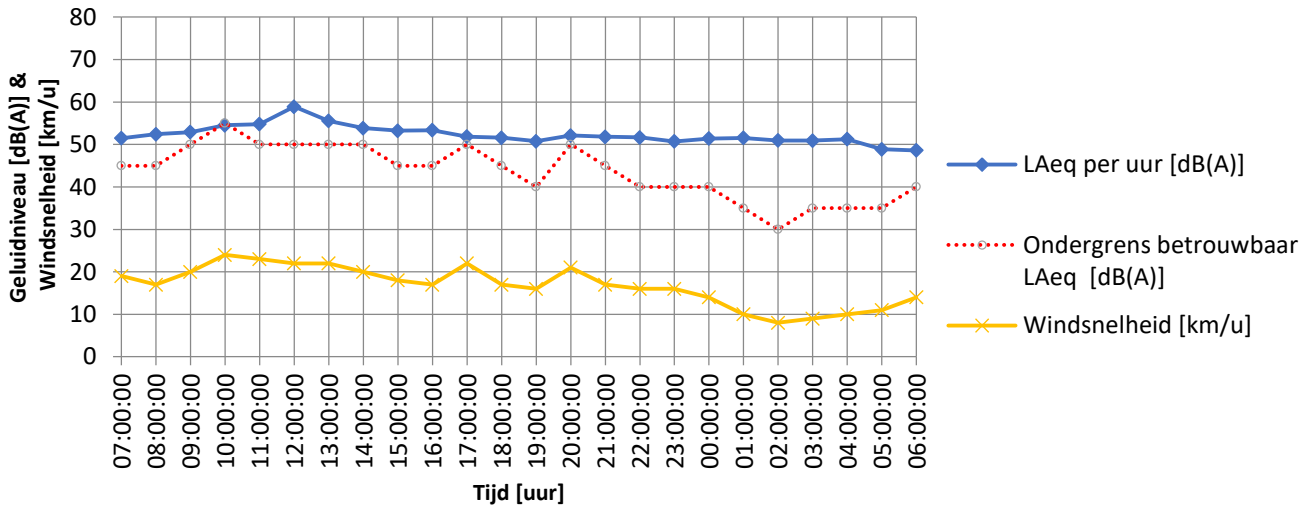
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 2 en windsnelheid 20-09-2018



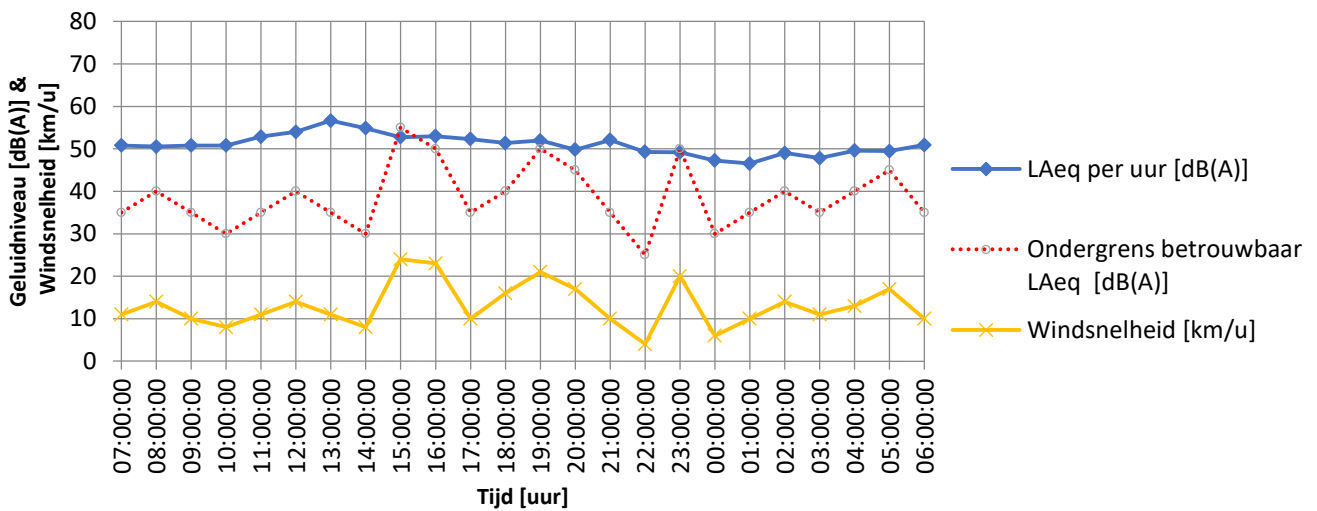
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 2 en windsnelheid 21-09-2018



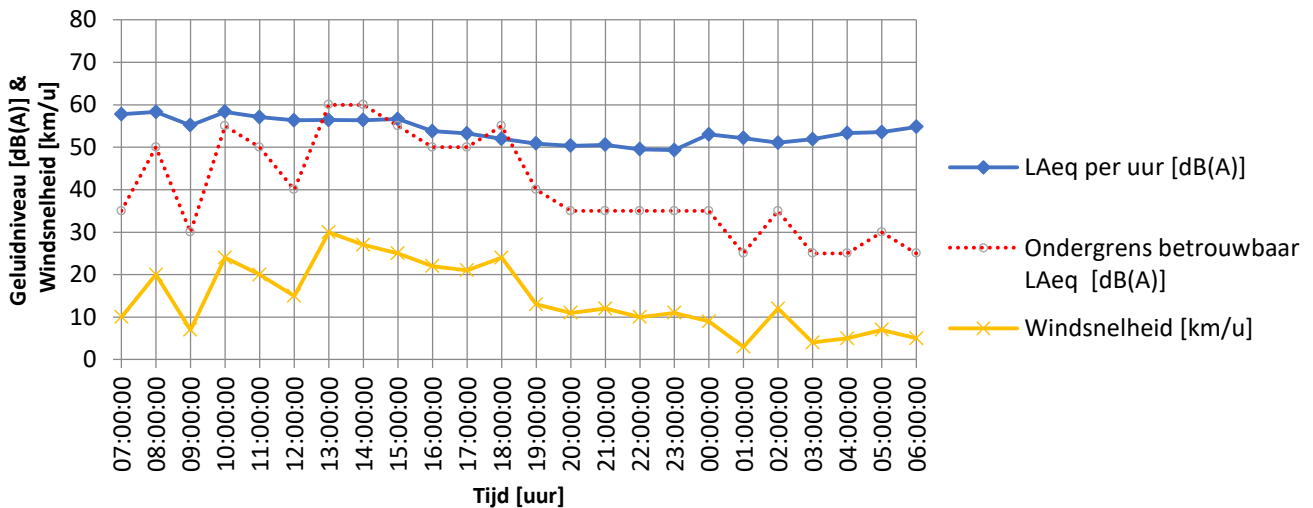
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 2 en windsnelheid 22-09-2018



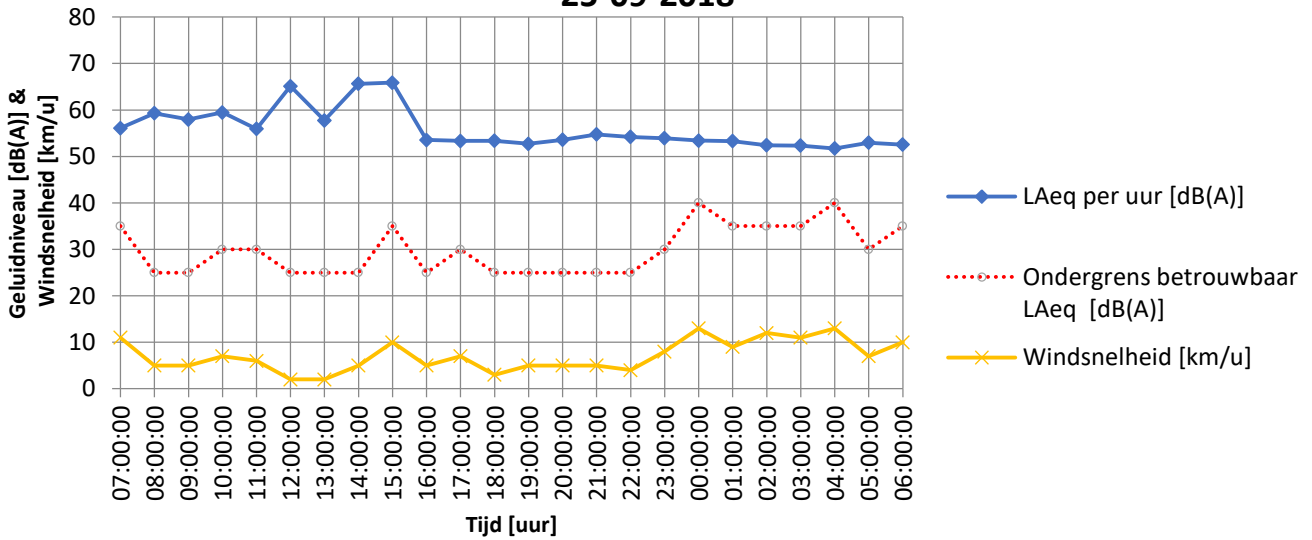
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 2 en windsnelheid 23-09-2018



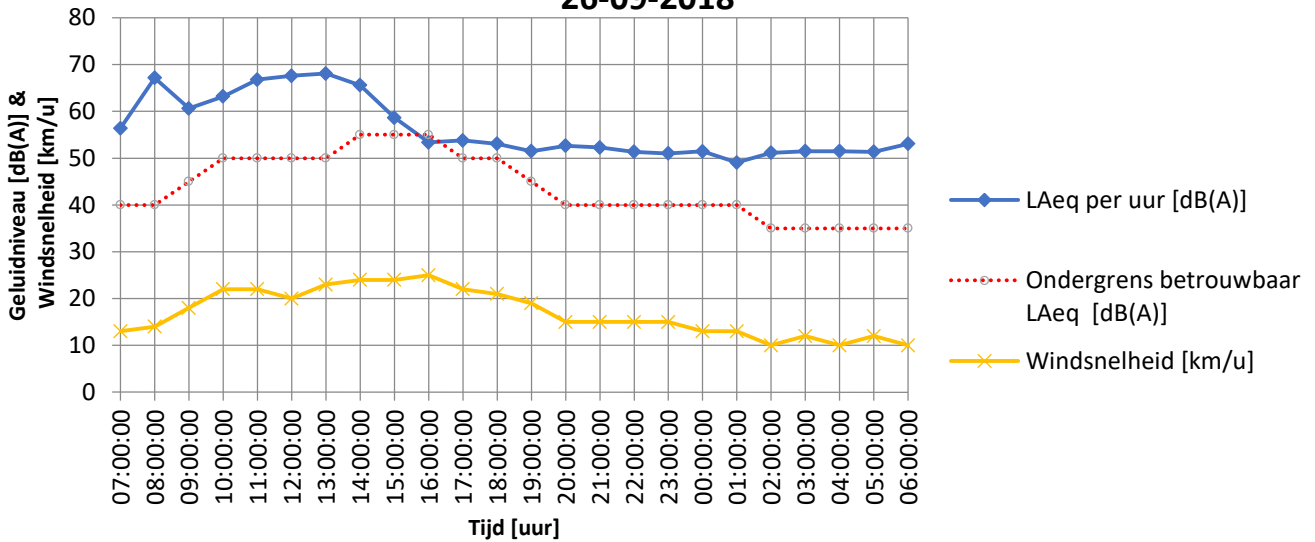
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 2 en windsnelheid 24-09-2018



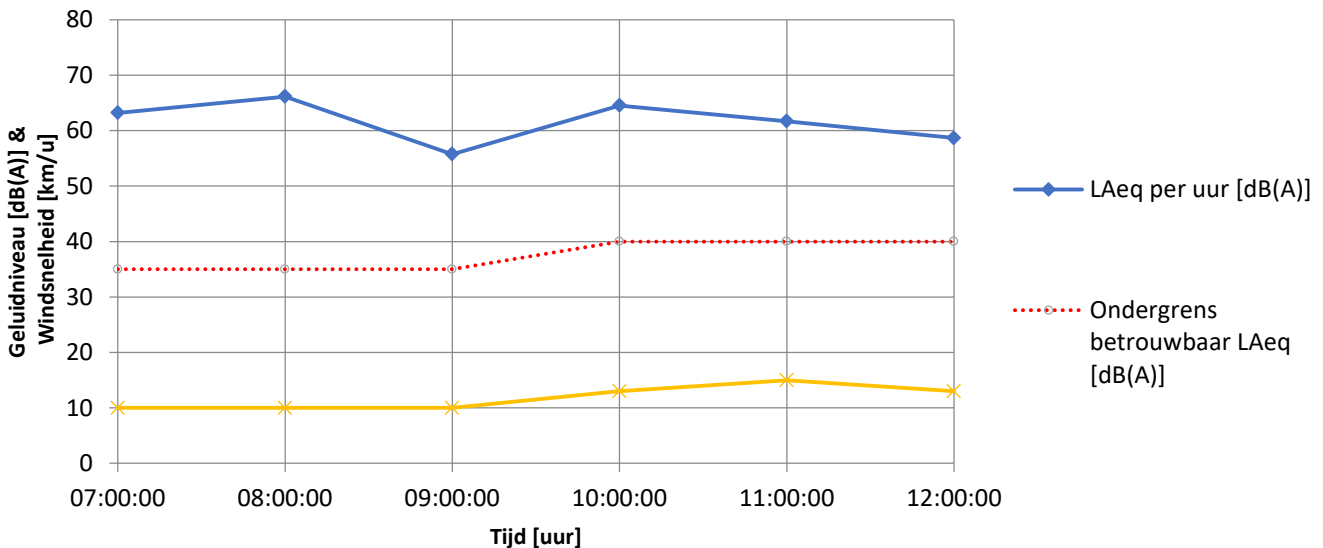
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 2 en windsnelheid 25-09-2018



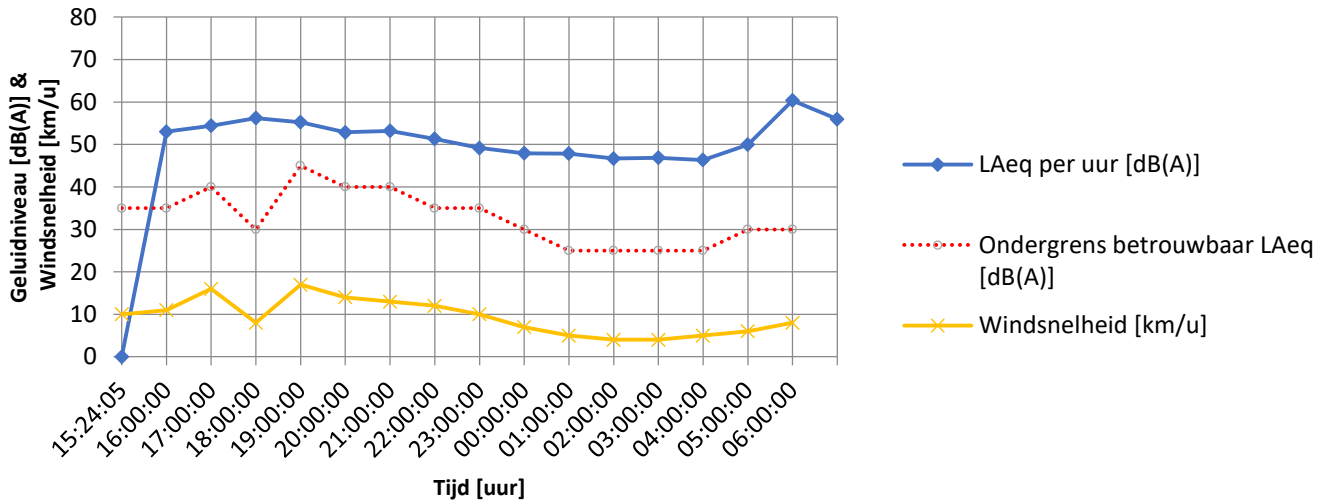
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 2 en windsnelheid 26-09-2018



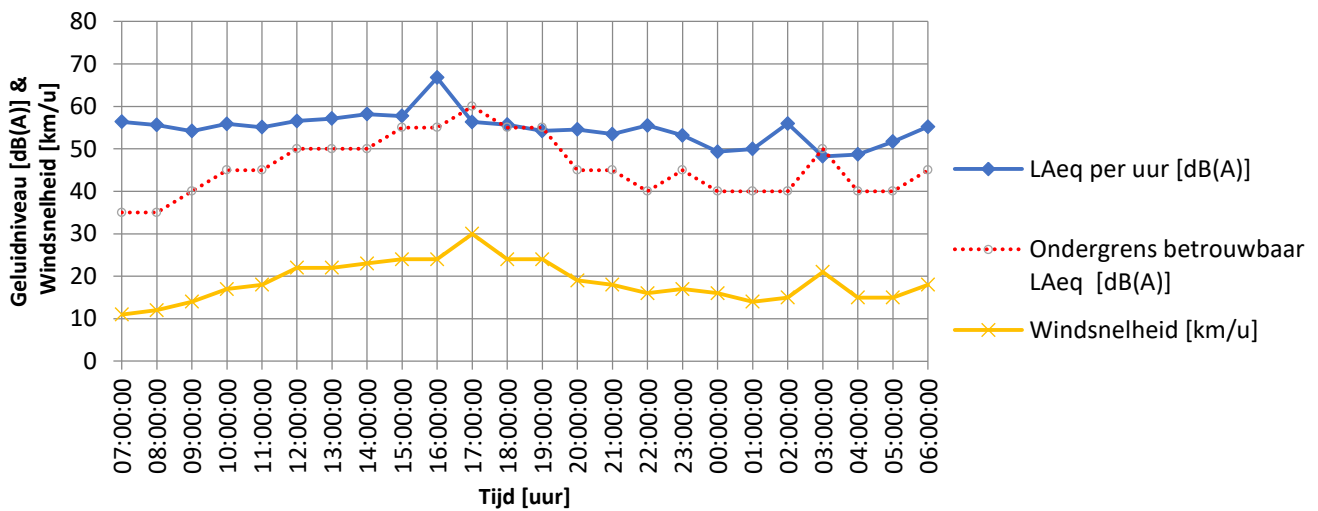
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 2 en windsnelheid 27-09-2018



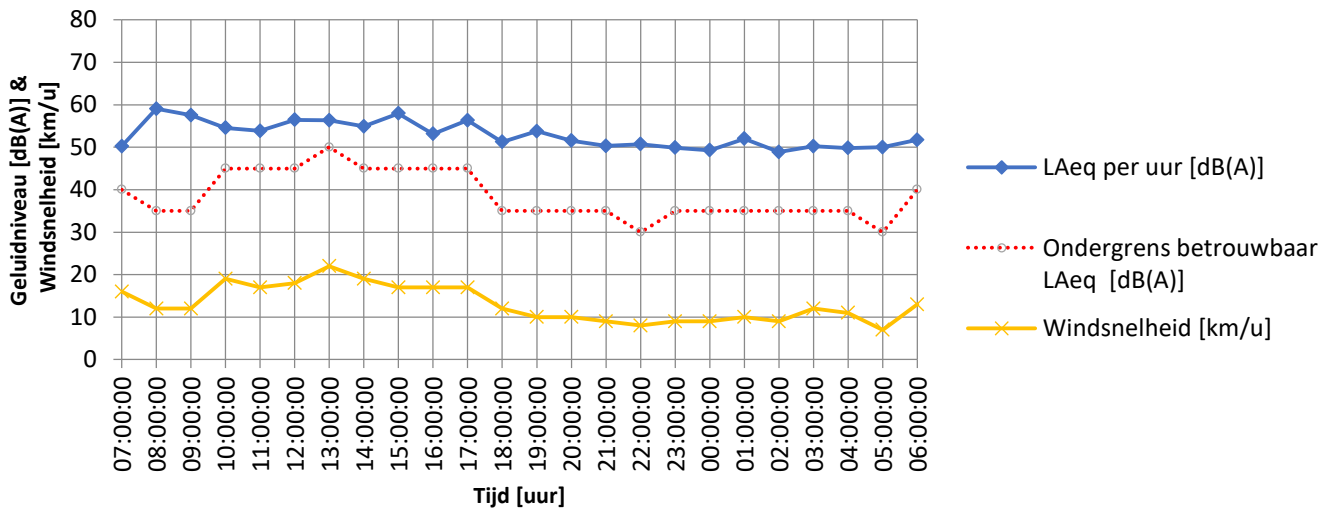
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 3 en windsnelheid 13-09-2018



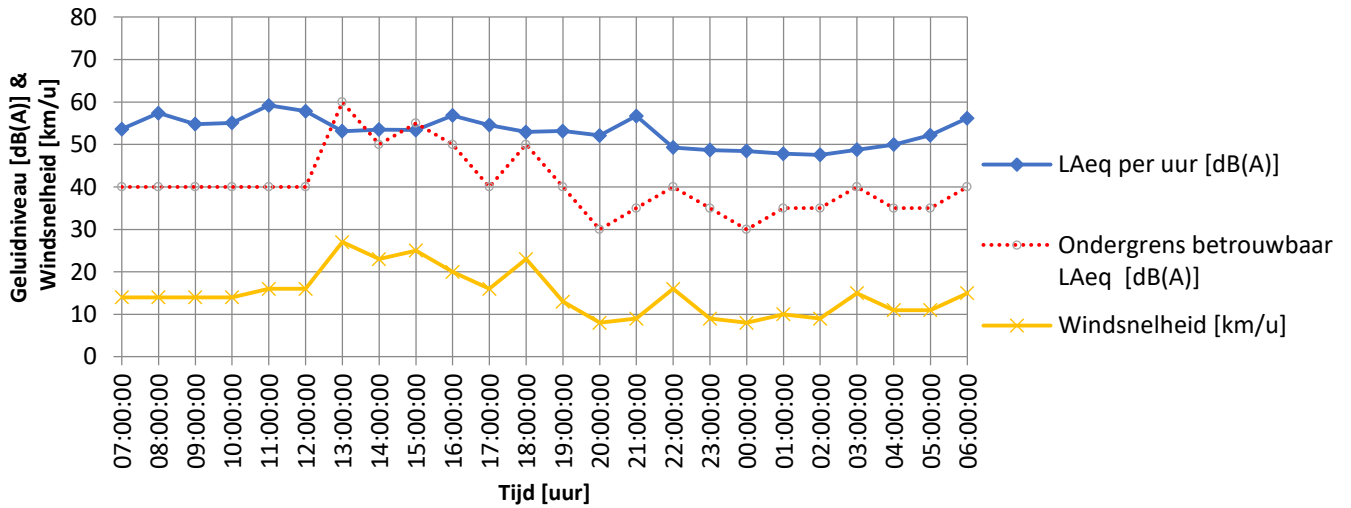
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 3 en windsnelheid 14-09-2018



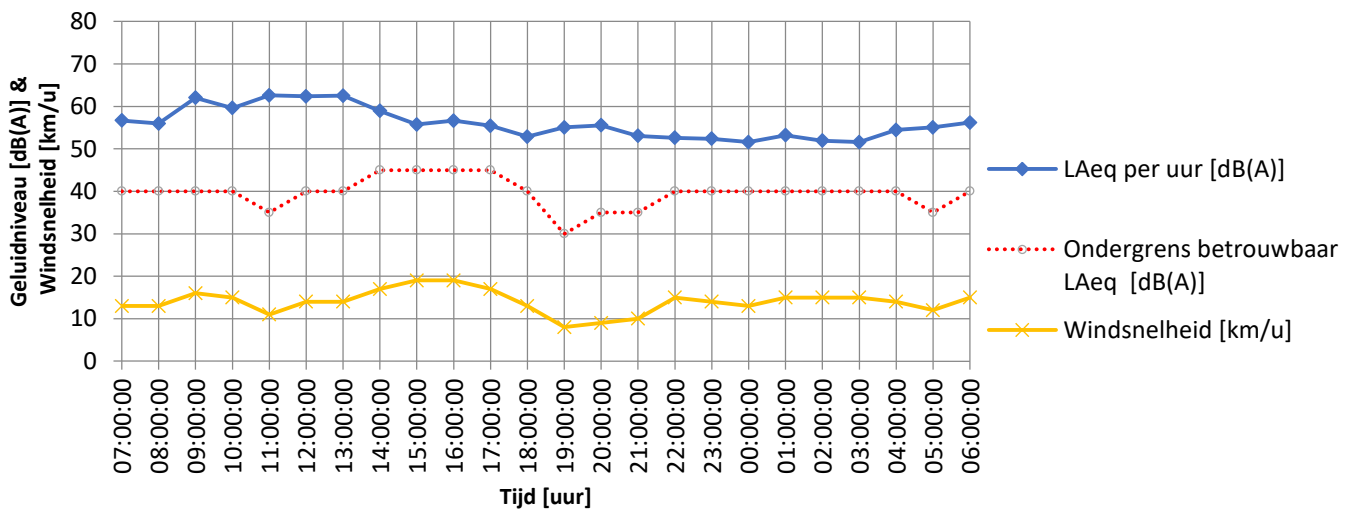
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 3 en windsnelheid 15-09-2018



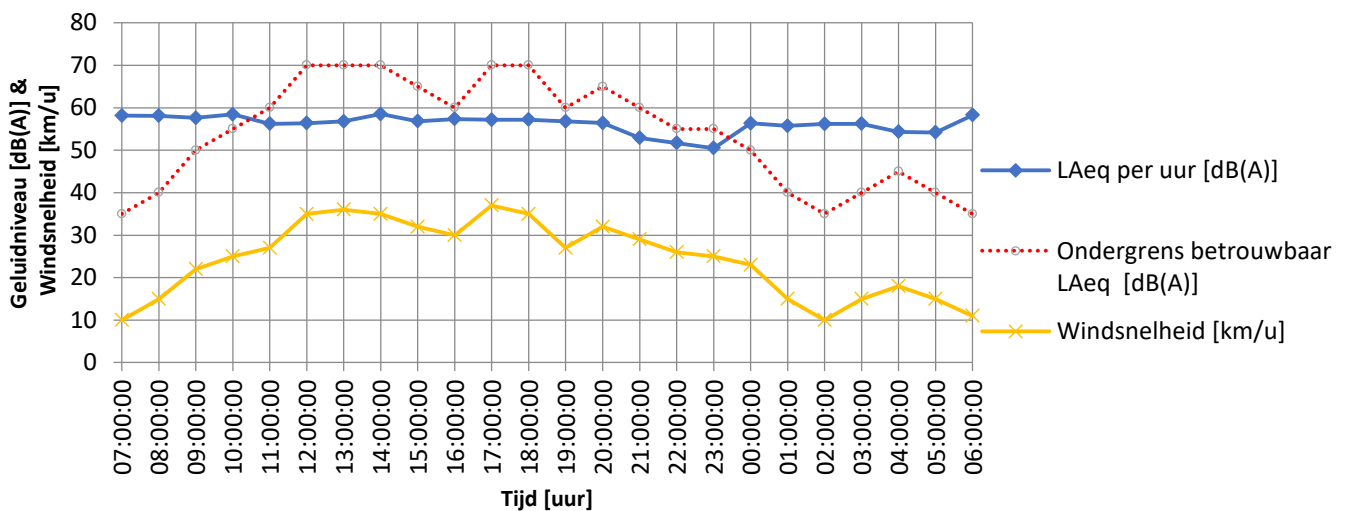
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 3 en windsnelheid 16-09-2018



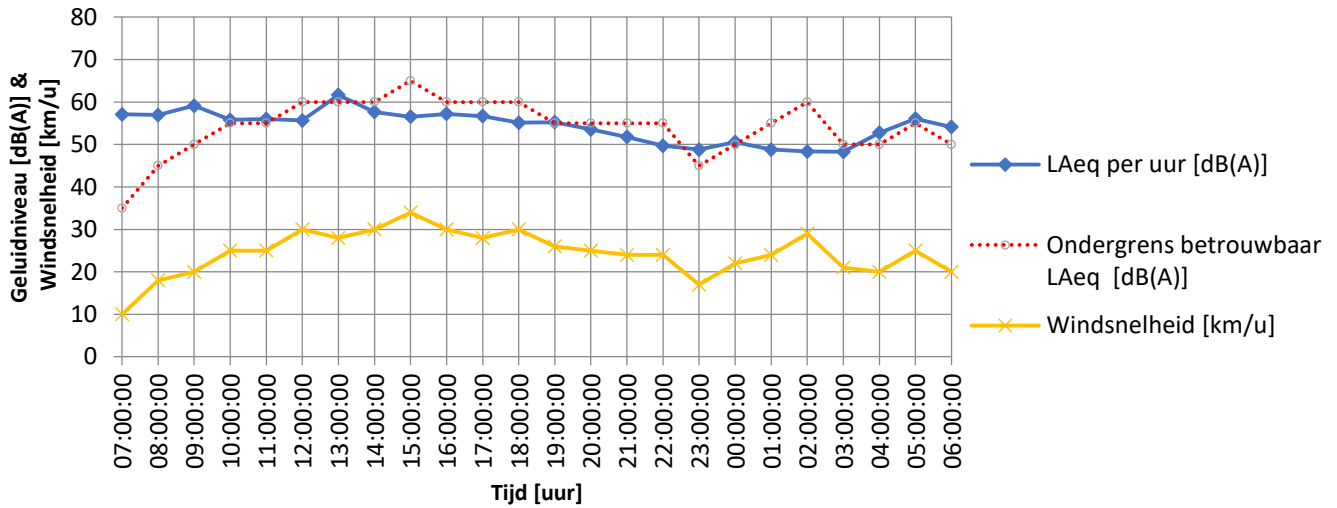
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 3 en windsnelheid 17-09-2018



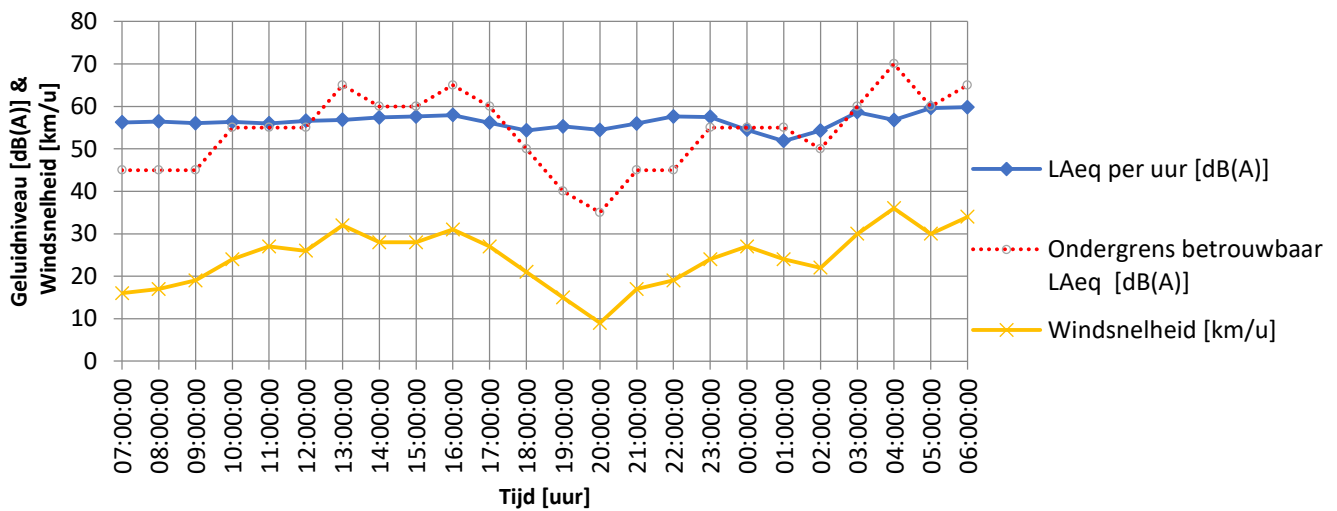
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 3 en windsnelheid 18-09-2018



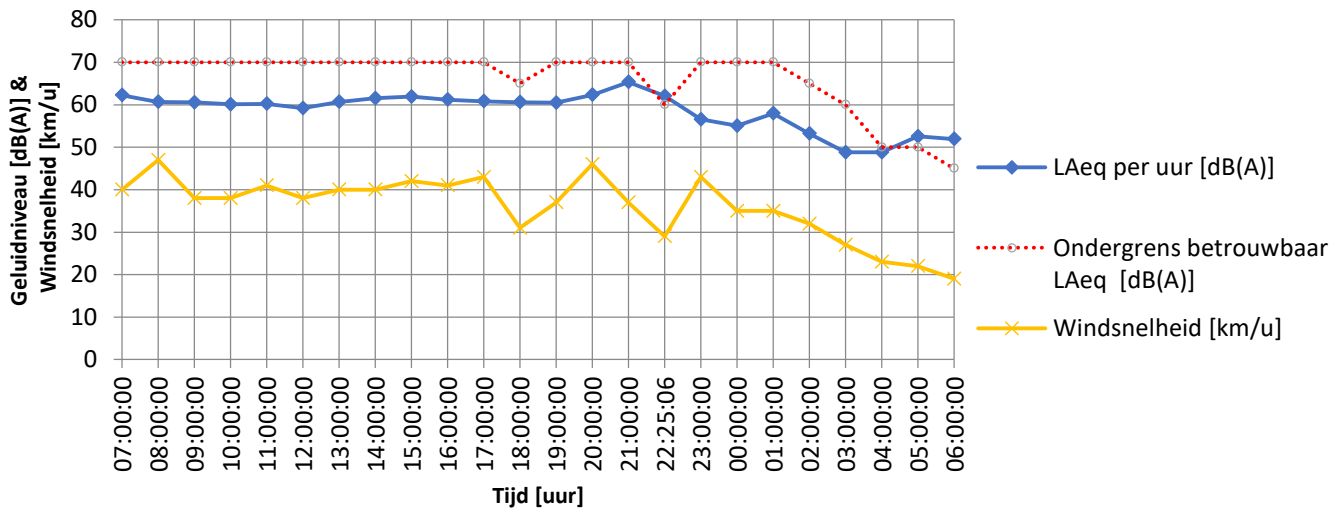
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 3 en windsnelheid 19-09-2018



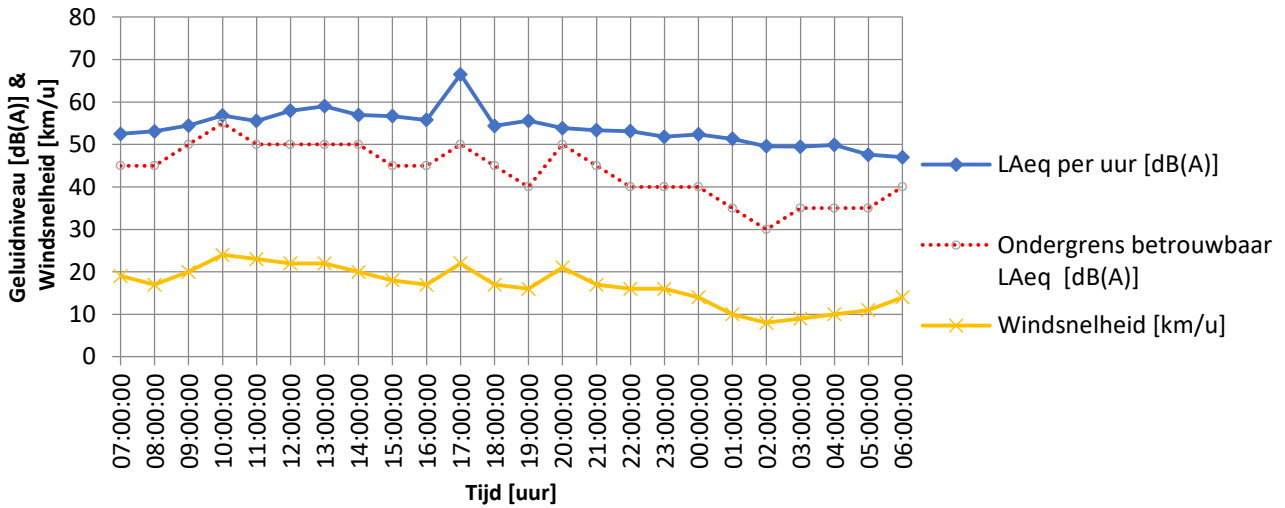
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 3 en windsnelheid 20-09-2018



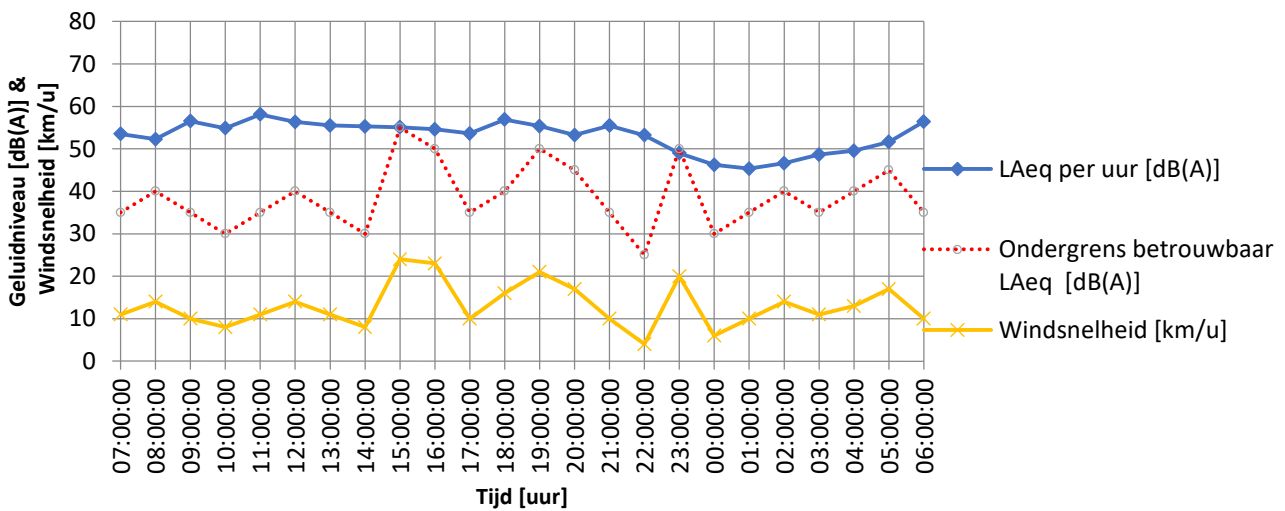
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 3 en windsnelheid 21-09-2018



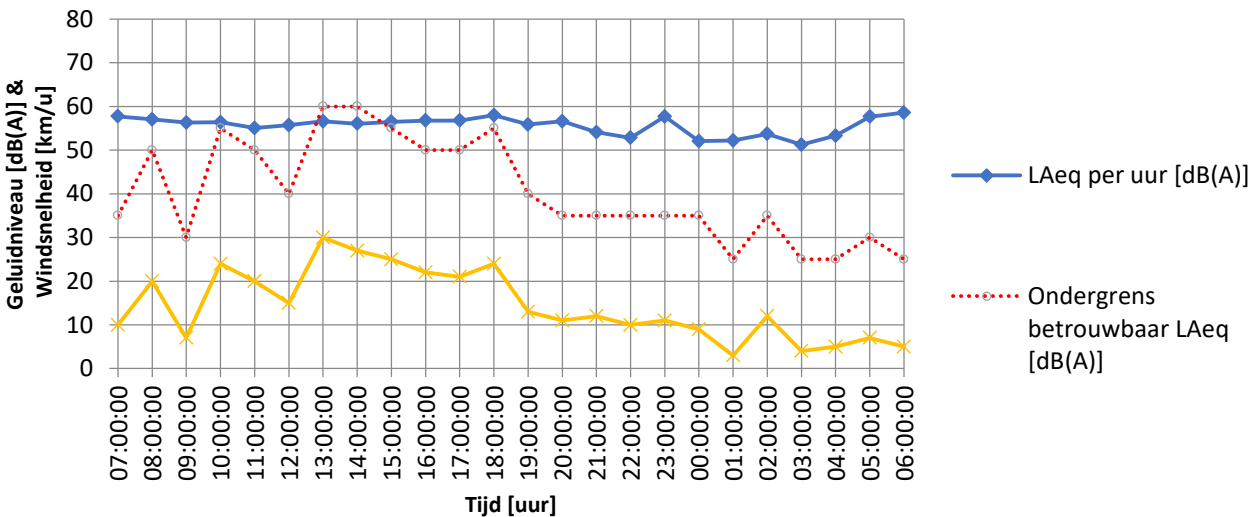
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 3 en windsnelheid 22-09-2018



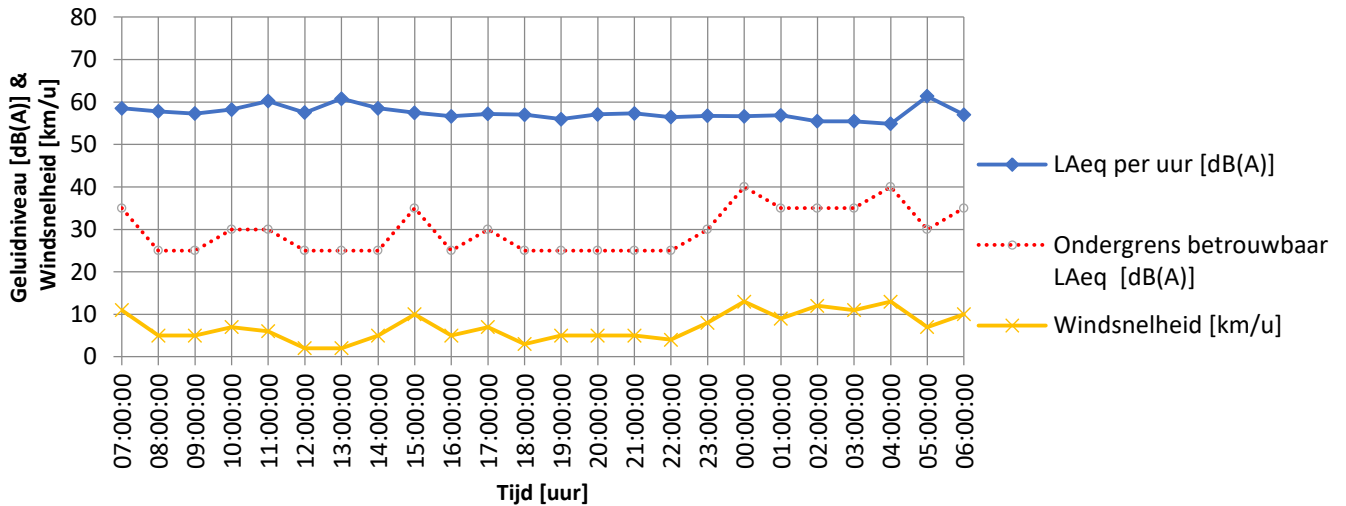
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 3 en windsnelheid 23-09-2018



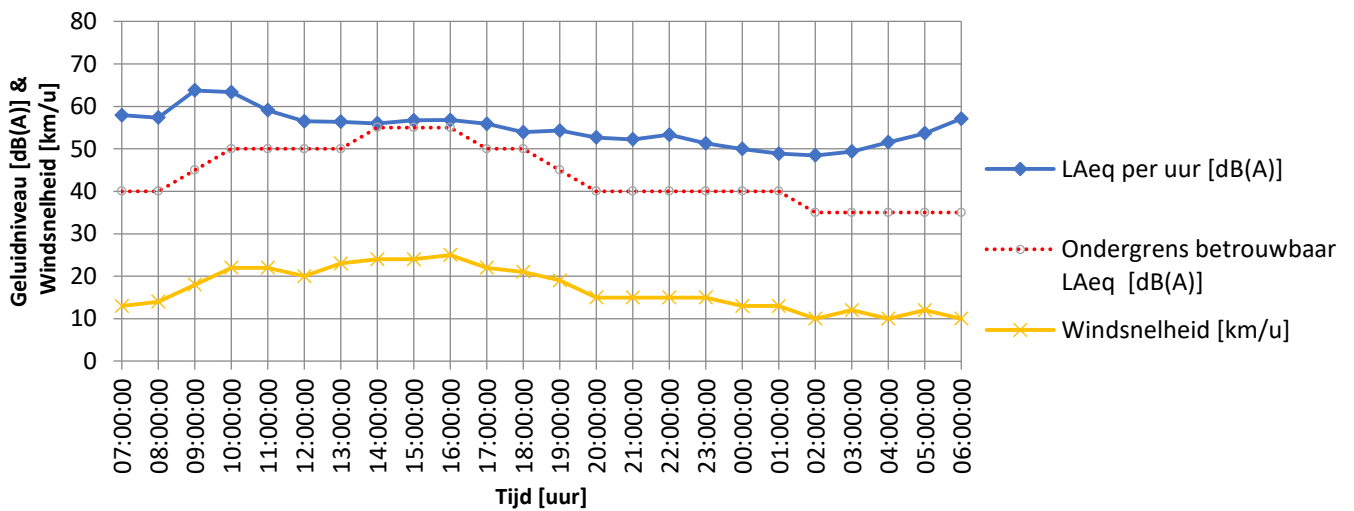
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 3 en windsnelheid 24-09-2018



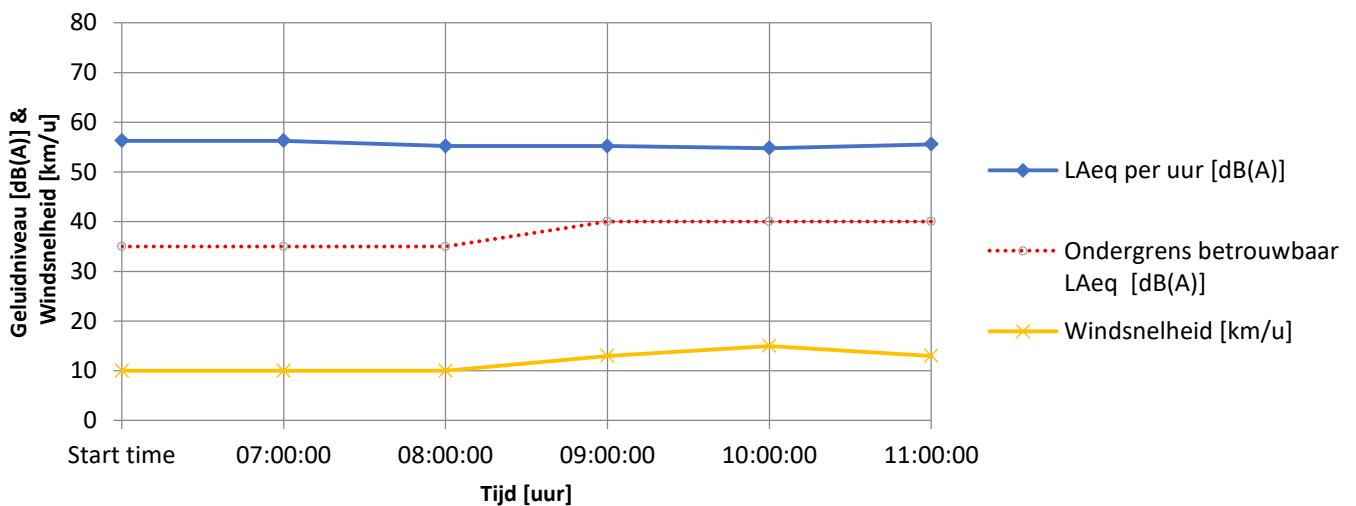
Vergelijking LAeq per uur meetpunt 3 en windsnelheid 25-09-2018



Vergelijking LAeq per uur meetpunt 3 en windsnelheid 26-09-2018

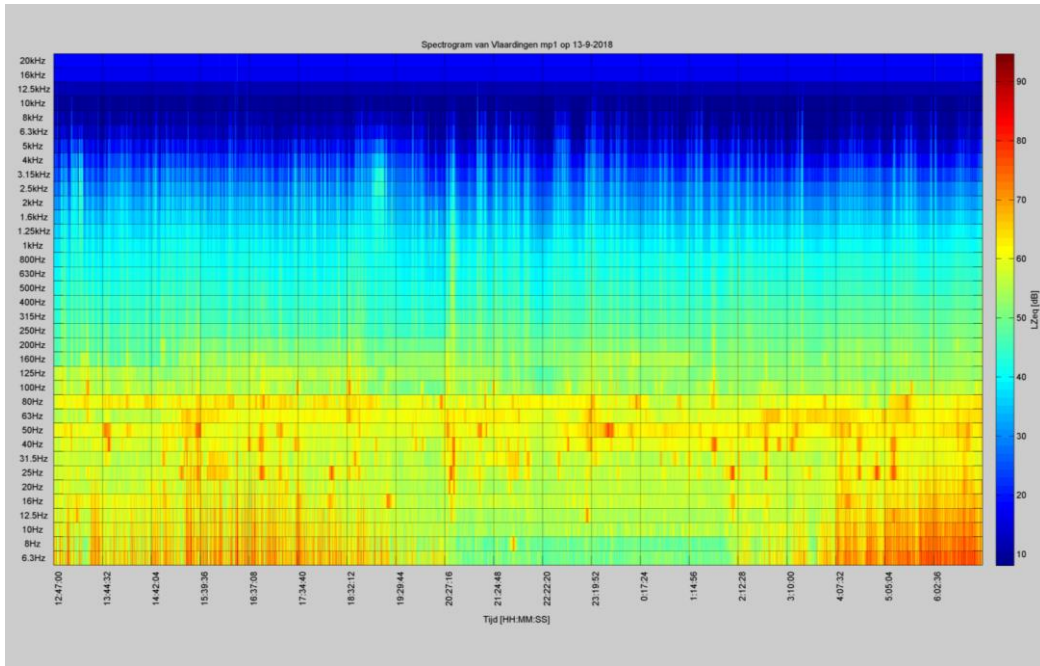


Vergelijking LAeq per uur meetpunt 3 en windsnelheid 27-09-2018

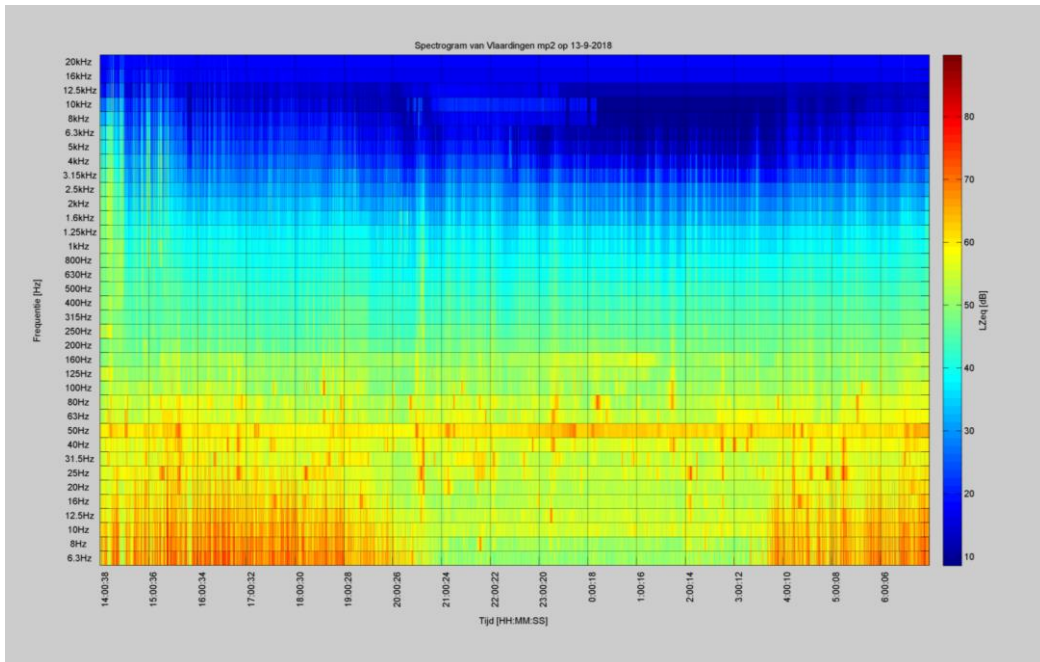


Bijlage II Spectrogrammen meetpunten 1 t/m 3

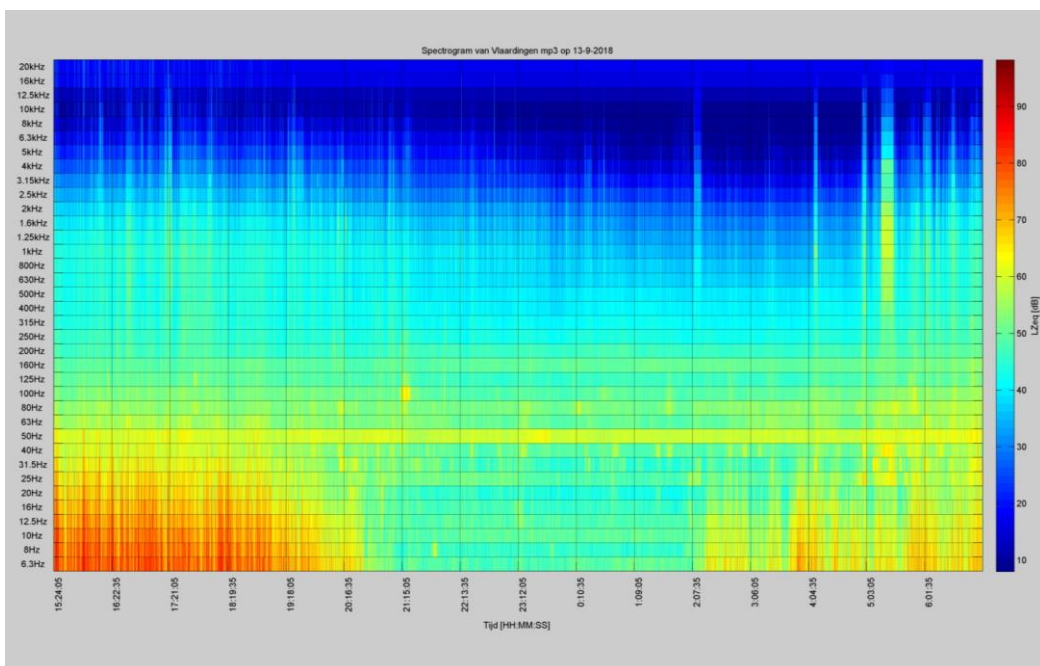
13-9-2018



Mp 1
12:47 – 07:00

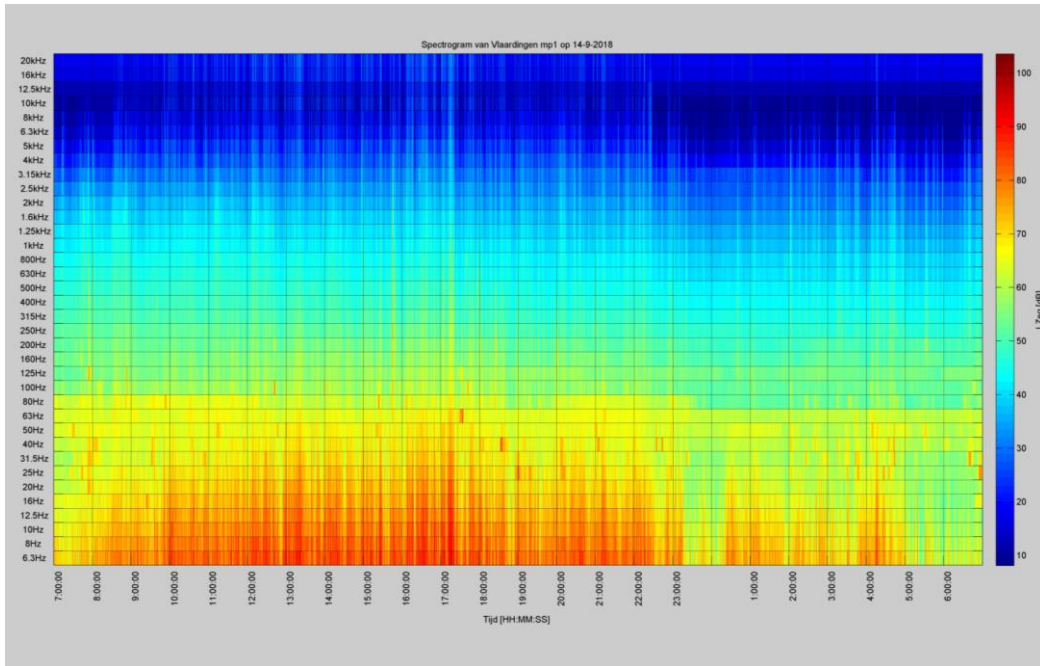


Mp 2
14:00 – 07:00

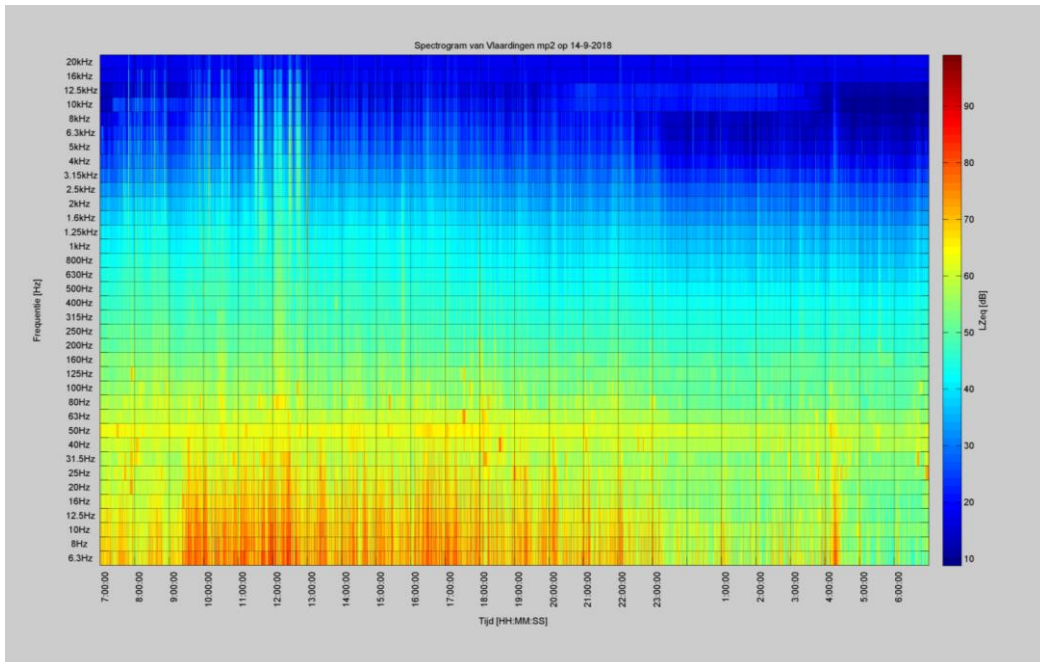


Mp 3
15:24 – 07:00

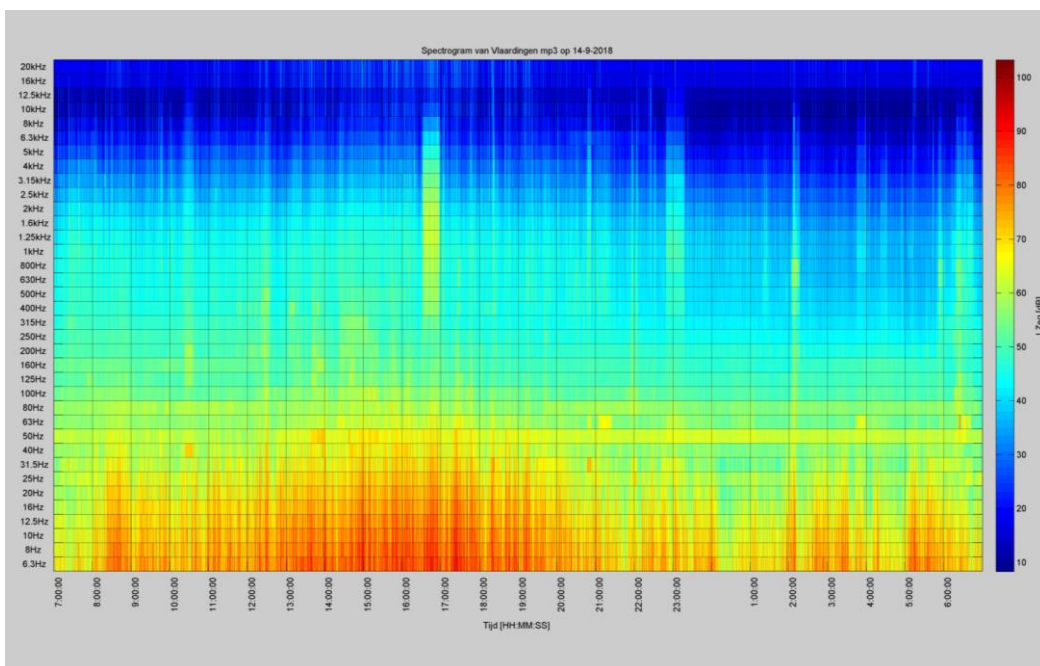
14-9-2018



Mp 1
07:00 – 07:00

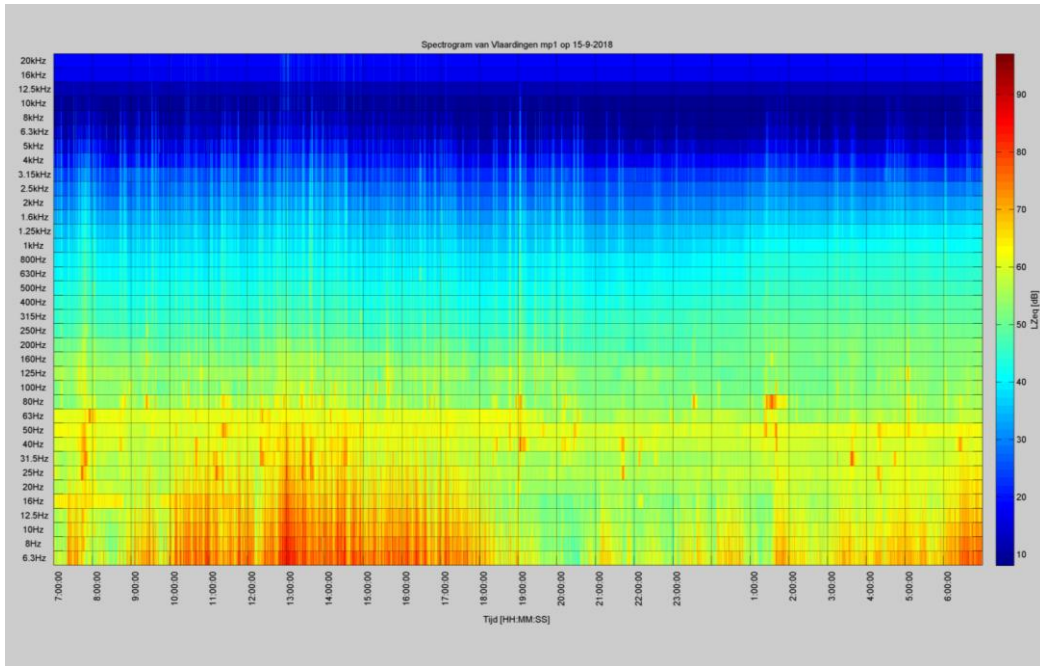


Mp 2
07:00 – 07:00

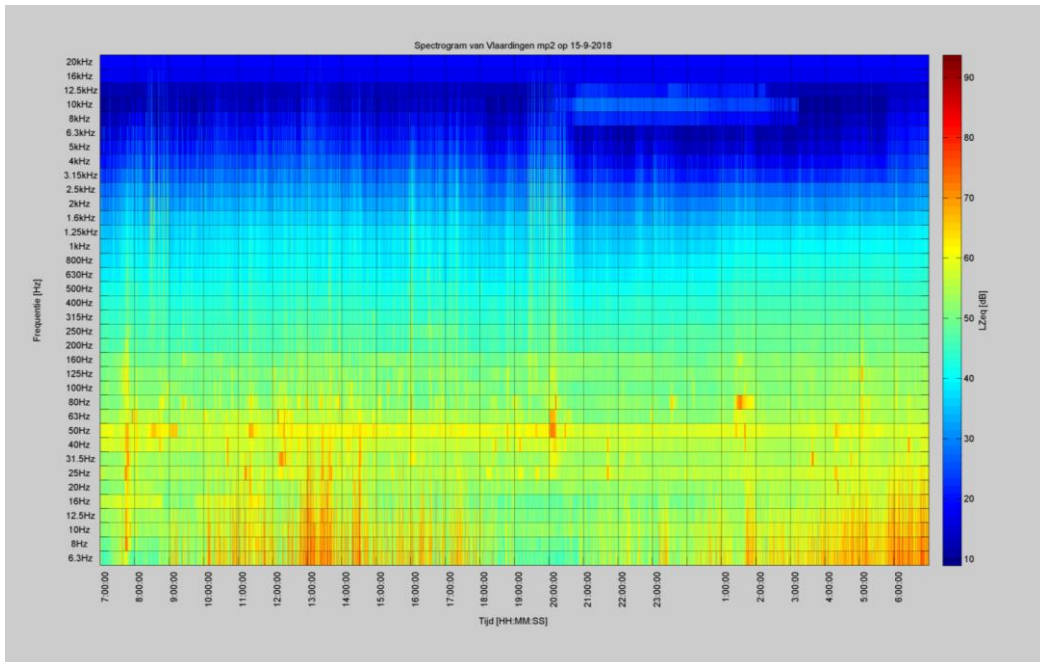


Mp 3
07:00 – 07:00

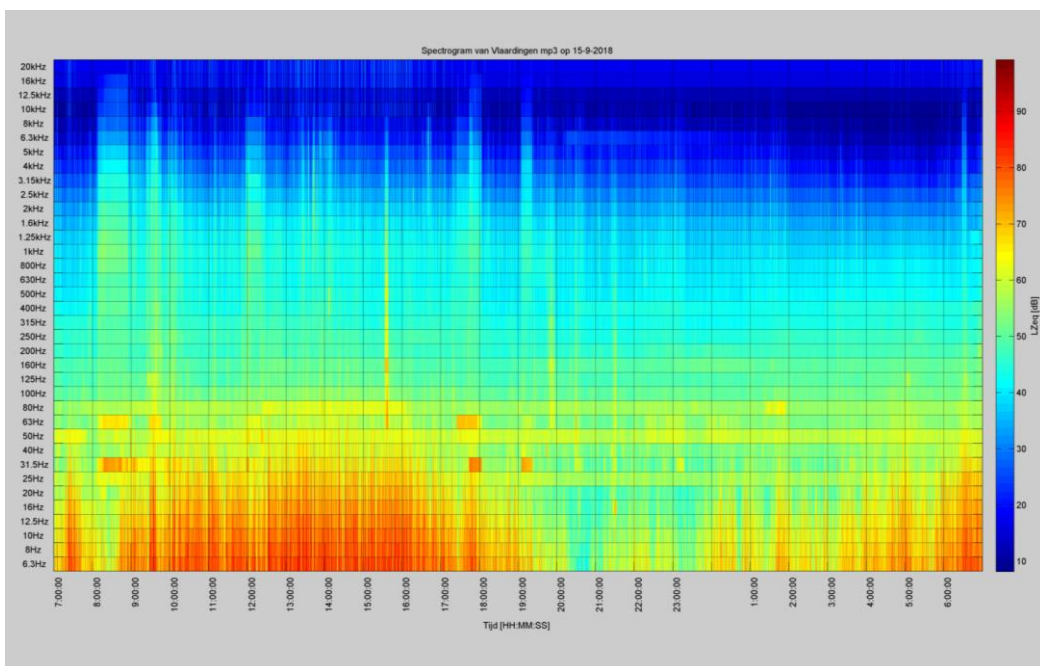
15-9-2018



Mp 1
07:00 – 07:00

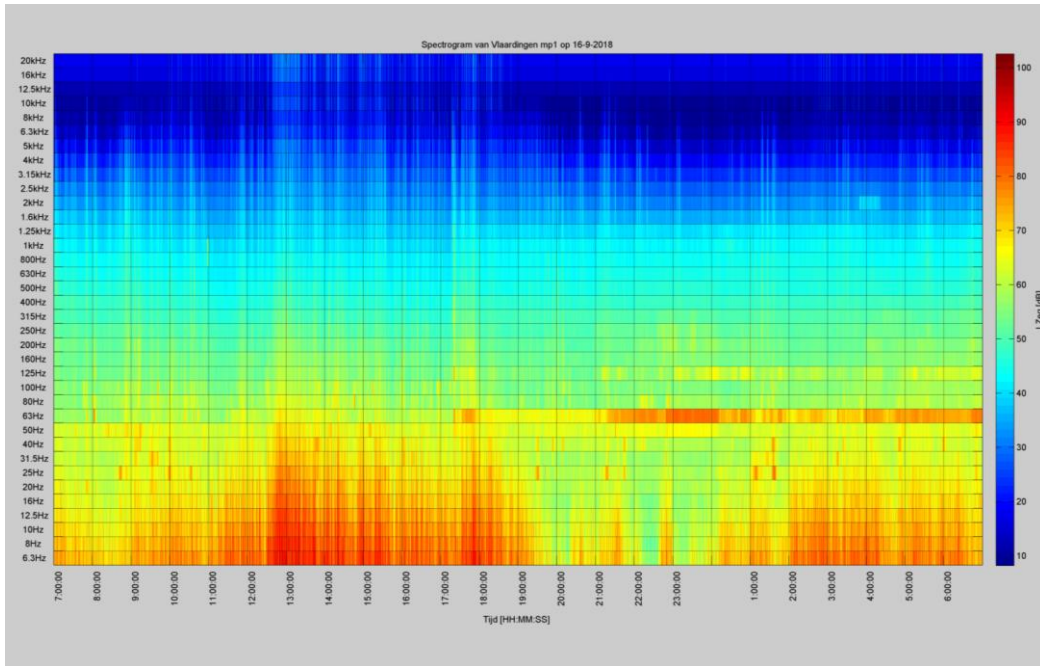


Mp 2
07:00 – 07:00

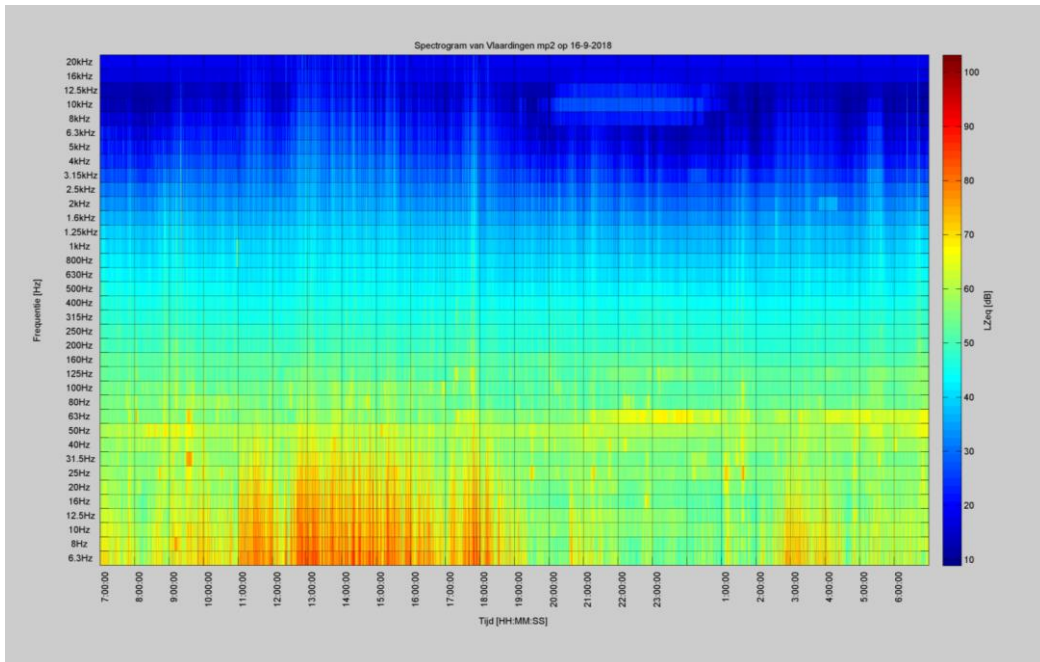


Mp 3
07:00 – 07:00

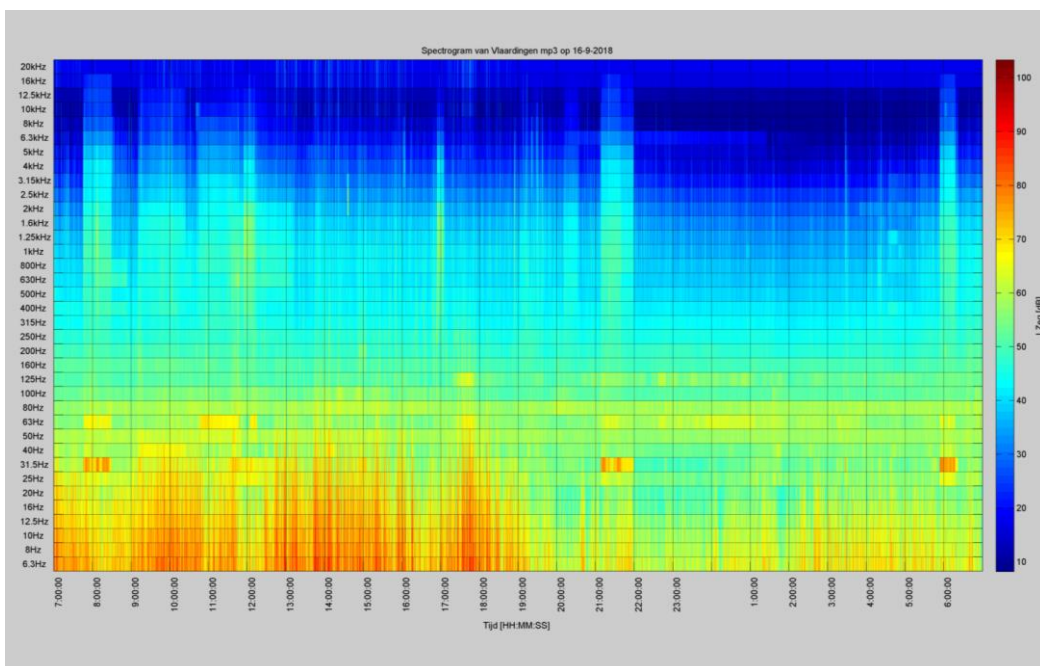
16-9-2018



Mp 1
07:00 – 07:00

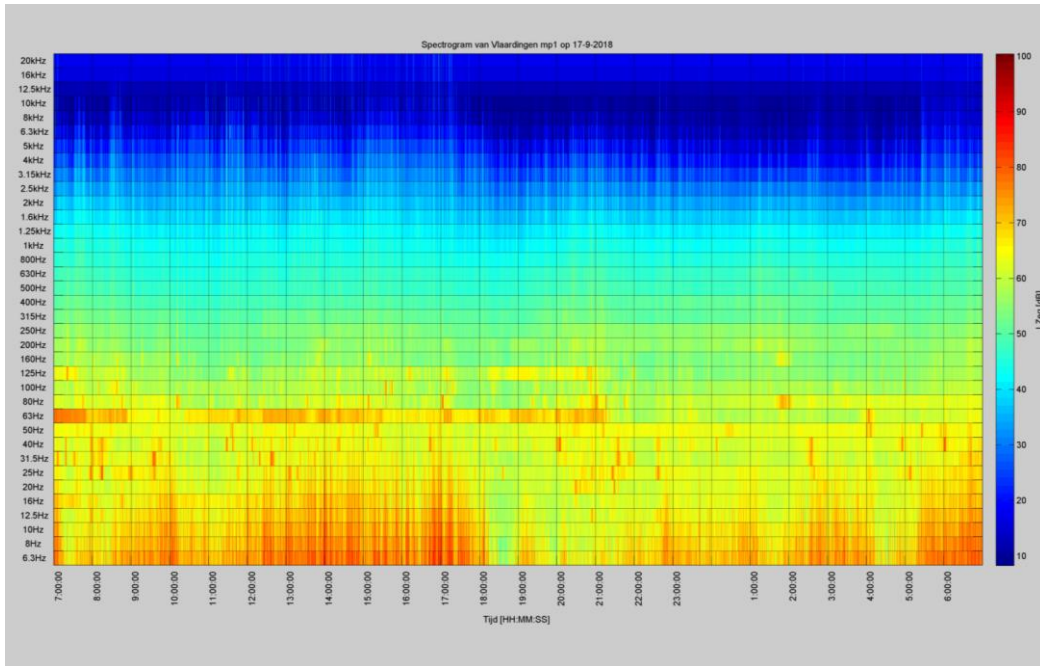


Mp 2
07:00 – 07:00

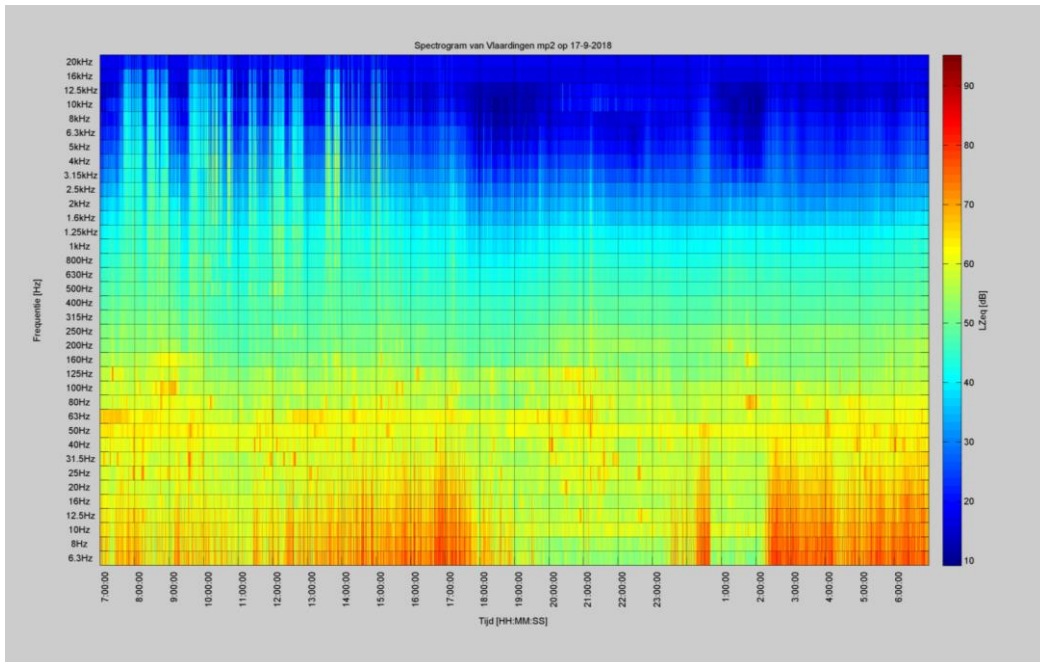


Mp 3
07:00 – 07:00

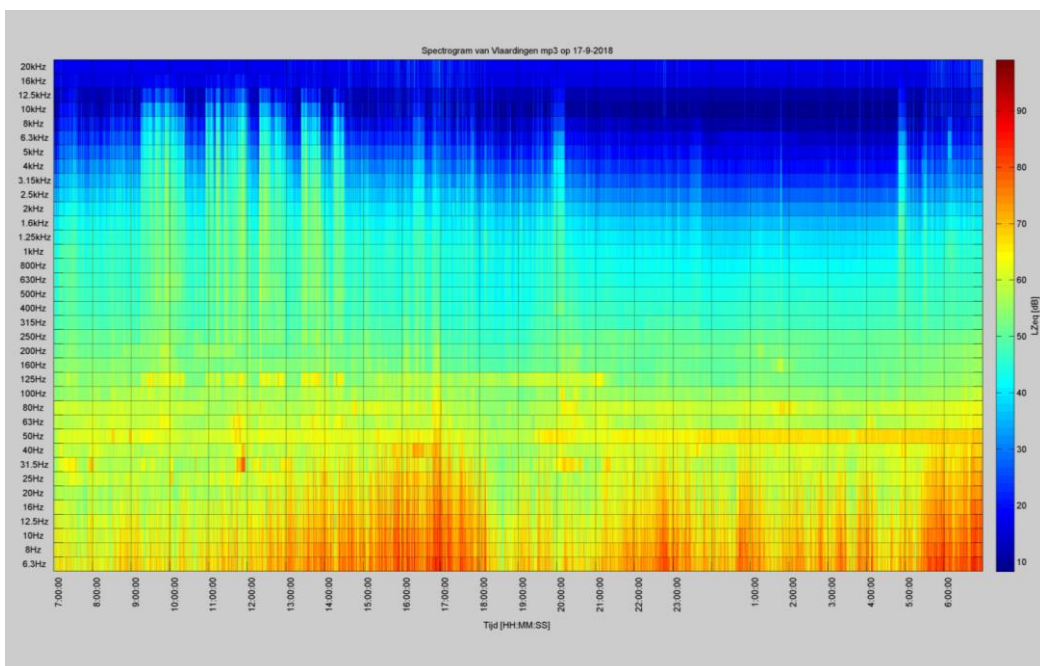
17-9-2018



Mp 1
07:00 – 07:00

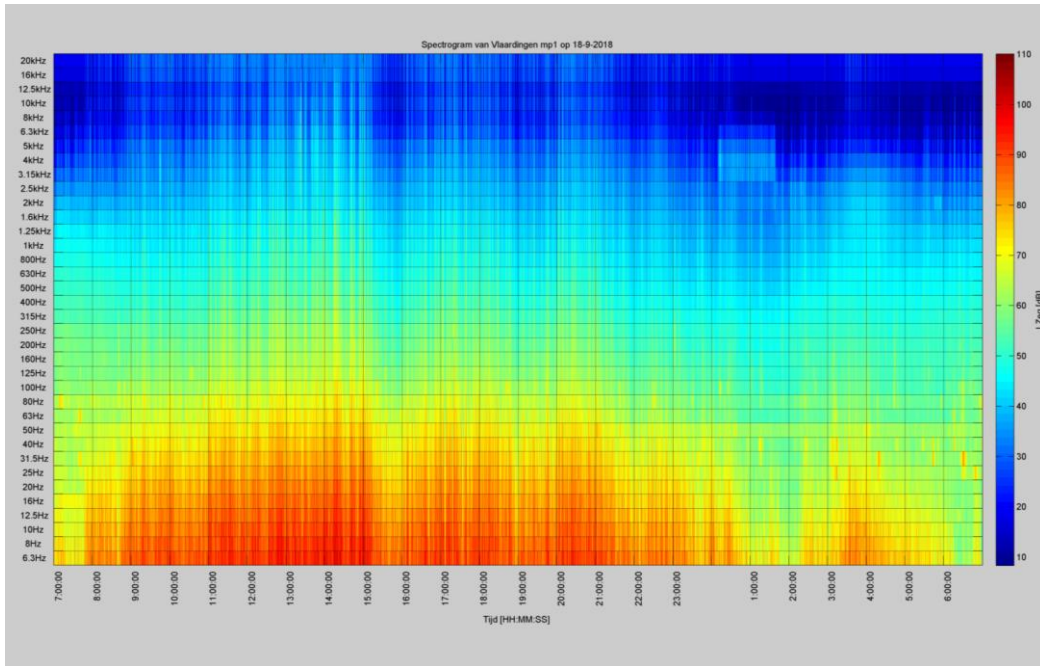


Mp 2
07:00 – 07:00

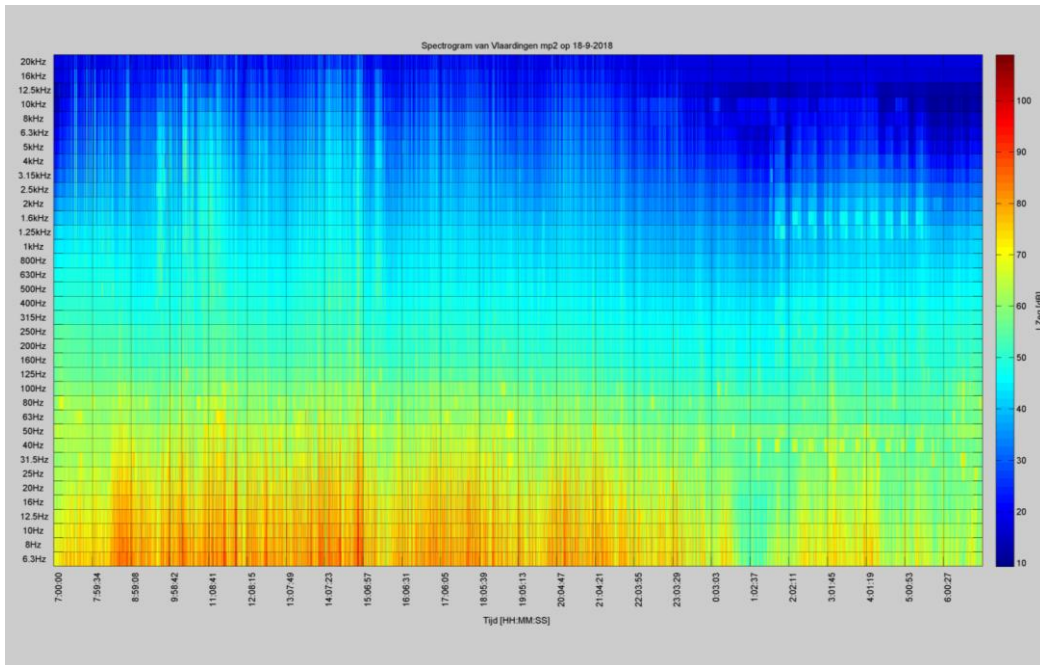


Mp 3
07:00 – 07:00

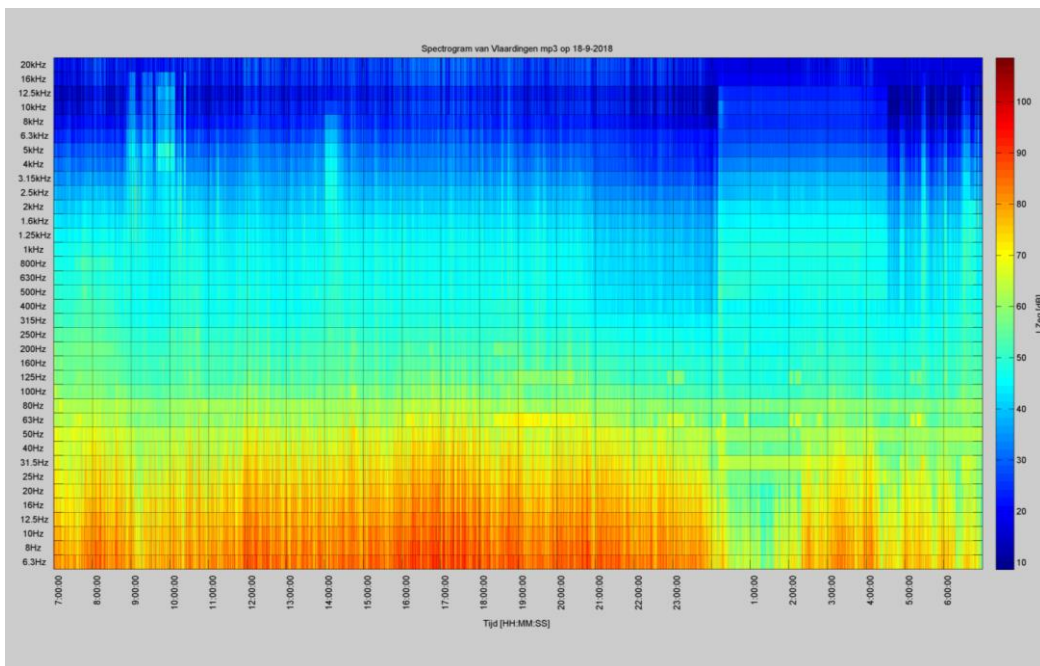
18-9-2018



Mp 1
07:00 – 07:00

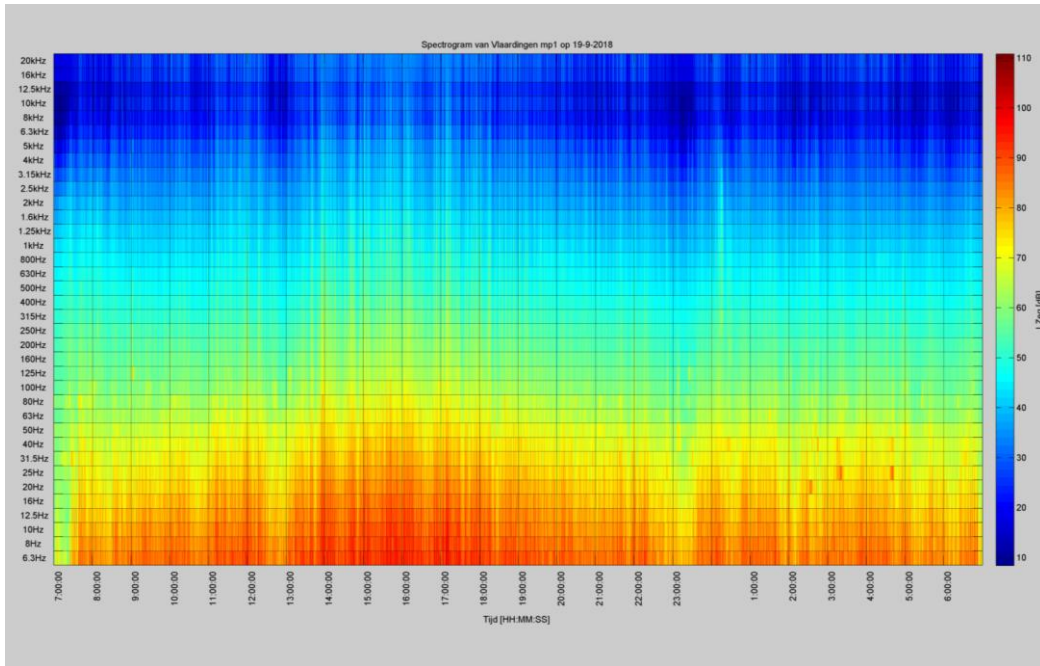


Mp 2
07:00 – 07:00

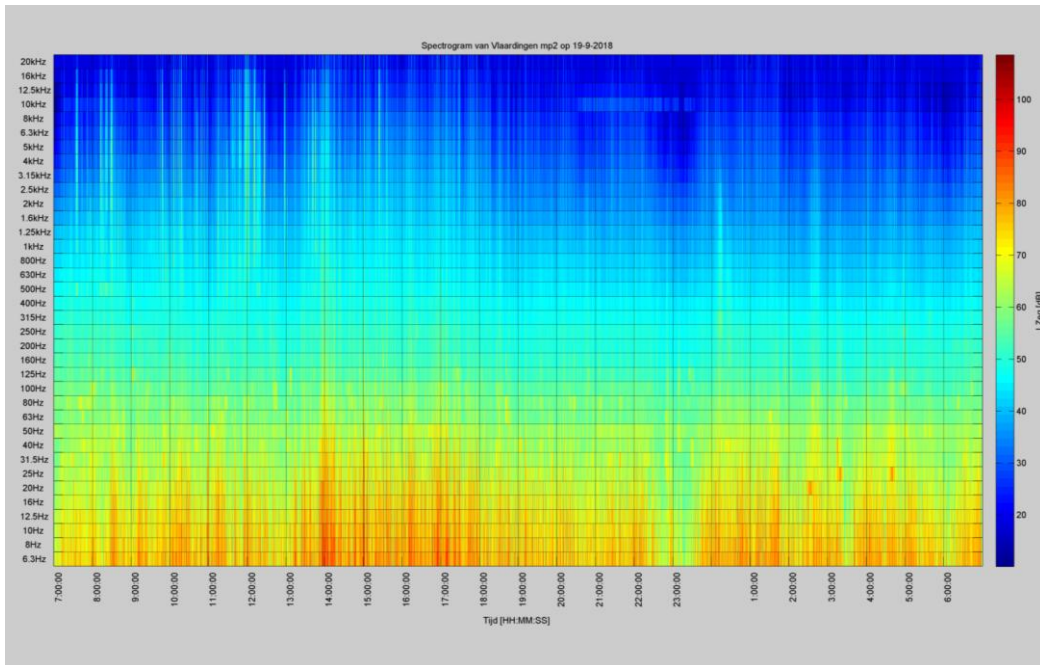


Mp 3
07:00 – 07:00

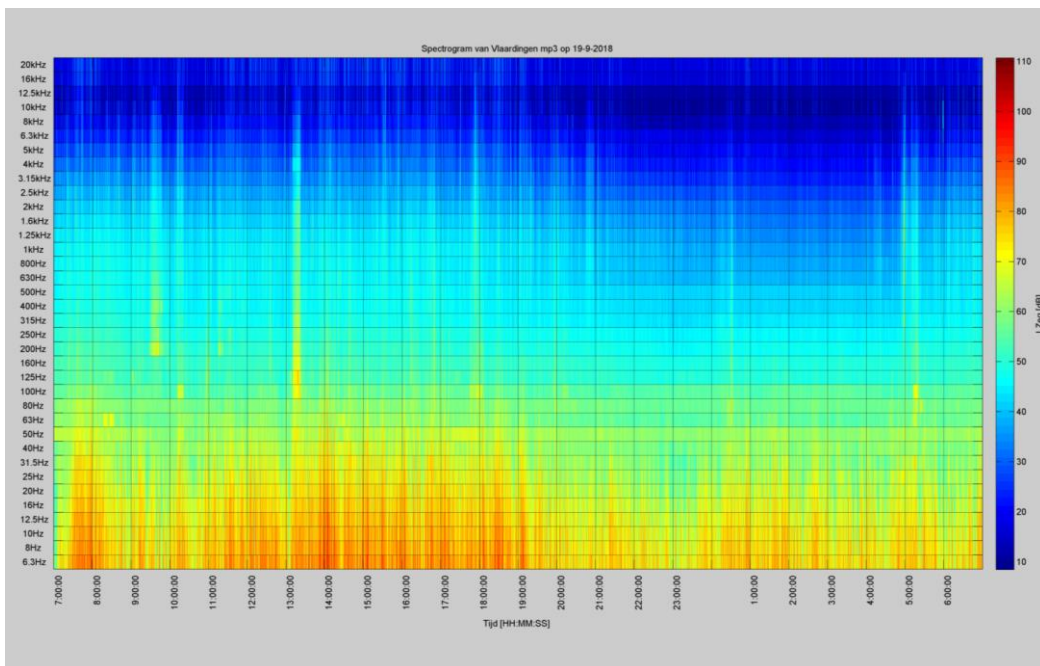
19-9-2018



Mp 1
07:00 – 07:00

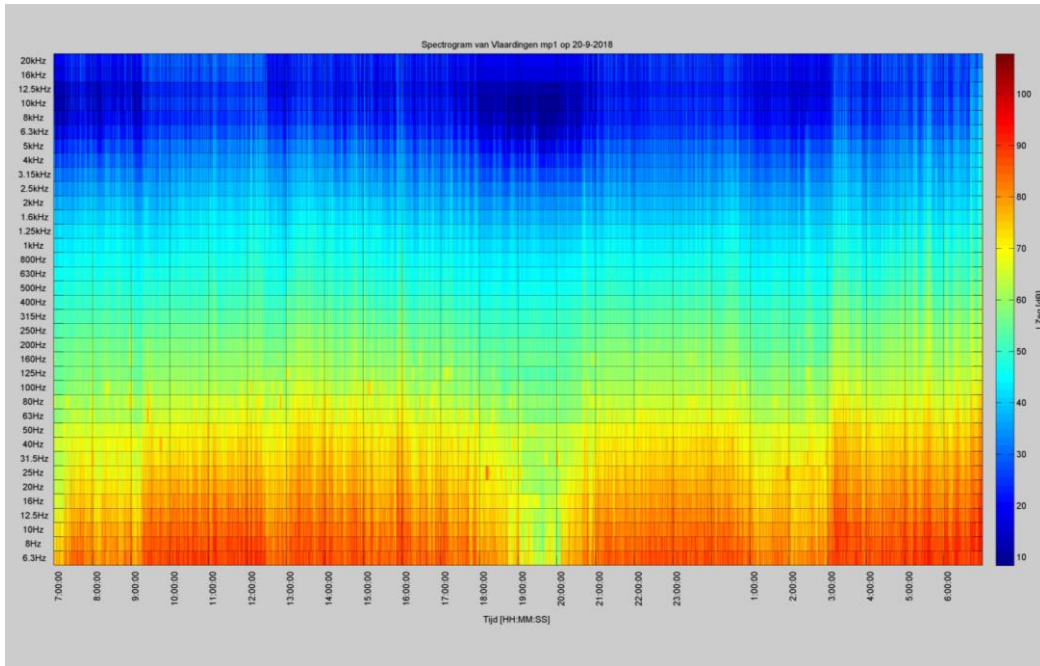


Mp 2
07:00 – 07:00

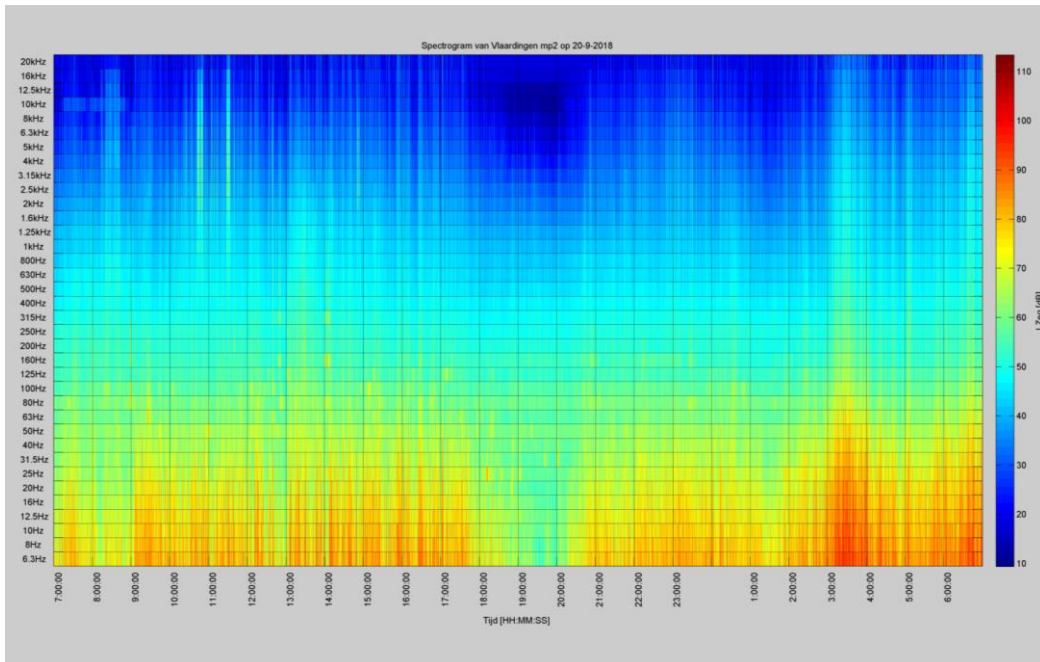


Mp 3
07:00 – 07:00

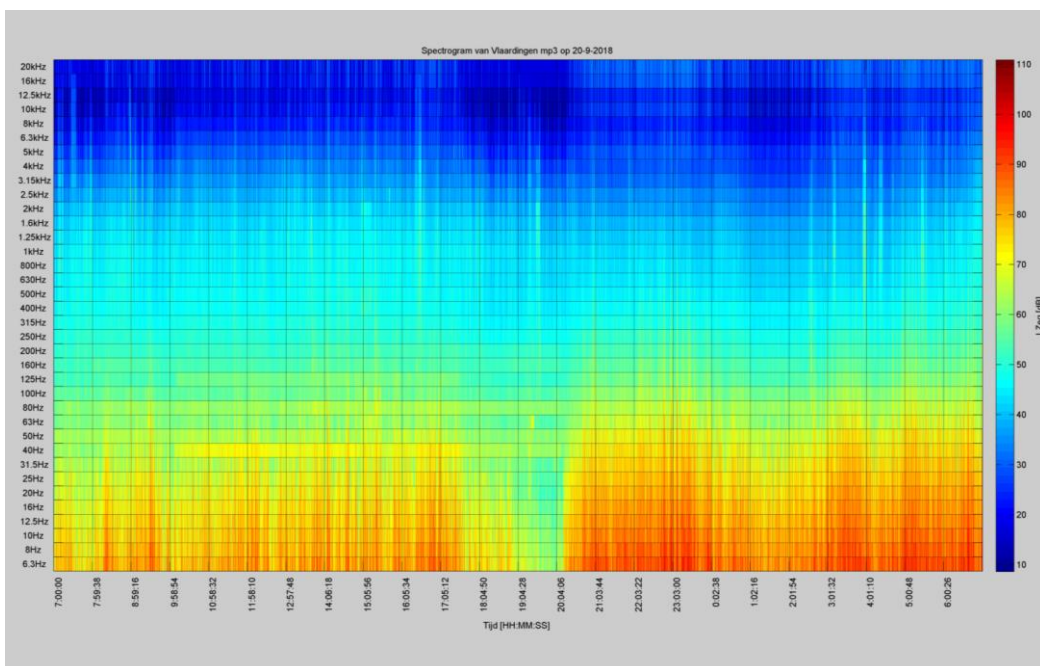
20-9-2018



Mp 1
07:00 – 07:00

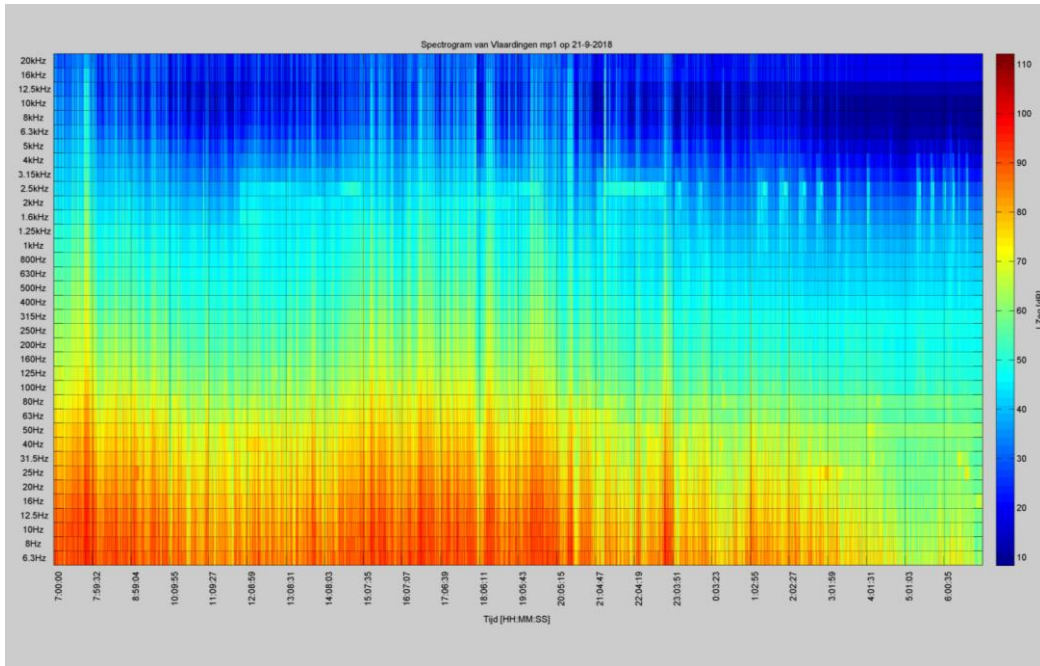


Mp 2
07:00 – 07:00

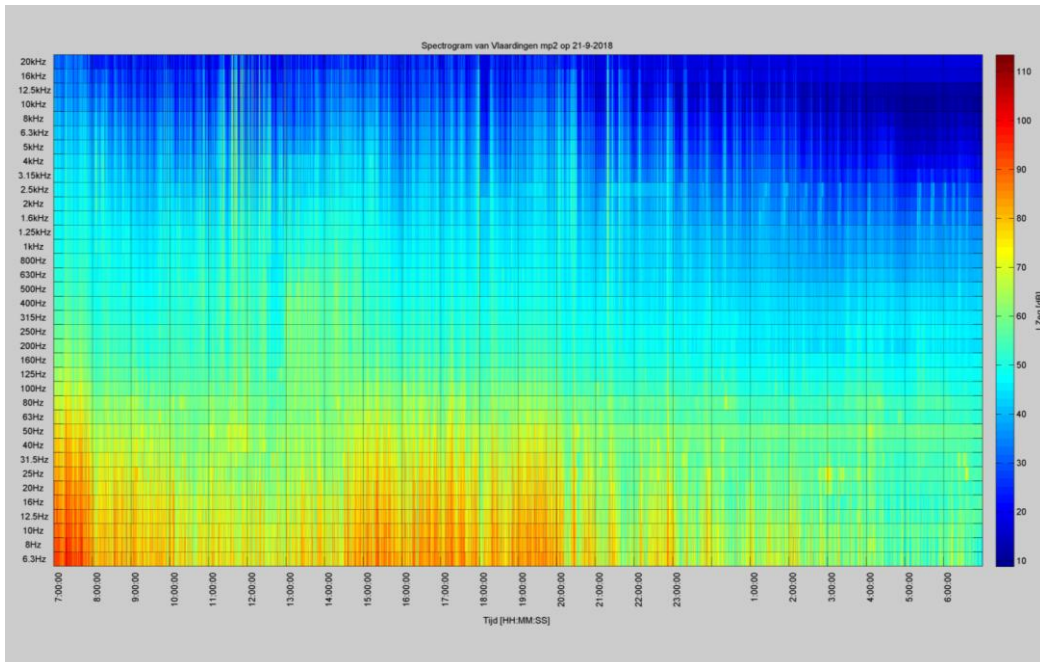


Mp 3
07:00 – 07:00

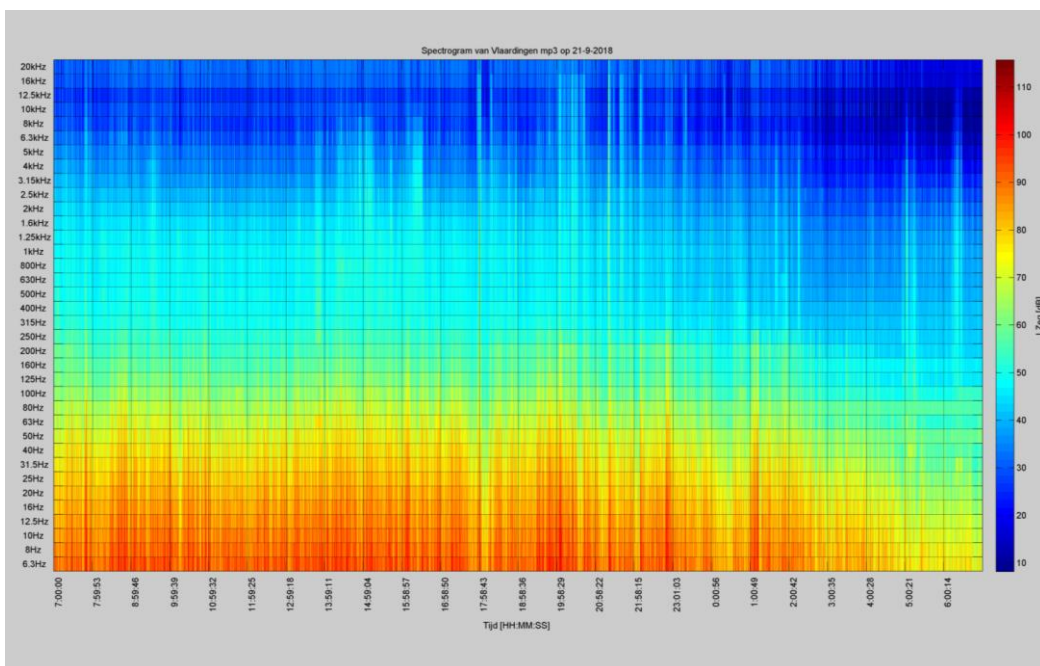
21-9-2018



Mp 1
07:00 – 07:00

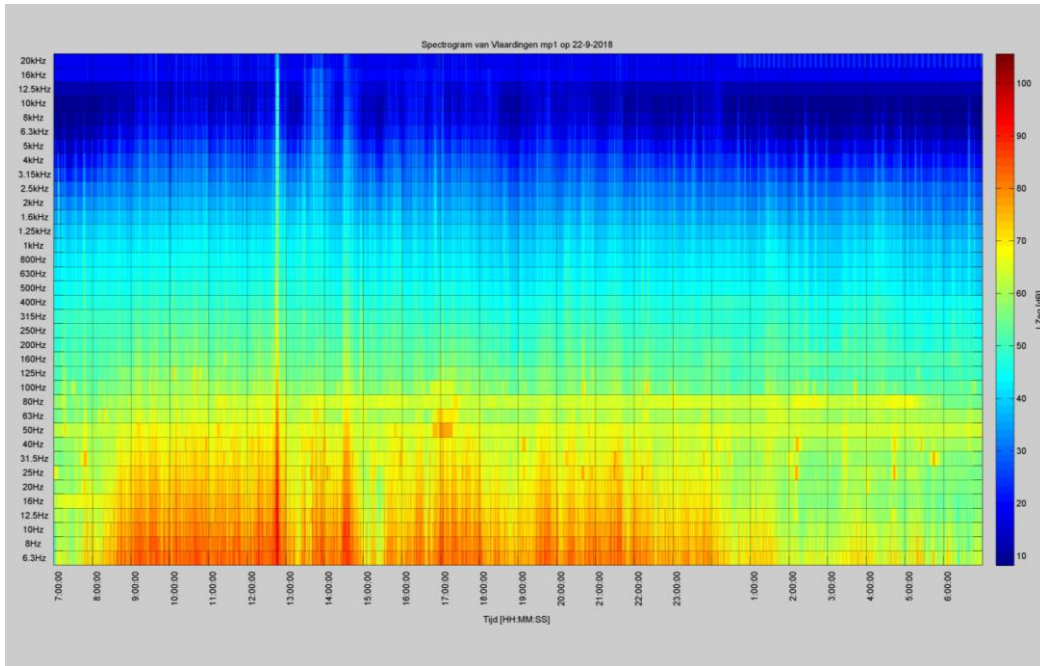


Mp 2
07:00 – 07:00

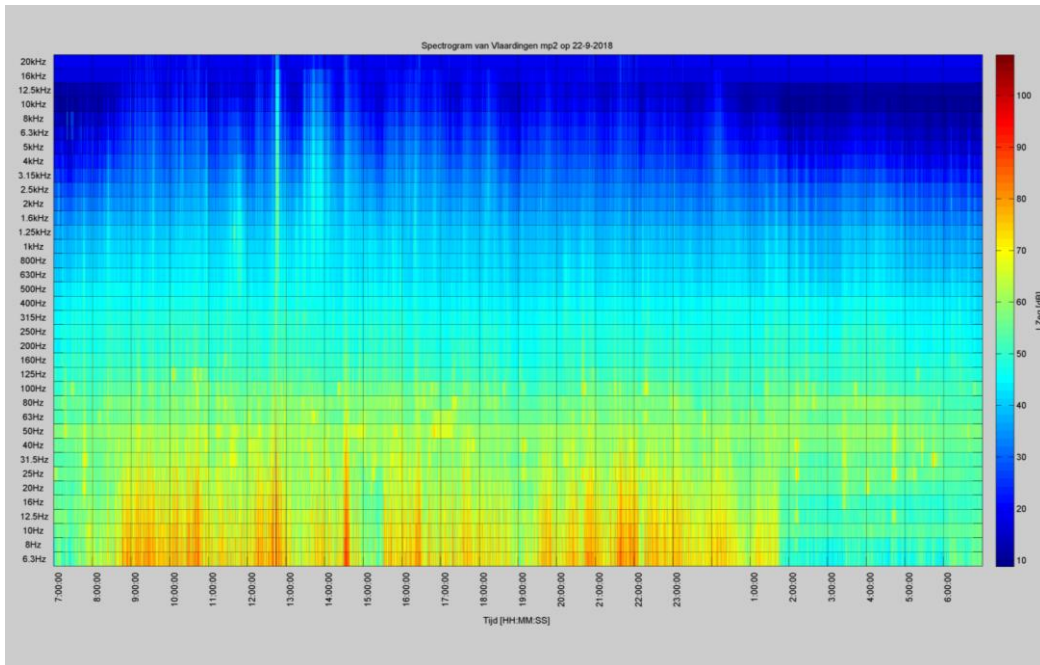


Mp 3
07:00 – 07:00

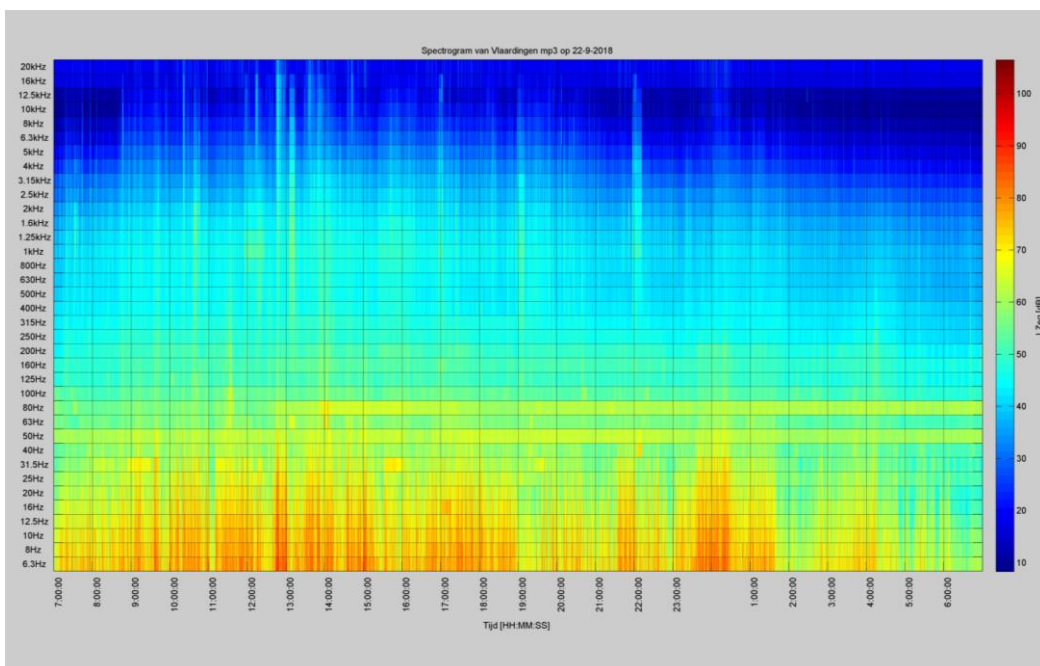
22-9-2018



Mp 1
07:00 – 07:00

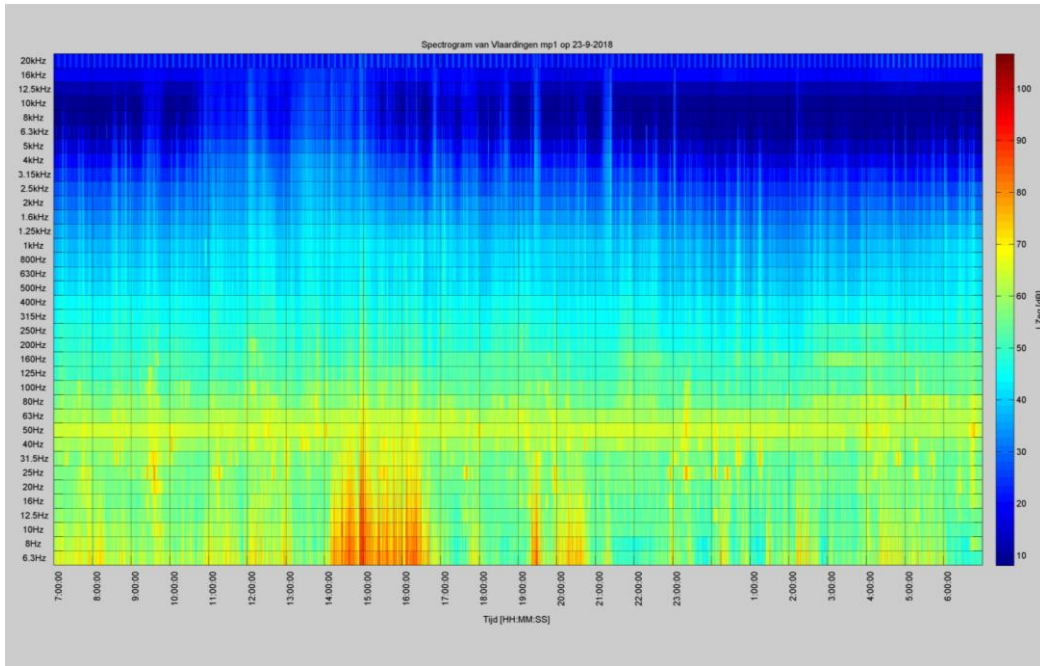


Mp 2
07:00 – 07:00

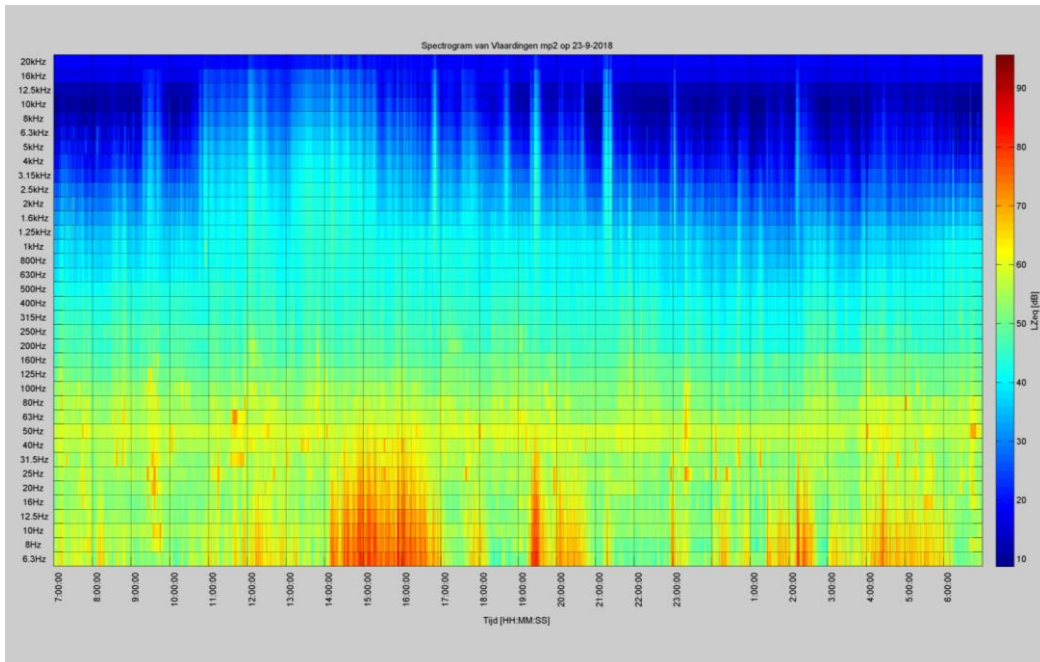


Mp 3
07:00 – 07:00

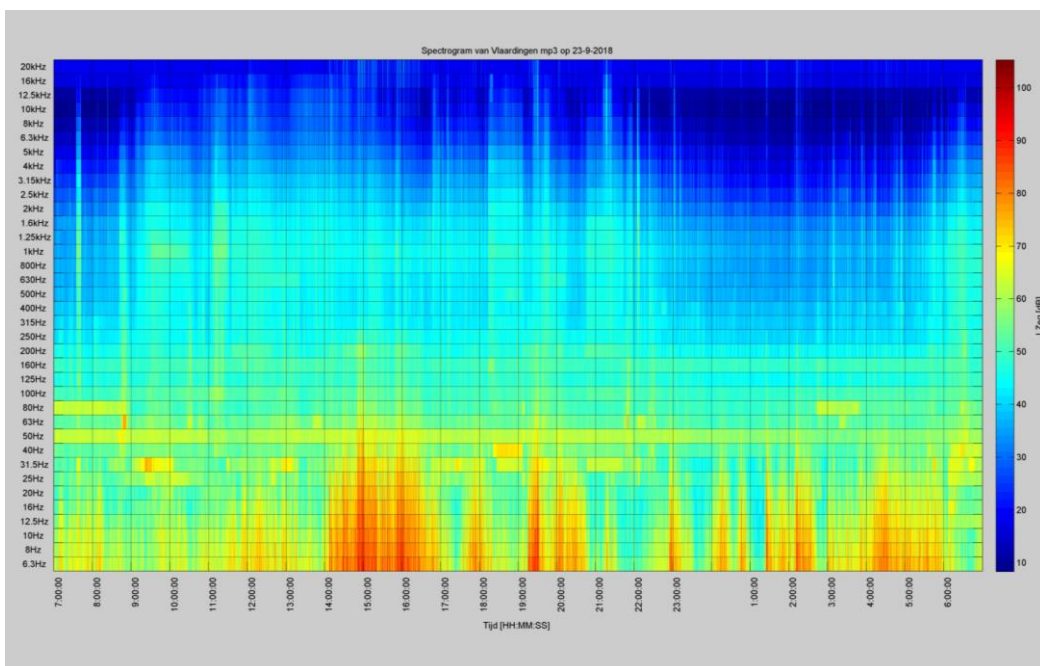
23-9-2018



Mp 1
07:00 – 07:00

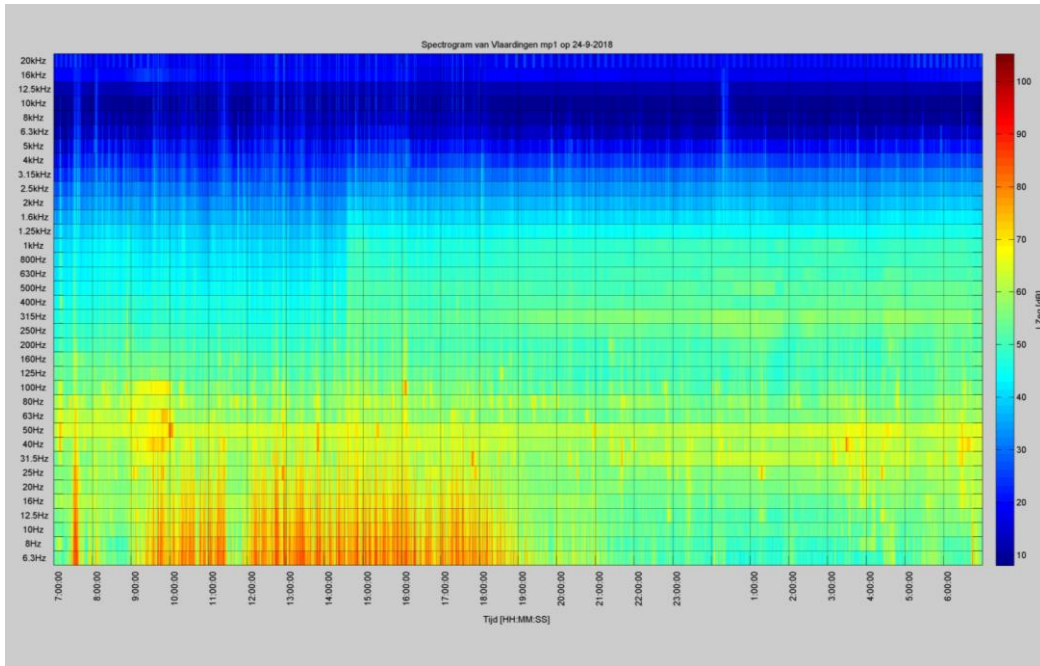


Mp 2
07:00 – 07:00

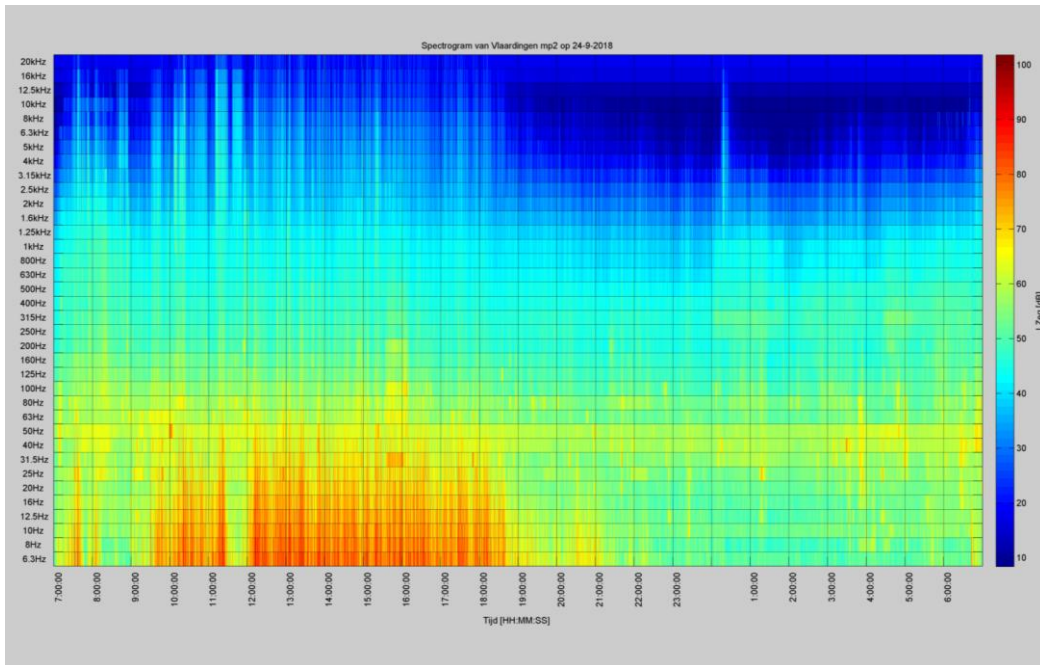


Mp 3
07:00 – 07:00

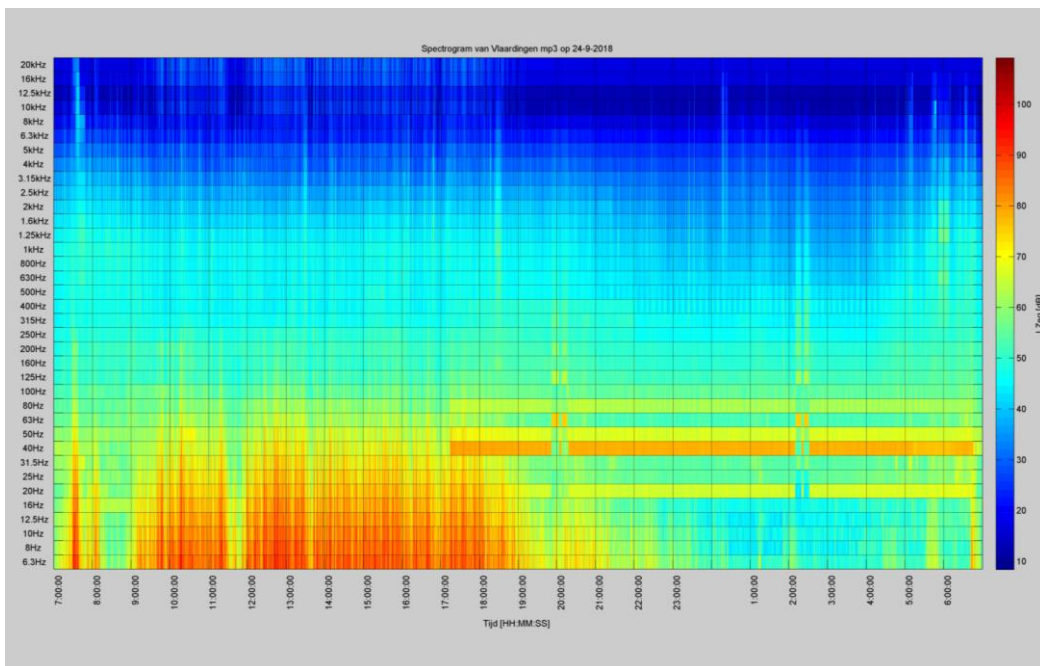
24-9-2018



Mp 1
07:00 – 07:00

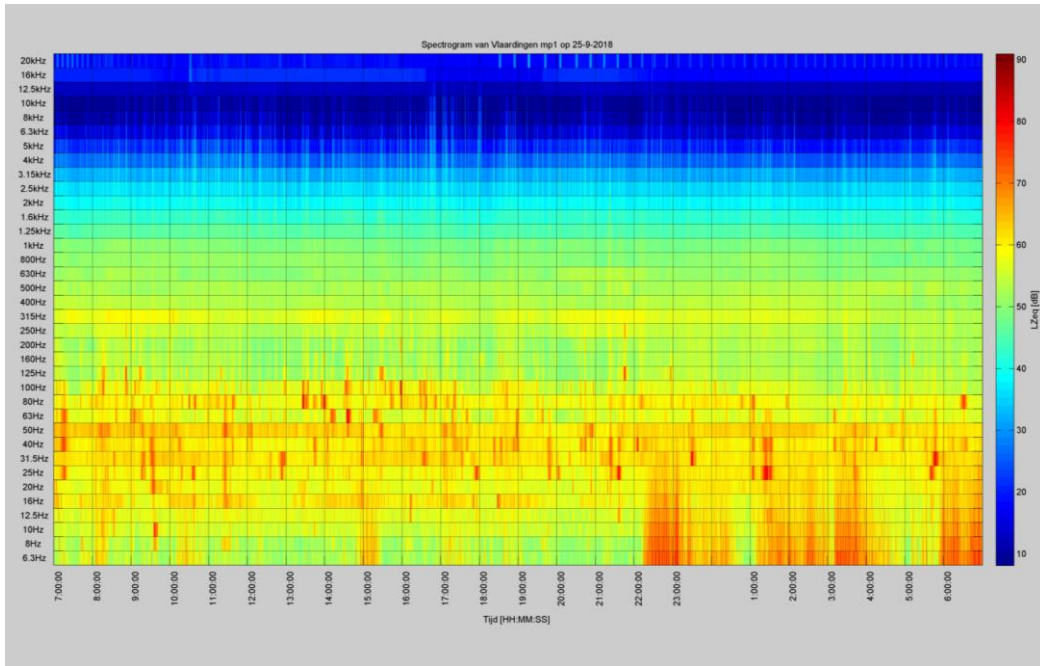


Mp 2
07:00 – 07:00

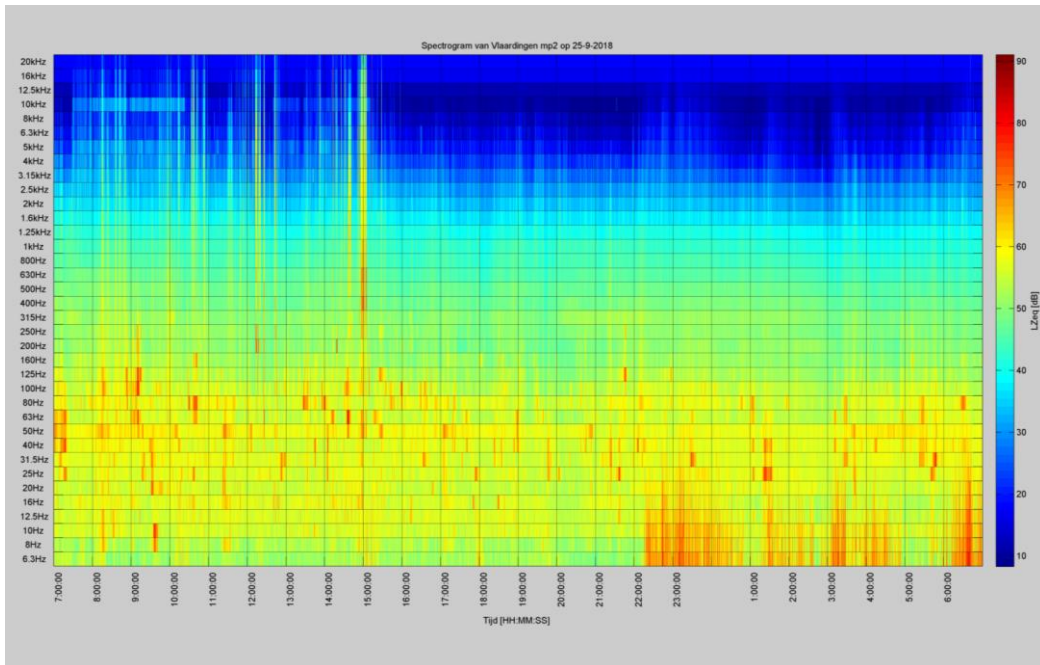


Mp 3
07:00 – 07:00

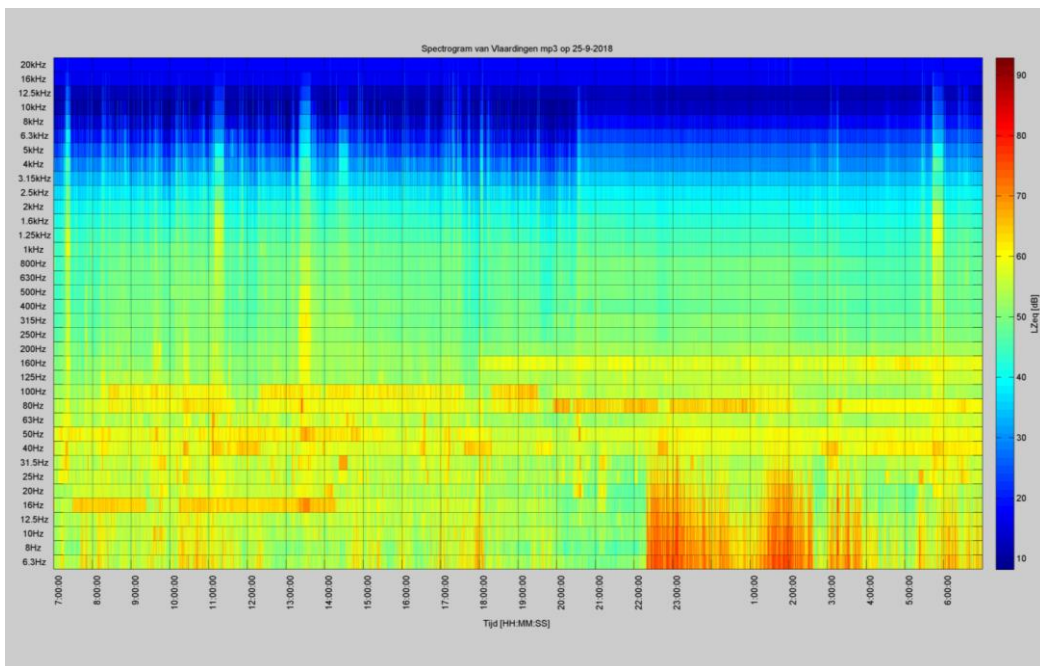
25-9-2018



Mp 1
07:00 – 07:00

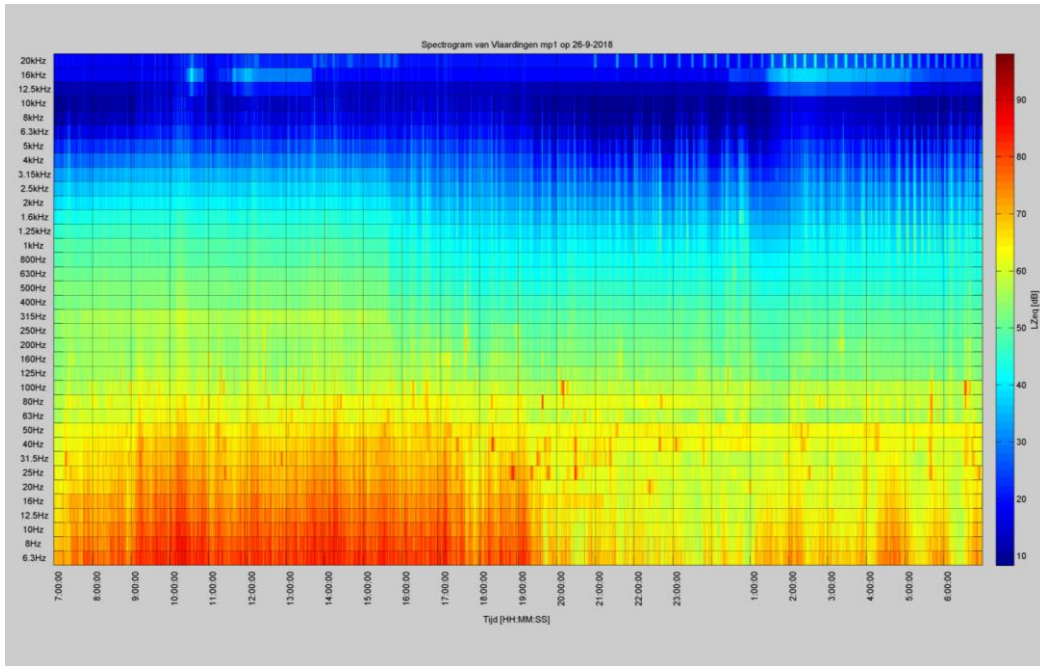


Mp 2
07:00 – 07:00

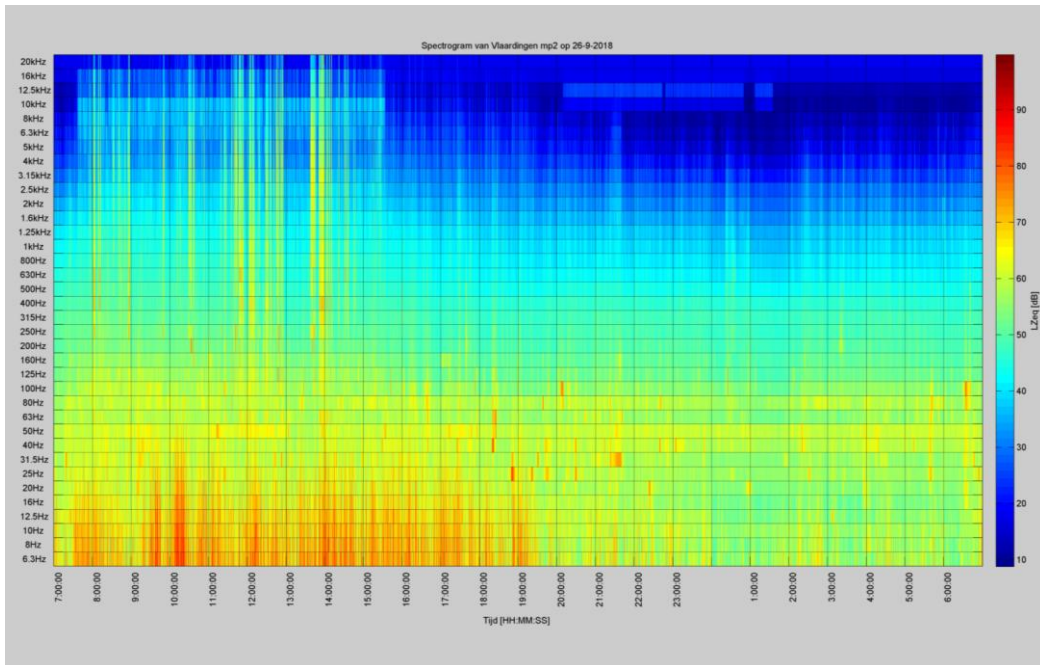


Mp 3
07:00 – 07:00

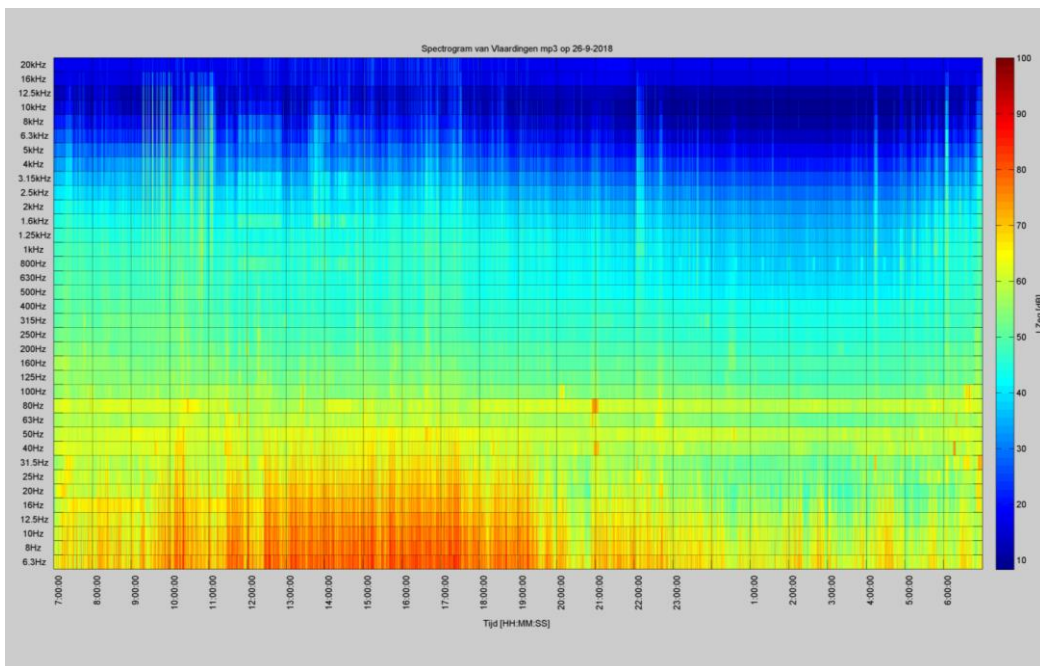
26-9-2018



Mp 1
07:00 – 07:00

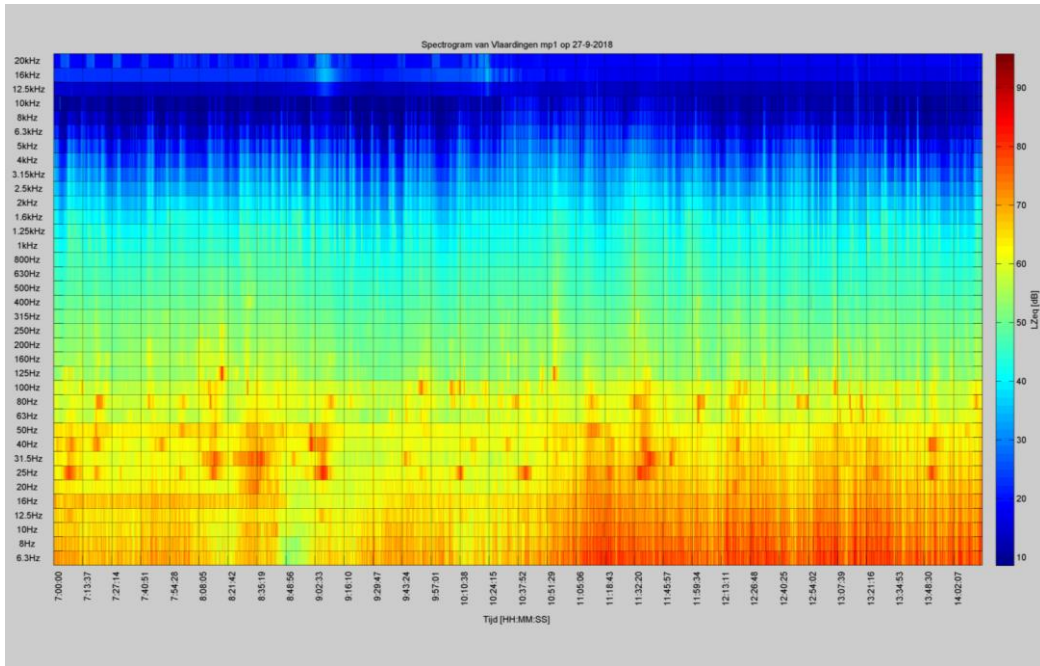


Mp 2
07:00 – 07:00

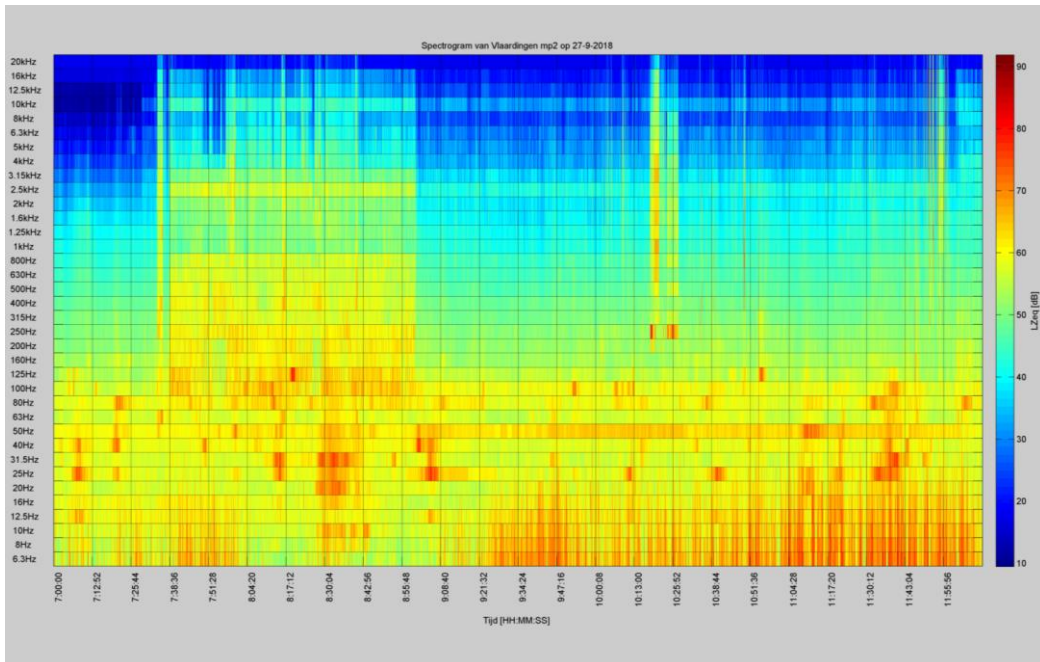


Mp 3
07:00 – 07:00

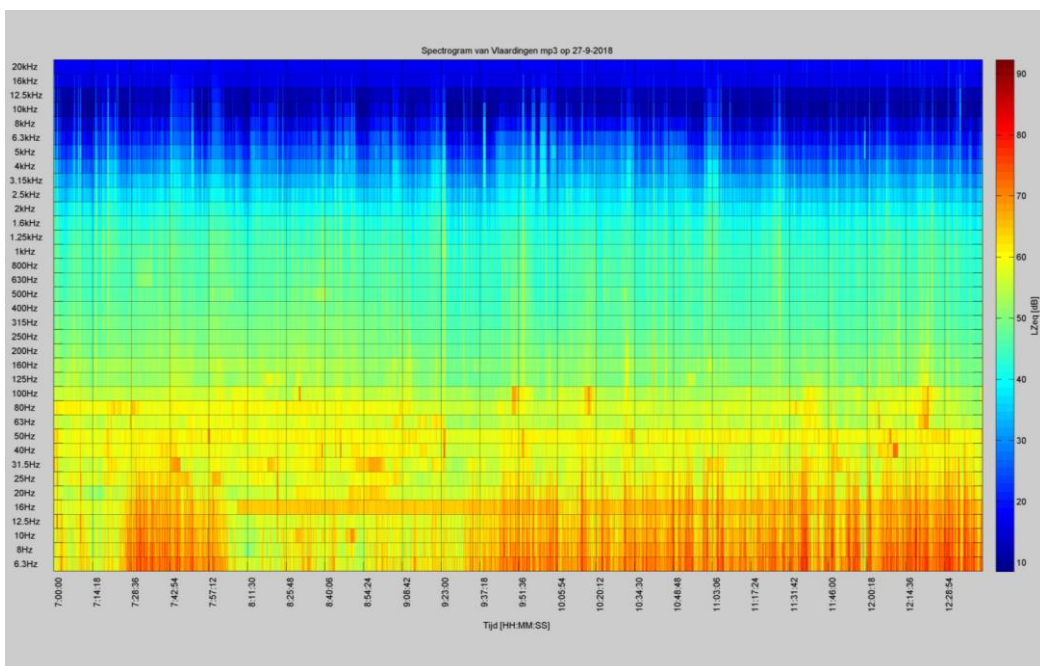
27-9-2018



Mp 1
07:00 – 14:18



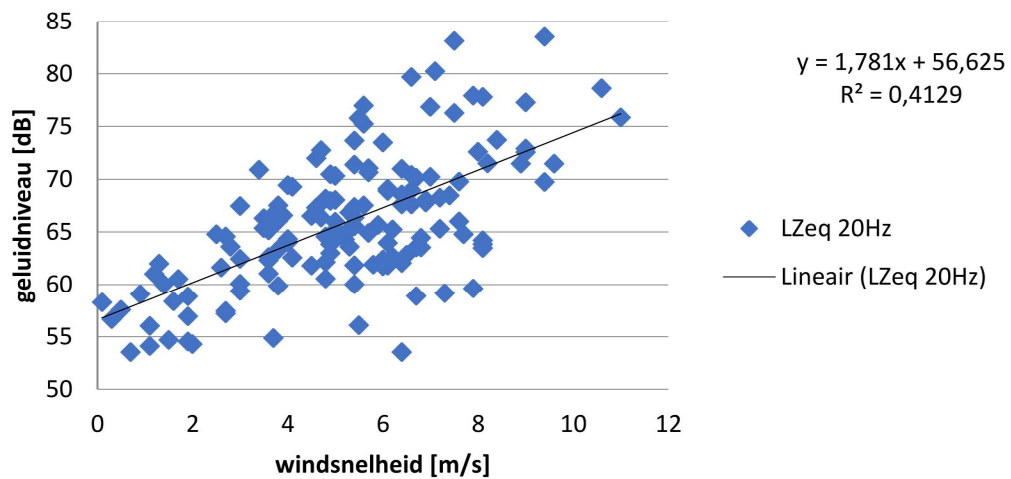
Mp 2
07:00 – 12:05



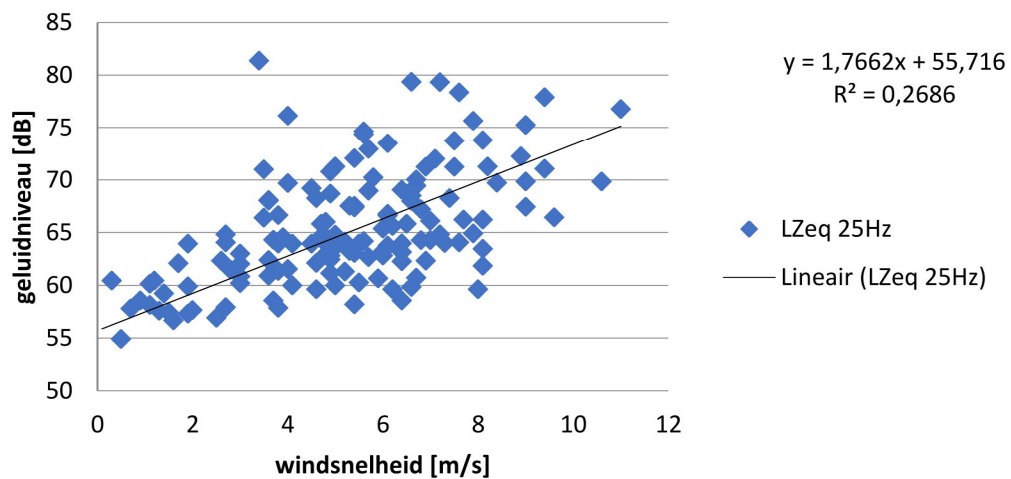
Mp 3
07:00 – 12:42

Bijlage III Geluidniveaus in relatie tot de windsnelheid

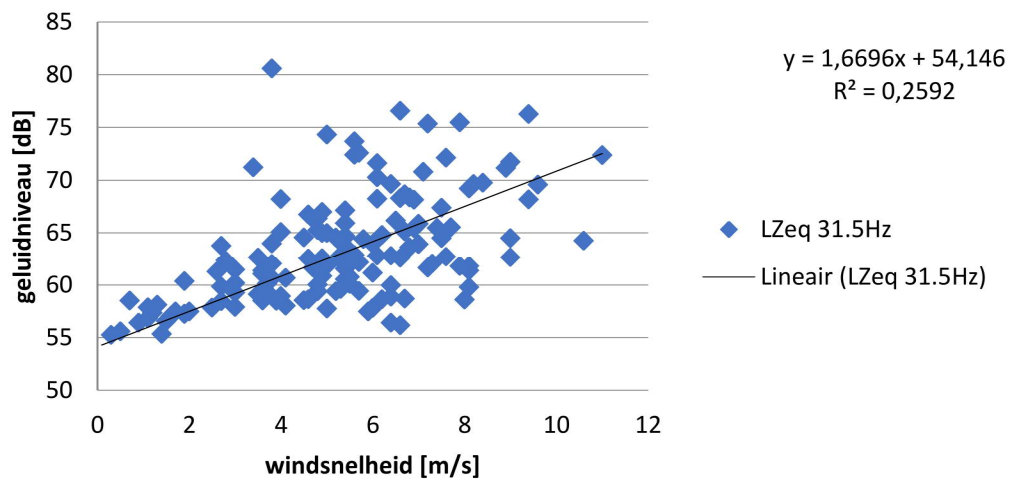
Geluidniveau ten opzichte van windsnelheid per 10 minuten



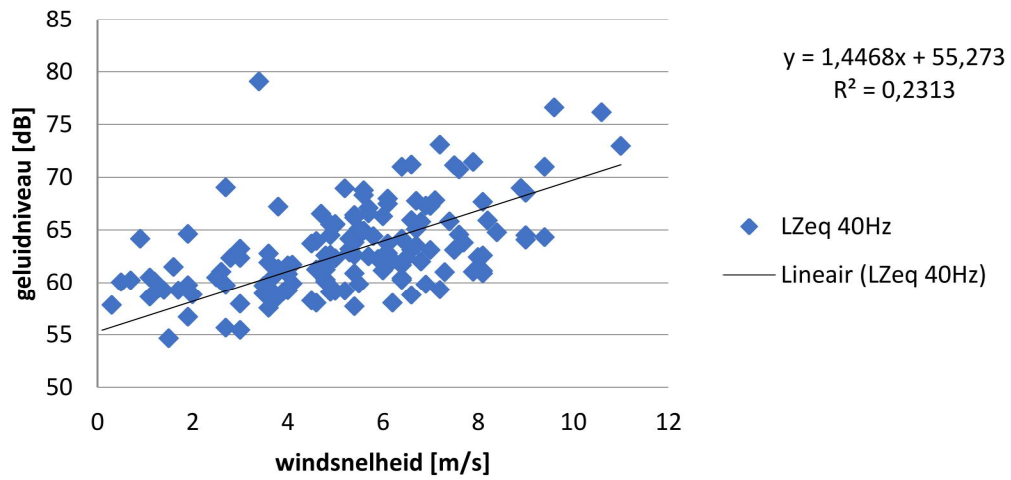
Geluidniveau ten opzichte van windsnelheid per 10 minuten



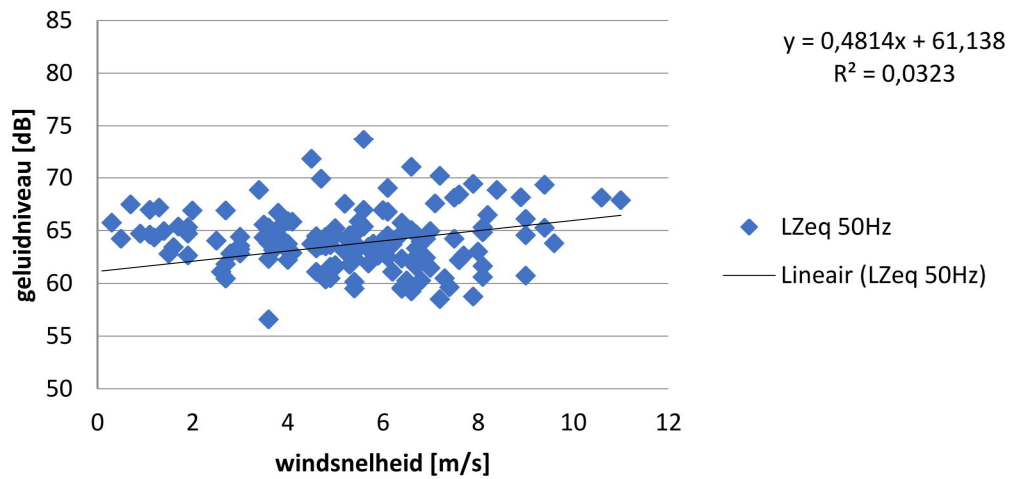
Geluidniveau ten opzichte van windsnelheid per 10 minuten



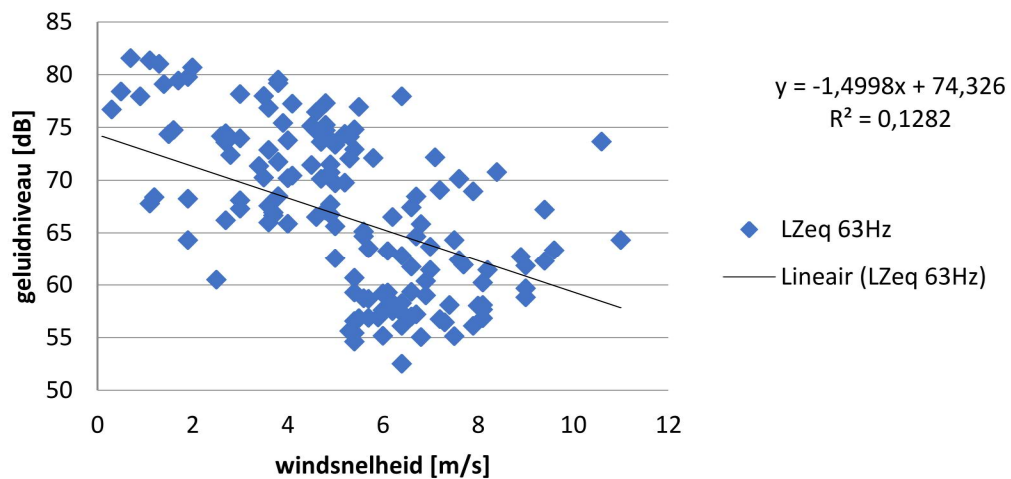
Geluidniveau ten opzichte van windsnelheid per 10 minuten



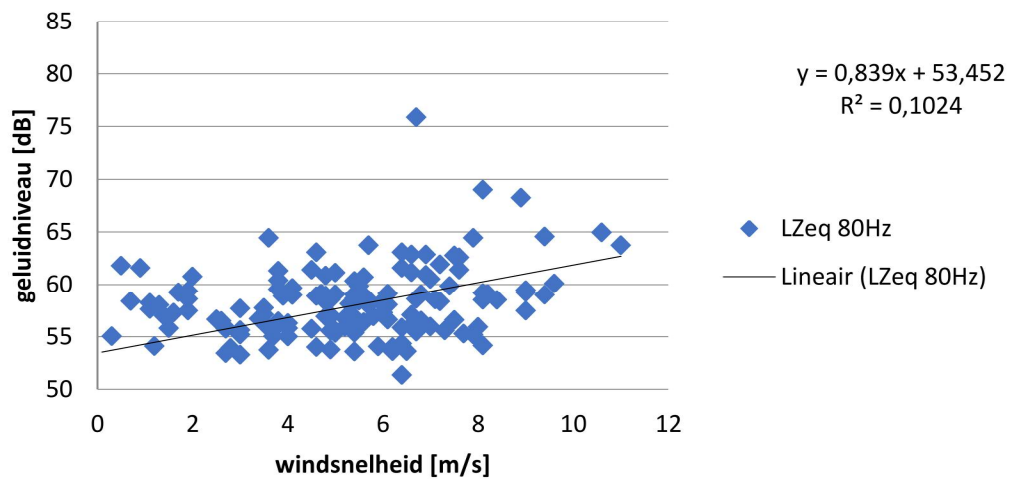
Geluidniveau ten opzichte van windsnelheid per 10 minuten



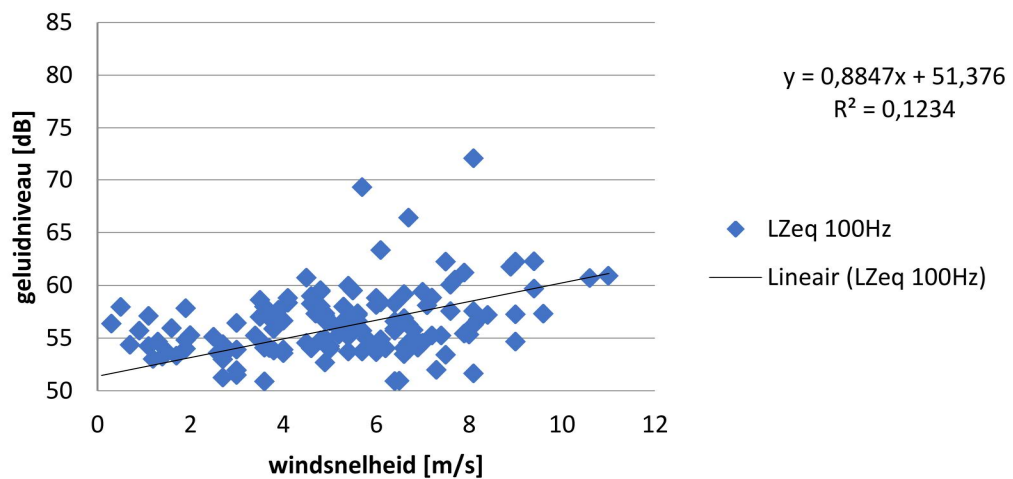
Geluidniveau ten opzichte van windsnelheid per 10 minuten



Geluidniveau ten opzichte van windsnelheid per 10 minuten



Geluidniveau ten opzichte van windsnelheid per 10 minuten



Geluidniveau ten opzichte van windsnelheid per 10 minuten

