

Brouwer 1
5521 DK Eersel

T +31 (0) 618245726
E e.philippens@tecmap.nl
www.tecmap.nl

K.v.K 70589895
IBAN NL86 RABO 326 7949 99

Referentie 20220140-2
Titel Hogebiezendijk 23 te IJsselstein
Akoestisch onderzoek

Datum 16 juni 2022

Opdrachtgever Mts Bos-Kuijt
Hogebiezendijk 23
3401 RS IJsselstein

Contactpersoon Theo van den Brink (Vanwestreenen)

Behandeld door ir. E.H.J. Philippens
Tel: + 31 (0)6 18 24 57 26

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Uitgangspunten onderzoek	4
2.1	Beschrijving situering inrichting	4
3	Toetsing	5
4	Rekenmodel	7
4.1	Immissiepunten	7
4.2	Objecten, schermen en bodemvlakken	7
4.3	Geluidbron (windmolen)	7
5	Rekenresultaten en toetsing	8
6	Conclusie en samenvatting	9

Figuren

Figuur 1	situering inrichting
Figuur 2	overzicht indeling inrichtingsterrein
Figuur 3	overzicht rekenmodel met positie rekenpunten
Figuur 4	overzicht rekenmodel met positie objecten, bodemvlakken en schermen
Figuur 5	overzicht rekenmodel met positie windmolen

Bijlagen

Bijlage 1	Invoergegevens rekenmodel
Bijlage 2	rekenresultaten
Bijlage 3	berekening bronsterkte windmolen

1 Inleiding

In opdracht van Mts. Bos-Kuijt en in samenwerking met Vanwestreenen BV is voor het agrarische bedrijf aan de Hogebeezendijk 23 te IJsselstein een akoestisch onderzoek uitgevoerd. Het onderzoek is noodzakelijk in verband met de voorgenomen plaatsing van een windmolen.

Het onderzoek is uitgevoerd conform de regels uit 'Handleiding meten en rekenen industrielawaai' (1999). De ter plaatse van woningen berekende geluidbijdrage is getoetst aan de grenswaarden uit het Activiteitenbesluit.

In de voorliggende rapportage worden de uitgangspunten, rekenresultaten en toetsing van het akoestisch onderzoek beschreven.

2 Uitgangspunten onderzoek

Ten behoeve van het onderzoek is gebruik gemaakt van de volgende gegevens:

- [1]. Handleiding meten en rekenen industrielawaai (1999)
- [2]. Plattegrondtekening nieuwe situatie
- [3]. Geluidmetingen aan de windturbine type Bestwind 10 van BestWatt BV opgesteld door Antea d.d. 2 augustus 2021 (projectnummer 0437717/101)

2.1 Beschrijving situering inrichting

Het agrarische bedrijf is gelegen aan de Hogebeezendijk 23 te IJsselstein. De meeste woningen van derden liggen op redelijke afstand van het bedrijf in noordelijke, oostelijke, westelijke en zuidelijke richting. De dichtstbijzijnde geluidgevoelige bestemming ligt aan de Hogebeezendijk 86 ten westen van de inrichting op een afstand van circa 178 meter van de molen.

De globale situering van het agrarische bedrijf is weergegeven in figuur 1.

De molen is ten oosten van de stallen geprojecteerd en heeft een ashoogte van 15 meter en 3 wieken.

Figuur 2 geeft een overzicht van de positie van de windmolen binnen het bedrijfsterrein.

3 Toetsing

Sinds 1 januari 2011 vallen alle windturbines met een rotordiameter groter dan 2 meter onder de geluidregelgeving voor windturbines in het Activiteitenbesluit milieubeheer, kortweg het Activiteitenbesluit. Bij windturbines die onderdeel uitmaken van een vergunningplichtige inrichting geldt ook het beschermingsniveau uit paragraaf 3.2.3. van het Activiteitenbesluit. Het geluid van windturbines is volledig geregeld met de voorschriften uit het Activiteitenbesluit. De geluidvoorschriften uit de omgevingsvergunning milieu zijn niet van toepassing op windturbines.

In artikel 3.14a eerste lid is het volgende opgenomen:

Een windturbine of een combinatie van windturbines voldoet ten behoeve van het voorkomen of beperken van geluidhinder aan de norm van ten hoogste 47 dB L_{den} en aan de norm van ten hoogste 41 dB L_{night} op de gevel van gevoelige gebouwen, tenzij deze zijn gelegen op een gezondeerd industrieterrein, en bij gevoelige terreinen op de grens van het terrein.

In artikel 3.15 lid 1 is bepaald dat de metingen van de geluidemissie ter bepaling van de bronsterkte van een windturbine wordt uitgevoerd overeenkomst de ministeriele regeling. In artikel 3.14b van de regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer is aangegeven op welke wijze de bepaling van de geluidbelasting van een windmolen moet plaats vinden.

De geluidsemissie van windturbines is afhankelijk van de windsnelheid ter hoogte van de as van de rotor. Voor de exacte bepaling van de jaargemiddelde situatie is het daarom van belang om emissiegegevens te verwerven, behorende bij een groot aantal verschillende windsnelheden.

Voor wat betreft de overdrachtsberekeningen is in de regeling aansluiting gezocht bij de Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai, uitgave 1999 van het Ministerie van VROM en specifiek Methode II.8, die de verzwakkingstermen bij gunstige overdrachts-omstandigheden beschrijft. In de standaard rekenmethode is (behoudens enkele tekstuele aanpassingen) de Handleiding integraal overgenomen.

De meteocorrectie, die geen onderdeel uitmaakt van methode II.8, is wel gewijzigd. De reden hiervoor is dat de verdeling van de windrichting over de windroos niet symmetrisch is. In Nederland is het zuidwesten de overheersende windrichting. Deze windrichting komt niet alleen het meest voor, maar ook de krachtigste winden komen uit die windstreek. Bij overdracht over grote afstanden is gemiddelde overdrachtdemping in noordoostelijke richting hierdoor lager dan in andere richtingen. Bij andere bronnen dan windturbines (wegen, spoorwegen, industrieterreinen) is dit effect zo klein dat het wordt verwaarloosd. Bij vrijwel alle windturbines neemt de geluidsproductie echter sterk toe met de windsnelheid en doordat de krachtigste winden uit het zuidwesten komen, bestaat er een correlatie tussen geluidsproductie en overdrachtsrichting. Dit leidt er toe dat het effect van een verhoogde geluidbelasting in noordoostelijke richting wordt versterkt. In geval van windturbines is de asymmetrische verdeling van de windrichting verdisconteerd door meteocorrectieterm afhankelijk te stellen van de richting van de ontvanger ten opzichte van de bron. Het effect hiervan treedt in werking bij grote afstanden tussen windturbine en ontvanger.

De invloed van dit effect is tot een afstand van 1 km klein. Er is volstaan met een (volledige) berekening volgens de Handleiding met het rekenpakket Geomilieu module Industrielawaai. Vervolgens zijn de rekenresultaten gecorrigeerd voor het verschil in meteocorrectie.

Het equivalente geluidsniveau L_{eq} van een windturbine wordt berekend als de som van de jaargemiddelde geluidsemissie L_E , de geluidsoverdracht van de bron naar het beoordelingspunt bij gestandaardiseerde (gunstige) omstandigheden ΣD en de meteocorrectieterm C_{meteo} . De berekening wordt uitgesplitst per dag-, avond- en nachtperiode.

De emissieterm wordt bepaald uit de convolutie van het windsnelheidsafhankelijke geluidsvermogen en de langjaargemiddelde lokale windsnelheidsverdeling op ashoogte. Indien de bron niet kan worden gekenmerkt door een zuivere monopool en dus niet in alle richtingen gelijkmatig uitstraalt, kan de richtingsindex worden meegewogen.

4 Rekenmodel

Als basis voor de berekeningen is een rekenmodel opgesteld voor de nieuw te realiseren situatie. In het rekenmodel zijn alle relevante objecten, waarneempunten, bodemvlakken, schermen en geluidbronnen opgenomen. Er is gerekend met het rekenpakket Geomilieu versie V2021.1. Dit programma berekent de geluidimmissie volgens methode II.8 zoals beschreven in de Handleiding meten en rekenen industrielawaai van 1999. Er is gerekend met een volledig geluidsabsorberende bodem (1) buiten de ingevoerde harde bodemvlakken.

4.1 Immissiepunten

In het rekenmodel zijn rekenpunten opgenomen ter plaatse van woningen van derden. Hierbij is een beoordelingshoogte van 1,5 meter en 5 meter boven het plaatselijke maaiveld gehanteerd.

De locatie van de gehanteerde beoordelingspunten is weergegeven in figuur 3 en de gedetailleerde invoergegevens zijn opgenomen in bijlage 1.

4.2 Objecten, schermen en bodemvlakken

Voor een gedetailleerd overzicht van de in het rekenmodel opgenomen objecten en bodemvlakken wordt verwezen naar bijlage 1. De posities van deze items is weergegeven in figuur 4. Voor de objecthoogten is gebruik gemaakt van het Actueel Hoogtebestand Nederland (pdok).

4.3 Geluidbron (windmolen)

Het bedrijf wil op het terrein een windturbine plaatsen van het type Bestwind 10 van BestWatt B.V. De windturbine heeft een ashoogte van 15 meter. Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van meetresultaten aan de windmolen uitgevoerd door derden. De meetrapportage is opgenomen in bijlage 3. De meetrapportage heeft betrekking op eenzelfde type windmolen maar met een ashoogte van 20 meter in plaats van 15 meter. Door bij de berekeningen uit te gaan van de meetgegevens van een molen met een ashoogte van 20 meter bij een bronhoogte van 15 meter wordt uitgegaan van een worst-case scenario.

Uit de gegevens blijkt dat bij een windsnelheid van 3 tot 8 meter per seconde sprake is van een bronsterkte van 83 tot 88 dB(A). Met behulp van de rekentool ontwikkeld door M+P kan voor de betreffende locatie bij een ashoogte van 15 meter de lokale windverdelingen worden berekend (distributieve frequentieverdeling waarbij per klasse wordt aangegeven hoe groot de waarschijnlijkheid van die klasse is in de betreffende beoordelingsperiode). Gebruik makend van deze verdeling is de geluidsemissieterm voor de dag-, avond- en nachtperiode berekend. De berekening is opgenomen in bijlage 3. Uit de berekening volgt dat de bronsterkte 84.2 dB voor de dagperiode, 83.6 dB voor de avondperiode en 83.3 dB voor de nachtperiode bedraagt (89.9 dB L_{den}).

5 Rekenresultaten en toetsing

Het resultaat van de berekeningen is opgenomen in bijlage 2 en tabel 5.1.

Tabel 5.1: Overzicht rekenresultaten ter hoogte van woningen

Rekenpunt		L _{den} in dB			L _{night} in dB		
Nr.	Omschrijving	24 uur			Nachtperiode 23.00-07.00 uur		
		Berek.	Norm	Over.	Berek.	Norm	Over.
01	Hogebiezendijk 27	27/28	47	--	21/22	41	--
02	Hogebiezendijk 86	34/34	47	--	28/28	41	--
03	Lage Dijk Zuid 34	23/24	47	--	17/18	41	--
04	Hogebiezendijk 84a	30/31	47	--	24/25	41	--
05	Lage Dijk Zuid 30	19/22	47	--	12/15	41	--
06	Lage Dijk Zuid 32	22/22	47	--	16/16	41	--
07	Hogebiezendijk 82	22/24	47	--	18/18	41	--
08	Lage Dijk Zuid 36	18/24	47	--	12/18	41	--

Berek. Berekenende geluidniveaus bij een waarneemhoogte van 1,5 en 5 meter

Over. Berekenende overschrijding ten opzichte van de voorgestelde norm

Uit de berekeningen (zie bijlage 2 en tabel 5.1) blijkt dat op de gevels van woningen een geluidbelasting L_{den} wordt berekend van maximaal 34.3 dB en een L_{night} van maximaal 28.4 dB. Deze bijdrage ontstaat bij de woning aan de Hogebiezendijk 86 die op relatief korte afstand van de inrichting is gelegen. Wanneer wordt rekening gehouden met eventueel een mogelijk extra hinderlijkheid vanwege tonale componenten in het spectrum dan bedraagt het L_{den} 39 dB en de L_{night} 33 dB. Alle genoemde berekende waarden zijn lager dan de voorgestelde norm van 47 dB voor L_{den} en 41 dB voor L_{night}.

6 Conclusie en samenvatting

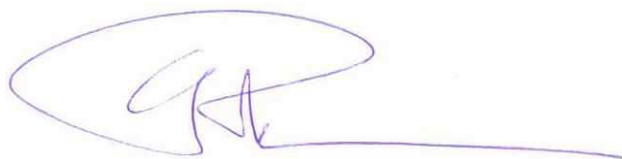
Door TecMaP is een akoestisch onderzoek uitgevoerd naar de geluiduitstraling van de te plaatsen windmolen op het terrein van het bedrijf aan de Hogebeezendijk 23 te IJsselstein.

Op basis van de door de opdrachtgever aangereikte gegevens is een rekenmodel opgesteld. Met dit rekenmodel is de geluidbijdrage ter plaatse van geluidgevoelige bestemmingen bepaald. Uit de rekenresultaten en toetsing blijkt het volgende:

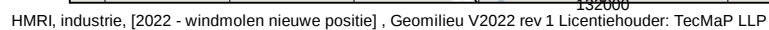
- Ten gevolge van de te plaatsen windmolen ontstaat ter plaatse van woningen een L_{den} van maximaal 34 dB en een L_{night} van maximaal 28 dB.

Uit bovenstaande blijkt dat wordt voldaan aan de grenswaarden uit het Activiteitsbesluit (artikel 3.14a).

TecMaP



ir. E.H.J. Philippens
Senior adviseur



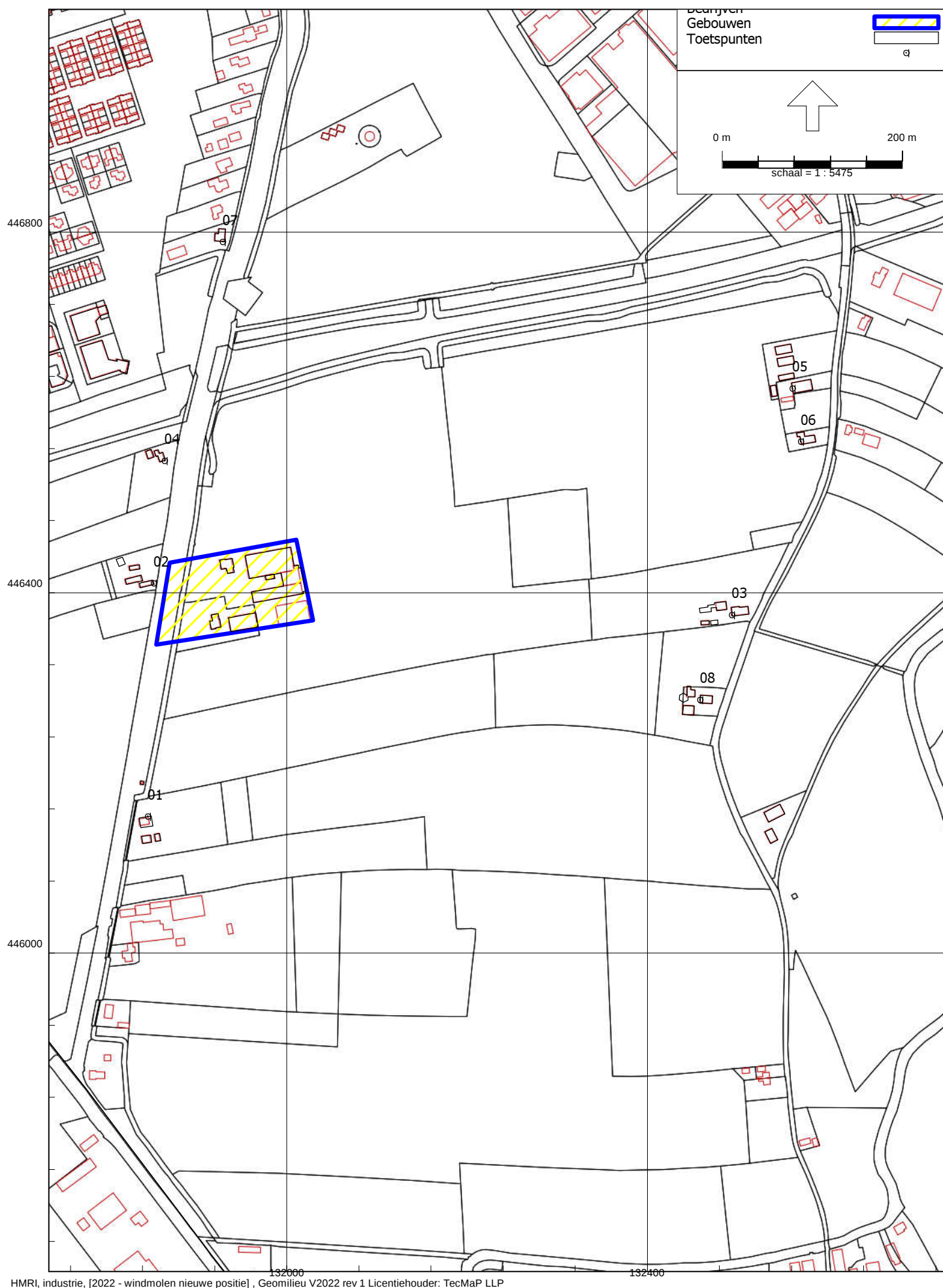
figuur 1: globale positie bedrijf binnen de gemeente

Bijlagen

Bijlage 3: Bronsterkteberekeningen

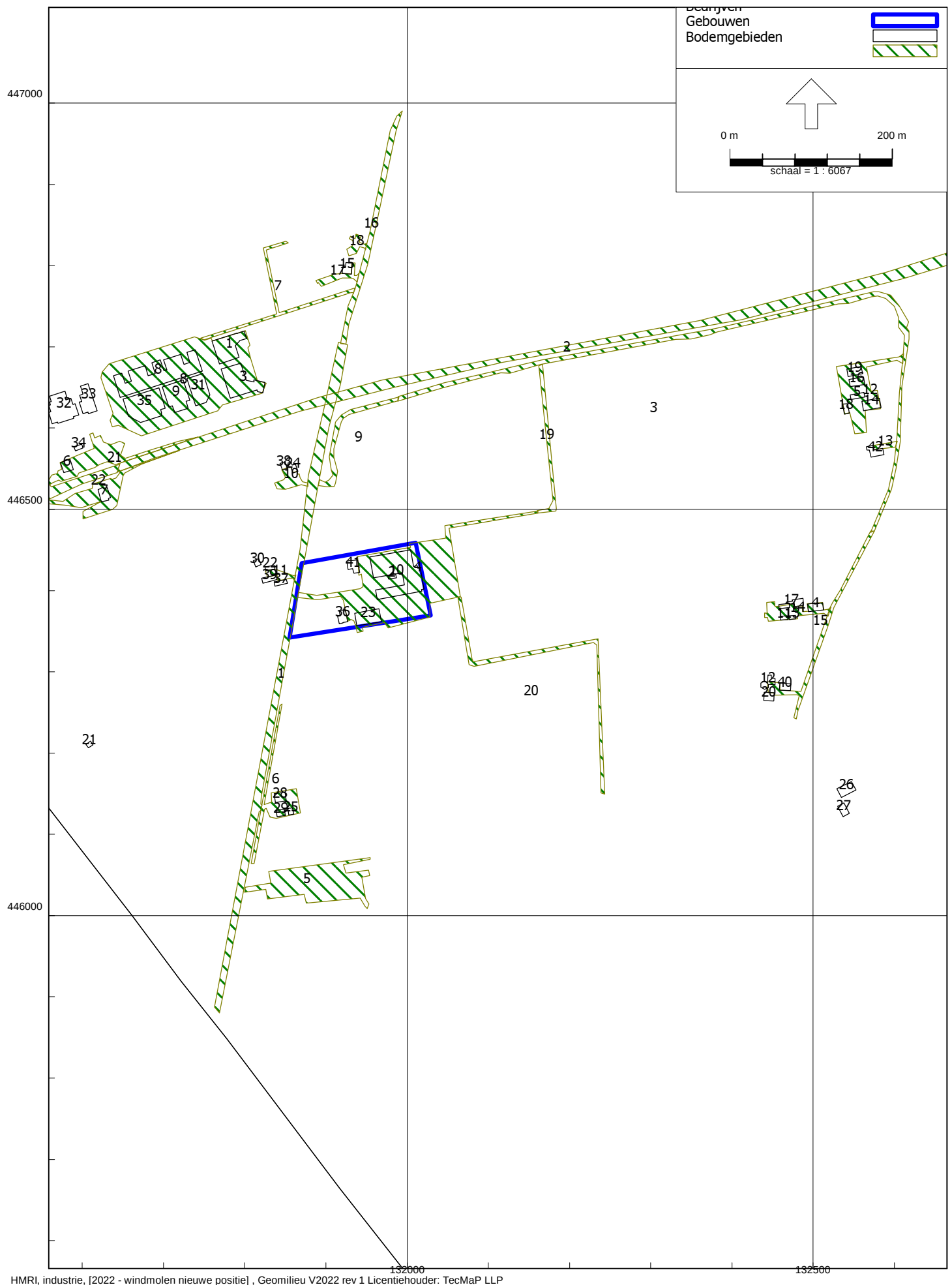
In deze bijlage is de bronsterkteberekening opgenomen voor de windmolen inclusief de aangeleverde technische informatie.

X/Y coord,	vanuit rekentool M+P								
	132030,6	446375		ashoogte	15 meter				
	windsnelheidsverdeling [%]								
windsnelheidsklasse [m/s]	dag	avond	nacht	bronsterkte Lwa		Le, dag	Le, avond	Le, nacht	
1	5,224	5,987	7,962			-99	-99	-99	
2	12,649	15,106	17,646			-99	-99	-99	
3	17,944	24,106	23,946	82,8	Vci	75,3	76,6	76,6	
4	18,368	20,996	19,265	83,2		75,9	76,4	76,1	
5	15,941	13,599	11,481	84,5		76,5	75,8	75,1	
6	11,904	8,148	7,485	86,0		76,7	75,1	74,7	
7	7,628	4,813	4,836	87,2		76,0	74,0	74,1	
8	4,481	2,861	2,985	87,6	vrated	74,1	72,1	72,3	
9	2,515	1,760	1,854	87,6		71,6	70,0	70,2	
10	1,492	1,194	1,191	87,6		69,3	68,3	68,3	
11	0,880	0,743	0,698	87,6		67,0	66,3	66,0	
12	0,465	0,341	0,366	87,6		64,2	62,9	63,2	
13	0,243	0,155	0,151	87,6		61,4	59,5	59,3	
14	0,122	0,097	0,080	87,6		58,4	57,4	56,6	
15	0,070	0,041	0,032	87,6		56,0	53,7	52,6	
16	0,034	0,020	0,015	87,6		52,9	50,6	49,3	
17	0,014	0,011	0,008	87,6		49,0	48,0	46,6	
18	0,007	0,015	0,005	87,6		46,0	49,3	44,5	
19	0,000	0,005	0,000	87,6		-99,0	44,5	-99,0	
20	0,003	0,001	0,000	87,6		42,3	37,6	-99,0	
21	0,001	0,000	0,000	87,6	vcutout	37,6	-99,0	-99,0	
22	0,000	0,000	0,000			-99,0	-99,0	-99,0	
23	0,000	0,000	0,000			-99,0	-99,0	-99,0	
24	0,000	0,000	0,000			-99,0	-99,0	-99,0	
25	0,000	0,000	0,000			-99,0	-99,0	-99,0	
	100	100	100			84,2	83,6	83,3	89,9
						Le,dag	Le, evening	Le, night	LE,den
						Jaargemiddelde bronsterkte			



HMRI, industrie, [2022 - windmolen nieuwe positie] , Geomillieu V2022 rev 1 Licentiehouder: TecMaP LLP

figuur 3: Overzicht rekenmodel met positie rekenpunten



HMRI, industrie, [2022 - windmolen nieuwe positie] , Geomilieu V2022 rev 1 Licentiehouder: TecMaP LLP

figuur 4: Overzicht rekenmodel met positie objecten en bodemvlakken



HMRI, industrie, [2022 - windmolen nieuwe positie] , Geomilieu V2022 rev 1 Licentiehouder: TecMaP LLP

figuur 5: Overzicht rekenmodel met positie windmolen

Bijlagen



Bijlage 1: invoergegevens rekenmodel

Deze bijlage bevat alle voor het onderzoek relevante details van het rekenmodel dat gebruikt is voor de berekeningen.

bijlage 1

Model: windmolen nieuwe positie
 Groep: (hoofdgroep)
 Lijst van Gebouwen, voor rekenmethode Industrielawaai - HMRI, industrie

Naam	Omschr.	X-1	Y-1	Hoogte	Maaiveld	Cp	Refl. 63	Refl. 125	Refl. 250	Refl. 500	Refl. 1k	Refl. 2k	Refl. 4k
26	NL.TOP10NL.100927886	132534,61	446145,47	3,96	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
27	NL.TOP10NL.100926612	132536,64	446121,68	5,32	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
28	NL.TOP10NL.100924302	131837,77	446139,07	5,56	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
29	NL.TOP10NL.100936002	131840,12	446121,63	3,12	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
25	NL.TOP10NL.100933080	131854,52	446123,77	2,89	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
21	NL.TOP10NL.126772892	131613,12	446210,17	2,83	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
41	NL.TOP10NL.100925040	131939,27	446438,03	5,72	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
22	NL.TOP10NL.100925943	131825,97	446424,54	3,67	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
23	NL.TOP10NL.100930056	131938,22	446356,55	4,86	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
24	NL.TOP10NL.100933390	131857,23	446558,28	6,00	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
30	NL.TOP10NL.100932365	131813,67	446429,15	4,15	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
38	NL.TOP10NL.100926134	131846,35	446548,26	2,88	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
37	NL.TOP10NL.100927031	131837,41	446405,62	6,00	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
36	NL.TOP10NL.100936074	131921,09	446360,78	5,60	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
39	NL.TOP10NL.102436300	131820,82	446414,92	3,93	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
31	NL.TOP10NL.102436301	131728,69	446660,69	7,12	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
32	NL.TOP10NL.102436110	131558,68	446619,45	6,78	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
33	NL.TOP10NL.102436111	131596,54	446640,27	6,56	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
34	NL.TOP10NL.102436197	131589,80	446576,98	3,89	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
35	NL.TOP10NL.102449283	131650,28	446635,39	7,71	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
6	NL.TOP10NL.102449288	131573,20	446557,66	5,37	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
7	NL.TOP10NL.102449290	131625,67	446527,28	5,34	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
8	NL.TOP10NL.102449291	131638,57	446664,18	7,86	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
9	NL.TOP10NL.119688415	131727,84	446632,83	7,21	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
10	NL.TOP10NL.100931757	132004,30	446450,34	5,35	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
1	NL.TOP10NL.123790005	131793,04	446686,90	0,91	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
2	NL.TOP10NL.123789975	131986,74	446415,84	1,13	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
3	NL.TOP10NL.123789933	131802,09	446658,86	0,41	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
4	NL.TOP10NL.100933365	132494,15	446373,98	6,00	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
5	NL.TOP10NL.100932852	132546,46	446634,90	3,80	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
16	NL.TOP10NL.100926422	132545,52	446650,87	2,43	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
17	NL.TOP10NL.100932385	132471,06	446379,09	4,32	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
18	NL.TOP10NL.100932915	132542,46	446630,21	3,85	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
19	NL.TOP10NL.100935085	132543,19	446663,56	3,03	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
20	NL.TOP10NL.100927571	132439,12	446264,77	4,88	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
11	NL.TOP10NL.100934189	132468,96	446364,46	3,76	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
40	NL.TOP10NL.102450796	132458,35	446277,51	6,00	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
12	NL.TOP10NL.102450797	132435,43	446281,28	3,09	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
13	NL.TOP10NL.100934189	132470,16	446368,78	3,76	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
14		132583,49	446625,14	6,00	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
42		132586,92	446567,41	6,00	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
15		131931,24	446789,54	6,00	0,00	0 dB	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80

bijlage 1

Model: windmolen nieuwe positie
Groep: (hoofdgroep)
Lijst van Bodemgebieden, voor rekenmethode Industrielawaai - HMRI, industrie

Naam	Omschr.	X-1	Y-1	Bf
1		131926,82	446702,35	0,00
2		132750,26	446842,45	0,00
3		131988,59	446633,19	0,00
4		131865,13	446391,55	0,00
5		131800,79	446034,89	0,00
6		131846,02	446260,36	0,00
7		131853,87	446827,77	0,00
8		131634,36	446609,63	0,00
9		131892,52	446536,56	0,00
10		131877,74	446528,23	0,00
11		131862,97	446419,43	0,00
12		132611,51	446691,47	0,00
13		132603,66	446583,87	0,00
14		132442,58	446385,46	0,00
15		132479,31	446242,14	0,00
16		131994,01	446990,04	0,00
17		131940,86	446790,10	0,00
18		131950,33	446827,21	0,00
19		132166,97	446678,44	0,00
20		132243,35	446149,24	0,00
21		131621,80	446555,38	0,00
22		131520,40	446497,35	0,00

bijlage 1

Model: windmolen nieuwe positie
Groep: (hoofdgroep)
Lijst van Toetspunten, voor rekenmethode Industrielawaai - HMRI, industrie

Naam	Omschr.	X	Y	Maaiveld	Hoogte A	Hoogte B	Hoogte C	Gevel
01	Hogebiezendijk 27	131846,02	446151,54	0,00	1,50	5,00	--	Ja
02	Hogebiezendijk 86	131852,30	446410,51	0,00	1,50	5,00	--	Ja
03	Lage Dijk Zuid 34	132493,88	446375,48	0,00	1,50	5,00	--	Ja
04	Hogebiezendijk 84a	131864,19	446546,47	0,00	1,50	5,00	--	Ja
05	Lage Dijk Zuid 30	132561,05	446626,48	0,00	1,50	5,00	--	Ja
06	Lage Dijk Zuid 32	132570,24	446567,74	0,00	1,50	5,00	--	Ja
07	Hogebiezendijk 82	131928,65	446789,63	0,00	1,50	5,00	--	Ja
08	Lage Dijk Zuid 36	132458,50	446280,98	0,00	1,50	5,00	--	Ja

bijlage 1

Model: windmolen nieuwe positie
Groep: (hoofdgroep)
Lijst van Puntbronnen, voor rekenmethode Industrielawaai - HMRI, industrie

Naam	Omschr.	X	Y	Hoogte	Maaiveld	Type	Richt.	Hoek	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)	Lwr 31	Lwr 63	Lwr 125	Lwr 250	Lwr 500
01	windmolen	132030,63	446375,05	15,00	0,00	Normale puntbron	0,00	360,00	0,00	0,60	0,90	53,20	62,20	69,10	75,60	78,00

bijlage 1

Model: windmolen nieuwe positie
Groep: (hoofdgroep)
Lijst van Puntbronnen, voor rekenmethode Industrielawaai - HMRI, industrie

Naam	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Lwr Totaal
01	79,20	76,10	74,40	63,30	84,20

bijlage 1

Rapport: Lijst van model eigenschappen
Model: windmolen nieuwe positie

Model eigenschap	
Omschrijving	windmolen nieuwe positie
Verantwoordelijke	emile
Rekenmethode	#2 Industrielawaai HMRI, industrie
Aangemaakt door	emile op 20-3-2022
Laatst ingezien door	emile op 16-6-2022
Model aangemaakt met	Geomilieu V2021.1
Dagperiode	07:00 - 19:00
Avondperiode	19:00 - 23:00
Nachtperiode	23:00 - 07:00
Samengestelde periode	Lden
Waarde	Gem(Dag, Avond + 5, Nacht + 10)
Standaard maaiveldhoogte	0
Rekenhoogte contouren	4
Detailniveau toetspunt resultaten	Bronresultaten
Detailniveau resultaten grids	Groepsresultaten
Meteorologische correctie	Toepassen standaard, 5,0
Standaard bodemfactor	0,0
Absorptiestandaarden	HMRI-II.8
Dynamische foutmarge	--
Clusteren gebouwen	Ja
Verwijderen binnenwanden	Ja
Max.refl.afstand	--
Max.refl.diepte	1

Bijlagen



Bijlage 2: rekenresultaten rekenmodel

Deze bijlage bevat de rekenresultaten wat betreft de L_{den} en L_{night} zoals deze tijdens de representatieve omstandigheden kunnen ontstaan.

Rapport: Resultatentabel
 Model: windmolen nieuwe positie
 LAeq totaalresultaten voor toetspunten
 Groep: (hoofdgroep)
 Groepsreductie: Nee

Naam									
Toetspunt	Omschrijving	X	Y	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden	
08_B	Lage Dijk Zuid 36	132458,50	446280,98	5,00	18,17	17,57	17,27	23,81	
08_A	Lage Dijk Zuid 36	132458,50	446280,98	1,50	11,77	11,17	10,87	17,41	
07_B	Hogebiezendijk 82	131928,65	446789,63	5,00	18,51	17,91	17,61	24,15	
07_A	Hogebiezendijk 82	131928,65	446789,63	1,50	18,10	17,50	17,20	23,74	
06_B	Lage Dijk Zuid 32	132570,24	446567,74	5,00	14,98	14,38	14,08	20,62	
06_A	Lage Dijk Zuid 32	132570,24	446567,74	1,50	15,08	14,48	14,18	20,72	
05_B	Lage Dijk Zuid 30	132561,05	446626,48	5,00	14,65	14,05	13,75	20,29	
05_A	Lage Dijk Zuid 30	132561,05	446626,48	1,50	11,65	11,05	10,75	17,29	
04_B	Hogebiezendijk 84a	131864,19	446546,47	5,00	25,94	25,34	25,04	31,58	
04_A	Hogebiezendijk 84a	131864,19	446546,47	1,50	25,18	24,58	24,28	30,82	
03_B	Lage Dijk Zuid 34	132493,88	446375,48	5,00	17,52	16,92	16,62	23,16	
03_A	Lage Dijk Zuid 34	132493,88	446375,48	1,50	17,14	16,54	16,24	22,78	
02_B	Hogebiezendijk 86	131852,30	446410,51	5,00	29,31	28,71	28,41	34,95	
02_A	Hogebiezendijk 86	131852,30	446410,51	1,50	28,84	28,24	27,94	34,48	
01_B	Hogebiezendijk 27	131846,02	446151,54	5,00	23,37	22,77	22,47	29,01	
01_A	Hogebiezendijk 27	131846,02	446151,54	1,50	22,76	22,16	21,86	28,40	

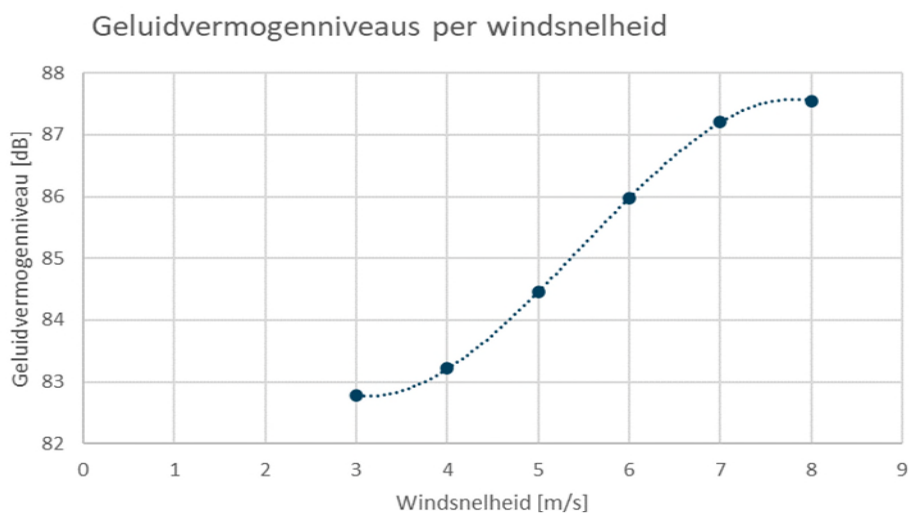
Alle getoonde dB-waarden zijn A-gewogen

Bijlagen

Bijlage 3: Bronsterkteberekeningen

In deze bijlage is de bronsterkteberekening opgenomen voor de windmolen inclusief de aangeleverde technische informatie.

X/Y coord,	vanuit rekentool M+P								
	132030,6	446375		ashoogte	15 meter				
	windsnelheidsverdeling [%]								
windsnelheidsklasse [m/s]	dag	avond	nacht	bronsterkte Lwa		Le, dag	Le, avond	Le, nacht	
1	5,224	5,987	7,962			-99	-99	-99	
2	12,649	15,106	17,646			-99	-99	-99	
3	17,944	24,106	23,946	82,8	Vci	75,3	76,6	76,6	
4	18,368	20,996	19,265	83,2		75,9	76,4	76,1	
5	15,941	13,599	11,481	84,5		76,5	75,8	75,1	
6	11,904	8,148	7,485	86,0		76,7	75,1	74,7	
7	7,628	4,813	4,836	87,2		76,0	74,0	74,1	
8	4,481	2,861	2,985	87,6	vrated	74,1	72,1	72,3	
9	2,515	1,760	1,854	87,6		71,6	70,0	70,2	
10	1,492	1,194	1,191	87,6		69,3	68,3	68,3	
11	0,880	0,743	0,698	87,6		67,0	66,3	66,0	
12	0,465	0,341	0,366	87,6		64,2	62,9	63,2	
13	0,243	0,155	0,151	87,6		61,4	59,5	59,3	
14	0,122	0,097	0,080	87,6		58,4	57,4	56,6	
15	0,070	0,041	0,032	87,6		56,0	53,7	52,6	
16	0,034	0,020	0,015	87,6		52,9	50,6	49,3	
17	0,014	0,011	0,008	87,6		49,0	48,0	46,6	
18	0,007	0,015	0,005	87,6		46,0	49,3	44,5	
19	0,000	0,005	0,000	87,6		-99,0	44,5	-99,0	
20	0,003	0,001	0,000	87,6		42,3	37,6	-99,0	
21	0,001	0,000	0,000	87,6	vcutout	37,6	-99,0	-99,0	
22	0,000	0,000	0,000			-99,0	-99,0	-99,0	
23	0,000	0,000	0,000			-99,0	-99,0	-99,0	
24	0,000	0,000	0,000			-99,0	-99,0	-99,0	
25	0,000	0,000	0,000			-99,0	-99,0	-99,0	
	100	100	100			84,2	83,6	83,3	89,9
						Le,dag	Le, evening	Le, night	LE,den
						Jaargemiddelde bronsterkte			



Geluidmetingen aan de wind- turbine

Type Bestwind 10 van BestWatt B.V.

projectnummer 0437717.101
definitief revisie 01.1
2 augustus 2021

Geluidmetingen aan de windturbine

Type Bestwind 10 van BestWatt B.V.

projectnummer 0437717.101

definitief revisie 01.1
2 augustus 2021

Opdrachtgever

Van Westreenen B.V.
Anthonie Fokkerstraat 1a
3772 MP BARNEVELD

Projectgroep bestaande uit

D.J.S. Henninger
R.J.M. Pellegrum
V. Huizer
J. Eskens

datum vrijgave	beschrijving revisie 01.1	gecontroleerd	vrijgave
2 augustus '21	definitief, correctie rotordiameter	R.J.M. Pellegrum	J.L.M. Eskens

Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
2	Methode	2
2.1	Meetopstelling en procedure	2
2.2	Metingen stoorgeluid	4
2.3	Analyse	4
2.3.1	Stoorgeluidcorrectie	4
2.3.2	Bepaling windsnelheidsafhankelijk geluidvermogen	5
2.3.3	Geluidvermogen bij windsnelheden hoger dan Vrated	5
3	Metingen en uitgangspunten	7
3.1	Specificaties windturbine en meetlocatie	7
3.2	Gebruikte meetapparatuur	8
3.3	Metingen en meetcondities	8
4	Resultaten	9
4.1	Analyse van de metingen	9
4.1.1	Bepaling van de gemiddelde windsnelheden op ashoogte	9
4.1.2	Stoorgeluidcorrectie	9
4.2	Geluidvermogenniveaus	10
5	Samenvatting en conclusies	11

Bijlage 1 Tekeningen windturbine Bestwind 10

Bijlage 2 Vermogenscurve Bestwind 10

Bijlage 3 Uitwerking naar geluidvermogenniveaus

Bijlage 4 Jaargemiddelde winddistributie meetlocatie

1. Tekeningen windturbine Bestwind 10
2. Vermogenscurve Bestwind 10
3. Uitwerking naar geluidvermogenniveaus
4. Jaargemiddelde winddistributie meetlocatie

1 Inleiding

Deze rapportage beschrijft de geluidmetingen en -analyses ter bepaling van het geluidvermogen-niveau van een mini-windturbine van het type Bestwind 10, fabricaat BestWatt.

Alle geluidmetingen en -analyses zijn verricht conform het Nederlandse Reken- en meetvoorschrift windturbines (hierna: voorschrift). Dit voorschrift is opgenomen in bijlage IV van de Activiteitenregeling milieubeheer.

Het in hoofdstuk 4 en bijlage 2 gepresenteerde (windsnelheidsafhankelijke) geluidvermogen-niveau is te gebruiken bij de uitvoering van akoestische onderzoeken ter prognosticering van de geluidbelasting van geluidgevoelige gebouwen in de omgeving van een dergelijke windturbine.

Uit de metingen en analyses is gebleken dat het geluidvermogen-niveau varieert van 83 dB(A) bij een windsnelheid van 3 m/s tot 88 dB(A) bij een windsnelheid van 8 m/s of meer. Bij een windsnelheid van 8 m/s wordt het nominale vermogen (10 kW) geleverd.

Afbeelding 1: globale meetopstelling (exacte omstandigheden niet representatief voor daadwerkelijk uitgevoerde geluidmetingen)

In bijlage 1 is een verbeelding weergegeven van dit type windturbine.



Leeswijzer:

In hoofdstuk 2 is de meetmethode uitgelegd. Vervolgens is in hoofdstuk 3 informatie over de metingen nader toegelicht, inclusief een verantwoording van de gebruikte meetapparatuur. In hoofdstuk 4 zijn de meetresultaten beschreven. In hoofdstuk 5 is een samenvatting opgenomen.

2 Methode

Het Reken- en meetvoorschrift windturbines uit bijlage IV van de Activiteitenregeling voorziet in een emissiemeetmethode voor het geluid afkomstig van windturbines. Het voorschrift is geschikt voor metingen aan alle windturbines met een horizontale as. In dit hoofdstuk is de emissiemeetmethode van het voorschrift in hoofdlijnen toegelicht.

Het voorschrift is uitsluitend gericht op equivalente geluidniveaus. Volgens het voorschrift zijn piekgeluiden bij windturbines niet relevant. Het karakteristieke geluid van windturbines – en daarmee de mate van hinderlijkheid – is meegenomen bij de normstelling; derhalve biedt het voorschrift windturbines verder geen mogelijkheden om een toeslag toe te kennen voor tonaal of impulsachtig geluid.

2.1 Meetopstelling en procedure

De geluidemissie van windturbines is afhankelijk van de windsnelheid ter hoogte van de as van de rotor. Voor de exacte bepaling van de jaargemiddelde situatie is het daarom van belang om emissiegegevens te verwerven, behorende bij een groot aantal verschillende windsnelheden. Het doel van de meting(en) is het bepalen van het geluidvermogen per octaafband als functie van de windsnelheid op ashoogte. Het voorschrift stelt enkele eisen aan de duur en het aantal metingen:

- Bij de metingen worden de equivalente A-gewogen octaafbandspectra met middenfrequenties van 31,5 tot 8000 Hz vastgesteld over periodes met een duur van minimaal 1,0 minuut.
- De metingen dienen te worden uitgevoerd bij windsnelheden op ashoogte (V_H) die variëren tussen de laagste windsnelheid waarbij de turbine in bedrijf is (cut-in snelheid V_{ci}) en 95% van de windsnelheid, waarbij de turbine juist het nominale vermogen levert (V_{rated}).
- Bij iedere gehele waarde van de windsnelheid V_H (tussen V_{ci} en 95% van V_{rated}) dienen binnen een marge van $\pm 0,5$ m/s ten minste drie metingen te worden verricht.
- De totale meetset bedraagt ten minste 30 metingen van minimaal 1,0 minuut.

Meetopstelling

Het geluidniveau ten gevolge van de windturbine wordt in ieder geval op één verplichte positie (P1, referentiemeetpunt) bepaald. De afstand is circa:

$$2.1) R_0 = H + \frac{D}{2} \text{ [m]}$$

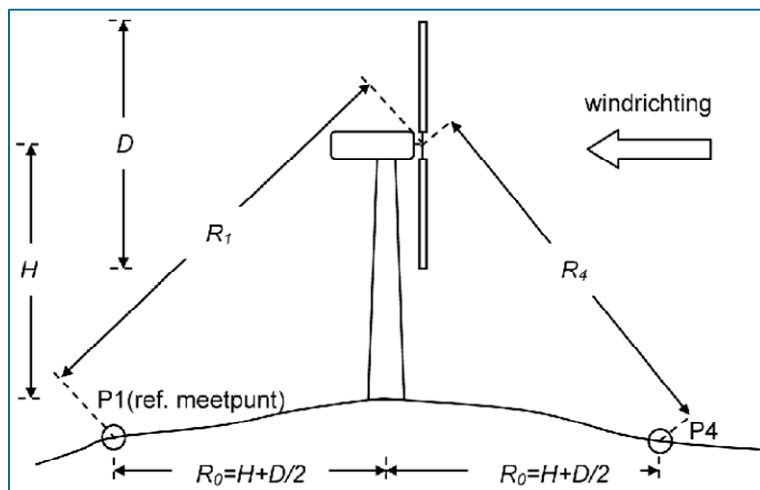
Waarbij:

R_0 = de horizontale afstand tussen het meetpunt en de verticale hartlijn van de turbinemast [m]

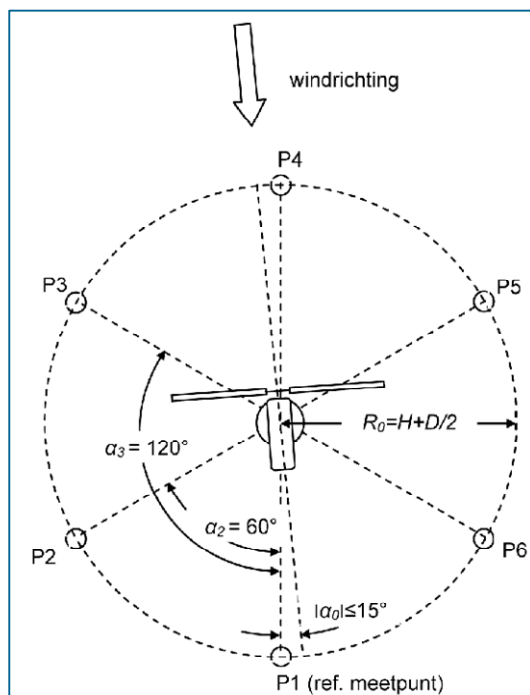
H = verticale afstand tussen het maaiveld en de ashoogte [m]

D = de diameter van de rotor [m]

Het verplichte referentiemeetpunt bevindt zich benedenwinds van de windturbine. De overige meetpunten P2 – P6 zijn optioneel. Verder mag de richting van de as P1 – P4 tot ongeveer 15° afwijken van de heersende windrichting. De opstelling is in onderstaande afbeeldingen schematisch weergegeven:



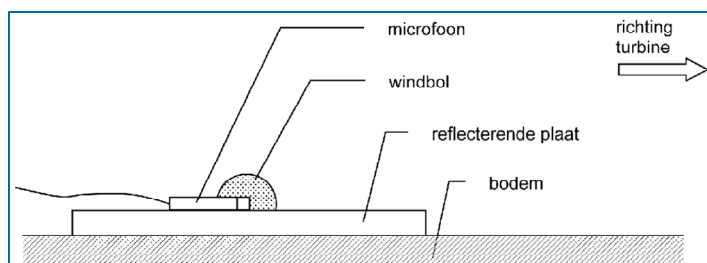
Afbeelding 2.1: schematische weergave meetpositie P1



De microfoon wordt op een reflecterende, ronde plaat (met een diameter van ten minste 1 m) bevestigd met de hartlijn van de microfoon gericht naar de windturbine. De reflecterende plaat dient ter voorkoming van verstoring met stromingsgeluid rond de microfoon en variërende bodemeffecten, zodat er bij elke frequentie sprake is van drukverdubbeling en 6 dB toename van het geluidsniveau.

Afbeelding 2.2: bovenaanzicht van de geluidmeetposities

Afbeelding 2.3: weergave van de meetopstelling



De windsnelheid op ashoogte wordt afgeleid van het opgewekte elektrisch vermogen en de vermogenscurve van de installatie. De vermogenscurve is de curve die het verband tussen het elektrisch vermogen en de windsnelheid op ashoogte bij standaard atmosferische omstandigheden weergeeft. De periodes waarover het gemiddelde vermogen wordt vastgesteld, hebben een duur van 1,0 minuut en vallen samen met die van de geluidmetingen.

2.2 Metingen stoorgeluid

De stoorgeluidcorrectie geschiedt op basis van metingen van het achtergrondgeluid bij uitgeschakelde windturbine. Tijdens de achtergrondmetingen dienen geluidmeetpositie, meetopstelling en omstandigheden overeen te komen met de situatie bij ingeschakelde turbine. Het bereik van de te bemeten windsnelheden moet overeenstemmen met de windtoestand op die hoogte bij ingeschakelde turbine.

Ter bepaling van de correctie voor stoorgeluid wordt de windsnelheid (V_A) gemeten op een afstand van 2D bovenwinds van de turbine, zowel bij ingeschakelde als bij uitgeschakelde turbine. Hierbij wordt een hoogte aangehouden van 5 tot 10 m boven het plaatselijke maaiveld.

Periodes waarin sprake is van stoorgeluid met een discontinu karakter (zoals incidentele voertuigpassages, vogels, vliegtuigen) worden niet meegenomen in de analyse. De meting is dan gepauzeerd of is naderhand verwijderd uit de analyse. Wanneer er sprake is van stoorgeluid van continue aard (zoals windgeruis) wordt hiervoor gecorrigeerd.

2.3 Analyse

In het algemeen is de vermogenscurve genormeerd op standaard atmosferische omstandigheden (veelal $p_{ref} = 101,3$ kPa en $T_{ref} = 288$ K). Bij grote afwijkingen ten opzichte van de standaardcondities worden de met behulp van de vermogenscurve afgeleide windsnelheden gecorrigeerd voor heersende wind volgens formule 2.2:

$$2.2) V_H = V_D \left(\frac{p_{ref} T}{p T_{ref}} \right) \left[\frac{m}{s} \right]$$

Waarbij:

V_H = gecorrigeerde windsnelheid op ashoogte [m/s]

V_D = windsnelheid, afgeleid van de power curve [m/s]

p_{ref} = referentie luchtdruk [kPa]

T_{ref} = referentie luchttemperatuur [K]

p = luchtdruk [kPa]

T = luchttemperatuur [K]

2.3.1 Stoorgeluidcorrectie

Het niveau van het stoorgeluid L_{stoor} wordt berekend op basis van achtergrondmetingen op het betreffende geluidmeetpunt bij uitgeschakelde turbine. Hiertoe worden de geluidniveaus op P1 (of P1-P6) uitgezet tegen de windsnelheid. Vervolgens worden de coëfficiënten bepaald van het tweedegraads polynoom dat zo goed mogelijk aansluit bij de meetwaarden volgens formule 2.3:

$$2.3) L_{stoor}(V_A) = a_0 + a_1 V_A + a_2 V_A^2 \text{ [dB]}$$

Waarbij:

V_A = windsnelheid op 5 tot 10 meter hoogte boven het maaiveld, gemeten op een afstand van 2D bovenwinds van de turbine [m/s]

De 1-minuutgemiddelde geluidniveaus, gemeten bij ingeschakelde turbine worden vervolgens gecorrigeerd voor stoorgeluid met formule 2.4:

$$2.4) L_{eq} = 10 \lg \left[10^{L_{eq}^*/10} - 10^{L_{stoer}/10} \right] [\text{dB}]$$

Waarbij:

L_{eq} = geluidniveau ten gevolge van de turbine [dB]

L_{eq}^* = geluidniveau ten gevolge van de windturbine inclusief stoorgeluid [dB]

L_{stoer} = niveau van het stoorgeluid, berekend met de op dat moment heersende windsnelheid (V_A) volgens formule 2.3 [dB]

Het stoorgeluidniveau L_{stoer} wordt beperkt tot een waarde die ten minste 3,0 dB onder het niveau bij ingeschakelde turbine ligt.

2.3.2 Bepaling windsnelheidsafhankelijk geluidvermogen

De op P1 gemeten octaafbandniveaus bij ingeschakelde turbine worden uitgezet tegen de windsnelheid op ashoogte. Vervolgens wordt per octaafband de best passende derdegraads polynoom berekend van de relatie tussen het geluidniveau in de betreffende octaafband en de gecorrigeerde windsnelheid op ashoogte V_H volgens formule 2.5:

$$2.5) L_{eq,i}(V_H) = b_{0,i} + b_{1,i}V_H + b_{2,i}V_H^2 + b_{3,i}V_H^3 [\text{dB}]$$

Waarbij:

$i = 1, 2, \dots, 9$ (31,5, 63...8000 Hz)

Hieruit worden vervolgens bij iedere gehele waarde van de windsnelheid in m/s op ashoogte in het bereik van V_{ci} tot en met V_{rated} de equivalente octaafbandniveaus $L_{eq,i,j}$ berekend.

Het geluidvermogen per octaafband wordt vervolgens berekend met:

$$2.6) L_{W,i,j} = L_{eq,i,j} - 6 + 10 \lg(4\pi R_1^2) = L_{eq,i,j} + 5 + 20 \lg R_1$$

Waarbij:

$L_{W,i,j}$ = geluidvermogen per octaafband i en per windsnelheidsklasse j [dB]

R_1 = afstand tussen meetpunt P1 en het middelpunt van de rotor, zoals aangegeven in afbeelding 2.1 [m]

j = integer, gelijk aan de windsnelheid in m/s vanaf V_{ci} tot en met V_{rated}

6 = correctie voor drukverdubbeling als gevolg van meting op reflecterende plaat

2.3.3 Geluidvermogen bij windsnelheden hoger dan V_{rated}

Over geluidvermogenenniveaus bij windsnelheden hoger dan V_{rated} wordt het volgende gesteld:

“De vaststelling van de windsnelheid op ashoogte op basis van de vermogenscurve geeft betrouwbare resultaten tot aan de windsnelheid V_{rated} waarbij de turbine het nominale vermogen (P_{rated}) levert. Als het windaanbod hoger is dan het nominale vermogen van de windturbine wordt de overtollige windenergie niet benut voor de opwekking van elektriciteit. De vermogenscurve-methode is daarom voor waarden boven P_{rated} niet direct bruikbaar en dientengevolge hoeven voor windsnelheden die uitstijgen boven V_{rated} geen metingen verricht te worden. Voor de berekening van het jaargemiddelde geluidsvermogen is de informatie bij hoge windsnelheden echter wel nodig.

Vrijwel alle moderne turbines beschikken over een zogenaamde *pitch* regeling. Hierbij wordt het aandrijfvermogen boven het nominale vermogen gereduceerd door verkleining van de invalshoek

van de rotorbladen. Bij dergelijke turbines is het geluidsvermogen boven P_{rated} nagenoeg onafhankelijk van de windsnelheid. Daarom wordt voor dergelijke windturbines uitgegaan van:

$$2.9) L_{W,i,j} = L_{W,i,V_{rated}} \text{ bij } V_{rated} < j < V_{co}$$

Hierbij stelt V_{co} de hoogste windsnelheid voor, waarbij de turbine in bedrijf is (*cut out* snelheid).

Bij een beperkte groep windturbines wordt het elektrisch vermogen boven P_{rated} passief gereduceerd, doordat de rotorbladen in overtrektoestand geraten (*stall* regeling). Bij *stall* geregelde turbines neemt de geluidsemissie boven P_{rated} in de regel sterk toe met de windsnelheid. Voor dit type windturbines mag worden uitgegaan van formule 2.9 als de windsnelheid op ashoogte niet meer dan 10% van de tijd hoger is dan V_{rated} . Indien niet aan deze voorwaarde wordt voldaan, dient een specialistische meet- of rekenmethode te worden gehanteerd ter bepaling van het geluidsvermogen in het betreffende windsnelheidsgebied.”

3 Metingen en uitgangspunten

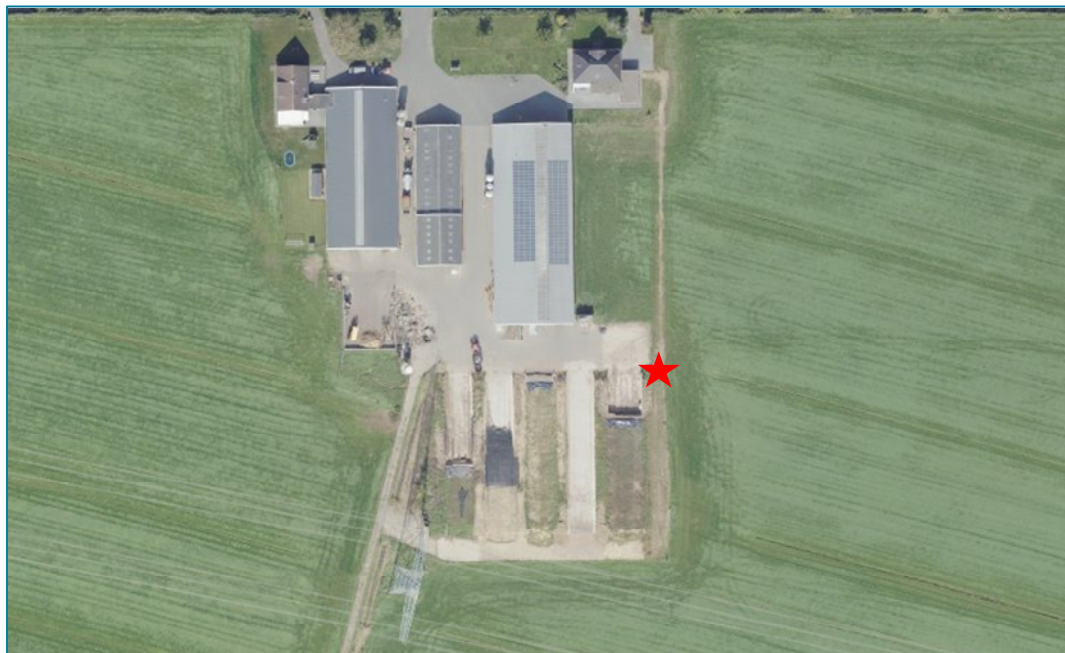
3.1 Specificaties windturbine en meetlocatie

De Bestwind 10 is een kleine windturbine van BestWatt met de volgende specificaties:

Tabel 3.1: Specificaties Bestwind 10

Specificatie	Waarde
Ashoogte [m]	20 m
Rotordiameter [m]	10,679 ¹ m
Maximaal vermogen [kW]	10 kW
V_{rated} [m/s]	8 m/s
Cut-in windsnelheid V_{ci} [m/s]	3 m/s
Cut-out windsnelheid V_{co} [m/s]	25 m/s

De meetlocatie betreft een windturbine met een ashoogte van 20 m te Dalfsen. De situering van de windturbine en de omgeving zijn op onderstaande afbeelding globaal weergegeven.



Afbeelding 3.1: Situering van de windturbine (rode ster)

De windturbine is gepositioneerd in een agrarisch gebied op het terrein van een boerderij met overwegend omliggende weilanden. Ten noorden van de windturbine is een rustige weg gelegen met incidenteel verkeer. De horizontale afstand tussen het meetpunt en de verticale hartlijn van de turbinemast R_0 dient te worden berekend volgens formule 2.1:

$$2.1) R_0 = H + \frac{D}{2} = 20,0 + \frac{10,9}{2} = 25,5 \text{ m}$$

¹ Bij revisie 01 is hier abusievelijk 10.9m aangehouden.

Volgens de leverancier van de windturbine is geen sprake van een zogeheten *pitch* regeling, maar van een *stall* regeling. Volgens de jaargemiddelde winddistributie ter plaatse van de windturbine in Dalfsen (bron: rekentool van M + P Raadgevende Ingenieurs B.V., <https://rekentool.mp.nl/> d.d. 29 april 2021), is geen sprake van windsnelheden op ashoogte die meer dan 10% van de tijd hoger zijn dan V_{rated} (zie bijlage 4). Derhalve geldt formule 2.9 van het voorschrift (zie paragraaf 2.3.3).

3.2 Gebruikte meetapparatuur

Bij de geluidmetingen is gebruik gemaakt van de in tabel 3.2 vermelde apparatuur.

Tabel 3.2: Meetapparatuur

Benaming	Specificatie	Fabrikant	Type
Microfoon	Prepolarized Free-field ½" microphone	Brüel & Kjær	4189
Akoestische kalibrator	-	Brüel & Kjær	4231
Geluidmeter	Hand-held Analyzer	Brüel & Kjær	2250-S
Weerstation	-	Thies Clima	Clima Sensor US (4.920x.x0.00x)

Conform het voorschrift is de microfoon op een ronde, reflecterende (betonplex) plaat geplaatst met een diameter van 1,0 m. Een halve akoestische windbol is gebruikt om het windgeruis te onderdrukken.

Voor en na de metingen is de apparatuur gekalibreerd met de akoestische kalibrator. Hierbij zijn geen significante afwijkingen geconstateerd. Een afbeelding van de meetopstelling is weergegeven in afbeelding 1.

3.3 Metingen en meetcondities

Tussen september 2020 en april 2021 zijn de lokale meteocondities gemonitord. Tijdens deze periode is een zevental dagen, tijdens verschillende meteorologische omstandigheden, gemeten. Uit de verzamelde data is de meest geschikte data geselecteerd (o.a. gelet op de heersende meteocondities, stoorgeluiden), zoals weergegeven in tabel 3.3.

Tabel 3.3: Geselecteerde metingen en meetcondities

Datum	Tijd	Gemiddelde temperatuur (°C)	Gemiddelde luchtdruk (kPa)	Windrichting (°)
20-01-21	12:40 – 14:05	10	99,3	225 (ZW)
21-01-21	10:30 – 14:00	8	98,8	255 (WZW)
12-04-21	12:25 – 17:00	7	99,0	270 (W)

Conform het voorschrift zijn incidentele stoorgeluiden gefilterd uit de resultaten. Voorbeelden van dergelijke geluiden zijn langsrijdende motorvoertuigen, vliegtuigen en loeiende koeien. Bij afwijkingen van meer dan 15° ten opzichte van de denkbeeldige horizontale as, is niet gemeten of de resultaten van die perioden zijn niet meegenomen in de analyse.

4 Resultaten

In dit hoofdstuk is de analyse van de geluidmetingen weergegeven en stapsgewijs toegelicht. Het hoofdstuk resulteert in een overzicht van de geluidvermogenenniveaus per windsnelheid tussen V_{ci} en V_{rated} .

4.1 Analyse van de metingen

4.1.1 Bepaling van de gemiddelde windsnelheden op ashoogte

De heersende windsnelheid V_H op ashoogte is afgeleid van de door de leverancier aangeleverde vermogenscurve. Deze vermogenscurve geeft de relatie weer tussen het geleverde vermogen en de windsnelheid op ashoogte. De aangeleverde vermogenscurve is in bijlage 2 weergegeven. Met door de leverancier aangeleverde loggegevens van de desbetreffende meetdagen, waarbij per seconde het opgewekte elektrische vermogen is weergegeven, zijn de 1-minuutgemiddelde vermogens berekend. Bij deze 1-minuutgemiddelde vermogens is, met behulp van de vermogenscurve, de (1-minuutgemiddelde) windsnelheid op ashoogte bepaald (op hele windsnelheden afgerond).

De gemeten geluiddrukkniveaus zijn vervolgens gekoppeld aan de loggegevens met de windsnelheid op ashoogte. Zodoende is duidelijk welke gemiddelde windsnelheid op ashoogte heerste ten tijde van de geluidmetingen.

4.1.2 Stoorgeluidcorrectie

Ten behoeve van de bepaling van het stoorgeluid zijn achtergrondmetingen uitgevoerd bij uitgeschakelde windturbine. De geluidsniveaus zijn uitgezet tegen de windsnelheid (V_A) gemeten met het weerstation op een afstand gelijk aan tweemaal de rotordiameter ($10,679 \times 2 = 21,4$ m), bovenwinds van de windturbine. De meethoogte ligt, conform het voorschrift, tussen 5 en 10 m (6 m).

De gemeten geluiddrukkniveaus zijn gekoppeld aan de loggegevens van het weerstation. Vervolgens is een overzicht gemaakt van valide 1-minuutgemiddelde metingen. Dat wil zeggen dat de duur van de metingen ten minste 1 minuut bedroeg en er geen sprake was van stoorgeluid.

Vervolgens zijn per octaafband de coëfficiënten bepaald van het tweedegraads polynoom volgens formule 2.3 van het voorschrift, gebaseerd op de 1-minuutgemiddelde metingen. Met de formules die hieruit volgen, is voor elke integer waarde van de windsnelheid tussen V_{ci} en V_{rated} (3 t/m 8) het geluiddrukkniveau van het stoorgeluid bepaald per octaafband. Een overzicht hiervan is weergegeven in bijlage 3.

Tenslotte is de stoorgeluidcorrectie toegepast op de gemiddelde geluid(druk)niveaus volgens formule 2.4, per octaafband. Uit een vergelijking van de gemiddelde windsnelheden op ashoogte en de gemeten gemiddelde windsnelheden op lagere hoogte met het weerstation, bleek dat deze in dezelfde periode niet altijd gelijk aan elkaar zijn. Zodoende zijn de loggegevens van het weerstation tijdens de geluidmetingen met ingeschakelde windturbine gehanteerd om de juiste stoorgeluidcorrectie toe te passen. Ter illustratie een voorbeeld: de 1-minuutgemiddelde windsnelheid op ashoogte op een gegeven moment was 6 m/s. Tijdens diezelfde periode is een 1-minuutgemiddelde windsnelheid gemeten van 5 m/s door het weerstation op lagere hoogte. Derhalve is

het stoorgeluid dat volgens de metingen en formules hoort bij een gemiddelde windsnelheid van 5 m/s toegepast voor die periode en dus niet 6 m/s. Een overzicht van de 1-minuutgemiddelde geluiddrukkniveaus gecorrigeerd voor het stoorgeluid is weergegeven in bijlage 3 (tweede pagina).

4.2 Geluidvermogen-niveaus

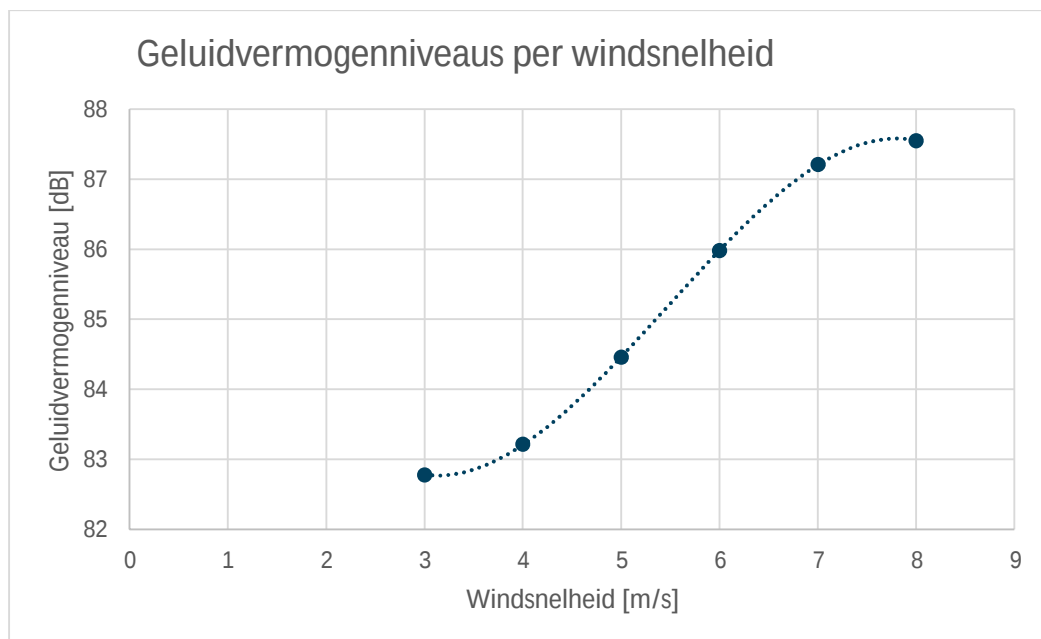
De 1-minuutgemiddelde geluiddrukkniveaus gecorrigeerd voor het stoorgeluid (per windsnelheid) zijn vervolgens uitgezet tegen de gemiddelde windsnelheid op ashoogte. Hierbij is er eveneens op gelet dat er daadwerkelijk ten minste 1 minuut ononderbroken werd gemeten.

Volgens formule 2.5 van het voorschrift zijn de best passende derdegraads polynomen berekend van de relatie tussen het geluidniveau per octaafband en de windsnelheid op ashoogte V_H . Met de formules die hieruit volgen, is voor elke hele windsnelheid tussen V_{ci} en V_{rated} (3 t/m 8) het geluiddrukkniveau per octaafband bepaald.

Tenslotte is het geluidvermogen-niveau per octaafband berekend met formule 2.6 van het voorschrift. Hierbij is gebruik gemaakt van de afstand R_1 (zie afbeelding 2.1), welke kan worden berekend met de ashoogte van de windturbine (20 m) en de afstand R_0 (25,5 m). Volgens de stelling van Pythagoras bedraagt afstand R_1 32,4 m. Een overzicht van de geluidvermogen-niveaus per windsnelheid is weergegeven in tabel 4.1 en afbeelding 4.1. Voor een uitgebreid overzicht, zie bijlage 3.

Tabel 4.1: Geluidvermogen-niveaus per windsnelheid V_H [dB(A)]

V_H [m/s]	31,5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Totaal
3	49,60	59,44	65,97	72,96	76,24	78,35	74,62	73,73	62,15	82,78
4	51,49	60,15	66,98	74,02	76,90	78,62	75,09	73,55	61,59	83,21
5	53,48	62,48	69,37	75,90	78,25	79,44	76,36	74,64	63,54	84,46
6	55,53	65,21	72,05	77,95	79,77	80,45	77,89	76,24	66,54	85,98
7	57,60	67,10	73,94	79,52	80,98	81,26	79,13	77,56	69,10	87,21
8	59,65	66,91	73,95	79,96	81,38	81,52	79,53	77,83	69,75	87,55



Afbeelding 4.1: geluidvermogen-niveaus per windsnelheid

5 Samenvatting en conclusies

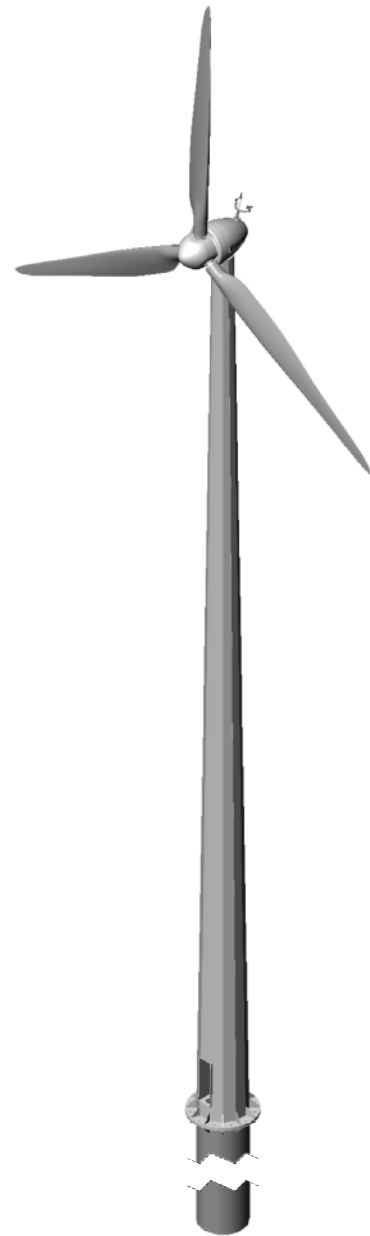
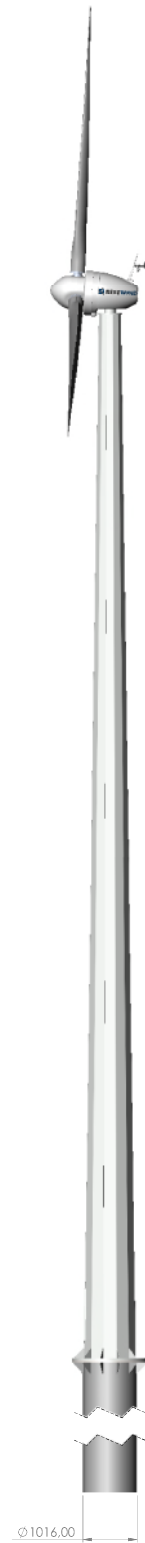
In deze rapportage zijn de geluidmetingen en -analyses beschreven, ter bepaling van het geluidvermoggenniveau van een windturbine van het type Bestwind 10, fabricaat BestWatt.

Uit de metingen en analyses is gebleken dat het geluidvermoggenniveau varieert van 83 dB(A) bij een windsnelheid van 3 m/s tot 88 dB(A) bij een windsnelheid van 8 m/s of meer. Bij een windsnelheid van 8 m/s wordt het nominale vermogen (10 kW) geleverd.

Het in hoofdstuk 4 en bijlage 2 gepresenteerde (windsnelheidsafhankelijke) geluidvermoggenniveau is te gebruiken bij de uitvoering van akoestische onderzoeken ter prognosticering van de geluidbelasting van geluidgevoelige gebouwen in de omgeving van een dergelijke windturbine.

Bijlagen

Bijlage 1 Tekeningen windturbine Bestwind 10

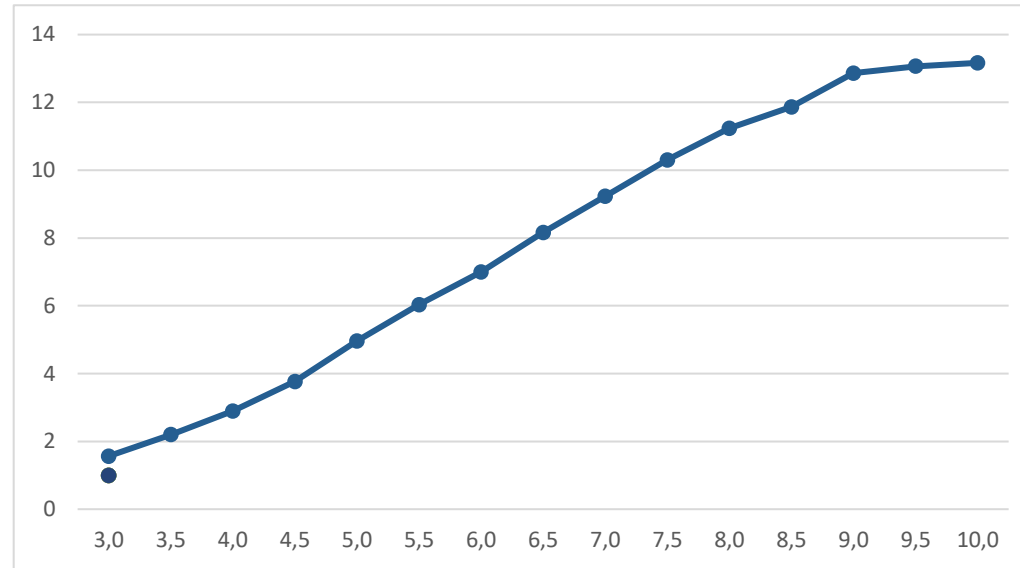


INSTEAD OF THESE CHECKED DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SUPPLYING DIMENSIONS DIMENSIONS DIMENSIONS DIMENSIONS DIMENSIONS		ENG:	DESIGNED AND DRAWN BY:	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION:	1
in overring			BESTwatt			
NAME	SCHAFER	DATE	2-10-01	REC:		BESTwind 20mtr Rotor 010900 Buissfundering
DEWAM	ME					
CHIT						
APPRO						
MIS	GA					
MATERIAL:			DWG NO:		A0	
NEG:			SCALE: 1:00		SHEET 1 OF 1	

Bijlage 2 Vermogenscurve Bestwind 10

Powercurve

m/s	power	Sum of SampleCount
0,0	-	0
0,5	-	65355
1,0	-	47453
1,5	0,23	53327
2,0	0,67	42134
2,5	1,07	36928
3,0	1,57	27390
3,5	2,20	22958
4,0	2,90	16306
4,5	3,77	11228
5,0	4,97	7812
5,5	6,03	5398
6,0	7,00	3990
6,5	8,17	2964
7,0	9,23	3290
7,5	10,30	1677
8,0	11,23	1256
8,5	11,87	1004
9,0	12,87	705
9,5	13,07	548
10,0	13,17	477
10,5	13,43	343
11,0	12,73	238
11,5	12,57	118
12,0	12,37	100
12,5	11,17	65
13,0	10,23	31
13,5	10,50	26
14,0	10,50	12
14,5	5,53	15
15,0	2,67	3
15,5	-	0
16,0	2,00	1
16,5	2,77	3
17,0	-	0



Bijlage 3 Uitwerking naar geluidvermogenenniveaus

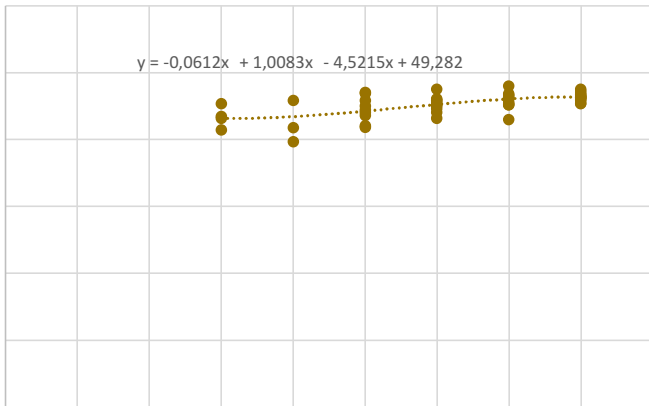
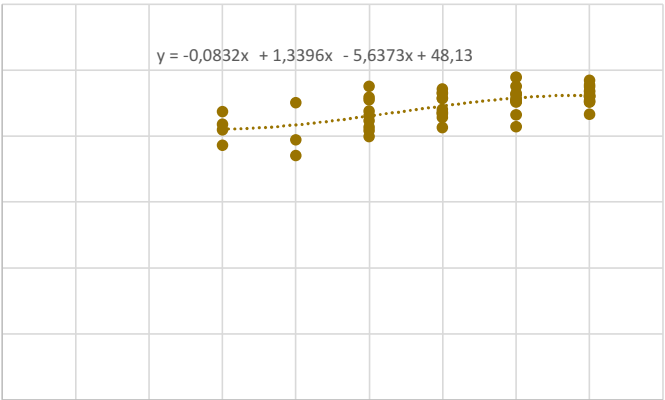
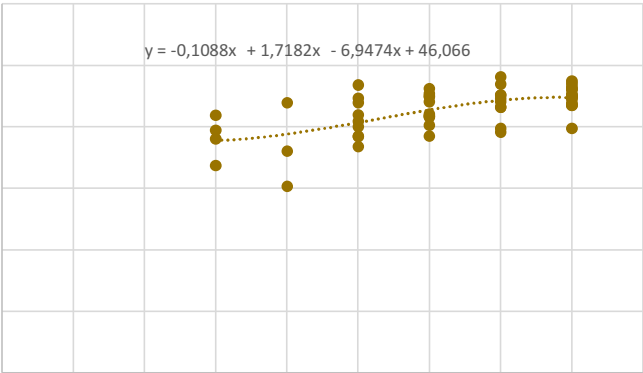
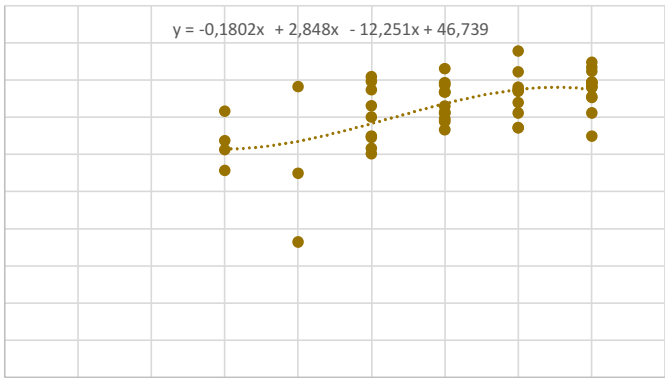
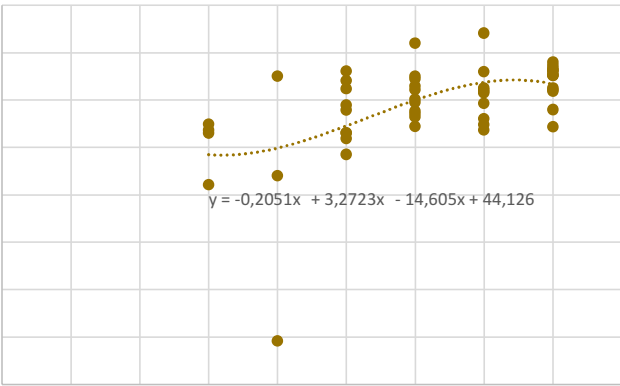
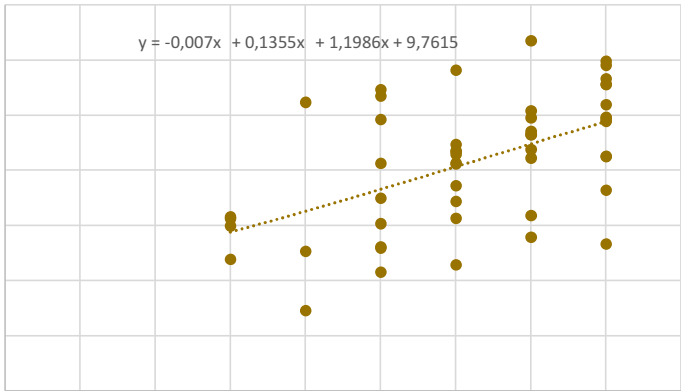
Geluiddrukkniveaus stoorgeluid per windsnelheid per octaafband (berekend met de formules van de tweedegraads polynomen)

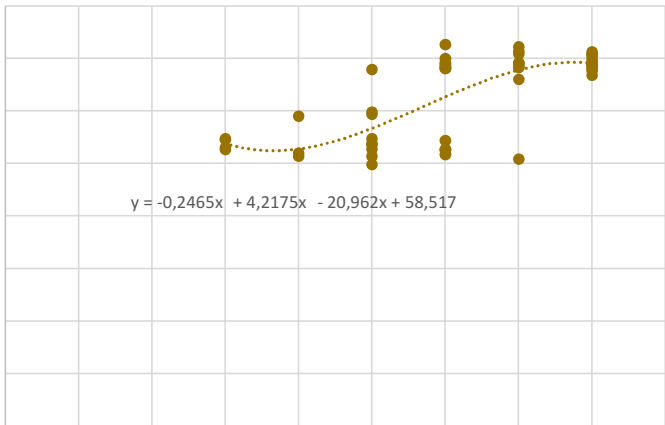
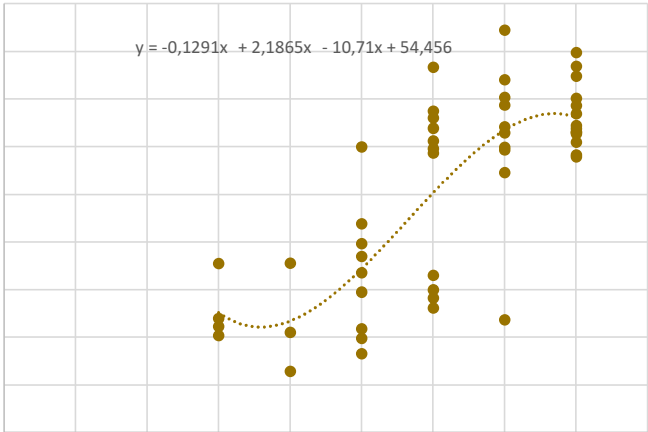
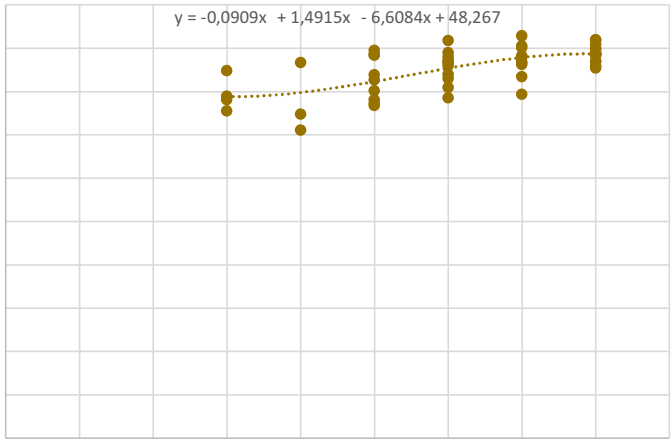
VA	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Lstoor totaal	Meetdag
5	21,86	29,33	32,63	34,96	36,70	35,57	30,16	26,99	19,51	42,01	20-jan-21
6	22,48	30,62	35,54	38,17	39,48	37,29	33,39	29,92	22,73	44,63	20-jan-21
7	28,33	34,47	39,50	41,66	42,51	40,85	37,87	33,74	23,59	48,18	21-jan-21
8	31,84	35,77	40,96	42,94	43,76	42,25	39,44	35,08	25,45	49,56	21-jan-21
3	14,46	23,59	28,45	31,89	30,92	29,34	27,39	27,96	21,55	37,72	12-apr-21
4	11,12	21,95	27,32	31,08	29,86	27,73	25,96	27,31	19,49	36,60	12-apr-21
5	10,01	21,43	26,82	30,85	29,66	27,35	25,80	27,16	18,36	36,32	12-apr-21
6	11,14	22,06	26,96	31,19	30,32	28,19	26,93	27,54	18,14	36,85	12-apr-21
7	14,50	23,82	27,72	32,12	31,83	30,27	29,33	28,42	18,84	38,26	12-apr-21

Gemiddelde geluidniveaus gecorrigeerd voor het stoorgeluid

Windsnelheid ashoogte (m/s)	Tijd	Meetdatum
		48,09 12-apr-21
		47,51 12-apr-21
		45,72 12-apr-21
		50,20 12-apr-21
		51,38 12-apr-21
		43,94 12-apr-21
		46,13 12-apr-21
		53,04 21-jan-21
		51,94 12-apr-21
		52,36 12-apr-21
		46,48 12-apr-21
		47,81 12-apr-21
		48,67 12-apr-21
		49,43 12-apr-21
		50,07 12-apr-21
		47,11 12-apr-21
		52,42 20-jan-21
		53,74 20-jan-21
		50,72 20-jan-21
		50,59 20-jan-21
		51,90 20-jan-21
		52,21 20-jan-21
		52,05 20-jan-21
		49,91 12-apr-21
		48,94 12-apr-21
		48,01 12-apr-21
		49,75 12-apr-21
		52,48 20-jan-21
		49,85 20-jan-21
		51,70 20-jan-21
		52,76 20-jan-21
		51,28 20-jan-21
		51,81 20-jan-21
		51,50 20-jan-21
		54,97 21-jan-21
		53,63 21-jan-21
		47,90 12-apr-21
		52,32 20-jan-21
		52,29 20-jan-21
		52,37 20-jan-21
		50,17 20-jan-21
		51,67 20-jan-21
		51,51 20-jan-21
		52,79 20-jan-21
		51,28 20-jan-21
		52,31 20-jan-21
		53,43 21-jan-21
		53,33 21-jan-21
		53,10 21-jan-21
		54,33 21-jan-21
		53,55 21-jan-21

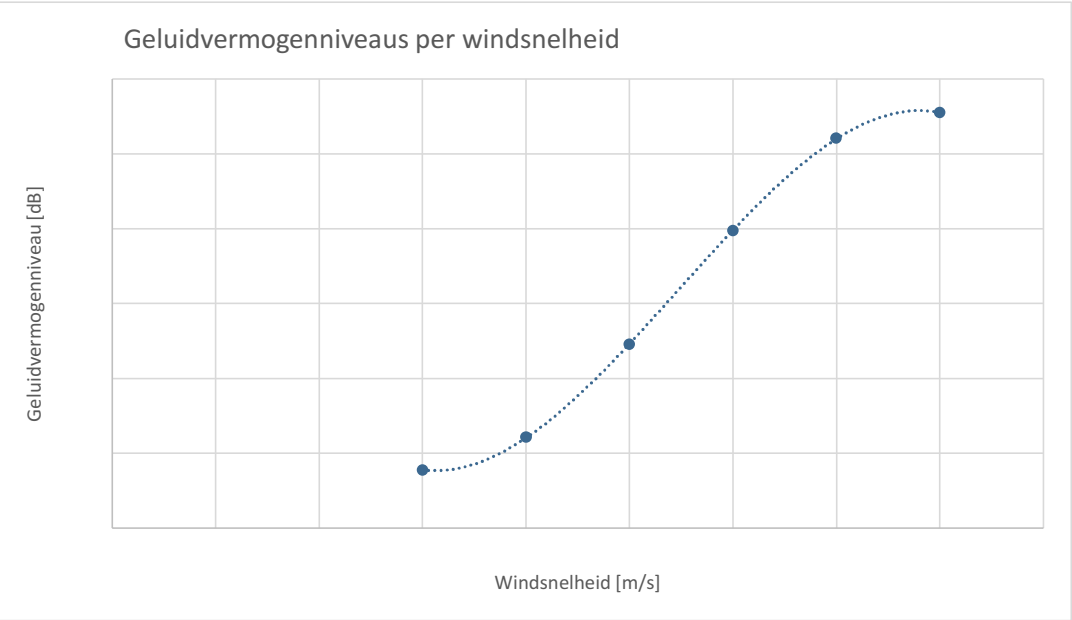
Derdegraads polynomen per octaafband





	Totaal
--	--------

	Totaal
--	--------



Bijlage 4 Jaargemiddelde winddistributie meetlocatie

[illegible]

Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1500 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al bijna 70 jaar.

Contactgegevens

Zutphenseweg 31D
7418 AH DEVENTER
Postbus 321
7400 AH DEVENTER

www.anteagroup.nl

Copyright © 2021

Niets uit deze uitgave mag worden
verveelvoudigd en/of openbaar worden
gemaakt door middel van druk, fotokopie,
elektronisch of op welke wijze dan ook,
zonder schriftelijke toestemming van de
auteurs.

Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1500 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al bijna 70 jaar.

Contactgegevens

Beneluxweg 125
4904 SJ OOSTERHOUT
Postbus 40
4900 AA OOSTERHOUT
T. 06 20 54 48 23
E. jeroen.eskens@anteagroup.nl

www.anteagroup.nl

Copyright © 2021

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.