



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



Rapport

Controlemetingen windpark Spui in de gemeente Hoeksche Waard

Colofon

Opdrachtnemer M+P raadgevende ingenieurs BV

Opdrachtgever Omgevingsdienst Zuid-Holland Zuid
Postbus 550
3300 AN Dordrecht

Opdrachtnummer 2073

Titel Controlemetingen windpark Spui in de gemeente Hoeksche Waard

Rapportnummer M+P.OZHZ.19.01.2

Revisie 0

Datum 10 september 2019

Aantal pagina's 21

Auteurs ir. E. Nieuwenhuizen
ing. R.A.O. Gijsel

Contactpersoon ir. E. Nieuwenhuizen | 0297-320651 | aalsmeer@mp.nl

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

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

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

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Uitvoering van het onderzoek	5
2.1	Emissiemeting	5
2.2	Correctie stoorgeluid en achtergrondgeluid	5
2.3	Analyse van de data	6
2.4	Gebruikte meetapparatuur	7
2.5	Meetprogramma	8
3	Brongegevens	9
4	Meetresultaten	10
4.1	Meteorologische omstandigheden	10
4.2	Analyse van de metingen	10
4.3	Geluidsvermogen	15
4.4	Bespreking van de resultaten	16
5	Conclusies en aanbevelingen	17
6	Literatuurgegevens	18
bijlage A	Figuren	19

Inleiding

M+P heeft op 19 augustus 2019 in opdracht van de Omgevingsdienst Zuid-Holland Zuid geluidsmetingen verricht aan twee windturbines van windpark Spui van initiatiefnemer Klein-Piershil BV. Het windpark is gelegen in de gemeente Hoeksche Waard langs het Spui tussen de plaatsen Nieuw-Beijerland en Piershil. Het windpark, dat bestaat uit vijf windturbines, is begin mei 2019 in bedrijf genomen. Sinds de oprichting van het windpark klaagt een deel van de omwonenden over geluidshinder vanwege het windpark. De metingen die in het voorliggende rapport worden beschreven, zijn bedoeld om te controleren of het windpark voldoet aan de geluidsnorm. Het uitvoeren van geluidsmetingen is daar onderdeel van.

Voor toezicht en handhaving voorziet het reken en meetvoorschrift windturbines (bijlage IV van RARIM) in een emissiemeetmethode. Deze methodiek is gericht op het vaststellen van het geluidsvermogen van de windturbine (bij de bron). Metingen bij de ontvanger worden expliciet uitgesloten in verband met invloeden van stoorgeluid en problemen ten aanzien van representativiteit. Ten behoeve van dit onderzoek zijn emissiemetingen uitgevoerd bij windturbine 1 en windturbine 5 van het windpark. Dit zijn de windturbines die bepalend zijn voor de geluidsbelasting bij de woonkernen Piershil (windturbine 1) en Nieuw-Beijerland (windturbine 5).

2 Uitvoering van het onderzoek

2.1 Emissiemeting

De geluidsmetingen zijn uitgevoerd op een horizontale afstand van 180 meter tot de windturbines. Tijdens de metingen was de windrichting WZW. De meetposities bevonden zich benedenwinds van de turbines. De gehanteerde meetposities zijn aangegeven in figuur 1.

Conform de voorschriften was de meetmicrofoon bevestigd op een ronde plaat, die vlak op de ondergrond was geplaatst. Om pseudo-geluid¹ tegen te gaan, is naast een primaire windbol gebruik gemaakt van een secundaire windbol. De metingen vonden plaats op landbouwgrond. Tijdens de metingen stond er geen gewas op de akkers. De meetposities zijn afgebeeld in figuur 2.

Ten behoeve van het onderzoek zijn equivalente geluidsniveaus in 1/3 octaven met een interval van 10 seconden vastgesteld. Daarnaast zijn geluidsopnamen gemaakt ten behoeve van auditieve beoordeling en aanvullende analyses achteraf.

2.2 Correctie stoorgeluid en achtergrondgeluid

Bij aanvang van de metingen bevonden zich meeuwen bij MP1 die geregeld stoorgeluid veroorzaakten. Na verloop van tijd verdwenen de meeuwen. Verder was er (incidenteel) sprake van stoorgeluid vanwege landbouwmachines die passeerden over de Spuiweg, vliegtuigen en scheepvaart op het Spui. Perioden waarin sprake was van bovengenoemd stoorgeluid zijn gemarkeerd en niet meegenomen bij de analyse.

Conform de aanwijzingen in het reken- en meetvoorschrift is de windsnelheid op 5 tot 10 meter hoogte (in dit geval 10 meter) geregistreerd, gelijktijdig met de geluidsmetingen. De mast is geplaatst bovenwinds van windturbine 1, naast het fietspad bij de Spuiweg, zie figuur 1. De windmetingen zijn gedaan in verband met de voorgeschreven methodiek voor het bepalen van de correctie voor achtergrondgeluid. Hierbij wordt de bewuste windturbine stil gezet, zodat het achtergrondgeluid als functie van de heersende windsnelheid kan worden bepaald. In het voorliggende geval werd het achtergrondgeluid echter niet veroorzaakt door het ruisen van vegetatie, maar vooral door de andere windturbines van het windpark. Daarom zijn ook de windgegevens van windturbine 2 (achtergrondgeluid bij MP1) en windturbine 4 (achtergrondgeluid bij MP5) bij het onderzoek betrokken.

Ter bepaling van het achtergrondgeluid is windturbine 1 door de exploitant stilgezet tussen 13:00 en 13:30 uur. Bij windturbine 5 is dit gedaan van circa 15:45 tot 16:15 uur.

¹ Pseudo-geluid kan ontstaan als de wind op het membraan van de microfoon blaast. In dat geval wordt een te hoog geluidsniveau gemeten.



figuur 1 gehanteerde meetposities

2.3 Analyse van de data

De metingen zijn uitgevoerd en uitgewerkt conform paragraaf 2.6 van het reken- en meetvoorschrift windturbines. Deze methode is speciaal bedoeld voor Handhaving (controle). Dit betekent dat het geluidsvermogen niet over het hele windsnelheidsbereik (tussen V_{ci} en V_{rated}) hoeft te worden bepaald, wat wel nodig is als er geen leveranciersgegevens voorhanden zijn, en dat een steekproef volstaat. Voor de volledigheid geven we hier de waarden van V_{ci} en V_{rated} van de Enercon E-126 EP4:

Cut-in wind speed:	3.0 m/s
Rated wind speed:	13.5 m/s

Verder houdt de methodiek conform paragraaf 2.6 in dat op de gemeten totale A-gewogen niveaus per bin lineaire regressie uitgevoerd, waarna het geluidsvermogen bij de gehele waarde van de windsnelheid op ashoogte (index j) wordt berekend.

De gemeten equivalente geluidsniveaus met een tijdsbasis van 10 seconden zijn omgerekend naar 1 minuut waarden.

Bij het uitwerken is gebruik gemaakt van gegevens van de exploitant (opgewekt vermogen van turbine 1 en 4 en windsnelheid van turbine 2 en 4). Deze waren beschikbaar met een tijdsbasis van 1 minuut. De tijdmarkering van de door de exploitant aangeleverde data heeft betrekking op de periode die daaraan voorafging (eindtijd). De tijdsregistratie van onze eigen metingen is gerelateerd aan de daarop volgende periode (starttijd). Wij hebben de gegevens van de exploitant aangepast aan onze tijdsaanduiding.



figuur 2 weergave van de meetopstelling bij windturbine 1 (links) en windturbine 5 (rechts)

2.4 Gebruikte meetapparatuur

Bij de metingen is gebruik gemaakt van de in tabel I vermelde apparatuur. De geluidmeetapparatuur voldoet aan IEC-61672-1:2002, klasse I (precisie sound level meter) en wordt tweejaarlijks extern gekalibreerd. Voor aanvang en na afloop van de metingen is de apparatuur gecontroleerd met behulp van een akoestische kalibrator. Hierbij zijn geen afwijkingen geconstateerd. Dit betekent dat de apparatuur goed functioneerde.

tabel I gebruikte meetapparatuur

omschrijving	merk	type	intern nummer
real-time tertsbandanalyzer	RION	NA-28	42 en 77
meetmicrofoon	RION	UC-59	
kalibrator	RION	NC-74	
ultrasone windsensor	Gill Instruments	Windsonic	

2.5

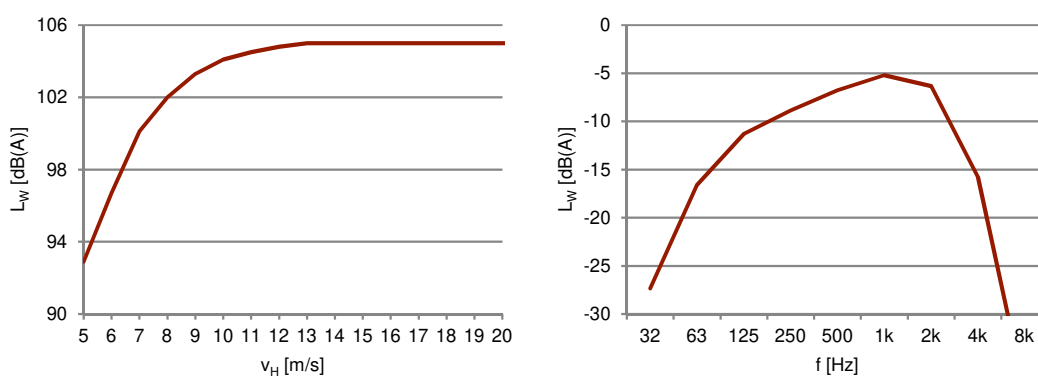
Meetprogramma

Op 19 augustus 2019 werden tot 15:00 uur landbouwactiviteiten uitgevoerd nabij windturbine 5. Besloten is om de metingen daar uit te stellen tot deze activiteiten werden gestaakt. Bij windturbine 1 hadden de activiteiten geen effect op het geluidsniveau. Daarom zijn de metingen daar al wel gestart. De metingen zijn rond 17:30 uur beëindigd.

3 Brongegevens

De windturbines zijn van de leverancier Enercon, type E-126-4.2 MW EP4. De windturbines hebben een ashoogte van 135 meter, een rotordiameter van 127 meter en een geïnstalleerd vermogen van 4,2 MW per windturbine en zijn in werking zonder noise mode. De geluidsgegevens zijn bepaald op basis van de documenten D0390063-2 [1] en D0425612-3 [2] van de leverancier.

De brongegevens zijn voor de situatie zonder noise mode (0s) verwerkt in figuur 3. De getalswaarden zijn verwerkt in tabel IV en tabel V. De rechter zijde van de figuur bevat de relatieve spectra bij $v_H=13$ m/s.



figuur 3 brongegevens; links: geluidsvermogen als functie van de windsnelheid op ashoogte; rechts: 1/1 octaafspectrum bij $V_H=13$ m/s

4 Meetresultaten

4.1 Meteorologische omstandigheden

De windrichting was op 19 augustus 2019 overwegend WZW. De windsnelheid op ashoogte varieerde van circa 7 m/s tot 14 m/s. Hierdoor kon gemeten worden bij een groot bereik aan windsnelheden. De windgegevens van onze meteomast zijn gegeven in bijlage A. Deze figuren bevatten ook de windsnelheid, die is gemeten op de gondel van de windturbines 2 en 4 van het windpark.

4.2 Analyse van de metingen

Het verloop van het totale A-gewogen geluidsniveau L_{Aeq} (1-minuutwaarden) is weergegeven in figuur 4 (windturbine 1) en figuur 5 (windturbine 5). De figuren bevatten ook het elektrisch vermogen dat door de bewuste windturbine werd opgewekt. De periode waarin de windturbine ten behoeve van de achtergrondmeting niet draaide, is herkenbaar aan de dip in het geluidsniveau en het opgewekte vermogen.

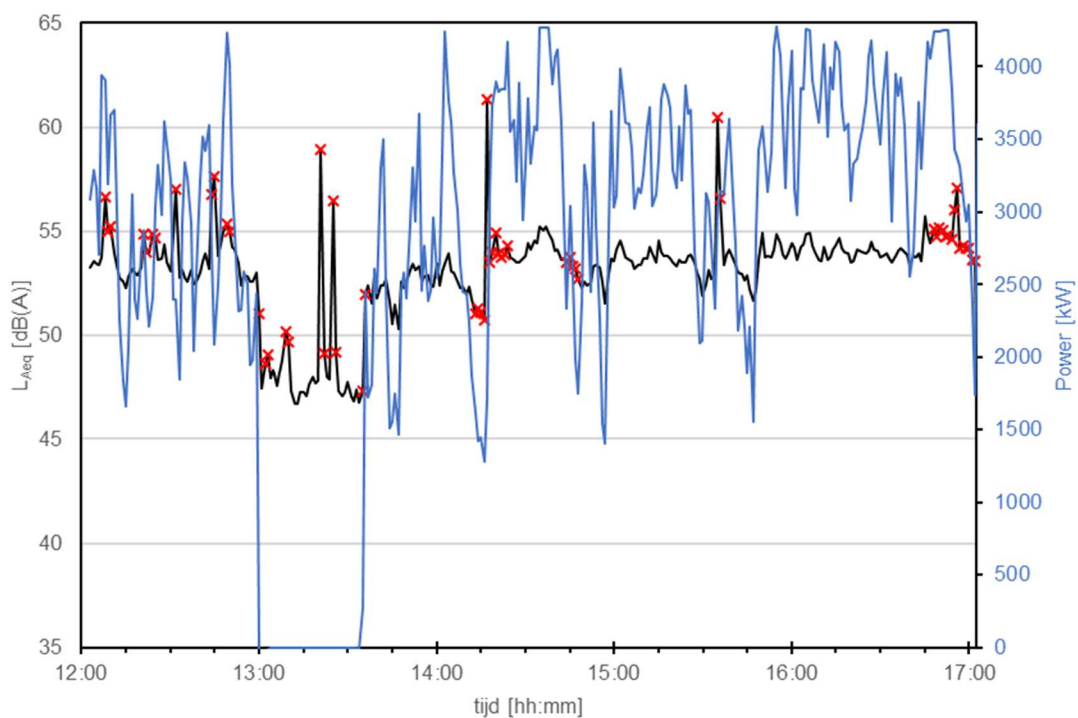
De pieken in het tijdssignaal werden niet veroorzaakt door de windturbine, maar door stoorgeluid vanwege meeuwen, vliegtuigen, landbouwmachines of schepen. Deze pieken zijn gemarkeerd met een "x". Bij windturbine 1 voldeed de windrichting in een drietal periodes niet aan de voorwaarden in het reken- en meetvoorschrift. Tussen 14:13 en 14:24, tussen 14:44 en 14:48 en na 16:48 was de hoek tussen de windrichting en de denkbeeldige lijn tussen het meetpunt en de mast van de windturbine groter dan 15 graden. Deze perioden zijn eveneens gemarkeerd met een "x". Alle gemarkeerde datapunten zijn uitgesloten van analyse.

Ten behoeve van de correctie voor achtergrondgeluid zijn de geluidsniveaus, gemeten tijdens stilstand van de windturbine, uitgezet tegen de windsnelheid op 10 meter hoogte, zie hiervoor figuur 6 (MP1) en figuur 7 (MP5). In beide situaties zien we geen progressief verband tussen de windsnelheid en het gemeten achtergrondgeluidsniveau. In de figuren zijn de gemeten geluidsniveaus ook uitgezet tegen de windsnelheid, die is gemeten op de gondel van de windturbines die tijdens achtergrondmeting de hoogste bijdrage leverden aan het geluidsniveau. Bij MP1 was dit windturbine 2 en bij MP5 windturbine 4. We zien hier een betere fit tussen de windsnelheid en het achtergrondniveau. Daarom zijn die windsnelheden gebruikt voor de bepaling van het achtergrondniveau ($L_{Aeq,stoer}$). Het verband is in formulevorm weergegeven in beide figuren. Om overschatting van het achtergrondniveau te voorkomen zijn de niveaus beperkt tot ten hoogste 48,5 dB(A) voor MP1 en 45,4 dB(A) voor MP5. Het op deze manier berekende achtergrondniveau lag bij MP1 circa 6 dB onder het gemeten niveau met draaiende windturbine. Bij MP5 was dit verschil 9 dB.

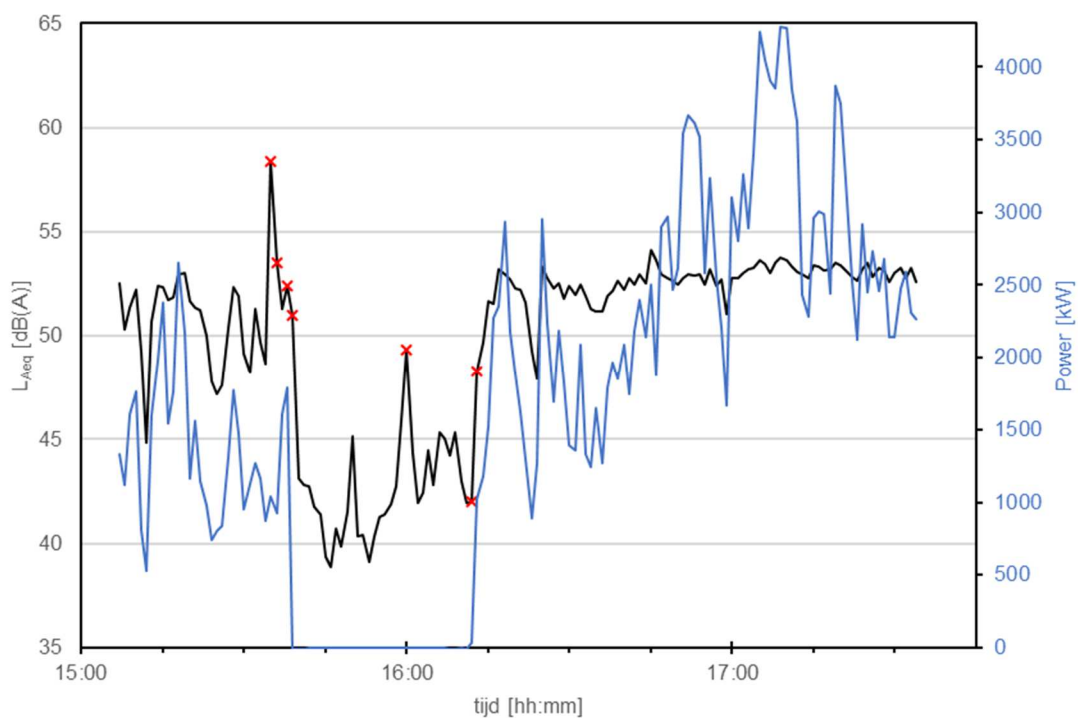
De gemeten geluidsniveaus bij ingeschakelde turbine zijn vervolgens gecorrigeerd voor stoorgeluid met:

$$(1) \quad L_{Aeq,WT} = 10 \lg \left[10^{\frac{L_{Aeq}}{10}} - 10^{\frac{L_{Aeq,stoer}}{10}} \right]$$

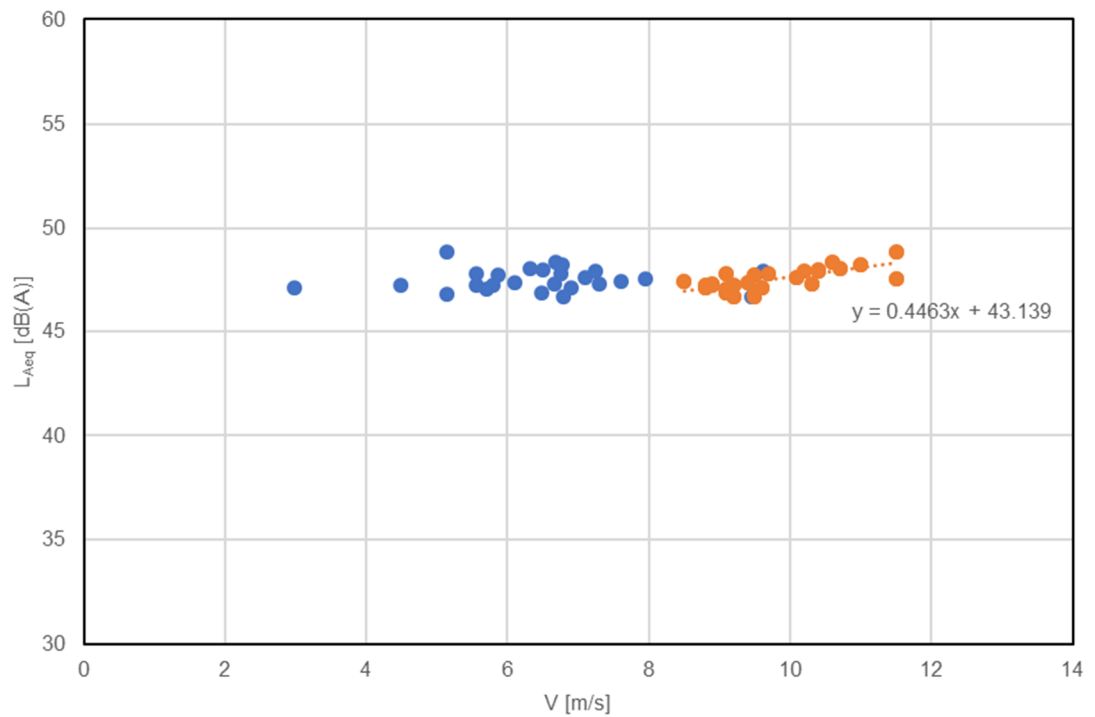
$L_{Aeq,WT}$	geluidsniveau ten gevolge van de turbine;
L_{Aeq}	geluidsniveau ten gevolge van de windturbine inclusief achtergrondgeluid;
$L_{Aeq,stoer}$	niveau van het achtergrondgeluid, zie figuur 6 en figuur 7



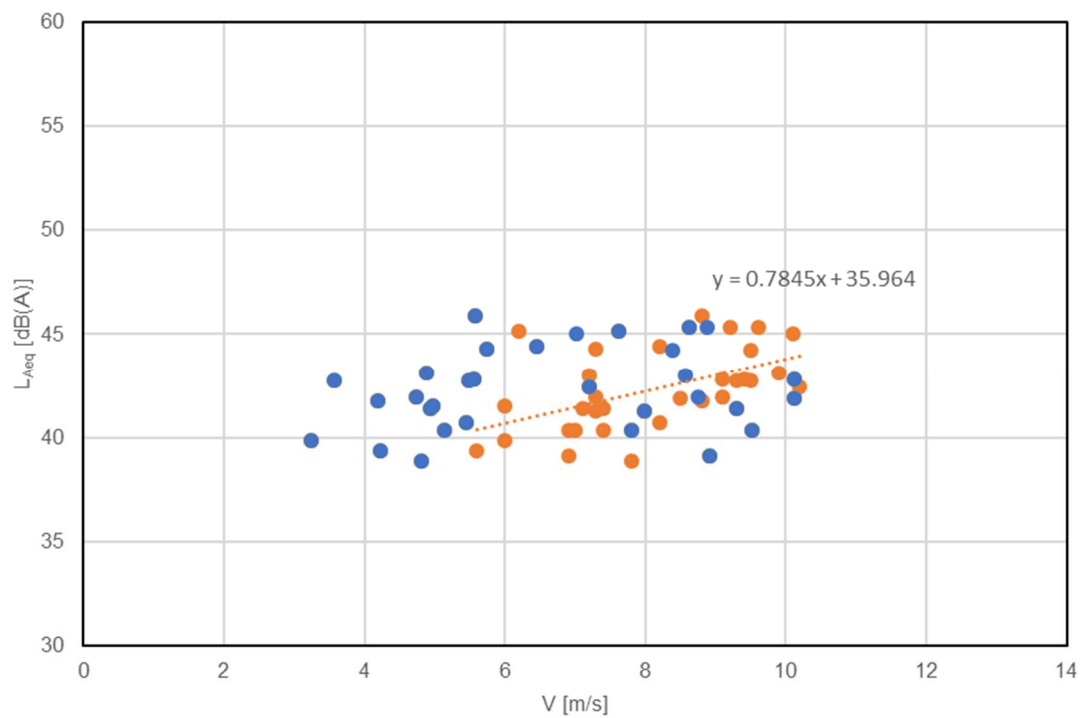
figuur 4 geluidsniveau bij MP1 en geleverd vermogen van WT1



figuur 5 geluidsniveau bij MP5 en geleverd vermogen van WT5



figuur 6 achtergrondgeluidsniveau bij MP1 als functie van de windsnelheid op 10 meter (blauwe punten) en als functie van de windsnelheid, gemeten op de gondel van windturbine 2 (oranje punten)



figuur 7 achtergrondgeluidsniveau op MP5 als functie van de windsnelheid op 10 meter (blauwe punten) en als functie van de windsnelheid, gemeten op de gondel van windturbine 4 (oranje punten)

Op basis van het geleverde elektrisch vermogen en de powercurve van de windturbine bij noise mode 0 (zie [1]) is de windsnelheid op ashoogte (V_H) berekend. Hierbij is rekening gehouden met de buitenluchttemperatuur (ca 20° Celsius) en de luchtdruk (ca 1000 mBar). Het voor achtergrondgeluid gecorrigeerde geluidsniveau is als functie van de windsnelheid op ashoogte uitgezet in figuur 8 en figuur 9.

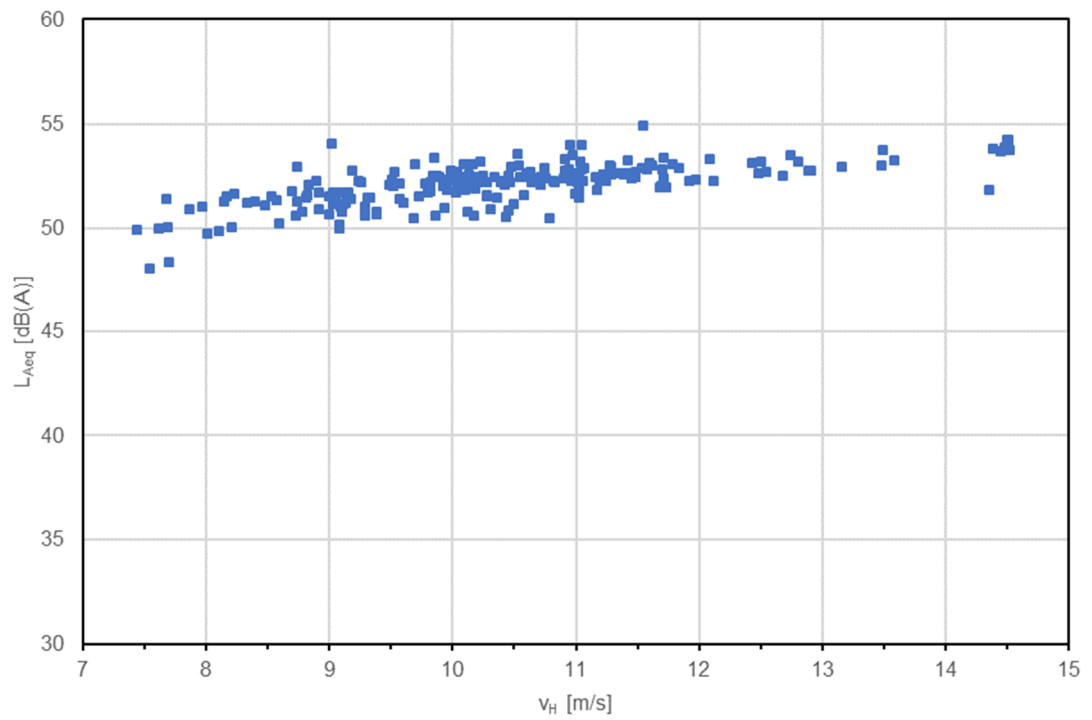
Conform het meet- en rekenvoorschrift is lineaire regressie toegepast op de bins met een waarde van 7 t/m 14 m/s en een binbreedte van 1 m/s. Met de regressieformules in de vorm van $L_{Aeq,WT} = a V_H + b$ is de geluidsbelasting bij gehele waarden van 7 tot en met 14 m/s berekend. Het resultaat is weergegeven in tabel II (windturbine 1) en tabel III (windturbine 5).

tabel II *gemeten geluidsniveau; windturbine 1*

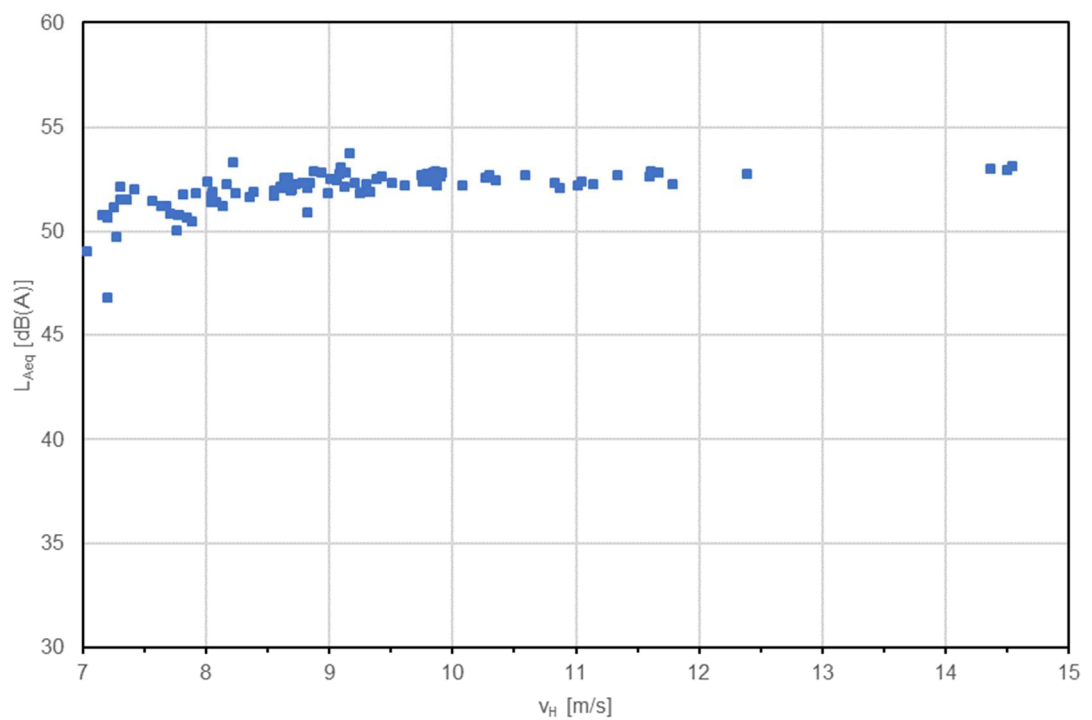
V_H [m/s]	a	b	$L_{Aeq,WT}$ [dB(A)]
7	geen data	geen data	geen data
8	2,5608	29,996	50,5
9	-0,0453	51,888	51,5
10	-0,0293	52,392	52,1
11	0,2293	50,01	52,5
12	-0,2928	56,278	52,8
13	0,3328	48,714	53,0
14	0,6540	44,260	53,4

tabel III *gemeten geluidsniveau; windturbine 5*

V_H [m/s]	a	b	$L_{Aeq,WT}$ [dB(A)]
7	3,4831	25,419	49,8
8	1,7703	37,39	51,6
9	0,5181	47,689	52,4
10	0,1306	51,243	52,5
11	0,0547	51,791	52,4
12	0,0184	52,446	52,7
13	geen data	geen data	geen data
14	0,4831	46,017	52,8



figuur 8 gecorrigeerde geluidsniveau bij MP1 als functie van de windsnelheid op ashoogte bij turbine 1



figuur 9 gecorrigeerde geluidsniveau bij MP5 als functie van de windsnelheid op ashoogte bij turbine 5

4.3 Geluidsvermogen

Uit het geluidsdrukkniveau $L_{Aeq,WT}$ is het geluidsvermogensniveau L_{Weq} berekend met

$$(2) \quad L_{Weq} = L_{Aeq,WT} - 6 + 10 \lg(4\pi R_1^2) \text{ en}$$

$$(3) \quad R_1 = \sqrt{180^2 + 135^2}, \text{ dus}$$

$$(4) \quad L_{Weq} = L_{Aeq,WT} + 52,0$$

Het resultaat is verwerkt in tabel IV en tabel V. De waarden worden vergeleken met de specificaties van de windturbine. De laatste kolom van de tabel bevat het verschil tussen de gemeten en de gespecificeerde waarden.

tabel IV *toetsing van de gemeten geluidsvermogens bij windturbine 1*

Wind speed at HH [m/s]	Sound Power Level at HH gemeten [dB(A)]	Sound Power Level at HH specificaties [dB(A)]	verschil [dB]
7	geen data	100,1	--
8	102,5	102,0	0,5
9	103,5	103,3	0,2
10	104,1	104,1	0,0
11	104,6	104,5	0,1
12	104,8	104,8	0,0
13	105,1	105,0	0,1
14	105,3	105,0	0,3

tabel V *toetsing van de gemeten geluidsvermogens bij windturbine 5*

Wind speed at HH [m/s]	Sound Power Level at HH gemeten [dB(A)]	Sound Power Level at HH specificaties [dB(A)]	verschil [dB]
7	101,8	100,1	1,7
8	103,6	102,0	1,6
9	104,4	103,3	1,1
10	104,6	104,1	0,5
11	104,4	104,5	-0,1
12	104,7	104,8	-0,1
13	geen data	105,0	--
14	104,8	105,0	-0,2

4.4 Bespreking van de resultaten

Uit tabel IV blijkt dat de gemeten waarden bij windturbine 1 zeer goed overeenkomen met de specificaties van de windturbine. Het verschil bedraagt maximaal 0,5 dB. Dit is ruim binnen de gebruikelijke meetnauwkeurigheid².

In tabel V zien we dat het gemeten geluidsvermogen van windturbine 5 bij $V_H=7, 8$ en 9 m/s meer dan 1 dB hoger is dan de gespecificeerde waarde. Wij verwachten echter dat deze “overschrijding” niet kan worden toegewezen aan een afwijking bij de windturbine, maar vooral een meettechnische achtergrond heeft. We lichten dit in de volgende alinea toe.

De analyse is, conform het reken- en meetvoorschrift, gedaan op basis van 1 minuutwaarden. Binnen deze meetintervallen fluctueerde het geleverde vermogen van windturbine 5 vrij fors. Deze fluctuaties waren bij windturbine 1 veel minder groot. De verklaring voor het variabele windaanbod is dat windturbine 5 in het zog van de andere turbines van het windpark stond. Wanneer sprake is van fluctuerende geluidsniveaus leidt de methodiek tot een overschatting. Dit komt doordat energetische middeling van de geluidsniveaus tot gevolg heeft dat “luide” perioden zwaarder wegen dan “stille” perioden. Dit effect komt niet tot uitdrukking bij relatief hoge windsnelheden, omdat de geluidsemissie bij hoge windsnelheden niet sterk varieert met de windsnelheid. Bij lage windsnelheden is dat wel het geval, wat tot gevolg heeft dat het geluidsniveau wordt overschat.

Ter informatie zijn de relatieve geluidsspectra bij $V_H=12$ m/s opgenomen in de bijlage.

² De nauwkeurigheid van de meetketen bedraagt volgens IEC-651 ± 1 dB(A). Bij geluidsmetingen die in het kader van toezicht en handhaving plaatsvinden, dient, in het voordeel van het bedrijf, uitgegaan te worden van de bovengrens van deze nauwkeurigheidsmarge.

5 Conclusies en aanbevelingen

We kunnen uit de metingen concluderen dat windturbine 1 voldoet aan de geluidsspecificaties. Bij windturbine 5 zien we weliswaar een afwijking bij een windsnelheid van 7, 8 en 9 m/s. Maar dit is waarschijnlijk het gevolg van de sterk variabele windsnelheid in combinatie met de middelingstijd van 1 minuut. Indien nodig kan deze aanname worden getoetst door metingen te verrichten bij omstandigheden die beter geschikt zijn om het geluidsvermogen bij lagere windsnelheden vast te stellen of door af te wijken van het meet- en rekenvoorschrift³ en een middelingstijd van 10 seconden toe te passen.

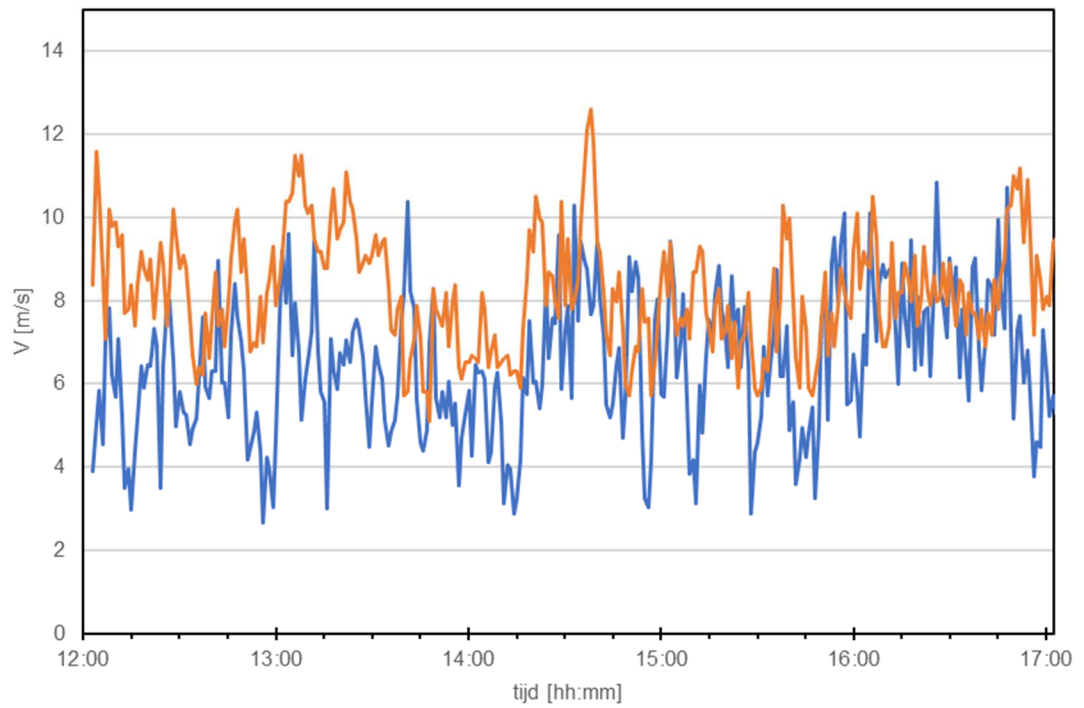
³ Bij metingen die volgens de internationale norm IEC-61400-13, Editie 3 plaatsvinden wordt ook gemiddeld over 10 seconden

6 Literatuurgegevens

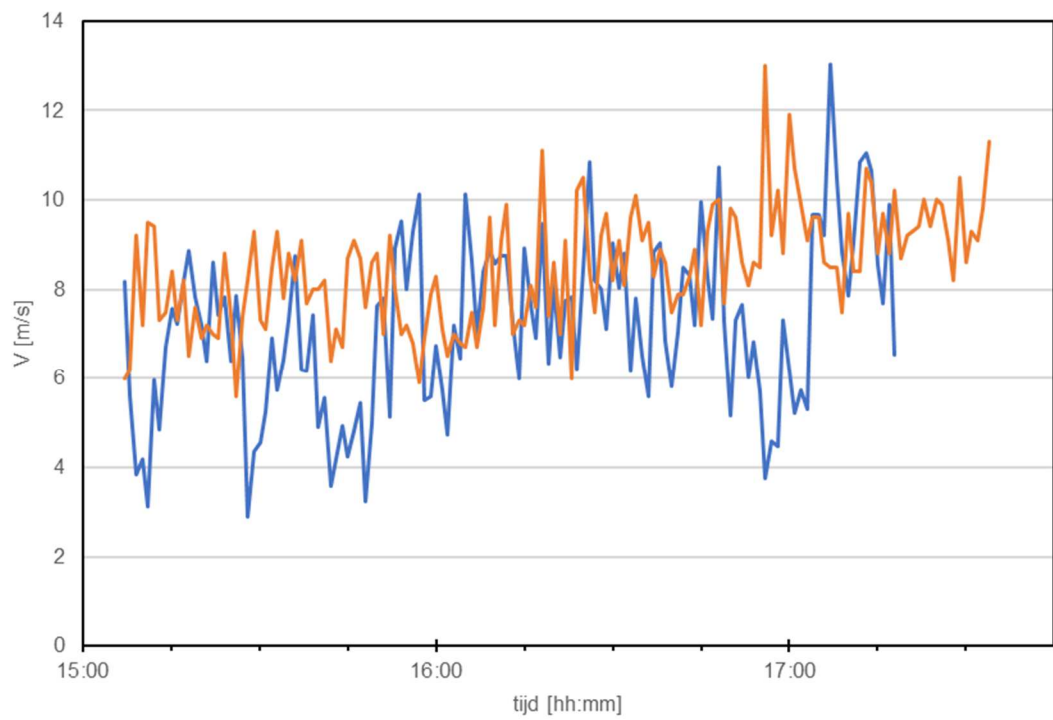
- [1] Data Sheet ENERCON Wind Energy Converter E-126 EP4 / 4200 kW Operating Modes 0 s, I s, II s and Power-Reduced Operation with TES (Trailing Edge Serrations), Enercon, D0390063-2, 2016-09-28
- [2] Data Sheet ENERCON Wind Energy Converter E-126 EP4 / 4200 kW One-Third Octave Band Level Operating Modes 0 s, I s, II s and Power-Reduced Operation with TES (Trailing Edge Serrations), Enercon, D0425612-3, 2016-10-12

Bijlage A

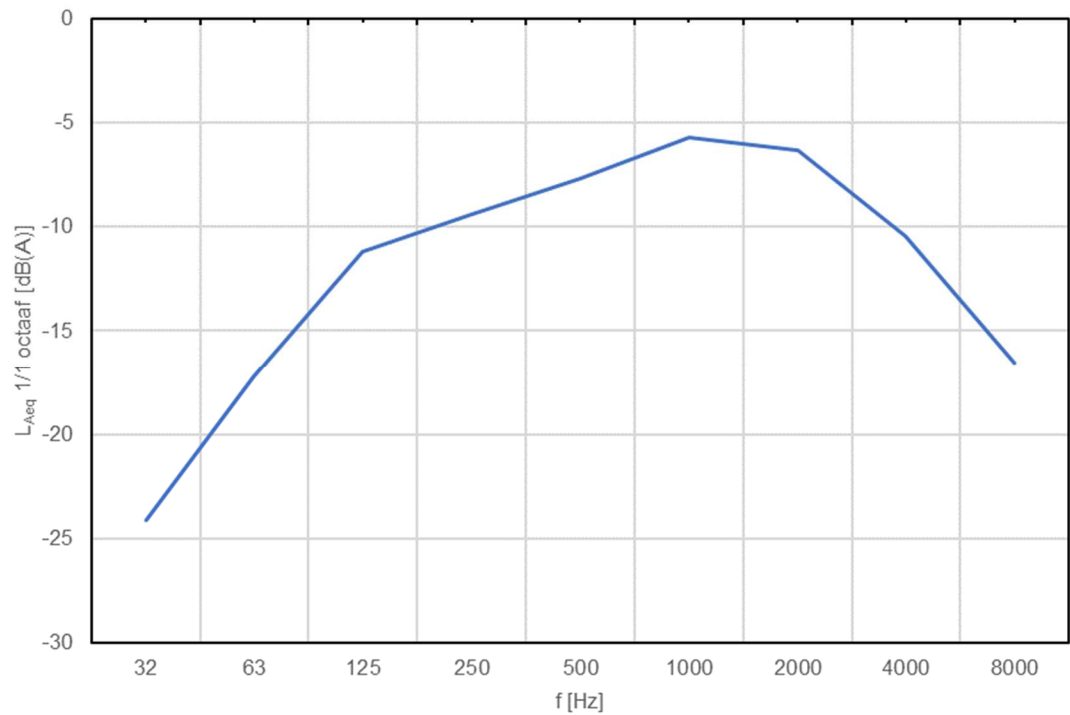
Figuren



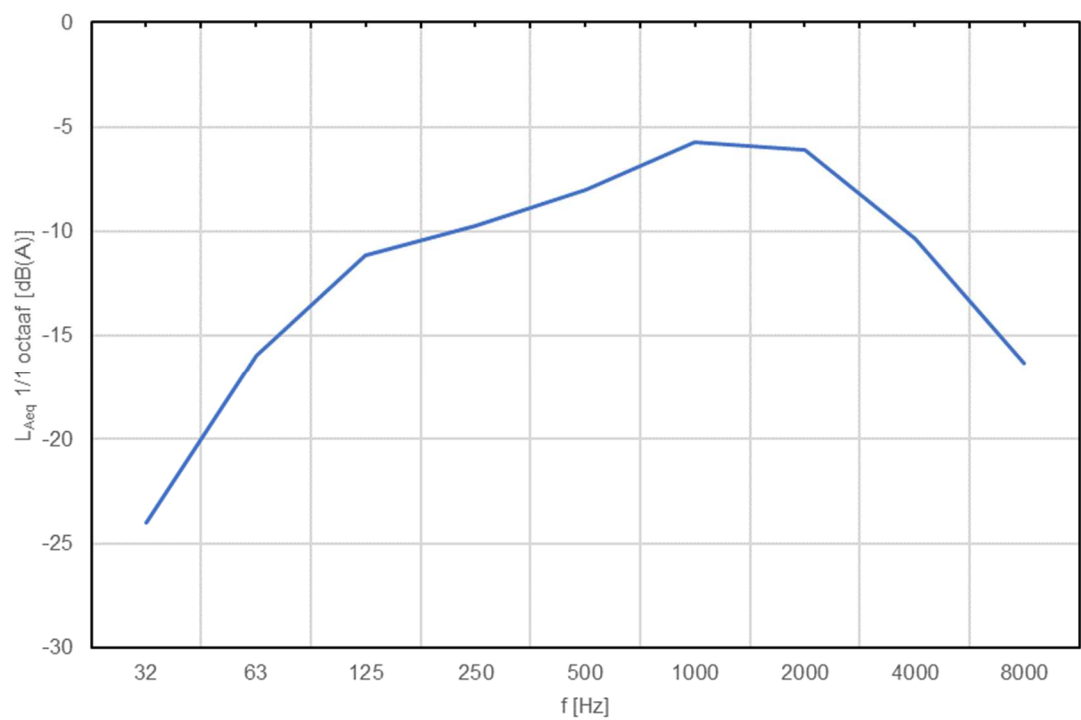
figuur 11 gemeten windsnelheid bij het fietspad (blauw) en op de gondel van WT2(oranje)



figuur 12 gemeten windsnelheid bij het fietspad (blauw) en op de gondel van WT4 (oranje)



figuur 13 gemeten relatieve 1/1 octaafbandspectrum van windturbine 1 bij $V_H=12$ m/s



figuur 14 gemeten relatieve 1/1 octaafbandspectrum van windturbine 5 bij $V_H=12$ m/s