



BOSCH & VAN RIJN

Experts in duurzame energie en ruimte

Windpark Waardpolder

Akoestisch onderzoek

Opdrachtgever



Windpark Waardpolder

Akoestisch onderzoek

15 april 2016

Auteur

Steven Velthuijsen MSc.

Bosch & Van Rijn
Groenmarktstraat 56
3551 AV Utrecht

Tel: 030-677 6466
Mail: info@boschenvanrijn.nl
Web: www.boschenvanrijn.nl

© Bosch & Van Rijn 2016

Behoudens hetgeen met de opdrachtgever is overeengekomen, mag in dit rapport vervatte informatie niet aan derden worden bekendgemaakt. Bosch & Van Rijn BV is niet aansprakelijk voor schade door het gebruik van deze informatie.



1 Inhoudsopgave

1	Inhoudsopgave.....	2
2	Inleiding en Situatiebeschrijving	3
2.1	Inleiding	3
2.2	Planbeschrijving	3
2.3	Wettelijke norm	4
2.4	Verplichte inhoud van dit rapport	4
3	Berekening.....	6
3.1	Bodemabsorptie	6
3.2	Schermerwerking	6
3.3	Spectrale verdeling	7
3.4	Windaanbod	7
3.5	Rekenmethode	7
4	Resultaten.....	9
4.1	Contour	9
4.2	Woningen binnen de contour	9
4.3	Geluidsbelasting per woning	10
4.4	Laagfrequent geluid	12
4.5	Geluidsreducerende maatregelen	13
5	Conclusies	14
	Bijlagen	15
Bijlage A.	Rekenmodel en geluidscontouren	16
Bijlage B.	Overzicht turbinegegevens	19
B.1	Ondervariant	19
B.2	Bovenvariant	19
Bijlage C.	Emissiegegevens	21
C.1	Ondervariant	21
C.2	Bovenvariant	22



2 Inleiding en Situatiebeschrijving

2.1 Inleiding

Bosch & Van Rijn heeft een akoestische studie uitgevoerd naar de geluidsimmissie bij woningen nabij nieuw te plaatsen windturbines in de gemeente Hollands Kroon ten behoeve van de vergunningverlening.

Deze studie toetst de geluidsimmissie vanwege de windturbines ter plaatse van nabijgelegen geluidsgevoelige bestemmingen aan de norm zoals beschreven in het Activiteitenbesluit. Hierbij zijn twee windturbintypes doorgerekend, om op deze manier een bandbreedte te creëren voor de te plaatsen windturbines.

2.2 Planbeschrijving

Figuur 1 toont de locatie van het windpark en nabijgelegen geluidsgevoelige bestemmingen.



Figuur 1 – Windturbinelocaties en nabijgelegen woningen.

De windturbines die zijn onderzocht staan gegeven in Tabel 1. In het verdere rapport worden deze aangeduid met 'ondervariant' en 'bovenvariant'.

Tabel 1 – Gehanteerde afmetingen

Bandbreedte	Type	Ashoogte	Rotordiam.	Bronsterkte
Onder	Senvion 3.4M114	119m	114m	104,2 dB
Boven	Gamesa G132	120m	132m	107,5 dB

Zie Bijlage B voor akoestische details van de beschreven windturbines.



De locaties van de beoogde windturbines staan in onderstaande tabel gegeven.

Tabel 2 - Locaties van de turbines. Nummering van de turbines is van noord naar zuid.

Turbine	x	y
1	121.363	537.768
2	121.283	537.314
3	121.203	536.860
4	121.123	536.406
5	121.043	535.952
6	120.963	535.498

2.3

Wettelijke norm

De windturbines vallen onder het Activiteitenbesluit. Volgens dit besluit is de maximaal toegestane waarde ter plaatse van geluidsgevoelige objecten¹ 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night}. Voor woningen van mede-eigenaren in het windproject geldt geen maximale geluidsdruk. De norm staat beschreven in artikel 3.14a van het Activiteitenbesluit.

Het bevoegd gezag kan in verband met cumulatie met andere windparken of bijzondere lokale omstandigheden maatwerk toepassen. Er treedt geen cumulatie op met andere windparken.

In de Provinciale Milieuverordening (PMV), tranche 9, vastgesteld op 14 december 2015, is een maatwerkprocedurevoorschrift opgenomen. Met dit voorschrift is een procedure opgenomen voor uitoefening van de wettelijke bevoegdheid tot het stellen van maatwerkvoorschriften door GS. Deze wettelijke bevoegdheid is vastgelegd in het Activiteitenbesluit milieubeheer. GS, die optreden als bevoegd gezag voor de vergunning, hebben tijdens de voorbereiding van de omgevingsvergunningaanvraag voor windpark Waardpolder geen mededeling gedaan over het al dan niet aanwezig zijn van bijzondere lokale omstandigheden. Ook zijn nog geen maatwerkvoorschriften in ontwerp aangekondigd. Op dit moment kan daarom in het akoestisch onderzoek geen rekening worden gehouden met eventuele maatwerkvoorschriften.

2.4

Verplichte inhoud van dit rapport

Het rapport van een akoestisch onderzoek, bedoeld in artikel 1.11, derde lid, van het Activiteitenbesluit milieubeheer, bevat de volgende gegevens²:

a	De naam van de opdrachtgever van het onderzoek	WP Energiek BV
b	De naam van de instantie die het onderzoek heeft uitgevoerd	Bosch & Van Rijn BV
c	De datum van het onderzoek	15 april 2016
d	De Aanleiding en het doel van het onderzoek	Vergunningverlening
e	De gegevens waarmee wordt aangetoond dat de betreffende situatie valt binnen het toepassingsbereik van de gebruikte methode.	Zie Hoofdstuk 3 en de bijlagen
f	Indien een andere methode dan die is opgenomen in deze regeling wordt gebruikt, wordt de noodzaak daarvan aangegeven en wordt de toegepaste methode beschreven en verantwoord.	n.v.t.
g	Indien een rekenmethode wordt toegepast, alle ingevoerde gegevens en tevens de geraadpleegde windfrequentiegegevens.	Zie Hoofdstuk 3 en bijlagen.
h	Een of meer kaarten of tekeningen op een zodanige schaal dat een	Zie Figuur 1.

¹ Onder geluidsgevoelige objecten worden verstaan: woningen, onderwijsgebouwen, ziekenhuizen, verpleeghuizen, verzorgingstehuizen, psychiatrische inrichtingen, kinderdagverblijven, woonwagendplaatsen en ligplaatsen voor woonschepen. Bron: Wet geluidhinder.

² Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer, artikel 3.14a.



duidelijk beeld wordt gegeven van bestaande of voorgenomen windturbines en van gevoelige gebouwen of gevoelige terreinen waarop het akoestisch onderzoek betrekking heeft.

- | | | |
|---|--|--------------------|
| i | De waarneempunten | n.v.t. |
| j | De situering, akoestisch relevante dimensies en de aard van de door-gerekende geluidsbeperkende of afschermende maatregelen, zowel op oorspronkelijk kaartmateriaal als in de vorm van de geschematiseerde computerinvoer. | n.v.t. |
| k | De situering, akoestisch relevante dimensies en de aard van de overige geluidsreflecterende en –afschermende objecten of constructies. | n.v.t. |
| l | De scheidingslijn of scheidingslijnen tussen akoestisch harde en zachte bodemvlakken, met een aanduiding van de aard van de bodem. | Zie paragraaf 3.1. |
| m | In akoestisch gecompliceerde situaties, een grafische weergave van de bij de berekeningen gehanteerde geometrische invoergegevens. | n.v.t. |
| n | De bestaande en toekomstige geluidsbelastingen vanwege een windturbine of een combinatie van windturbines van de gevel van een gevoelig object of van de grens van een gevoelig terrein voor de situatie waarin geen maatregelen zijn genomen ter vermindering van de geluidsemisatie of ter beperking van de geluidsoverdracht. | Zie Figuur 3. |



3 Berekening

Het geluidsniveau bij omliggende woningen is berekend met een rekenmodel waarin de windturbines als puntbronnen zijn opgenomen. Bij de woningen is een ontvangerhoogte van 5 meter aangehouden. Het gebruikte rekenmodel is GeoMilieu V3.11. Zie de Bijlagen voor de invoergegevens.

De ashoogte in de berekening is 120 meter voor beide varianten. Ter toelichting: de bandbreedte voor de ashoogte in de omgevingsvergunningaanvraag bedraagt weliswaar 117 tot 120 meter maar deze variatie is van ondergeschikt belang. De bronsterkte van de beide windturbinetypen is bepalend. Met de geluidberekeningen wordt een reëel beeld gegeven van de minimale en maximale geluideffecten van windturbines met afmetingen voor ashoogte en rotordiameter die zijn gelegen binnen de bandbreedte.

3.1 Bodemabsorptie

De bodem van de onderzochte locatie is te kenmerken als overwegend akkerland met en zonder gewas. Dergelijke bodems hebben in het Reken- en meetvoorschrift Windturbines een bodemfactor van 1 (Reken- en meetvoorschrift windturbines, paragraaf 3.11.2). Wegen, water en andere oppervlakten hebben een bodemfactor van 0. Zie onderstaande figuur (bron: BBG 2010).



3.2 Schermwerking

Door de grote bronhoogte en openheid van het gebied is er weinig sprake van afscherming door tussenliggende gebouwen. Dergelijke afscherming is niet meegenomen in de berekening.



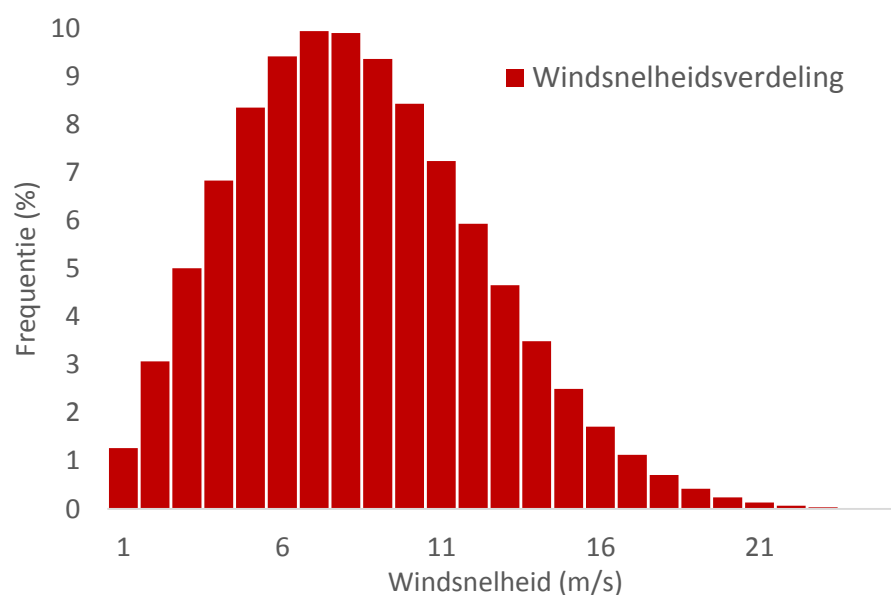
3.3 Spectrale verdeling

Voor alle windturbintypen en geluidsreducerende modi is de volgende spectraalverdeling aangehouden. Hiermee wordt een schatting gemaakt van de verdeling van het brongeluid in hoge en lage tonen. Deze verdeling is gebaseerd op de gegevens van een groot aantal windturbintypes.

Freq. (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Waarde	-10,0	-16,6	-11,0	-7,40	-6,10	-5,80	-8,40	-12,0	-24,0

3.4 Windaanbod

Bosch & Van Rijn heeft de windsnelheidsverdeling ter plaatse van het windpark berekend³. Hieronder is het windaanbod weergegeven



Figuur 2 – Gegevens windsnelheid. Bron: Windstudie Bosch & Van Rijn.

N.B. Er zijn geen gegevens bekend over het verschil in gemiddelde windsnelheid door een etmaal heen. Daarom is voor de perioden (dag, avond, nacht) steeds de hierboven weergegeven windsnelheidsverdeling aangehouden.

3.5 Rekenmethode

Met het softwarepakket GeoMilieu is een contour getekend van de norm van 47 dB L_{den} jaargemiddelde geluidsbelasting.

Om te voldoen aan de norm en daarmee een aanvaardbaar woon- en leefklimaat te kunnen garanderen kunnen, indien nodig, geluidreducerende maatregelen worden getroffen. De windturbines kunnen bijvoorbeeld in een geluidreducerende modus draaien op bepaalde momenten van een etmaal, waarbij de geluidsemissie wordt gereduceerd ten koste van energieopbrengst.

³ Bosch & Van Rijn, Windstudie windpark Energiek, Ref 15045, 30 juni 2015.



Op basis van gegevens van fabrikanten blijkt dat de diverse geluidsmodi een reductie tot ca. 5 dB kunnen realiseren. Daarnaast is het mogelijk om een windturbine gedurende bepaalde perioden geheel stil te zetten.

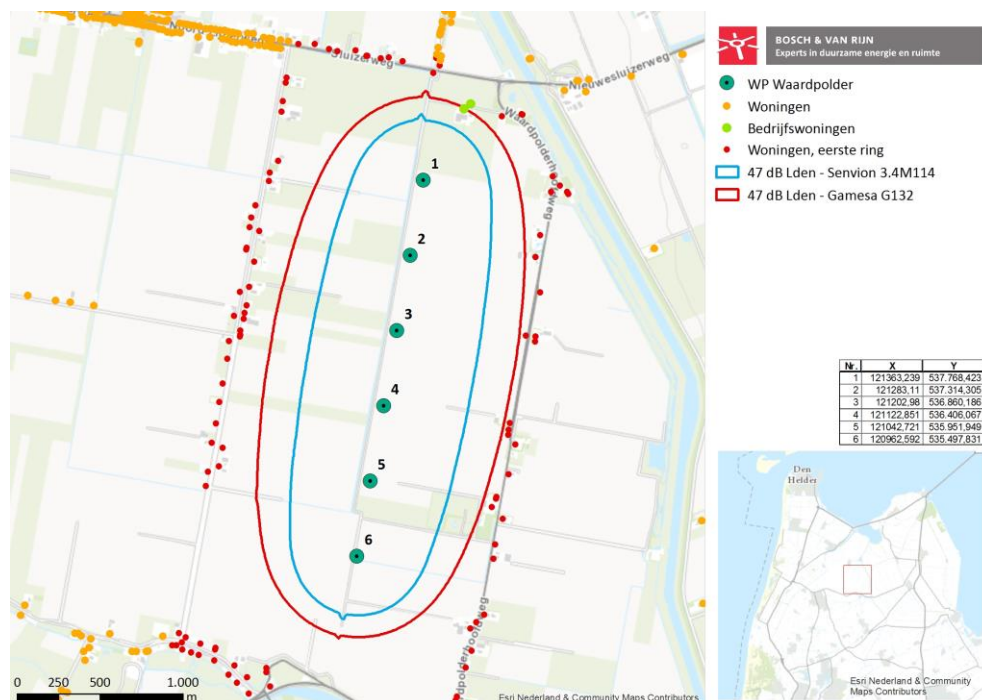
De financiële gevolgen van dergelijke maatregelen vallen buiten de scope van een akoestisch onderzoek en worden dan ook niet meegenomen.



4 Resultaten

4.1 Contour

Onderstaande afbeelding toont de 47 dB L_{den} -contouren van de twee windturbine-typen. Dit wil dus zeggen dat de jaargemiddelde L_{den} -geluidsbelasting binnen de contour hoger is dan 47 dB en erbuiten lager.



Figuur 3: 47 dB L_{den} contouren van het windpark, uitgerekend voor de windturbinetypes Servion 3.4M114 (blauw) en Gamesa G132-5MW (rood). Hierbij zijn ook woningen weergegeven. De met een groene stip aangegeven woningen zullen tot de inrichting (gaan) behoren⁴, waardoor ter plaatse niet wordt getoetst aan de geluidsnorm.

4.2 Woningen binnen de contour

4.2.1 Ondervariant

Er zijn voor de ondervariant geen geluidsgevoelige objecten of terreinen waar niet aan de geluidsnorm van 47 dB L_{DEN} en 41 dB L_{night} wordt voldaan.

4.2.2 Bovenvariant

Er zijn voor de bovenvariant geen geluidsgevoelige objecten of terreinen waar niet aan de geluidsnorm van 47 dB L_{DEN} en 41 dB L_{night} wordt voldaan.

Binnen 47 dB L_{DEN} geluidcontour voor de bovenvariant bevindt zich één woning die de functie van woning behorende bij het windpark krijgt en als zodanig deel uit-

⁴ Zie voor een overzicht van relevante jurisprudentie het document 'Het begrip 'inrichting' in de wet milieubeheer'. Onderzoeksreeks milieuwetgeving 2002/1. Distributienummer 17842/189, ISBN 90-76512-07-8.



maakt van de inrichting. Ter plaatse van deze woning, met adres Wieringerwaardweg 2 te Wieringerwaard, wordt niet getoetst aan de grenswaarde voor geluid, het betreft immers een bedrijfswoning bij het windpark. De jaargemiddelde L_{den} geluidsbelasting bij deze woning bedraagt 48 dB(A), voor de bovenvariant. Ter plaatse van de tweede bedrijfswoning, met adres Wieringerwaardweg 1, bedraagt de jaargemiddelde geluidbelasting L_{den} voor de bovenvariant 47 dB(A).

4.3 Geluidsbelasting per woning

Tabel 33 toont voor de woningen in de nabijheid van de windturbine wat de jaargemiddelde L_{den} en L_{night} geluidsdruk is. Gekozen is voor het weergeven van woningen met een geluidsdruk van 45,0 dB L_{den} of hoger. De woningen zijn weergegeven in figuur 4. Er zijn geen overige geluidsgevoelige objecten in de directe nabijheid van de windturbines gelegen. Bedrijfswoningen zijn groen gedrukt.

Tabel 3 - Waarden bij nabijgelegen woningen.

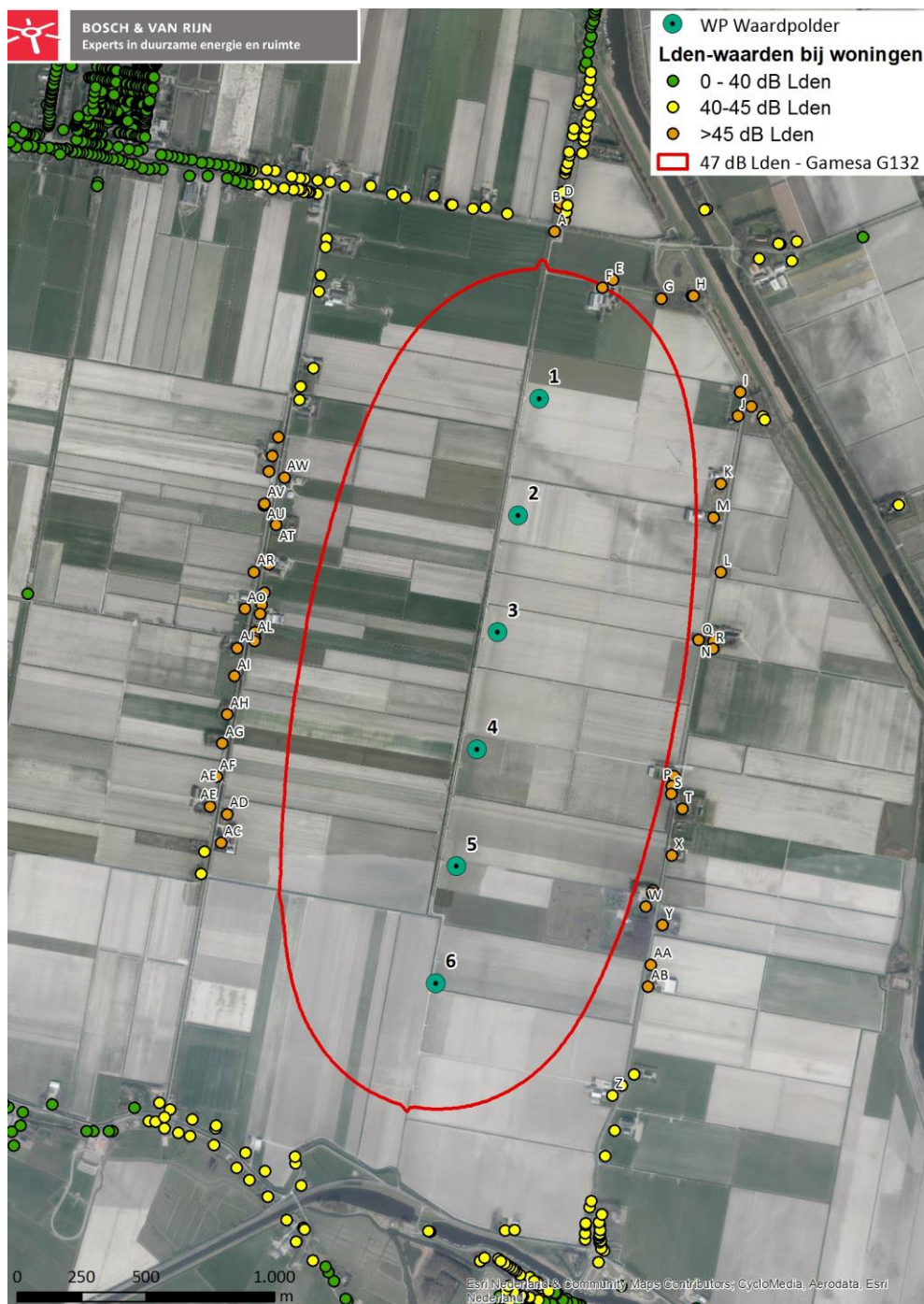
nr.	Omschrijving	Gamesa - G132		Senvion - 3.4M114	
		L_{night}	L_{den}	L_{night}	L_{den}
F	Wieringerwaardweg 2 1766EA Wieringerwaard	41	48	39	45
O	Waardpolderhoofdweg 12 1766EC Wieringerwaard	41	47	38	45
N	Waardpolderhoofdweg 10 1766EC Wieringerwaard	41	47	38	45
P	Waardpolderhoofdweg 14 1766EC Wieringerwaard	41	47	38	45
S	Waardpolderhoofdweg 16 1766EC Wieringerwaard	41	47	38	45
E	Wieringerwaardweg 1 1766EA Wieringerwaard	41	47	38	45
W	Waardpolderhoofdweg 22 1766EC Wieringerwaard	41	47	38	45
M	Waardpolderhoofdweg 8 1766EC Wieringerwaard	41	47	38	45
U	Waardpolderhoofdweg 18 1766EC Wieringerwaard	41	47	38	45
R	Waardpolderhoofdweg 15 a 1766EB Wieringerwaard	40	47	38	44
Q	Waardpolderhoofdweg 15 1766EB Wieringerwaard	40	47	38	44
T	Waardpolderhoofdweg 17 1766EB Wieringerwaard	40	47	38	44
V	Waardpolderhoofdweg 20 1766EC Wieringerwaard	40	47	38	44
X	Waardpolderhoofdweg 23 1766EB Wieringerwaard	40	47	38	44
L	Waardpolderhoofdweg 7 1766EB Wieringerwaard	40	47	38	44
K	Waardpolderhoofdweg 6 1766EC Wieringerwaard	40	47	38	44
Y	Waardpolderhoofdweg 25 1766EB Wieringerwaard	40	46	37	44
G	Wieringerwaardweg 6 1766EA Wieringerwaard	40	46	37	44
AA	Waardpolderhoofdweg 27 1766EB Wieringerwaard	40	46	37	44
AS	Barsingerweg 11 1766GD Wieringerwaard	40	46	37	44
AQ	Barsingerweg 12 1766GD Wieringerwaard	40	46	37	44
AP	Barsingerweg 13 1766GD Wieringerwaard	40	46	37	44
AN	Barsingerweg 14 1766GD Wieringerwaard	40	46	37	44
AM	Barsingerweg 15 1766GD Wieringerwaard	40	46	37	43
AL	Barsingerweg 16 1766GD Wieringerwaard	40	46	37	44
AK	Barsingerweg 17 1766GD Wieringerwaard	40	46	37	44
AT	Barsingerweg 10 1766GD Wieringerwaard	39	46	37	43
A	Sluizerweg 10 1766GC Wieringerwaard	39	46	37	43
AB	Waardpolderhoofdweg 29 1766EB Wieringerwaard	39	46	37	43
AD	Barsingerweg 19 1766GD Wieringerwaard	39	46	37	43
AI	Barsingerweg 30 1766GE Wieringerwaard	39	46	37	43
AJ	Barsingerweg 31 1766GE Wieringerwaard	39	46	37	43
AO	Barsingerweg 32 1766GE Wieringerwaard	39	46	37	43
AR	Barsingerweg 33 1766GE Wieringerwaard	39	46	37	43
J	Waardpolderhoofdweg 4 1766EC Wieringerwaard	39	46	37	43
AH	Barsingerweg 29 1766GE Wieringerwaard	39	46	37	43
AW	Barsingerweg 9 a 1766GD Wieringerwaard	39	46	37	43
AG	Barsingerweg 28 1766GE Wieringerwaard	39	45	37	43
AU	Barsingerweg 34 1766GE Wieringerwaard	39	45	37	43



AV	Barsingerweg 35 1766GE Wieringerwaard	39	45	37	43
AC	Barsingerweg 20 1766GD Wieringerwaard	39	45	37	43
AF	Barsingerweg 26 1766GE Wieringerwaard	39	45	37	43
B	Nieuwesluis 1 1766GA Wieringerwaard	39	45	36	43
C	Nieuwesluis 2 1766GA Wieringerwaard	39	45	36	43
H	Waardpolderhoofdweg 1 1766EB Wieringerwaard	39	45	36	43
I	Waardpolderhoofdweg 2 1766EC Wieringerwaard	39	45	36	43
D	Nieuwesluis 3 1766GA Wieringerwaard	39	45	36	43
AE	Barsingerweg 25 1766GE Wieringerwaard	39	45	36	43
H	Waardpolderhoofdweg 1 1766EB Wieringerwaard	39	45	36	43

Uit bovenstaande tabel blijkt dat bij alle woningen van derden voldaan aan de L_{night} -geluidsnorm van 41 dB en de L_{den} -geluidsnorm van 47 dB.

Voor de woning met adres Wieringerwaardweg 2 zijn licht hogere geluidsniveaus berekend ten opzichte van de grenswaarden. Deze woning is in de huidige situatie een woningen die behoort bij het bestaande windpark (evenals Wieringerwaardweg 1). Ook bij het nieuwe windpark krijgen deze woningen een functie in het kader van het beheer en onderhoud van het windpark.



Figuur 4 - Jaargemiddelde geluidsbelasting bij woningen rondom windpark Waardpolder, voor het geval van de bovenvariant. De letters corresponderen met Tabel 3. Voor de ondervariant gelden nog lagere waarden en vallen alle woningen ruim buiten de 47 dB L_{den} -contour.

4.4 Laagfrequent geluid

Een gedeelte van het geluid dat windturbines produceren heeft een frequentie van 4-100 Hz en wordt daarom geclassificeerd als laagfrequent geluid. Zie ook de Bijlage B.2.2 voor gegevens over de geluidsemissie bij verschillende toonhoogten.

Uit zienswijzen op eerdere windprojecten is gebleken dat de vrees bestaat dat laagfrequent geluid mensen ziek maakt en dat de Nederlandse geluidsnorm on-



voldoende bescherming biedt, omdat bij de vaststelling van de voor windturbinegeluid geldende norm van 47 dB op basis van L_{den} met deze informatie geen rekening zou zijn gehouden.

Om deze reden heeft de Staatssecretaris van I&M kortgeleden een brief aan de Tweede Kamer gestuurd⁵ met twee onderzoeken van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) en een literatuurstudie naar laagfrequent geluid door Bureau LBP/Sight.

Op grond van inzichten uit deze onderzoeken concludeert de Staatssecretaris dat de huidige norm voor geluidhinder van windturbines (47 dB- L_{den} en 41 dB- L_{night}) en het bijbehorende reken- en meetvoorschrift voldoen en geen wijzigingen behoeven.

Laagfrequent geluid draagt inderdaad voor een klein deel bij in de hinderervaring van windturbinegeluid. Echter, deze hinder is op een verantwoorde manier voldoende beperkt door de huidige norm. De Staatssecretaris erkent dat gemiddeld 9 procent van de bewoners van woningen die op de normgrens belast zijn met windturbinegeluid zal zijn gehinderd. Dat is ook in lijn met de toelichting in 2009 van de toenmalige minister van VROM op de ontwerp-norm voor windturbinegeluid. Zoals al eerder is betoogd, is dat een beleidskeuze geweest waarbij de verschillende belangen zijn afgewogen.

4.5 Geluidsreducerende maatregelen

Aangezien ter plaatse van alle woningen van derden aan de geluidsnorm wordt voldaan zijn geluidsreducerende maatregelen niet nodig.

⁵ kenmerk brief: IENM/BSK-2014/44564.



5 Conclusies

In dit onderzoek zijn twee varianten van een opstelling van zes windturbines onderzocht met een ashoogte van 120 meter en een rotordiameter van 114 respectievelijk 132 meter. Hiertoe is in de berekening gebruik gemaakt van de geluidsproductiegegevens van een Senvion 3.4M114 (ondervariant) en een Gamesa G132-5000 (bovenvariant) windturbine.

Uit de berekening blijkt dat er in beide varianten geen mitigerende maatregelen nodig zijn. Ter plaatse van alle geluidsgevoelige bestemmingen wordt aan de geluidsnorm uit het Activiteitenbesluit milieubeheer (artikel 3.14a) voldaan.



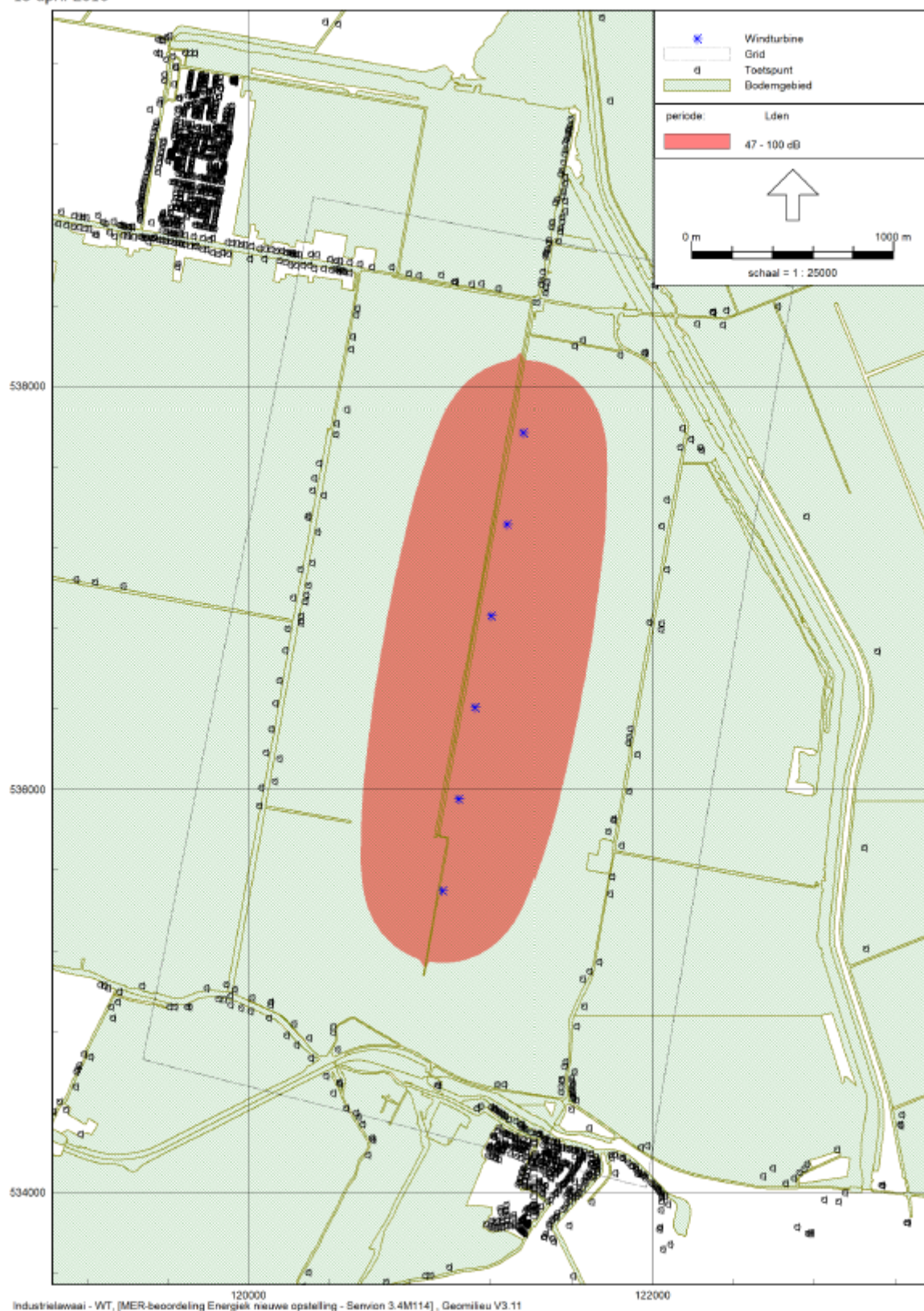
Bijlagen



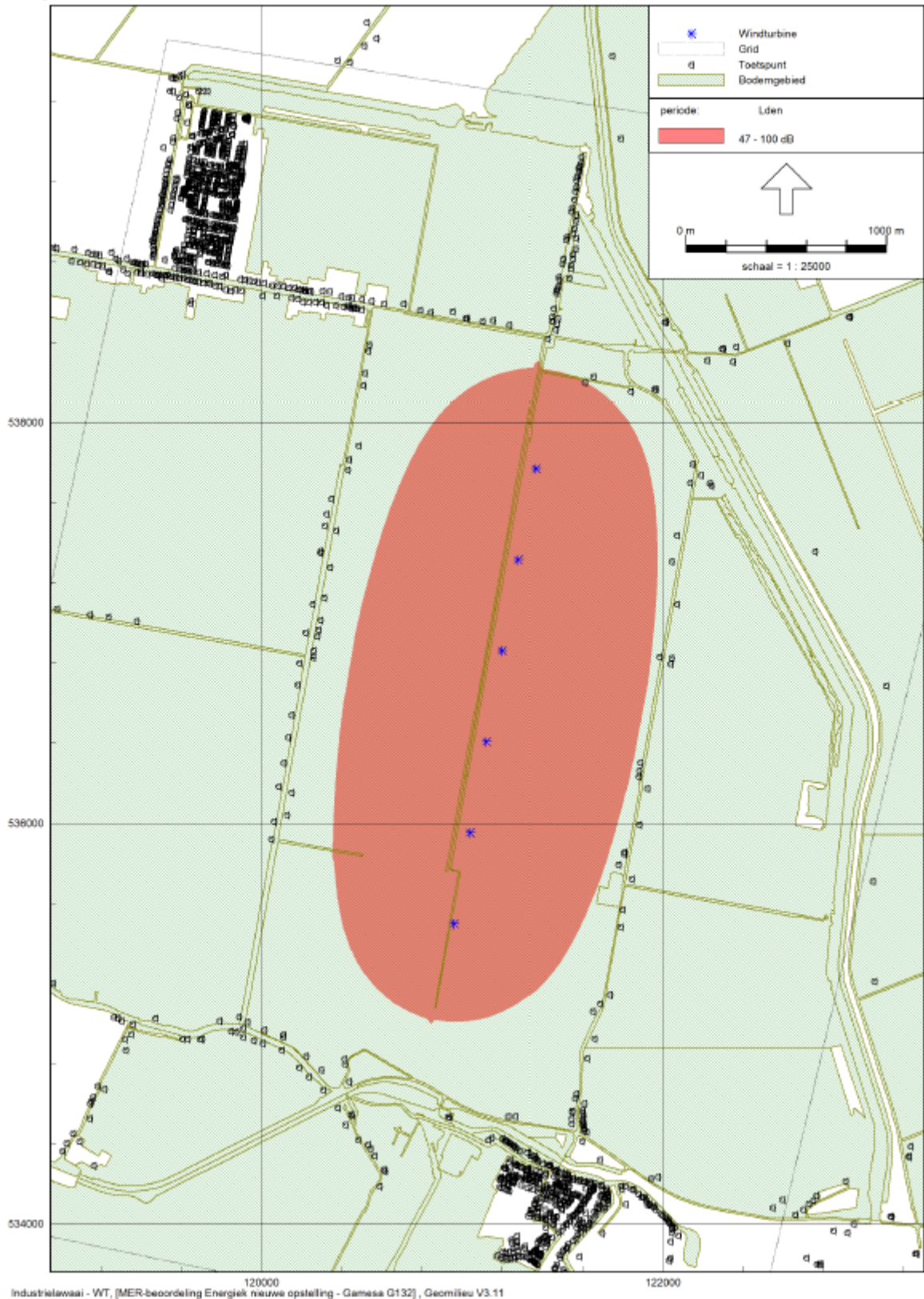
Bijlage A. Rekenmodel en geluidscontouren

De figuren op de volgende pagina's tonen het 'skelet' van het rekenmodel. De windturbines zijn ingevoerd als puntbron. Vervolgens is de 47 dB L_{den} -contour berekend. Daarbij zijn wegen, water en woonkernen als harde oppervlakken beschouwd (bodemfactor = 0) en alle overige gebied als zachte oppervlakken (bodemfactor = 1).

Ter indicatie zijn nabijgelegen woningen als rekenpunt getoond, ter plekke waarvan een berekening is uitgevoerd (L_{den} , L_{day} , $L_{evening}$ en L_{night}).



Figuur 5 – Ondervariant: Onderdelen van het rekenmodel in GeoMilieu: Locatie van windturbines, locatie van rekenpunten (woningen) en bodemgebieden waar sprake is van een harde, reflecterende ondergrond (met Bodemfactor 0 in plaats van 1, zoals op alle andere plekken), Ook is de geluidscontour weergegeven van de ondervariant.



Figuur 6 – Bovenvariant. Onderdelen van het rekenmodel in GeoMilieu: Locatie van windturbines, locatie van rekenpunten (woningen) en bodemgebieden waar sprake is van een harde, reflecterende ondergrond (met Bodemfactor 0 in plaats van 1, zoals op alle andere plekken), Ook is de geluidscontour weergegeven van de bovenvariant.



Bijlage B. Overzicht turbinegegevens

B.1 Ondervariant

B.1.1 Bronsterkte Senvion 3.4M114

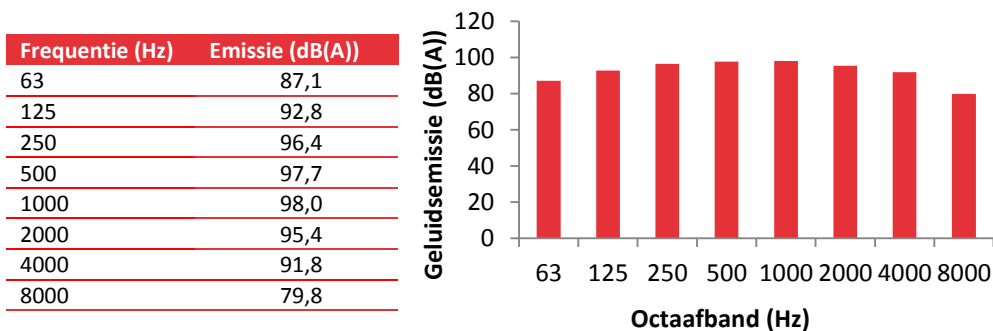
De bronsterkte per windsnelheid van de Senvion 3.4M114 is gegeven in het document SD-3.2-WT.PC.02.A-A. Zie onderstaande tabel.

Tabel 4 - Bronsterkte van de Senvion 3.4M114.

Windsnelheid op ashoogte (m/s)	Bronsterkte (dB)
5	96,7
6	98,5
7	101,2
8	103,6
9	104,2
10	104,2
11	104,2
12	103,9
13	103,8
14	103,8
15	103,8

B.1.2 Spectraalverdeling

Een windturbine produceert geluid van verschillende golflengten. De verdeling waarin dat gebeurt is hieronder weergegeven bij een windsnelheid op ashoogte van 10 m/s :



B.2 Bovenvariant

Hieronder staat de bronsterkte van de Gamesa G132-5000, gebaseerd op document GD197900-en REV01.



B.2.1 Bronsterkte

Tabel 5 - Bronsterkte Gamesa G132-5000 op 120 meter masthoogte. Deze bronsterkte is exclusief geluidsreducerende maatregelen.

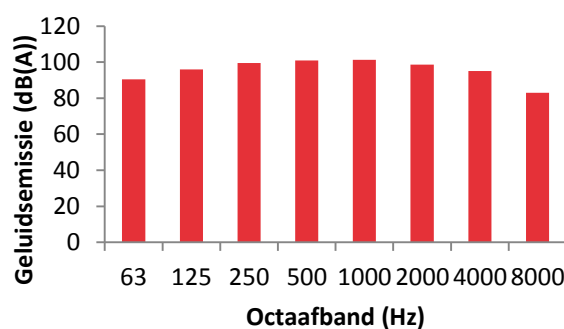
Windsnelheid op 10m hoogte (m/s)	Bronsterkte (dB)
2	83,5
3	91,4
4	97,4
5	102,7
6	107,0
7	107,5
8	107,2
9	107,1
10	107,1
11	107,1
12	107,1
13	107,1
14	107,1
15	107,1

B.2.2 Spectraalverdeling

Een windturbine produceert geluid van verschillende golflengten. De verdeling waarin dat gebeurt is hieronder weergegeven bij een windsnelheid op ashoogte van 10 m/s:

Tabel 6 - Spectraalverdeling van het door de windturbines geproduceerde geluid bij een windsnelheid (op ashoogte) van 10 m/s.

Frequentie (Hz)	Emissie (dB(A))
63	90,4
125	96,0
250	99,6
500	100,9
1000	101,2
2000	98,6
4000	95,0
8000	83,0





Bijlage C. Emissiegegevens

De combinatie van bronsterkte van een bepaald windturbintype en de windsnelheidsverdeling ter plaatse resulteert in een berekening voor de jaargemiddelde geluidsemissie.

Hieronder is deze berekening getoond voor de onder- en bovenvariant, waarbij 1 windturbine is beschouwd (windturbine 3 uit Figuur 1). De overige windturbines in de opstelling hebben hetzelfde emissieprofiel.

C.1 Ondervariant

C.1.1 Jaargemiddelde bronsterkte zonder reductie

WTB	HEIGHT	CUTIN	CUTOUT
3.4M114	119	3	25

gegevens wtb en omgeving

Bronsterkte (L_w)		Windsnelheidsverdeling (%) ⁶		
m/s	dB	dag	avond	nacht
1	-200	1,3	1,3	1,3
2	-200	3,1	3,1	3,1
3	96,7	5	5	5
4	96,7	6,8	6,8	6,8
5	96,7	8,4	8,4	8,4
6	98,5	9,4	9,4	9,4
7	101,2	9,9	9,9	9,9
8	103,6	9,9	9,9	9,9
9	104,2	9,4	9,4	9,4
10	104,2	8,4	8,4	8,4
11	104,2	7,2	7,2	7,2
12	103,9	5,9	5,9	5,9
13	103,8	4,7	4,7	4,7
14	103,8	3,5	3,5	3,5
15	103,8	2,5	2,5	2,5
16	103,8	1,7	1,7	1,7
17	103,8	1,1	1,1	1,1
18	103,8	0,7	0,7	0,7
19	103,8	0,4	0,4	0,4
20	103,8	0,2	0,2	0,2
21	103,8	0,1	0,1	0,1
22	103,8	0,1	0,1	0,1
23	103,8	0	0	0
24	103,8	0	0	0
25	103,8	0	0	0

⁶ Doordat de windsnelheid door Bosch & Van Rijn is berekend als onderdeel van een windopbrengststudie is deze windsnelheidsverdeling betrouwbaarder dan de waarden die het rekenprogramma GeoMilieu geeft op deze locatie (middels interpolatie van KNMI-modelwaarden). Er is hierbij echter geen onderscheid gemaakt tussen de windsnelheidsverdeling overdag, 's avonds en 's nachts. De gebruikte waarden geven wel een nauwkeurigere beschrijving van de situatie.



emissie (jaargemiddelde bronsterkte, L_E)

Frequentie	Ref. spectrum	Emissie (L_E)		
Hz	dB	dag	avond	nacht
31	-10,0	91,84	91,84	91,84
63	-16,6	85,24	85,24	85,24
125	-11	90,84	90,84	90,84
250	-7,4	94,44	94,44	94,44
500	-6,1	95,74	95,74	95,74
1000	-5,8	96,04	96,04	96,04
2000	-8,4	93,44	93,44	93,44
4000	-12	89,84	89,84	89,84
8000	-24	77,84	77,84	77,84
Totaal	0,43	102,3	102,3	102,3

$L_{E,den}$ 108,7 dB

C.2 Bovenvariant

C.2.1 Jaargemiddelde bronsterkte

Tabel 7 - Emissiegegevens van de onderzochte windturbines, zonder reductie.

WTB	HEIGHT	CUTIN	CUTOUT
G123-5000	120	3	30

gegevens wtb en omgeving

Bronsterkte (L_W)		Windsnelheidsverdeling (%)		
m/s	dB	dag	avond	nacht
1	-200	1,3	1,3	1,3
2	83,5	3,1	3,1	3,1
3	83,83	5,0	5	5
4	89,21	6,8	6,8	6,8
5	93,82	8,4	8,4	8,4
6	97,85	9,4	9,4	9,4
7	101,46	9,9	9,9	9,9
8	104,62	9,9	9,9	9,9
9	107,06	9,4	9,4	9,4
10	107,4	8,4	8,4	8,4
11	107,35	7,2	7,2	7,2
12	107,18	5,9	5,9	5,9
13	107,12	4,7	4,7	4,7
14	107,1	3,5	3,5	3,5
15	107,1	2,5	2,5	2,5
16	107,1	1,7	1,7	1,7
17	107,1	1,1	1,1	1,1
18	107,1	0,7	0,7	0,7
19	107,1	0,4	0,4	0,4
20	107,1	0,2	0,2	0,2
21	107,1	0,1	0,1	0,1
22	107,1	0,1	0,1	0,1
23	107,1	0	0	0
24	107,1	0	0	0
25	107,1	0	0	0



emissie (jaargemiddelde bronsterkte, L_E)

Frequentie	Ref. spectrum	Emissie (L_E)		
Hz	dB	dag	avond	nacht
31	-10,0	94,23	94,23	94,23
63	-16,6	87,63	87,63	87,63
125	-11	93,23	93,23	93,23
250	-7,4	96,83	96,83	96,83
500	-6,1	98,13	98,13	98,13
1000	-5,8	98,43	98,43	98,43
2000	-8,4	95,83	95,83	95,83
4000	-12	92,23	92,23	92,23
8000	-24	80,23	80,23	80,23
Totaal	0,43	104,7	104,7	104,7
$L_{E,den}$	111,1 dB			

