

Berekening laagfrequent geluid windturbines volgens Deense norm BEK nr. 1736 - Lagerwey L136-4.5MW en L100-2.5MW

Punt 109: Grubbenvorsterweg 68

Berekening geluidsniveau LpALF (10 - 160 Hz)

	Turbine 1	Turbine 2	Turbine 3	Turbine 4	Turbine 5	Turbine 6	Turbine 7	Turbine 8	Turbine 9	Totaal
Type	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	2,5 MW	2,5 MW	2,5 MW	34,5 MW
afstand turbine tot woning	929,4	1275,7	1715,3	2169,6	3068,7	3468,3	4143,2	4443,4	4768,8	
ashoogte	132	132	132	132	132	132	135	135	135	
bronvermogen bij 6 m/s op 10 m	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	103,9	103,9	103,9	
bronvermogen bij 8 m/s op 10 m	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106	106	106	
geluidsniveau LpALF bij 6 m/s	3,27	0,46	-2,20	-4,36	-7,59	-8,75	-7,11	-7,77	-8,45	7,00
geluidsniveau LpALF bij 8 m/s	6,01	3,23	0,59	-1,54	-4,73	-5,87	-4,30	-4,94	-5,60	9,78

Toetsing aan NSG- en Vercammencurve

Tertsbanden (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
Berekend Lp bij 8 m/s	53,9	49,8	48,4	44,2	40,5	36,8	34,8	31,8	26,6	21,8	18,8	17,9	14,4
NSG-curve				74	62	55	46	39	33	27	22		
Vercammencurve	86	82	77	71	65	60	55	50	46	42	39	36	36

Turbine	coördinaten turbine	coördinaten punt	afstand
WT01	203011,36 380463,03	202864,79 381380,78	929,38
WT02	203352,68 380202,09	202864,79 381380,78	1275,68
WT03	203740,32 379905,73	202864,79 381380,78	1715,32
WT04	204123,84 379613,88	202864,79 381380,78	2169,60
WT05	204860,57 379049,72	202864,79 381380,78	3068,71
WT06	205184,34 378802,27	202864,79 381380,78	3468,29
WT07	205727,99 378386,15	202864,79 381380,78	4143,15
WT08	205969,41 378201,94	202864,79 381380,78	4443,39
WT09	206230,64 378002,61	202864,79 381380,78	4768,75

Berekeningsmethode

$L_{pALF,i} = L_{WA,ref} - 10 \cdot \log(l^2 + h^2) - 11 \text{ dB} + \Delta L_{GLF} - \Delta L_o - \Delta L_{\alpha}$
met
$L_{pALF,i}$ = A-gewogen geluidsniveau in woning per tertsband
$L_{WA,ref,i}$ = A-gewogen bronvermogen per tertsband
l = afstand van de windturbine tot het beoordelingspunt
h = ashoogte van de windturbine
11 dB = de correctie voor de afstandsdemping, $10 \times \log 4\pi$
ΔL_{GLF} = terrein correctie (bodemreflectie)
ΔL_o = geluidsisolatie (niveauverschil)
ΔL_{α} = luchtabsorptie, $(\alpha_s \times V(l_2 + h_2))$
α_s = luchtabsorptie coëfficiënt in dB/km
$L_{pALF,tot} = 10 \cdot \log \sum 10^{(L_{pALF,i}/10)}$
met
$L_{pALF,tot}$ = A-gewogen geluidsniveau in woning voor het frequentiegebied van de 10 t/m 160 Hz octaafband

Tertsbanden (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
L136, rel. A-gew. spectrum bij 6 m/s*	-60,4	-56,5	-52,6	-48,7	-44,8	-40,5	-36,7	-33,1	-29,8	-26,5	-23,1	-19,7	-16,4
L136, rel. A-gew. spectrum bij 8 m/s*	-57,5	-53,6	-49,7	-45,8	-41,9	-37,6	-33,9	-30,5	-27,5	-24,7	-21,9	-19,4	-17,1
L100, rel. A-gew. spectrum bij 6 m/s**	-64,1	-57,3	-50,5	-44,5	-39,3	-34,7	-30,6	-26,9	-23,6	-20,7	-18,1	-15,8	-13,7
L100, rel. A-gew. spectrum bij 8 m/s**	-66,7	-57,3	-47,9	-40,8	-35,4	-31,2	-28	-25,4	-23,2	-21,2	-19,4	-17,6	-15,9
luchtabsorptie in dB/km	0	0	0	0	0,02	0,03	0,05	0,07	0,11	0,17	0,26	0,38	0,55

* Spectrum conform Lagerwey document Data curves L136-4.5MW, nr. SD202ENR2 d.d. 4 juli 2017

** Spectrum conform Lagerwey document Data curves L100-2.5MW, nr. SD253ENR2 d.d. 22 juni 2017

Turbine 1

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l^2+h^2) + 11	70,45	70,45	70,45	70,45	70,45	70,45	70,45	70,45	70,45	70,45	70,45	70,45	70,45	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,05	0,07	0,10	0,16	0,24	0,36	0,52	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-24,25	-21,35	-16,35	-14,65	-12,77	-11,08	-8,10	-6,42	-7,15	-7,61	-6,49	-3,41	-3,07	3,27
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-19,95	-17,05	-12,05	-10,35	-8,47	-6,78	-3,90	-2,42	-3,45	-4,41	-3,89	-1,71	-2,37	6,01

Turbine 2

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l^2+h^2) + 11	73,16	73,16	73,16	73,16	73,16	73,16	73,16	73,16	73,16	73,16	73,16	73,16	73,16	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,06	0,09	0,14	0,22	0,33	0,49	0,71	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-26,96	-24,06	-19,06	-17,36	-15,49	-13,80	-10,83	-9,15	-9,90	-10,38	-9,29	-6,25	-5,97	0,46
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-22,66	-19,76	-14,76	-13,06	-11,19	-9,50	-6,63	-5,15	-6,20	-7,18	-6,69	-4,55	-5,27	3,23

Turbine 3

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l^2+h^2) + 11	75,71	75,71	75,71	75,71	75,71	75,71	75,71	75,71	75,71	75,71	75,71	75,71	75,71	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,09	0,12	0,19	0,29	0,45	0,65	0,95	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-29,51	-26,61	-21,61	-19,91	-18,05	-16,36	-13,40	-11,73	-12,50	-13,01	-11,96	-8,97	-8,76	-2,20
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-25,21	-22,31	-17,31	-15,61	-13,75	-12,06	-9,20	-7,73	-8,80	-9,81	-9,36	-7,27	-8,06	0,59

Berekening laagfrequent geluid windturbines volgens Deense norm BEK nr. 1736 - Lagerwey L136-4.5MW en L100-2.5MW

Turbine 4

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	totaal
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (I^2+h^2) + 11	77,74	77,74	77,74	77,74	77,74	77,74	77,74	77,74	77,74	77,74	77,74	77,74	77,74	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,07	0,11	0,15	0,24	0,37	0,57	0,83	1,20	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-31,54	-28,64	-23,64	-21,94	-20,09	-18,41	-15,45	-13,80	-14,58	-15,11	-14,11	-11,17	-11,04	-4,36
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-27,24	-24,34	-19,34	-17,64	-15,79	-14,11	-11,25	-9,80	-10,88	-11,91	-11,51	-9,47	-10,34	-1,54

Turbine 5

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	totaal
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (I^2+h^2) + 11	80,75	80,75	80,75	80,75	80,75	80,75	80,75	80,75	80,75	80,75	80,75	80,75	80,75	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,09	0,15	0,22	0,34	0,52	0,80	1,17	1,69	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-34,55	-31,65	-26,65	-24,95	-23,11	-21,44	-18,50	-16,86	-17,69	-18,27	-17,35	-14,51	-14,54	-7,59
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-30,25	-27,35	-22,35	-20,65	-18,81	-17,14	-14,30	-12,86	-13,99	-15,07	-14,75	-12,81	-13,84	-4,73

Turbine 6

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (I^2+h^2) + 11	81,81	81,81	81,81	81,81	81,81	81,81	81,81	81,81	81,81	81,81	81,81	81,81	81,81	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,10	0,17	0,24	0,38	0,59	0,90	1,32	1,91	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-35,61	-32,71	-27,71	-26,01	-24,18	-22,51	-19,58	-17,95	-18,79	-19,40	-18,51	-15,73	-15,82	-8,75
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-31,31	-28,41	-23,41	-21,71	-19,88	-18,21	-15,38	-13,95	-15,09	-16,20	-15,91	-14,03	-15,12	-5,87

Turbine 7

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61	
10 log (I^2+h^2) + 11	83,35	83,35	83,35	83,35	83,35	83,35	83,35	83,35	83,35	83,35	83,35	83,35	83,35		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,12	0,21	0,29	0,46	0,70	1,08	1,58	2,28		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-42,45	-36,65	-28,75	-24,95	-21,83	-19,88	-16,66	-14,94	-15,81	-16,86	-16,83	-15,23	-16,63	-7,11	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-42,95	-34,55	-24,05	-19,15	-15,83	-14,28	-11,96	-11,34	-13,31	-15,26	-16,03	-14,93	-16,73	-4,30	

Turbine 8

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61
10 log (I ² +h ²) + 11	83,96	83,96	83,96	83,96	83,96	83,96	83,96	83,96	83,96	83,96	83,96	83,96	83,96	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,13	0,22	0,31	0,49	0,76	1,16	1,69	2,44	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-43,06	-37,26	-29,36	-25,56	-22,45	-20,49	-17,28	-15,57	-16,45	-17,51	-17,51	-15,95	-17,40	-7,77
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-43,56	-35,16	-24,66	-19,76	-16,45	-14,89	-12,58	-11,97	-13,95	-15,91	-16,71	-15,65	-17,50	-4,94

Turbine 9

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61
10 log (I^2+h^2) + 11	84,57	84,57	84,57	84,57	84,57	84,57	84,57	84,57	84,57	84,57	84,57	84,57	84,57	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,14	0,24	0,33	0,52	0,81	1,24	1,81	2,62	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-43,67	-37,87	-29,97	-26,17	-23,07	-21,11	-17,91	-16,21	-17,10	-18,18	-18,21	-16,68	-18,20	-8,45
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-44,17	-35,77	-25,27	-20,37	-17,07	-15,51	-13,21	-12,61	-14,60	-16,58	-17,41	-16,38	-18,30	-5,60

Berekening laagfrequent geluid windturbines volgens Deense norm BEK nr. 1736 - Lagerwey L136-4.5MW en L100-2.5MW

Punt 150: Heierkerkweg 16

Berekening geluidsniveau LpALF (10 - 160 Hz)

	Turbine 1	Turbine 2	Turbine 3	Turbine 4	Turbine 5	Turbine 6	Turbine 7	Turbine 8	Turbine 9	Totaal
Type	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	2,5 MW	2,5 MW	2,5 MW	34,5 MW
afstand turbine tot woning	1633,1	1211,1	742,7	338,5	763,4	1154,3	1827,5	2128,4	2454,7	
ashoogte	132	132	132	132	132	132	135	135	135	
bronvermogen bij 6 m/s op 10 m	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	103,9	103,9	103,9	
bronvermogen bij 8 m/s op 10 m	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106	106	106	
geluidsniveau LpALF bij 6 m/s	-1,76	0,93	5,22	11,67	4,98	1,36	0,46	-0,92	-2,22	14,31
geluidsniveaus LpALF bij 8 m/s	1,03	3,69	7,95	14,38	7,72	4,11	3,12	1,76	0,48	17,03

Toetsing aan NSG- en Vercammencurve

Tertsbanden (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
Lp (lineair)	61,0	56,9	55,4	51,2	47,5	43,9	41,9	38,9	33,8	29,0	26,1	25,3	21,9
NSG-curve				74	62	55	46	39	33	27	22		
Vercammencurve	86	82	77	71	65	60	55	50	46	42	39	36	36

Turbine	coördinaten turbine	coördinaten punt	afstand
WT01	203011,36 380463,03	204452,52 379694,96	1633,06
WT02	203352,68 380202,09	204452,52 379694,96	1211,13
WT03	203740,32 379905,73	204452,52 379694,96	742,73
WT04	204123,84 379613,88	204452,52 379694,96	338,53
WT05	204860,57 379049,72	204452,52 379694,96	763,44
WT06	205184,34 378802,27	204452,52 379694,96	1154,32
WT07	205727,99 378386,15	204452,52 379694,96	1827,51
WT08	205969,41 378201,94	204452,52 379694,96	2128,39
WT09	206230,64 378002,61	204452,52 379694,96	2454,74

Berekeningsmethode

$$L_{pALF,i} = L_{WA,ref} - 10 \cdot \log(l^2 + h^2) - 11 \text{ dB} + \Delta L_{GLF} - \Delta L_0 - \Delta L_{\alpha}$$

met

$L_{pALF,i}$ = A-gewogen geluidsniveau in woning per tertsband

$L_{WA,ref,i}$ = A-gewogen bronvermogen per tertsband

l = afstand van de windturbine tot het beoordelingspunt

h = ashoogte van de windturbine

11 dB = de correctie voor de afstandsdemping, $10 \times \log 4\pi$

ΔL_{GLF} = terrein correctie (bodemreflectie)

ΔL_0 = geluidsisolatie (niveauverschil)

ΔL_{α} = luchtabsorptie, $(\alpha_s \times \sqrt{l_2 + h_2})$

α_s = luchtabsorptie coëfficiënt in dB/km

$$L_{pALF,tot} = 10 \cdot \log \sum 10^{(L_{pALF,i}/10)}$$

met

$L_{pALF,tot}$ = A-gewogen geluidsniveau in woning voor het frequentiegebied van de 10 t/m 160 Hz octaafband

Tertsbanden (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
L136, rel. A-gew. spectrum bij 6 m/s*	-60,4	-56,5	-52,6	-48,7	-44,8	-40,5	-36,7	-33,1	-29,8	-26,5	-23,1	-19,7	-16,4
L136, rel. A-gew. spectrum bij 8 m/s*	-57,5	-53,6	-49,7	-45,8	-41,9	-37,6	-33,9	-30,5	-27,5	-24,7	-21,9	-19,4	-17,1
L100, rel. A-gew. spectrum bij 6 m/s**	-64,1	-57,3	-50,5	-44,5	-39,3	-34,7	-30,6	-26,9	-23,6	-20,7	-18,1	-15,8	-13,7
L100, rel. A-gew. spectrum bij 8 m/s**	-66,7	-57,3	-47,9	-40,8	-35,4	-31,2	-28	-25,4	-23,2	-21,2	-19,4	-17,6	-15,9
luchtabsorptie in dB/km	0	0	0	0	0,02	0,03	0,05	0,07	0,11	0,17	0,26	0,38	0,55

* Spectrum conform Lagerwey document Data curves L136-4.5MW, nr. SD202ENR2 d.d. 4 juli 2017

** Spectrum conform Lagerwey document Data curves L100-2.5MW, nr. SD253ENR2 d.d. 22 juni 2017

Turbine 1

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l²+h²) + 11	75,29	75,29	75,29	75,29	75,29	75,29	75,29	75,29	75,29	75,29	75,29	75,29	75,29	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,08	0,11	0,18	0,28	0,43	0,62	0,90	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-29,09	-26,19	-21,19	-19,49	-17,62	-15,94	-12,97	-11,30	-12,07	-12,57	-11,51	-8,51	-8,29	-1,76
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-24,79	-21,89	-16,89	-15,19	-13,32	-11,64	-8,77	-7,30	-8,37	-9,37	-8,91	-6,81	-7,59	1,03

Turbine 2

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l²+h²) + 11	72,72	72,72	72,72	72,72	72,72	72,72	72,72	72,72	72,72	72,72	72,72	72,72	72,72	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,06	0,09	0,13	0,21	0,32	0,46	0,67	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-26,52	-23,62	-18,62	-16,92	-15,04	-13,35	-10,38	-8,70	-9,45	-9,92	-8,83	-5,78	-5,49	0,93
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-22,22	-19,32	-14,32	-12,62	-10,74	-9,05	-6,18	-4,70	-5,75	-6,72	-6,23	-4,08	-4,79	3,69

Turbine 3

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l²+h²) + 11	68,55	68,55	68,55	68,55	68,55	68,55	68,55	68,55	68,55	68,55	68,55	68,55	68,55	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,04	0,05	0,08	0,13	0,20	0,29	0,41	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-22,35	-19,45	-14,45	-12,75	-10,87	-9,17	-6,19	-4,50	-5,23	-5,68	-4,55	-1,44	-1,07	5,22
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-18,05	-15,15	-10,15	-8,45	-6,57	-4,87	-1,99	-0,50	-1,53	-2,48	-1,95	0,26	-0,37	7,95

Berekening laagfrequent geluid windturbines volgens Deense norm BEK nr. 1736 - Lagerwey L136-4.5MW en L100-2.5MW

Turbine 4

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	totaal
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (I^2+h^2) + 11	62,21	62,21	62,21	62,21	62,21	62,21	62,21	62,21	62,21	62,21	62,21	62,21	62,21	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,09	0,14	0,20	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-16,01	-13,11	-8,11	-6,41	-4,51	-2,82	0,18	1,87	1,15	0,73	1,90	5,06	5,49	11,67
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-11,71	-8,81	-3,81	-2,11	-0,21	1,48	4,38	5,87	4,85	3,93	4,50	6,76	6,19	14,38

Turbine 5

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	totaal
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (I^2+h^2) + 11	68,78	68,78	68,78	68,78	68,78	68,78	68,78	68,78	68,78	68,78	68,78	68,78	68,78	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,04	0,05	0,09	0,13	0,20	0,29	0,43	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-22,58	-19,68	-14,68	-12,98	-11,10	-9,41	-6,42	-4,74	-5,47	-5,92	-4,78	-1,68	-1,31	4,98
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-18,28	-15,38	-10,38	-8,68	-6,80	-5,11	-2,22	-0,74	-1,77	-2,72	-2,18	0,02	-0,61	7,72

Turbine 6

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35	
10 log (I^2+h^2) + 11	72,30	72,30	72,30	72,30	72,30	72,30	72,30	72,30	72,30	72,30	72,30	72,30	72,30		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,06	0,08	0,13	0,20	0,30	0,44	0,64		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-26,10	-23,20	-18,20	-16,50	-14,63	-12,94	-9,96	-8,28	-9,03	-9,50	-8,41	-5,34	-5,04	1,36	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-21,80	-18,90	-13,90	-12,20	-10,33	-8,64	-5,76	-4,28	-5,33	-6,30	-5,81	-3,64	-4,34	4,11	

Turbine 7

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61	
10 log (I^2+h^2) + 11	76,26	76,26	76,26	76,26	76,26	76,26	76,26	76,26	76,26	76,26	76,26	76,26	76,26		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05	0,09	0,13	0,20	0,31	0,48	0,70	1,01		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-35,36	-29,56	-21,66	-17,86	-14,70	-12,72	-9,45	-7,69	-8,46	-9,37	-9,14	-7,26	-8,27	0,46	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-35,86	-27,46	-16,96	-12,06	-8,70	-7,12	-4,75	-4,09	-5,96	-7,77	-8,34	-6,96	-8,37	3,12	

Turbine 8

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61	
10 log (I^2+h^2) + 11	77,58	77,58	77,58	77,58	77,58	77,58	77,58	77,58	77,58	77,58	77,58	77,58	77,58		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	0,11	0,15	0,23	0,36	0,55	0,81	1,17		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-36,68	-30,88	-22,98	-19,18	-16,02	-14,04	-10,79	-9,03	-9,81	-10,74	-10,53	-8,69	-9,75	-0,92	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-37,18	-28,78	-18,28	-13,38	-10,02	-8,44	-6,09	-5,43	-7,31	-9,14	-9,73	-8,39	-9,85	1,76	

Turbine 9

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61	
10 log (I^2+h^2) + 11	78,81	78,81	78,81	78,81	78,81	78,81	78,81	78,81	78,81	78,81	78,81	78,81	78,81		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,07	0,12	0,17	0,27	0,42	0,64	0,93	1,35		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-37,91	-32,11	-24,21	-20,41	-17,26	-15,29	-12,04	-10,29	-11,08	-12,03	-11,85	-10,05	-11,17	-2,22	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-38,41	-30,01	-19,51	-14,61	-11,26	-9,69	-7,34	-6,69	-8,58	-10,43	-11,05	-9,75	-11,27	0,48	

Berekening laagfrequent geluid windturbines volgens Deense norm BEK nr. 1736 - Lagerwey L136-4.5MW en L100-2.5MW

Punt 151: Heierkerkweg 14

Berekening geluidsniveau LpALF (10 - 160 Hz)

	Turbine 1	Turbine 2	Turbine 3	Turbine 4	Turbine 5	Turbine 6	Turbine 7	Turbine 8	Turbine 9	Totaal
Type	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	2,5 MW	2,5 MW	2,5 MW	34,5 MW
afstand turbine tot woning	1661,7	1238,0	765,0	341,1	723,3	1116,2	1791,1	2092,4	2419,1	
ashoogte	132	132	132	132	132	132	135	135	135	
bronvermogen bij 6 m/s op 10 m	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	103,9	103,9	103,9	103,9	
bronvermogen bij 8 m/s op 10 m	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106	106	106	
geluidsniveau LpALF bij 6 m/s	-1,92	0,73	4,96	11,61	5,45	1,65	0,65	-0,76	-2,09	14,32
geluidsniveau LpALF bij 8 m/s	0,87	3,50	7,70	14,33	8,18	4,41	3,30	1,91	0,61	17,04

Toetsing aan NSG- en Vercammencurve

Tertsbanden (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
Lp (lineair) bij 8 m/s	61,0	56,9	55,5	51,2	47,5	43,9	41,9	38,9	33,8	29,1	26,1	25,3	21,9
NSG-curve				74	62	55	46	39	33	27	22		
Vercammencurve	86	82	77	71	65	60	55	50	46	42	39	36	36

Turbine	coördinaten turbine	coördinaten punt	afstand
WT01	203011,36 380463,03	204462,62 379653,74	1661,66
WT02	203352,68 380202,09	204462,62 379653,74	1238,00
WT03	203740,32 379905,73	204462,62 379653,74	764,99
WT04	204123,84 379613,88	204462,62 379653,74	341,12
WT05	204860,57 379049,72	204462,62 379653,74	723,33
WT06	205184,34 378802,27	204462,62 379653,74	1116,19
WT07	205727,99 378386,15	204462,62 379653,74	1791,07
WT08	205969,41 378201,94	204462,62 379653,74	2092,40
WT09	206230,64 378002,61	204462,62 379653,74	2419,12

Berekeningsmethode

$$L_{pALF,i} = L_{WA,ref} - 10 \cdot \log(l^2 + h^2) - 11 \text{ dB} + \Delta L_{GLF} - \Delta L_0 - \Delta L_\alpha$$

met

$L_{pALF,i}$ = A-gewogen geluidsniveau in woning per tertsband

$L_{WA,ref,i}$ = A-gewogen bronvermogen per tertsband

l = afstand van de windturbine tot het beoordelingspunt

h = ashoogte van de windturbine

11 dB = de correctie voor de afstandsdemping, $10 \times \log 4\pi$

ΔL_{GLF} = terrein correctie (bodemreflectie)

ΔL_0 = geluidsisolatie (niveauverschil)

ΔL_α = luchtabsorptie, $(\alpha_s \times \sqrt{l^2 + h^2})$

α_s = luchtabsorptie coëfficiënt in dB/km

$$L_{pALF,tot} = 10 \cdot \log \sum 10^{(L_{pALF,i}/10)}$$

met

$L_{pALF,tot}$ = A-gewogen geluidsniveau in woning voor het frequentiegebied van de 10 t/m 160 Hz octaafband

Tertsbanden (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
L136, rel. A-gew. spectrum bij 6 m/s*	-60,4	-56,5	-52,6	-48,7	-44,8	-40,5	-36,7	-33,1	-29,8	-26,5	-23,1	-19,7	-16,4
L136, rel. A-gew. spectrum bij 8 m/s*	-57,5	-53,6	-49,7	-45,8	-41,9	-37,6	-33,9	-30,5	-27,5	-24,7	-21,9	-19,4	-17,1
L100, rel. A-gew. spectrum bij 6 m/s**	-64,1	-57,3	-50,5	-44,5	-39,3	-34,7	-30,6	-26,9	-23,6	-20,7	-18,1	-15,8	-13,7
L100, rel. A-gew. spectrum bij 8 m/s**	-66,7	-57,3	-47,9	-40,8	-35,4	-31,2	-28	-25,4	-23,2	-21,2	-19,4	-17,6	-15,9
luchtabsorptie in dB/km	0	0	0	0	0,02	0,03	0,05	0,07	0,11	0,17	0,26	0,38	0,55

* Spectrum conform Lagerwey document Data curves L136-4.5MW, nr. SD202ENR2 d.d. 4 juli 2017

** Spectrum conform Lagerwey document Data curves L100-2.5MW, nr. SD253ENR2 d.d. 22 juni 2017

Turbine 1

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l²+h²) + 11	75,44	75,44	75,44	75,44	75,44	75,44	75,44	75,44	75,44	75,44	75,44	75,44	75,44	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,08	0,12	0,18	0,28	0,43	0,63	0,92	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-29,24	-26,34	-21,34	-19,64	-17,77	-16,09	-13,12	-11,45	-12,22	-12,72	-11,67	-8,67	-8,45	-1,92
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-24,94	-22,04	-17,04	-15,34	-13,47	-11,79	-8,92	-7,45	-8,52	-9,52	-9,07	-6,97	-7,75	0,87

Turbine 2

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l²+h²) + 11	72,90	72,90	72,90	72,90	72,90	72,90	72,90	72,90	72,90	72,90	72,90	72,90	72,90	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,06	0,09	0,14	0,21	0,32	0,47	0,68	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-26,70	-23,80	-18,80	-17,10	-15,23	-13,54	-10,57	-8,89	-9,64	-10,12	-9,03	-5,98	-5,69	0,73
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-22,40	-19,50	-14,50	-12,80	-10,93	-9,24	-6,37	-4,89	-5,94	-6,92	-6,43	-4,28	-4,99	3,50

Turbine 3

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l²+h²) + 11	68,80	68,80	68,80	68,80	68,80	68,80	68,80	68,80	68,80	68,80	68,80	68,80	68,80	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,04	0,05	0,09	0,13	0,20	0,29	0,43	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-22,60	-19,70	-14,70	-13,00	-11,12	-9,42	-6,44	-4,75	-5,49	-5,93	-4,80	-1,70	-1,33	4,96
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-18,30	-15,40	-10,40	-8,70	-6,82	-5,12	-2,24	-0,75	-1,79	-2,73	-2,20	0,00	-0,63	7,70

Berekening laagfrequent geluid windturbines volgens Deense norm BEK nr. 1736 - Lagerwey L136-4.5MW en L100-2.5MW

Turbine 4

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	totaal
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (I^2+h^2) + 11	62,26	62,26	62,26	62,26	62,26	62,26	62,26	62,26	62,26	62,26	62,26	62,26	62,26	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,10	0,14	0,20	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-16,06	-13,16	-8,16	-6,46	-4,57	-2,88	0,12	1,81	1,10	0,67	1,84	5,00	5,43	11,61
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-11,76	-8,86	-3,86	-2,16	-0,27	1,42	4,32	5,81	4,80	3,87	4,44	6,70	6,13	14,33

Turbine 5

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35	
10 log (I^2+h^2) + 11	68,33	68,33	68,33	68,33	68,33	68,33	68,33	68,33	68,33	68,33	68,33	68,33	68,33		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,04	0,05	0,08	0,12	0,19	0,28	0,40		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-22,13	-19,23	-14,23	-12,53	-10,64	-8,95	-5,97	-4,28	-5,01	-5,45	-4,32	-1,21	-0,83	5,45	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-17,83	-14,93	-9,93	-8,23	-6,34	-4,65	-1,77	-0,28	-1,31	-2,25	-1,72	0,49	-0,13	8,18	

Turbine 6

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35	
10 log (I^2+h^2) + 11	72,02	72,02	72,02	72,02	72,02	72,02	72,02	72,02	72,02	72,02	72,02	72,02	72,02		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,06	0,08	0,12	0,19	0,29	0,43	0,62		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-25,82	-22,92	-17,92	-16,22	-14,34	-12,65	-9,67	-7,99	-8,74	-9,21	-8,11	-5,04	-4,73	1,65	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-21,52	-18,62	-13,62	-11,92	-10,04	-8,35	-5,47	-3,99	-5,04	-6,01	-5,51	-3,34	-4,03	4,41	

Turbine 7

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61	
10 log (I ² +h ²) + 11	76,09	76,09	76,09	76,09	76,09	76,09	76,09	76,09	76,09	76,09	76,09	76,09	76,09		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05	0,09	0,13	0,20	0,31	0,47	0,68	0,99		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-35,19	-29,39	-21,49	-17,69	-14,52	-12,54	-9,28	-7,51	-8,28	-9,19	-8,95	-7,07	-8,07	0,65	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-35,69	-27,29	-16,79	-11,89	-8,52	-6,94	-4,58	-3,91	-5,78	-7,59	-8,15	-6,77	-8,17	3,30	

Turbine 8

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61
10 log (I^2+h^2) + 11	77,43	77,43	77,43	77,43	77,43	77,43	77,43	77,43	77,43	77,43	77,43	77,43	77,43	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	0,10	0,15	0,23	0,36	0,55	0,80	1,15	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-36,53	-30,73	-22,83	-19,03	-15,87	-13,89	-10,64	-8,88	-9,66	-10,59	-10,38	-8,53	-9,58	-0,76
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-37,03	-28,63	-18,13	-13,23	-9,87	-8,29	-5,94	-5,28	-7,16	-8,99	-9,58	-8,23	-9,68	1,91

Turbine 9

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61	
10 log (I^2+h^2) + 11	78,69	78,69	78,69	78,69	78,69	78,69	78,69	78,69	78,69	78,69	78,69	78,69	78,69		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,07	0,12	0,17	0,27	0,41	0,63	0,92	1,33		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-37,79	-31,99	-24,09	-20,29	-17,14	-15,16	-11,91	-10,16	-10,95	-11,90	-11,72	-9,91	-11,02	-2,09	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-38,29	-29,89	-19,39	-14,49	-11,14	-9,56	-7,21	-6,56	-8,45	-10,30	-10,92	-9,61	-11,12	0,61	

Berekening laagfrequent geluid windturbines volgens Deense norm BEK nr. 1736 - Lagerwey L136-4.5MW en L100-2.5MW

Punt 152: Heierkerkweg 12

Berekening geluidsniveau LpALF (10 - 160 Hz)

	Turbine 1	Turbine 2	Turbine 3	Turbine 4	Turbine 5	Turbine 6	Turbine 7	Turbine 8	Turbine 9	Totaal
Type	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	2,5 MW	2,5 MW	2,5 MW	34,5 MW
afstand turbine tot woning	1762,2	1341,9	875,8	461,3	675,1	1051,8	1716,8	2015,9	2340,9	
ashoogte	132	132	132	132	132	132	135	135	135	
bronvermogen bij 6 m/s op 10 m	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	103,9	103,9	103,9	
bronvermogen bij 8 m/s op 10 m	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106	106	106	
geluidsniveau LpALF bij 6 m/s	-2,45	0,01	3,79	9,22	6,04	2,18	1,03	-0,42	-1,79	13,19
geluidsniveau LpALF bij 8 m/s	0,34	2,78	6,53	11,94	8,77	4,93	3,68	2,25	0,91	15,91

Toetsing aan NSG- en Vercammencurve

Tertsbanden (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
Berekend Lp bij 8 m/s	59,7	55,7	54,3	50,2	46,6	42,9	40,9	37,8	32,7	27,9	24,9	24,1	20,7
NSG-curve				74	62	55	46	39	33	27	22		
Vercammencurve	86	82	77	71	65	60	55	50	46	42	39	36	36

Turbine	coördinaten turbine	coördinaten punt	afstand
WT01	203011,36 380463,03	204582,36 379664,82	1762,15
WT02	203352,68 380202,09	204582,36 379664,82	1341,93
WT03	203740,32 379905,73	204582,36 379664,82	875,82
WT04	204123,84 379613,88	204582,36 379664,82	461,34
WT05	204860,57 379049,72	204582,36 379664,82	675,09
WT06	205184,34 378802,27	204582,36 379664,82	1051,85
WT07	205727,99 378386,15	204582,36 379664,82	1716,82
WT08	205969,41 378201,94	204582,36 379664,82	2015,92
WT09	206230,64 378002,61	204582,36 379664,82	2340,89

Berekeningsmethode

$$L_{pALF,i} = L_{WA,ref} - 10 \cdot \log(l^2 + h^2) - 11 \text{ dB} + \Delta L_{GLF} - \Delta L_0 - \Delta L_{\alpha}$$

met

$L_{pALF,i}$ = A-gewogen geluidsniveau in woning per tertsband

$L_{WA,ref,i}$ = A-gewogen bronvermogen per tertsband

l = afstand van de windturbine tot het beoordelingspunt

h = ashoogte van de windturbine

11 dB = de correctie voor de afstandsdemping, $10 \times \log 4\pi$

ΔL_{GLF} = terrein correctie (bodemreflectie)

ΔL_0 = geluidsisolatie (niveauverschil)

ΔL_{α} = luchtabsorptie, $(\alpha_s \times \sqrt{l_2 + h_2})$

α_s = luchtabsorptie coëfficiënt in dB/km

$$L_{pALF,tot} = 10 \cdot \log \sum 10^{(L_{pALF,i}/10)}$$

met

$L_{pALF,tot}$ = A-gewogen geluidsniveau in woning voor het frequentiegebied van de 10 t/m 160 Hz octaafband

Tertsbanden (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
L136, rel. A-gew. spectrum bij 6 m/s*	-60,4	-56,5	-52,6	-48,7	-44,8	-40,5	-36,7	-33,1	-29,8	-26,5	-23,1	-19,7	-16,4
L136, rel. A-gew. spectrum bij 8 m/s*	-57,5	-53,6	-49,7	-45,8	-41,9	-37,6	-33,9	-30,5	-27,5	-24,7	-21,9	-19,4	-17,1
L100, rel. A-gew. spectrum bij 6 m/s**	-64,1	-57,3	-50,5	-44,5	-39,3	-34,7	-30,6	-26,9	-23,6	-20,7	-18,1	-15,8	-13,7
L100, rel. A-gew. spectrum bij 8 m/s**	-66,7	-57,3	-47,9	-40,8	-35,4	-31,2	-28	-25,4	-23,2	-21,2	-19,4	-17,6	-15,9
luchtabsorptie in dB/km	0	0	0	0	0,02	0,03	0,05	0,07	0,11	0,17	0,26	0,38	0,55

* Spectrum conform Lagerwey document Data curves L136-4.5MW, nr. SD202ENR2 d.d. 4 juli 2017

** Spectrum conform Lagerwey document Data curves L100-2.5MW, nr. SD253ENR2 d.d. 22 juni 2017

Turbine 1

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l²+h²) + 11	75,95	75,95	75,95	75,95	75,95	75,95	75,95	75,95	75,95	75,95	75,95	75,95	75,95	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05	0,09	0,12	0,19	0,30	0,46	0,67	0,97	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-29,75	-26,85	-21,85	-20,15	-18,28	-16,60	-13,63	-11,97	-12,74	-13,25	-12,20	-9,22	-9,02	-2,45
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-25,45	-22,55	-17,55	-15,85	-13,98	-12,30	-9,43	-7,97	-9,04	-10,05	-9,60	-7,52	-8,32	0,34

Turbine 2

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l²+h²) + 11	73,60	73,60	73,60	73,60	73,60	73,60	73,60	73,60	73,60	73,60	73,60	73,60	73,60	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,07	0,09	0,15	0,23	0,35	0,51	0,74	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-27,40	-24,50	-19,50	-17,80	-15,92	-14,24	-11,26	-9,59	-10,34	-10,83	-9,75	-6,71	-6,44	0,01
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-23,10	-20,20	-15,20	-13,50	-11,62	-9,94	-7,06	-5,59	-6,64	-7,63	-7,15	-5,01	-5,74	2,78

Turbine 3

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l²+h²) + 11	69,95	69,95	69,95	69,95	69,95	69,95	69,95	69,95	69,95	69,95	69,95	69,95	69,95	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,06	0,10	0,15	0,23	0,34	0,49	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-23,75	-20,85	-15,85	-14,15	-12,26	-10,57	-7,59	-5,91	-6,64	-7,10	-5,98	-2,88	-2,53	3,79
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-19,45	-16,55	-11,55	-9,85	-7,96	-6,27	-3,39	-1,91	-2,94	-3,90	-3,38	-1,18	-1,83	6,53

Berekening laagfrequent geluid windturbines volgens Deense norm BEK nr. 1736 - Lagerwey L136-4.5MW en L100-2.5MW

Turbine 4

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	totaal
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (I ² +h ²) + 11	64,62	64,62	64,62	64,62	64,62	64,62	64,62	64,62	64,62	64,62	64,62	64,62	64,62	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,08	0,12	0,18	0,26	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-18,42	-15,52	-10,52	-8,82	-6,93	-5,24	-2,25	-0,56	-1,27	-1,70	-0,55	2,60	3,01	9,22
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-14,12	-11,22	-6,22	-4,52	-2,63	-0,94	1,95	3,44	2,43	1,50	2,05	4,30	3,71	11,94

Turbine 5

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	totaal
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (I^2+h^2) + 11	67,75	67,75	67,75	67,75	67,75	67,75	67,75	67,75	67,75	67,75	67,75	67,75	67,75	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,05	0,08	0,12	0,18	0,26	0,38	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-21,55	-18,65	-13,65	-11,95	-10,06	-8,37	-5,38	-3,70	-4,43	-4,87	-3,73	-0,61	-0,23	6,04
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-17,25	-14,35	-9,35	-7,65	-5,76	-4,07	-1,18	0,30	-0,73	-1,67	-1,13	1,09	0,47	8,77

Turbine 6

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35	
10 log (I ² +h ²) + 11	71,51	71,51	71,51	71,51	71,51	71,51	71,51	71,51	71,51	71,51	71,51	71,51	71,51		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,05	0,07	0,12	0,18	0,28	0,40	0,58		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-25,31	-22,41	-17,41	-15,71	-13,83	-12,14	-9,16	-7,48	-8,22	-8,69	-7,58	-4,51	-4,19	2,18	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-21,01	-18,11	-13,11	-11,41	-9,53	-7,84	-4,96	-3,48	-4,52	-5,49	-4,98	-2,81	-3,49	4,93	

Turbine 7

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61	
10 log (I ² +h ²) + 11	75,72	75,72	75,72	75,72	75,72	75,72	75,72	75,72	75,72	75,72	75,72	75,72	75,72		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,09	0,12	0,19	0,29	0,45	0,65	0,95		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-34,82	-29,02	-21,12	-17,32	-14,16	-12,17	-8,91	-7,14	-7,91	-8,81	-8,57	-6,68	-7,67	1,03	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-35,32	-26,92	-16,42	-11,52	-8,16	-6,57	-4,21	-3,54	-5,41	-7,21	-7,77	-6,38	-7,77	3,68	

Turbine 8

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61	
10 log (I^2+h^2) + 11	77,11	77,11	77,11	77,11	77,11	77,11	77,11	77,11	77,11	77,11	77,11	77,11	77,11		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	0,10	0,14	0,22	0,34	0,53	0,77	1,11		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-36,21	-30,41	-22,51	-18,71	-15,55	-13,57	-10,31	-8,55	-9,33	-10,25	-10,03	-8,18	-9,22	-0,42	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-36,71	-28,31	-17,81	-12,91	-9,55	-7,97	-5,61	-4,95	-6,83	-8,65	-9,23	-7,88	-9,32	2,25	

Turbine 9

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61	
10 log (I^2+h^2) + 11	78,40	78,40	78,40	78,40	78,40	78,40	78,40	78,40	78,40	78,40	78,40	78,40	78,40		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,07	0,12	0,16	0,26	0,40	0,61	0,89	1,29		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-37,50	-31,70	-23,80	-20,00	-16,85	-14,87	-11,62	-9,87	-10,66	-11,60	-11,41	-9,59	-10,69	-1,79	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-38,00	-29,60	-19,10	-14,20	-10,85	-9,27	-6,92	-6,27	-8,16	-10,00	-10,61	-9,29	-10,79	0,91	

Berekening laagfrequent geluid windturbines volgens Deense norm BEK nr. 1736 - Lagerwey L136-4.5MW en L100-2.5MW

Punt 153: Heierkerkweg 10

Berekening geluidsniveau LpALF (10 - 160 Hz)

	Turbine 1	Turbine 2	Turbine 3	Turbine 4	Turbine 5	Turbine 6	Turbine 7	Turbine 8	Turbine 9	Totaal
	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	2,5 MW	2,5 MW	2,5 MW	34,5 MW
afstand turbine tot woning	1806,5	1392,7	940,1	554,6	713,2	1068,1	1717,9	2013,4	2335,5	
ashoogte	132	132	132	132	132	132	135	135	135	
bronvermogen bij 6 m/s op 10 m	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	103,9	103,9	103,9	
bronvermogen bij 8 m/s op 10 m	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106	106	106	
geluidsniveau LpALF bij 6 m/s	-2,68	-0,32	3,17	7,70	5,57	2,04	1,02	-0,41	-1,77	12,42
geluidsniveau LpALF bij 8 m/s	0,12	2,45	5,91	10,43	8,30	4,80	3,67	2,26	0,93	15,15

Toetsing aan NSG- en Vercammencurve

Tertsbanden (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
Berekend Lp bij 8 m/s	58,8	54,8	53,5	49,5	45,9	42,3	40,2	37,1	31,9	27,2	24,1	23,2	19,8
NSG-curve				74	62	55	46	39	33	27	22		
Vercammencurve	86	82	77	71	65	60	55	50	46	42	39	36	36

Turbine	coördinaten turbine	coördinaten punt	afstand
WT01	203011,36 380463,03	204664,91 379735,56	1806,50
WT02	203352,68 380202,09	204664,91 379735,56	1392,69
WT03	203740,32 379905,73	204664,91 379735,56	940,12
WT04	204123,84 379613,88	204664,91 379735,56	554,58
WT05	204860,57 379049,72	204664,91 379735,56	713,21
WT06	205184,34 378802,27	204664,91 379735,56	1068,10
WT07	205727,99 378386,15	204664,91 379735,56	1717,86
WT08	205969,41 378201,94	204664,91 379735,56	2013,38
WT09	206230,64 378002,61	204664,91 379735,56	2335,51

Berekeningsmethode

$$L_{pALF,i} = L_{WA,ref} - 10 \cdot \log(l^2 + h^2) - 11 \text{ dB} + \Delta L_{GLF} - \Delta L_0 - \Delta L_{\alpha}$$

met

$L_{pALF,i}$ = A-gewogen geluidsniveau in woning per tertsband

$L_{WA,ref,i}$ = A-gewogen bronvermogen per tertsband

l = afstand van de windturbine tot het beoordelingspunt

h = ashoogte van de windturbine

11 dB = de correctie voor de afstandsdemping, $10 \times \log 4\pi$

ΔL_{GLF} = terrein correctie (bodemreflectie)

ΔL_0 = geluidsisolatie (niveauverschil)

ΔL_{α} = luchtabsorptie, $(\alpha_s \times \sqrt{l_2^2 + h_2^2})$

α_s = luchtabsorptie coëfficiënt in dB/km

$$L_{pALF,tot} = 10 \cdot \log \sum 10^{(L_{pALF,i}/10)}$$

met

$L_{pALF,tot}$ = A-gewogen geluidsniveau in woning voor het frequentiegebied van de 10 t/m 160 Hz octaafband

Tertsbanden (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
L136, rel. A-gew. spectrum bij 6 m/s*	-60,4	-56,5	-52,6	-48,7	-44,8	-40,5	-36,7	-33,1	-29,8	-26,5	-23,1	-19,7	-16,4
L136, rel. A-gew. spectrum bij 8 m/s*	-57,5	-53,6	-49,7	-45,8	-41,9	-37,6	-33,9	-30,5	-27,5	-24,7	-21,9	-19,4	-17,1
L100, rel. A-gew. spectrum bij 6 m/s**	-64,1	-57,3	-50,5	-44,5	-39,3	-34,7	-30,6	-26,9	-23,6	-20,7	-18,1	-15,8	-13,7
L100, rel. A-gew. spectrum bij 8 m/s**	-66,7	-57,3	-47,9	-40,8	-35,4	-31,2	-28	-25,4	-23,2	-21,2	-19,4	-17,6	-15,9
luchtabsorptie in dB/km	0	0	0	0	0,02	0,03	0,05	0,07	0,11	0,17	0,26	0,38	0,55

* Spectrum conform Lagerwey document Data curves L136-4.5MW, nr. SD202ENR2 d.d. 4 juli 2017

** Spectrum conform Lagerwey document Data curves L100-2.5MW, nr. SD253ENR2 d.d. 22 juni 2017

Turbine 1

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l^2+h^2) + 11	76,16	76,16	76,16	76,16	76,16	76,16	76,16	76,16	76,16	76,16	76,16	76,16	76,16	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05	0,09	0,13	0,20	0,31	0,47	0,69	1,00	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-29,96	-27,06	-22,06	-20,36	-18,50	-16,81	-13,85	-12,19	-12,96	-13,47	-12,43	-9,45	-9,26	-2,68
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-25,66	-22,76	-17,76	-16,06	-14,20	-12,51	-9,65	-8,19	-9,26	-10,27	-9,83	-7,75	-8,56	0,12

Turbine 2

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l^2+h^2) + 11	73,92	73,92	73,92	73,92	73,92	73,92	73,92	73,92	73,92	73,92	73,92	73,92	73,92	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,07	0,10	0,15	0,24	0,36	0,53	0,77	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-27,72	-24,82	-19,82	-18,12	-16,24	-14,56	-11,59	-9,91	-10,67	-11,15	-10,08	-7,05	-6,79	-0,32
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-23,42	-20,52	-15,52	-13,82	-11,94	-10,26	-7,39	-5,91	-6,97	-7,95	-7,48	-5,35	-6,09	2,45

Turbine 3

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l^2+h^2) + 11	70,55	70,55	70,55	70,55	70,55	70,55	70,55	70,55	70,55	70,55	70,55	70,55	70,55	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,05	0,07	0,10	0,16	0,25	0,36	0,52	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-24,35	-21,45	-16,45	-14,75	-12,87	-11,18	-8,20	-6,51	-7,25	-7,71	-6,60	-3,51	-3,17	3,17
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-20,05	-17,15	-12,15	-10,45	-8,57	-6,88	-4,00	-2,51	-3,55	-4,51	-4,00	-1,81	-2,47	5,91

Berekening laagfrequent geluid windturbines volgens Deense norm BEK nr. 1736 - Lagerwey L136-4.5MW en L100-2.5MW

Turbine 4

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	totaal
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (I^2+h^2) + 11	66,12	66,12	66,12	66,12	66,12	66,12	66,12	66,12	66,12	66,12	66,12	66,12	66,12	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,10	0,15	0,22	0,31	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-19,92	-17,02	-12,02	-10,32	-8,43	-6,74	-3,75	-2,06	-2,78	-3,22	-2,07	1,06	1,47	7,70
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-15,62	-12,72	-7,72	-6,02	-4,13	-2,44	0,45	1,94	0,92	-0,02	0,53	2,76	2,17	10,43

Turbine 5

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35	
10 log (I^2+h^2) + 11	68,21	68,21	68,21	68,21	68,21	68,21	68,21	68,21	68,21	68,21	68,21	68,21	68,21		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,04	0,05	0,08	0,12	0,19	0,28	0,40		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-22,01	-19,11	-14,11	-12,41	-10,53	-8,83	-5,85	-4,16	-4,89	-5,33	-4,20	-1,09	-0,71	5,57	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-17,71	-14,81	-9,81	-8,11	-6,23	-4,53	-1,65	-0,16	-1,19	-2,13	-1,60	0,61	-0,01	8,30	

Turbine 6

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35	
10 log (I ² +h ²) + 11	71,64	71,64	71,64	71,64	71,64	71,64	71,64	71,64	71,64	71,64	71,64	71,64	71,64		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,05	0,08	0,12	0,18	0,28	0,41	0,59		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-25,44	-22,54	-17,54	-15,84	-13,96	-12,27	-9,29	-7,61	-8,36	-8,82	-7,72	-4,65	-4,33	2,04	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-21,14	-18,24	-13,24	-11,54	-9,66	-7,97	-5,09	-3,61	-4,66	-5,62	-5,12	-2,95	-3,63	4,80	

Turbine 7

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61	
10 log (I^2+h^2) + 11	75,73	75,73	75,73	75,73	75,73	75,73	75,73	75,73	75,73	75,73	75,73	75,73	75,73		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,09	0,12	0,19	0,29	0,45	0,65	0,95		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-34,83	-29,03	-21,13	-17,33	-14,16	-12,18	-8,91	-7,15	-7,92	-8,82	-8,57	-6,68	-7,67	1,02	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-35,33	-26,93	-16,43	-11,53	-8,16	-6,58	-4,21	-3,55	-5,42	-7,22	-7,77	-6,38	-7,77	3,67	

Turbine 8

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61
10 log (I ² +h ²) + 11	77,10	77,10	77,10	77,10	77,10	77,10	77,10	77,10	77,10	77,10	77,10	77,10	77,10	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	0,10	0,14	0,22	0,34	0,52	0,77	1,11	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-36,20	-30,40	-22,50	-18,70	-15,54	-13,56	-10,30	-8,54	-9,32	-10,24	-10,02	-8,16	-9,21	-0,41
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-36,70	-28,30	-17,80	-12,90	-9,54	-7,96	-5,60	-4,94	-6,82	-8,64	-9,22	-7,86	-9,31	2,26

Turbine 9

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61
10 log (I^2+h^2) + 11	78,38	78,38	78,38	78,38	78,38	78,38	78,38	78,38	78,38	78,38	78,38	78,38	78,38	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,07	0,12	0,16	0,26	0,40	0,61	0,89	1,29	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-37,48	-31,68	-23,78	-19,98	-16,83	-14,85	-11,60	-9,85	-10,64	-11,58	-11,39	-9,57	-10,67	-1,77
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-37,98	-29,58	-19,08	-14,18	-10,83	-9,25	-6,90	-6,25	-8,14	-9,98	-10,59	-9,27	-10,77	0,93

Berekening laagfrequent geluid windturbines volgens Deense norm BEK nr. 1736 - Lagerwey L136-4.5MW en L100-2.5MW

Punt 154: Heierkerkweg 15

Berekening geluidsniveau LpALF (10 - 160 Hz)

	Turbine 1	Turbine 2	Turbine 3	Turbine 4	Turbine 5	Turbine 6	Turbine 7	Turbine 8	Turbine 9	Totaal
Type	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	2,5 MW	2,5 MW	2,5 MW	34,5 MW
afstand turbine tot woning	1849,7	1438,7	991,2	612,3	718,4	1059,2	1699,4	1992,7	2313,1	
ashoogte	132	132	132	132	132	132	135	135	135	
bronvermogen bij 6 m/s op 10 m	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	103,9	103,9	103,9	
bronvermogen bij 8 m/s op 10 m	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106	106	106	
geluidsniveau LpALF bij 6 m/s	-2,89	-0,61	2,70	6,87	5,50	2,12	1,12	-0,32	-1,68	12,09
geluidsniveau LpALF bij 8 m/s	-0,09	2,16	5,45	9,60	8,24	4,87	3,77	2,35	1,01	14,82

Toetsing aan NSG- en Vercammencurve

Tertsbanden (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
Berekend Lp bij 8 m/s	58,4	54,5	53,1	49,2	45,6	42,0	39,9	36,8	31,6	26,8	23,8	22,9	19,4
NSG-curve				74	62	55	46	39	33	27	22		
Vercammencurve	86	82	77	71	65	60	55	50	46	42	39	36	36

Turbine	coördinaten turbine	coördinaten punt	afstand
WT01	203011,36 380463,03	204719,84 379754,19	1849,69
WT02	203352,68 380202,09	204719,84 379754,19	1438,66
WT03	203740,32 379905,73	204719,84 379754,19	991,17
WT04	204123,84 379613,88	204719,84 379754,19	612,29
WT05	204860,57 379049,72	204719,84 379754,19	718,39
WT06	205184,34 378802,27	204719,84 379754,19	1059,21
WT07	205727,99 378386,15	204719,84 379754,19	1699,38
WT08	205969,41 378201,94	204719,84 379754,19	1992,71
WT09	206230,64 378002,61	204719,84 379754,19	2313,13

Berekeningsmethode

$$L_{pALF,i} = L_{WA,ref} - 10 \cdot \log(l^2 + h^2) - 11 \text{ dB} + \Delta L_{GLF} - \Delta L_0 - \Delta L_{\alpha}$$

met

$L_{pALF,i}$ = A-gewogen geluidsniveau in woning per tertsband

$L_{WA,ref,i}$ = A-gewogen bronvermogen per tertsband

l = afstand van de windturbine tot het beoordelingspunt

h = ashoogte van de windturbine

11 dB = de correctie voor de afstandsdemping, $10 \times \log 4\pi$

ΔL_{GLF} = terrein correctie (bodemreflectie)

ΔL_0 = geluidsisolatie (niveauverschil)

ΔL_{α} = luchtabsorptie, $(\alpha_s \times \sqrt{l_2^2 + h_2^2})$

α_s = luchtabsorptie coëfficiënt in dB/km

$$L_{pALF,tot} = 10 \cdot \log \sum 10^{(L_{pALF,i}/10)}$$

met

$L_{pALF,tot}$ = A-gewogen geluidsniveau in woning voor het frequentiegebied van de 10 t/m 160 Hz octaafband

Tertsbanden (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
L136, rel. A-gew. spectrum bij 6 m/s*	-60,4	-56,5	-52,6	-48,7	-44,8	-40,5	-36,7	-33,1	-29,8	-26,5	-23,1	-19,7	-16,4
L136, rel. A-gew. spectrum bij 8 m/s*	-57,5	-53,6	-49,7	-45,8	-41,9	-37,6	-33,9	-30,5	-27,5	-24,7	-21,9	-19,4	-17,1
L100, rel. A-gew. spectrum bij 6 m/s**	-64,1	-57,3	-50,5	-44,5	-39,3	-34,7	-30,6	-26,9	-23,6	-20,7	-18,1	-15,8	-13,7
L100, rel. A-gew. spectrum bij 8 m/s**	-66,7	-57,3	-47,9	-40,8	-35,4	-31,2	-28	-25,4	-23,2	-21,2	-19,4	-17,6	-15,9
luchtabsorptie in dB/km	0	0	0	0	0,02	0,03	0,05	0,07	0,11	0,17	0,26	0,38	0,55

* Spectrum conform Lagerwey document Data curves L136-4.5MW, nr. SD202ENR2 d.d. 4 juli 2017

** Spectrum conform Lagerwey document Data curves L100-2.5MW, nr. SD253ENR2 d.d. 22 juni 2017

Turbine 1

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l^2+h^2) + 11	76,36	76,36	76,36	76,36	76,36	76,36	76,36	76,36	76,36	76,36	76,36	76,36	76,36	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	0,09	0,13	0,20	0,32	0,48	0,70	1,02	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-30,16	-27,26	-22,26	-20,56	-18,70	-17,02	-14,06	-12,39	-13,17	-13,68	-12,65	-9,67	-9,48	-2,89
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-25,86	-22,96	-17,96	-16,26	-14,40	-12,72	-9,86	-8,39	-9,47	-10,48	-10,05	-7,97	-8,78	-0,09

Turbine 2

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l^2+h^2) + 11	74,20	74,20	74,20	74,20	74,20	74,20	74,20	74,20	74,20	74,20	74,20	74,20	74,20	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,07	0,10	0,16	0,25	0,38	0,55	0,79	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-28,00	-25,10	-20,10	-18,40	-16,52	-14,84	-11,87	-10,20	-10,95	-11,44	-10,37	-7,34	-7,09	-0,61
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-23,70	-20,80	-15,80	-14,10	-12,22	-10,54	-7,67	-6,20	-7,25	-8,24	-7,77	-5,64	-6,39	2,16

Turbine 3

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l^2+h^2) + 11	71,00	71,00	71,00	71,00	71,00	71,00	71,00	71,00	71,00	71,00	71,00	71,00	71,00	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,05	0,07	0,11	0,17	0,26	0,38	0,55	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-24,80	-21,90	-16,90	-15,20	-13,32	-11,63	-8,65	-6,97	-7,71	-8,17	-7,06	-3,98	-3,65	2,70
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-20,50	-17,60	-12,60	-10,90	-9,02	-7,33	-4,45	-2,97	-4,01	-4,97	-4,46	-2,28	-2,95	5,45

Berekening laagfrequent geluid windturbines volgens Deense norm BEK nr. 1736 - Lagerwey L136-4.5MW en L100-2.5MW

Turbine 4

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	totaal
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (I^2+h^2) + 11	66,94	66,94	66,94	66,94	66,94	66,94	66,94	66,94	66,94	66,94	66,94	66,94	66,94	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,07	0,11	0,16	0,24	0,34	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-20,74	-17,84	-12,84	-11,14	-9,25	-7,56	-4,57	-2,88	-3,61	-4,04	-2,90	0,23	0,62	6,87
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-16,44	-13,54	-8,54	-6,84	-4,95	-3,26	-0,37	1,12	0,09	-0,84	-0,30	1,93	1,32	9,60

Turbine 5

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35	
10 log (I^2+h^2) + 11	68,27	68,27	68,27	68,27	68,27	68,27	68,27	68,27	68,27	68,27	68,27	68,27	68,27		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,04	0,05	0,08	0,12	0,19	0,28	0,40		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-22,07	-19,17	-14,17	-12,47	-10,59	-8,89	-5,91	-4,22	-4,95	-5,40	-4,26	-1,15	-0,77	5,50	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-17,77	-14,87	-9,87	-8,17	-6,29	-4,59	-1,71	-0,22	-1,25	-2,20	-1,66	0,55	-0,07	8,24	

Turbine 6

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35	
10 log (I ² +h ²) + 11	71,57	71,57	71,57	71,57	71,57	71,57	71,57	71,57	71,57	71,57	71,57	71,57	71,57		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,05	0,07	0,12	0,18	0,28	0,41	0,59		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-25,37	-22,47	-17,47	-15,77	-13,89	-12,20	-9,22	-7,54	-8,28	-8,75	-7,64	-4,57	-4,25	2,12	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-21,07	-18,17	-13,17	-11,47	-9,59	-7,90	-5,02	-3,54	-4,58	-5,55	-5,04	-2,87	-3,55	4,87	

Turbine 7

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61
10 log (I ² +h ²) + 11	75,63	75,63	75,63	75,63	75,63	75,63	75,63	75,63	75,63	75,63	75,63	75,63	75,63	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,09	0,12	0,19	0,29	0,44	0,65	0,94	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-34,73	-28,93	-21,03	-17,23	-14,07	-12,08	-8,82	-7,05	-7,82	-8,72	-8,48	-6,58	-7,57	1,12
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-35,23	-26,83	-16,33	-11,43	-8,07	-6,48	-4,12	-3,45	-5,32	-7,12	-7,68	-6,28	-7,67	3,77

Turbine 8

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61
10 log (I^2+h^2) + 11	77,01	77,01	77,01	77,01	77,01	77,01	77,01	77,01	77,01	77,01	77,01	77,01	77,01	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	0,10	0,14	0,22	0,34	0,52	0,76	1,10	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-36,11	-30,31	-22,41	-18,61	-15,45	-13,47	-10,21	-8,45	-9,23	-10,15	-9,93	-8,07	-9,11	-0,32
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-36,61	-28,21	-17,71	-12,81	-9,45	-7,87	-5,51	-4,85	-6,73	-8,55	-9,13	-7,77	-9,21	2,35

Turbine 9

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61	
10 log (I^2+h^2) + 11	78,30	78,30	78,30	78,30	78,30	78,30	78,30	78,30	78,30	78,30	78,30	78,30	78,30		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,07	0,12	0,16	0,25	0,39	0,60	0,88	1,27		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-37,40	-31,60	-23,70	-19,90	-16,75	-14,77	-11,51	-9,76	-10,55	-11,49	-11,30	-9,48	-10,57	-1,68	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-37,90	-29,50	-19,00	-14,10	-10,75	-9,17	-6,81	-6,16	-8,05	-9,89	-10,50	-9,18	-10,67	1,01	

Berekening laagfrequent geluid windturbines volgens Deense norm BEK nr. 1736 - Lagerwey L136-4.5MW en L100-2.5MW

Punt 155: Heierkerkweg 13/11

Berekening geluidsniveau LpALF (10 - 160 Hz)

	Turbine 1	Turbine 2	Turbine 3	Turbine 4	Turbine 5	Turbine 6	Turbine 7	Turbine 8	Turbine 9	Totaal
	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	2,5 MW	2,5 MW	2,5 MW	34,5 MW
afstand turbine tot woning	2024,7	1636,5	1229,4	908,2	903,1	1164,1	1734,9	2010,8	2317,2	
ashoogte	132	132	132	132	132	132	135	135	135	
bronvermogen bij 6 m/s op 10 m	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	103,9	103,9	103,9	
bronvermogen bij 8 m/s op 10 m	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106	106	106	
geluidsniveau LpALF bij 6 m/s	-3,72	-1,78	0,79	3,47	3,52	1,28	0,93	-0,40	-1,69	10,39
geluidsniveau LpALF bij 8 m/s	-0,91	1,01	3,56	6,21	6,26	4,04	3,59	2,27	1,00	13,12

Toetsing aan NSG- en Vercammencurve

Tertsbanden (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
Berekend Lp bij 8 m/s	56,4	52,5	51,4	47,6	44,2	40,6	38,5	35,3	30,0	25,1	22,0	21,0	17,5
NSG-curve				74	62	55	46	39	33	27			
Vercammencurve	86	82	77	71	65	60	55	50	46	42	39	36	36

Turbine	coördinaten turbine	coördinaten punt	afstand
WT01	203011,36 380463,03	204969,04 379946,27	2024,74
WT02	203352,68 380202,09	204969,04 379946,27	1636,48
WT03	203740,32 379905,73	204969,04 379946,27	1229,39
WT04	204123,84 379613,88	204969,04 379946,27	908,21
WT05	204860,57 379049,72	204969,04 379946,27	903,09
WT06	205184,34 378802,27	204969,04 379946,27	1164,09
WT07	205727,99 378386,15	204969,04 379946,27	1734,93
WT08	205969,41 378201,94	204969,04 379946,27	2010,83
WT09	206230,64 378002,61	204969,04 379946,27	2317,21

Berekeningsmethode

$$L_{pALF,i} = L_{WA,ref} - 10 \cdot \log(l^2 + h^2) - 11 \text{ dB} + \Delta L_{GLF} - \Delta L_0 - \Delta L_\alpha$$

met

$L_{pALF,i}$ = A-gewogen geluidsniveau in woning per tertsband

$L_{WA,ref,i}$ = A-gewogen bronvermogen per tertsband

l = afstand van de windturbine tot het beoordelingspunt

h = ashoogte van de windturbine

11 dB = de correctie voor de afstandsdemping, $10 \times \log 4\pi$

ΔL_{GLF} = terrein correctie (bodemreflectie)

ΔL_0 = geluidsisolatie (niveauverschil)

ΔL_α = luchtabsorptie, $(\alpha_s \times \sqrt{l_2 + h_2})$

α_s = luchtabsorptie coëfficiënt in dB/km

$$L_{pALF,tot} = 10 \cdot \log \sum 10^{(L_{pALF,i}/10)}$$

met

$L_{pALF,tot}$ = A-gewogen geluidsniveau in woning voor het frequentiegebied van de 10 t/m 160 Hz octaafband

Tertsbanden (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
L136, rel. A-gew. spectrum bij 6 m/s*	-60,4	-56,5	-52,6	-48,7	-44,8	-40,5	-36,7	-33,1	-29,8	-26,5	-23,1	-19,7	-16,4
L136, rel. A-gew. spectrum bij 8 m/s*	-57,5	-53,6	-49,7	-45,8	-41,9	-37,6	-33,9	-30,5	-27,5	-24,7	-21,9	-19,4	-17,1
L100, rel. A-gew. spectrum bij 6 m/s**	-64,1	-57,3	-50,5	-44,5	-39,3	-34,7	-30,6	-26,9	-23,6	-20,7	-18,1	-15,8	-13,7
L100, rel. A-gew. spectrum bij 8 m/s**	-66,7	-57,3	-47,9	-40,8	-35,4	-31,2	-28	-25,4	-23,2	-21,2	-19,4	-17,6	-15,9
luchtabsorptie in dB/km	0	0	0	0	0,02	0,03	0,05	0,07	0,11	0,17	0,26	0,38	0,55

* Spectrum conform Lagerwey document Data curves L136-4.5MW, nr. SD202ENR2 d.d. 4 juli 2017

** Spectrum conform Lagerwey document Data curves L100-2.5MW, nr. SD253ENR2 d.d. 22 juni 2017

Turbine 1

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l²+h²) + 11	77,15	77,15	77,15	77,15	77,15	77,15	77,15	77,15	77,15	77,15	77,15	77,15	77,15	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	0,10	0,14	0,22	0,34	0,53	0,77	1,12	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-30,95	-28,05	-23,05	-21,35	-19,49	-17,81	-14,85	-13,19	-13,97	-14,49	-13,47	-10,52	-10,36	-3,72
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-26,65	-23,75	-18,75	-17,05	-15,19	-13,51	-10,65	-9,19	-10,27	-11,29	-10,87	-8,82	-9,66	-0,91

Turbine 2

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l²+h²) + 11	75,31	75,31	75,31	75,31	75,31	75,31	75,31	75,31	75,31	75,31	75,31	75,31	75,31	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,08	0,11	0,18	0,28	0,43	0,62	0,90	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-29,11	-26,21	-21,21	-19,51	-17,64	-15,96	-12,99	-11,32	-12,09	-12,59	-11,53	-8,53	-8,31	-1,78
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-24,81	-21,91	-16,91	-15,21	-13,34	-11,66	-8,79	-7,32	-8,39	-9,39	-8,93	-6,83	-7,61	1,01

Turbine 3

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l²+h²) + 11	72,84	72,84	72,84	72,84	72,84	72,84	72,84	72,84	72,84	72,84	72,84	72,84	72,84	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,06	0,09	0,14	0,21	0,32	0,47	0,68	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-26,64	-23,74	-18,74	-17,04	-15,17	-13,48	-10,51	-8,83	-9,58	-10,05	-8,97	-5,91	-5,62	0,79
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-22,34	-19,44	-14,44	-12,74	-10,87	-9,18	-6,31	-4,83	-5,88	-6,85	-6,37	-4,21	-4,92	3,56

Berekening laagfrequent geluid windturbines volgens Deense norm BEK nr. 1736 - Lagerwey L136-4.5MW en L100-2.5MW

Turbine 4

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35	
10 log (I^2+h^2) + 11	70,25	70,25	70,25	70,25	70,25	70,25	70,25	70,25	70,25	70,25	70,25	70,25	70,25	70,25	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,05	0,06	0,10	0,16	0,24	0,35	0,50		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-24,05	-21,15	-16,15	-14,45	-12,57	-10,88	-7,90	-6,22	-6,96	-7,41	-6,29	-3,20	-2,86	3,47	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-19,75	-16,85	-11,85	-10,15	-8,27	-6,58	-3,70	-2,22	-3,26	-4,21	-3,69	-1,50	-2,16	6,21	

Turbine 5

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35	
10 log (I^2+h^2) + 11	70,21	70,21	70,21	70,21	70,21	70,21	70,21	70,21	70,21	70,21	70,21	70,21	70,21	70,21	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,05	0,06	0,10	0,16	0,24	0,35	0,50		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-24,01	-21,11	-16,11	-14,41	-12,52	-10,83	-7,85	-6,17	-6,91	-7,36	-6,24	-3,15	-2,81	3,52	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-19,71	-16,81	-11,81	-10,11	-8,22	-6,53	-3,65	-2,17	-3,21	-4,16	-3,64	-1,45	-2,11	6,26	

Turbine 6

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35	
10 log (I ² +h ²) + 11	72,38	72,38	72,38	72,38	72,38	72,38	72,38	72,38	72,38	72,38	72,38	72,38	72,38		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08	0,13	0,20	0,30	0,45	0,64		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-26,18	-23,28	-18,28	-16,58	-14,70	-13,01	-10,03	-8,36	-9,10	-9,57	-8,48	-5,42	-5,12	1,28	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-21,88	-18,98	-13,98	-12,28	-10,40	-8,71	-5,83	-4,36	-5,40	-6,37	-5,88	-3,72	-4,42	4,04	

Turbine 7

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61	
10 log (I ² +h ²) + 11	75,81	75,81	75,81	75,81	75,81	75,81	75,81	75,81	75,81	75,81	75,81	75,81	75,81		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,09	0,12	0,19	0,30	0,45	0,66	0,96		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-34,91	-29,11	-21,21	-17,41	-14,25	-12,26	-9,00	-7,23	-8,00	-8,91	-8,66	-6,77	-7,77	0,93	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-35,41	-27,01	-16,51	-11,61	-8,25	-6,66	-4,30	-3,63	-5,50	-7,31	-7,86	-6,47	-7,87	3,59	

Turbine 8

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61
10 log (I^2+h^2) + 11	77,09	77,09	77,09	77,09	77,09	77,09	77,09	77,09	77,09	77,09	77,09	77,09	77,09	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	0,10	0,14	0,22	0,34	0,52	0,77	1,11	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-36,19	-30,39	-22,49	-18,69	-15,53	-13,55	-10,29	-8,53	-9,31	-10,23	-10,01	-8,15	-9,20	-0,40
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-36,69	-28,29	-17,79	-12,89	-9,53	-7,95	-5,59	-4,93	-6,81	-8,63	-9,21	-7,85	-9,30	2,27

Turbine 9

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61	
10 log (I^2+h^2) + 11	78,31	78,31	78,31	78,31	78,31	78,31	78,31	78,31	78,31	78,31	78,31	78,31	78,31		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,07	0,12	0,16	0,26	0,39	0,60	0,88	1,28		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-37,41	-31,61	-23,71	-19,91	-16,76	-14,78	-11,53	-9,78	-10,57	-11,51	-11,32	-9,50	-10,59	-1,69	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-37,91	-29,51	-19,01	-14,11	-10,76	-9,18	-6,83	-6,18	-8,07	-9,91	-10,52	-9,20	-10,69	1,00	

Berekening laagfrequent geluid windturbines volgens Deense norm BEK nr. 1736 - Lagerwey L136-4.5MW en L100-2.5MW

Punt 528: Sitterskampweg 38

Berekening geluidsniveau LpALF (10 - 160 Hz)

	Turbine 1	Turbine 2	Turbine 3	Turbine 4	Turbine 5	Turbine 6	Turbine 7	Turbine 8	Turbine 9	Totaal
Type	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	2,5 MW	2,5 MW	2,5 MW	34,5 MW
afstand turbine tot woning	4352,2	3932,0	3457,7	2993,8	2122,1	1757,9	1209,3	1020,4	890,7	
ashoogte	132	132	132	132	132	132	135	135	135	
bronvermogen bij 6 m/s op 10 m	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	103,9	103,9	103,9	103,9	
bronvermogen bij 8 m/s op 10 m	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106	106	106	
geluidsniveau LpALF bij 6 m/s	-10,94	-9,96	-8,73	-7,36	-4,15	-2,43	4,15	5,65	6,84	10,99
geluidsniveau LpALF bij 8 m/s	-8,01	-7,05	-5,84	-4,50	-1,34	0,37	6,77	8,25	9,43	13,62

Toetsing aan NSG- en Vercammencurve

Tertsbanden (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
Berekend Lp bij 8 m/s	50,4	48,5	50,5	48,7	46,2	42,5	40,1	36,4	30,7	25,3	21,5	20,1	16,2
NSG-curve				74	62	55	46	39	33	27	22		
Vercammencurve	86	82	77	71	65	60	55	50	46	42	39	36	36

Turbine	coördinaten turbine	coördinaten punt	afstand
WT01	203011,36 380463,03	205875,28 377185,90	4352,20
WT02	203352,68 380202,09	205875,28 377185,90	3932,04
WT03	203740,32 379905,73	205875,28 377185,90	3457,68
WT04	204123,84 379613,88	205875,28 377185,90	2993,77
WT05	204860,57 379049,72	205875,28 377185,90	2122,13
WT06	205184,34 378802,27	205875,28 377185,90	1757,85
WT07	205727,99 378386,15	205875,28 377185,90	1209,25
WT08	205969,41 378201,94	205875,28 377185,90	1020,39
WT09	206230,64 378002,61	205875,28 377185,90	890,67

Berekeningsmethode

$$L_{pALF,i} = L_{WA,ref} - 10 \cdot \log(l^2 + h^2) - 11 \text{ dB} + \Delta L_{GLF} - \Delta L_0 - \Delta L_\alpha$$

met

$L_{pALF,i}$ = A-gewogen geluidsniveau in woning per tertsband

$L_{WA,ref,i}$ = A-gewogen bronvermogen per tertsband

l = afstand van de windturbine tot het beoordelingspunt

h = ashoogte van de windturbine

11 dB = de correctie voor de afstandsdemping, $10 \times \log 4\pi$

ΔL_{GLF} = terrein correctie (bodemreflectie)

ΔL_0 = geluidsisolatie (niveauverschil)

ΔL_α = luchtabsorptie, $(\alpha_s \times \sqrt{l_2^2 + h_2^2})$

α_s = luchtabsorptie coëfficiënt in dB/km

$$L_{pALF,tot} = 10 \cdot \log \sum 10^{(L_{pALF,i}/10)}$$

met

$L_{pALF,tot}$ = A-gewogen geluidsniveau in woning voor het frequentiegebied van de 10 t/m 160 Hz octaafband

Tertsbanden (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
L136, rel. A-gew. spectrum bij 6 m/s*	-60,4	-56,5	-52,6	-48,7	-44,8	-40,5	-36,7	-33,1	-29,8	-26,5	-23,1	-19,7	-16,4
L136, rel. A-gew. spectrum bij 8 m/s*	-57,5	-53,6	-49,7	-45,8	-41,9	-37,6	-33,9	-30,5	-27,5	-24,7	-21,9	-19,4	-17,1
L100, rel. A-gew. spectrum bij 6 m/s**	-64,1	-57,3	-50,5	-44,5	-39,3	-34,7	-30,6	-26,9	-23,6	-20,7	-18,1	-15,8	-13,7
L100, rel. A-gew. spectrum bij 8 m/s**	-66,7	-57,3	-47,9	-40,8	-35,4	-31,2	-28	-25,4	-23,2	-21,2	-19,4	-17,6	-15,9
luchtabsorptie in dB/km	0	0	0	0	0,02	0,03	0,05	0,07	0,11	0,17	0,26	0,38	0,55

* Spectrum conform Lagerwey document Data curves L136-4.5MW, nr. SD202ENR2 d.d. 4 juli 2017

** Spectrum conform Lagerwey document Data curves L100-2.5MW, nr. SD253ENR2 d.d. 22 juni 2017

Turbine 1

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l^2+h^2) + 11	83,78	83,78	83,78	83,78	83,78	83,78	83,78	83,78	83,78	83,78	83,78	83,78	83,78	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,13	0,22	0,30	0,48	0,74	1,13	1,65	2,39	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-37,58	-34,68	-29,68	-27,98	-26,17	-24,51	-21,60	-19,98	-20,86	-21,52	-20,71	-18,03	-18,27	-10,94
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-33,28	-30,38	-25,38	-23,68	-21,87	-20,21	-17,40	-15,98	-17,16	-18,32	-18,11	-16,33	-17,57	-8,01

Turbine 2

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l^2+h^2) + 11	82,90	82,90	82,90	82,90	82,90	82,90	82,90	82,90	82,90	82,90	82,90	82,90	82,90	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,12	0,20	0,28	0,43	0,67	1,02	1,50	2,16	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-36,70	-33,80	-28,80	-27,10	-25,28	-23,62	-20,69	-19,07	-19,93	-20,57	-19,72	-16,99	-17,16	-9,96
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-32,40	-29,50	-24,50	-22,80	-20,98	-19,32	-16,49	-15,07	-16,23	-17,37	-17,12	-15,29	-16,46	-7,05

Turbine 3

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l^2+h^2) + 11	81,78	81,78	81,78	81,78	81,78	81,78	81,78	81,78	81,78	81,78	81,78	81,78	81,78	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,10	0,17	0,24	0,38	0,59	0,90	1,31	1,90	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-35,58	-32,68	-27,68	-25,98	-24,15	-22,49	-19,56	-17,92	-18,76	-19,37	-18,48	-15,70	-15,79	-8,73
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-31,28	-28,38	-23,38	-21,68	-19,85	-18,19	-15,36	-13,92	-15,06	-16,17	-15,88	-14,00	-15,09	-5,84

Berekening laagfrequent geluid windturbines volgens Deense norm BEK nr. 1736 - Lagerwey L136-4.5MW en L100-2.5MW

Turbine 4

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	totaal
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (I^2+h^2) + 11	80,53	80,53	80,53	80,53	80,53	80,53	80,53	80,53	80,53	80,53	80,53	80,53	80,53	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,09	0,15	0,21	0,33	0,51	0,78	1,14	1,65	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-34,33	-31,43	-26,43	-24,73	-22,89	-21,22	-18,28	-16,64	-17,46	-18,04	-17,11	-14,27	-14,28	-7,36
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-30,03	-27,13	-22,13	-20,43	-18,59	-16,92	-14,08	-12,64	-13,76	-14,84	-14,51	-12,57	-13,58	-4,50

Turbine 5

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	totaal
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (I^2+h^2) + 11	77,55	77,55	77,55	77,55	77,55	77,55	77,55	77,55	77,55	77,55	77,55	77,55	77,55	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	0,11	0,15	0,23	0,36	0,55	0,81	1,17	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-31,35	-28,45	-23,45	-21,75	-19,89	-18,22	-15,26	-13,60	-14,39	-14,91	-13,91	-10,96	-10,82	-4,15
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-27,05	-24,15	-19,15	-17,45	-15,59	-13,92	-11,06	-9,60	-10,69	-11,71	-11,31	-9,26	-10,12	-1,34

Turbine 6

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35	
10 log (I^2+h^2) + 11	75,92	75,92	75,92	75,92	75,92	75,92	75,92	75,92	75,92	75,92	75,92	75,92	75,92		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05	0,09	0,12	0,19	0,30	0,46	0,67	0,97		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-29,72	-26,82	-21,82	-20,12	-18,26	-16,58	-13,61	-11,95	-12,72	-13,22	-12,18	-9,19	-8,99	-2,43	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-25,42	-22,52	-17,52	-15,82	-13,96	-12,28	-9,41	-7,95	-9,02	-10,02	-9,58	-7,49	-8,29	0,37	

Turbine 7

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61
10 log (I*2-h^2) + 11	72,70	72,70	72,70	72,70	72,70	72,70	72,70	72,70	72,70	72,70	72,70	72,70	72,70	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,06	0,09	0,13	0,21	0,32	0,46	0,67	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-31,80	-26,00	-18,10	-14,30	-11,13	-9,14	-5,86	-4,09	-4,84	-5,71	-5,42	-3,47	-4,37	4,15
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-32,30	-23,90	-13,40	-8,50	-5,13	-3,54	-1,16	-0,49	-2,34	-4,11	-4,62	-3,17	-4,47	6,77

Turbine 8

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61	
10 log (I^2+h^2) + 11	71,25	71,25	71,25	71,25	71,25	71,25	71,25	71,25	71,25	71,25	71,25	71,25	71,25		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,05	0,07	0,11	0,17	0,27	0,39	0,57		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-30,35	-24,55	-16,65	-12,85	-9,67	-7,68	-4,40	-2,62	-3,36	-4,23	-3,92	-1,94	-2,82	5,65	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-30,85	-22,45	-11,95	-7,05	-3,67	-2,08	0,30	0,98	-0,86	-2,63	-3,12	-1,64	-2,92	8,25	

Turbine 9

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	totaal
LWA_ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93
LWA_ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61
10 log (I^2+h^2) + 11	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,05	0,06	0,10	0,15	0,23	0,34	0,50	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-29,19	-23,39	-15,49	-11,69	-8,51	-6,52	-3,24	-1,46	-2,19	-3,05	-2,73	-0,74	-1,59	6,84
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-29,69	-21,29	-10,79	-5,89	-2,51	-0,92	1,46	2,14	0,31	-1,45	-1,93	-0,44	-1,69	9,43

Berekening laagfrequent geluid windturbines volgens Deense norm BEK nr. 1736 - Lagerwey L136-4.5MW en L100-2.5MW

Punt 536: Grote koelbroekweg 30

Berekening geluidsniveau LpALF (10 - 160 Hz)

	Turbine 1	Turbine 2	Turbine 3	Turbine 4	Turbine 5	Turbine 6	Turbine 7	Turbine 8	Turbine 9	Totaal
Type	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	2,5 MW	2,5 MW	2,5 MW	34,5 MW
afstand turbine tot woning	4679,2	4250,0	3762,7	3281,7	2356,4	1950,9	1272,4	974,3	657,5	
ashoogte	132	132	132	132	132	132	135	135	135	
bronvermogen bij 6 m/s op 10 m	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	103,9	103,9	103,9	103,9	
bronvermogen bij 8 m/s op 10 m	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106	106	106	
geluidsniveau LpALF bij 6 m/s	-11,65	-10,71	-9,54	-8,23	-5,12	-3,38	3,70	6,05	9,44	12,14
geluidsniveau LpALF bij 8 m/s	-8,70	-7,78	-6,63	-5,35	-2,29	-0,58	6,33	8,66	12,02	14,75

Toetsing aan NSG- en Vercammencurve

Tertsbanden (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
Berekend Lp bij 8 m/s	50,2	48,9	51,5	49,9	47,4	43,7	41,3	37,6	31,8	26,4	22,6	21,2	17,3
NSG-curve				74	62	55	46	39	33	27	22		
Vercammencurve	86	82	77	71	65	60	55	50	46	42	39	36	36

Turbine	coördinaten turbine	coördinaten punt	afstand
WT01	203011,36 380463,03	206596,95 377456,66	4679,18
WT02	203352,68 380202,09	206596,95 377456,66	4250,02
WT03	203740,32 379905,73	206596,95 377456,66	3762,75
WT04	204123,84 379613,88	206596,95 377456,66	3281,75
WT05	204860,57 379049,72	206596,95 377456,66	2356,45
WT06	205184,34 378802,27	206596,95 377456,66	1950,93
WT07	205727,99 378386,15	206596,95 377456,66	1272,42
WT08	205969,41 378201,94	206596,95 377456,66	974,29
WT09	206230,64 378002,61	206596,95 377456,66	657,45

Berekeningsmethode

$$L_{pALF,i} = L_{WA,ref} - 10 \cdot \log(l^2 + h^2) - 11 \text{ dB} + \Delta L_{GLF} - \Delta L_0 - \Delta L_{\alpha}$$

met

$L_{pALF,i}$ = A-gewogen geluidsniveau in woning per tertsband

$L_{WA,ref,i}$ = A-gewogen bronvermogen per tertsband

l = afstand van de windturbine tot het beoordelingspunt

h = ashoogte van de windturbine

11 dB = de correctie voor de afstandsdemping, $10 \times \log 4\pi$

ΔL_{GLF} = terrein correctie (bodemreflectie)

ΔL_0 = geluidsisolatie (niveauverschil)

ΔL_{α} = luchtabsorptie, $(\alpha_s \times \sqrt{l^2 + h^2})$

α_s = luchtabsorptie coëfficiënt in dB/km

$$L_{pALF,tot} = 10 \cdot \log \sum 10^{(L_{pALF,i}/10)}$$

met

$L_{pALF,tot}$ = A-gewogen geluidsniveau in woning voor het frequentiegebied van de 10 t/m 160 Hz octaafband

Tertsbanden (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
L136, rel. A-gew. spectrum bij 6 m/s*	-60,4	-56,5	-52,6	-48,7	-44,8	-40,5	-36,7	-33,1	-29,8	-26,5	-23,1	-19,7	-16,4
L136, rel. A-gew. spectrum bij 8 m/s*	-57,5	-53,6	-49,7	-45,8	-41,9	-37,6	-33,9	-30,5	-27,5	-24,7	-21,9	-19,4	-17,1
L100, rel. A-gew. spectrum bij 6 m/s**	-64,1	-57,3	-50,5	-44,5	-39,3	-34,7	-30,6	-26,9	-23,6	-20,7	-18,1	-15,8	-13,7
L100, rel. A-gew. spectrum bij 8 m/s**	-66,7	-57,3	-47,9	-40,8	-35,4	-31,2	-28	-25,4	-23,2	-21,2	-19,4	-17,6	-15,9
luchtabsorptie in dB/km	0	0	0	0	0,02	0,03	0,05	0,07	0,11	0,17	0,26	0,38	0,55

* Spectrum conform Lagerwey document Data curves L136-4.5MW, nr. SD202ENR2 d.d. 4 juli 2017

** Spectrum conform Lagerwey document Data curves L100-2.5MW, nr. SD253ENR2 d.d. 22 juni 2017

Turbine 1

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l²+h²) + 11	84,41	84,41	84,41	84,41	84,41	84,41	84,41	84,41	84,41	84,41	84,41	84,41	84,41	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,14	0,23	0,33	0,51	0,80	1,22	1,78	2,57	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-38,21	-35,31	-30,31	-28,61	-26,80	-25,15	-22,24	-20,63	-21,52	-22,20	-21,42	-18,79	-19,08	-11,65
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-33,91	-31,01	-26,01	-24,31	-22,50	-20,85	-18,04	-16,63	-17,82	-19,00	-18,82	-17,09	-18,38	-8,70

Turbine 2

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l²+h²) + 11	83,57	83,57	83,57	83,57	83,57	83,57	83,57	83,57	83,57	83,57	83,57	83,57	83,57	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,13	0,21	0,30	0,47	0,72	1,11	1,62	2,34	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-37,37	-34,47	-29,47	-27,77	-25,96	-24,30	-21,38	-19,77	-20,64	-21,29	-20,48	-17,79	-18,01	-10,71
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-33,07	-30,17	-25,17	-23,47	-21,66	-20,00	-17,18	-15,77	-16,94	-18,09	-17,88	-16,09	-17,31	-7,78

Turbine 3

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l²+h²) + 11	82,52	82,52	82,52	82,52	82,52	82,52	82,52	82,52	82,52	82,52	82,52	82,52	82,52	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,11	0,19	0,26	0,41	0,64	0,98	1,43	2,07	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-36,32	-33,42	-28,42	-26,72	-24,89	-23,23	-20,30	-18,68	-19,53	-20,16	-19,29	-16,55	-16,69	-9,54
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-32,02	-29,12	-24,12	-22,42	-20,59	-18,93	-16,10	-14,68	-15,83	-16,96	-16,69	-14,85	-15,99	-6,63

Berekening laagfrequent geluid windturbines volgens Deense norm BEK nr. 1736 - Lagerwey L136-4.5MW en L100-2.5MW

Turbine 4

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	totaal
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (I^2+h^2) + 11	81,33	81,33	81,33	81,33	81,33	81,33	81,33	81,33	81,33	81,33	81,33	81,33	81,33	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,10	0,16	0,23	0,36	0,56	0,85	1,25	1,81	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-35,13	-32,23	-27,23	-25,53	-23,69	-22,03	-19,09	-17,46	-18,29	-18,89	-17,98	-15,18	-15,24	-8,23
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-30,83	-27,93	-22,93	-21,23	-19,39	-17,73	-14,89	-13,46	-14,59	-15,69	-15,38	-13,48	-14,54	-5,35

Turbine 5

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	totaal
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (I^2+h^2) + 11	78,46	78,46	78,46	78,46	78,46	78,46	78,46	78,46	78,46	78,46	78,46	78,46	78,46	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,07	0,12	0,17	0,26	0,40	0,61	0,90	1,30	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-32,26	-29,36	-24,36	-22,66	-20,81	-19,13	-16,18	-14,52	-15,32	-15,86	-14,87	-11,96	-11,86	-5,12
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-27,96	-25,06	-20,06	-18,36	-16,51	-14,83	-11,98	-10,52	-11,62	-12,66	-12,27	-10,26	-11,16	-2,29

Turbine 6

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35	
10 log (I^2+h^2) + 11	76,82	76,82	76,82	76,82	76,82	76,82	76,82	76,82	76,82	76,82	76,82	76,82	76,82		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	0,10	0,14	0,22	0,33	0,51	0,74	1,08		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-30,62	-27,72	-22,72	-21,02	-19,16	-17,48	-14,52	-12,86	-13,64	-14,16	-13,13	-10,17	-10,00	-3,38	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-26,32	-23,42	-18,42	-16,72	-14,86	-13,18	-10,32	-8,86	-9,94	-10,96	-10,53	-8,47	-9,30	-0,58	

Turbine 7

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61	
10 log (I ² +h ²) + 11	73,14	73,14	73,14	73,14	73,14	73,14	73,14	73,14	73,14	73,14	73,14	73,14	73,14		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,06	0,09	0,14	0,22	0,33	0,49	0,70		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-32,24	-26,44	-18,54	-14,74	-11,57	-9,58	-6,31	-4,53	-5,28	-6,16	-5,87	-3,93	-4,84	3,70	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-32,74	-24,34	-13,84	-8,94	-5,57	-3,98	-1,61	-0,93	-2,78	-4,56	-5,07	-3,63	-4,94	6,33	

Turbine 8

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	totaal
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61
10 log (I^2+h^2) + 11	70,86	70,86	70,86	70,86	70,86	70,86	70,86	70,86	70,86	70,86	70,86	70,86	70,86	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,05	0,07	0,11	0,17	0,26	0,37	0,54	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-29,96	-24,16	-16,26	-12,46	-9,28	-7,29	-4,01	-2,23	-2,96	-3,82	-3,51	-1,53	-2,40	6,05
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-30,46	-22,06	-11,56	-6,66	-3,28	-1,69	0,69	1,37	-0,46	-2,22	-2,71	-1,23	-2,50	8,66

Turbine 9

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61	
10 log (I ² +h ²) + 11	67,54	67,54	67,54	67,54	67,54	67,54	67,54	67,54	67,54	67,54	67,54	67,54	67,54		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	0,11	0,17	0,26	0,37		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-26,64	-20,84	-12,94	-9,14	-5,95	-3,96	-0,67	1,12	0,39	-0,45	-0,11	1,91	1,09	9,44	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-27,14	-18,74	-8,24	-3,34	0,05	1,64	4,03	4,72	2,89	1,15	0,69	2,21	0,99	12,02	

Berekening laagfrequent geluid windturbines volgens Deense norm BEK nr. 1736 - Lagerwey L136-4.5MW en L100-2.5MW

Punt 546: De Zaar 3/4

Berekening geluidsniveau LpALF (10 - 160 Hz)

	Turbine 1	Turbine 2	Turbine 3	Turbine 4	Turbine 5	Turbine 6	Turbine 7	Turbine 8	Turbine 9	Totaal
Type	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	4,5 MW	2,5 MW	2,5 MW	2,5 MW	34,5 MW
afstand turbine tot woning	3383,2	2963,4	2490,7	2030,7	1196,0	889,5	682,6	788,1	998,4	
ashoogte	132	132	132	132	132	132	135	135	135	
bronvermogen bij 6 m/s op 10 m	105,5	105,5	105,5	105,5	105,5	103,9	103,9	103,9	103,9	
bronvermogen bij 8 m/s op 10 m	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106	106	106	
geluidsniveau LpALF bij 6 m/s	-8,52	-7,26	-5,63	-3,75	1,04	3,65	9,13	7,89	5,84	13,58
geluidsniveau LpALF bij 8 m/s	-5,63	-4,40	-2,80	-0,94	3,80	6,40	11,71	10,48	8,44	16,20

Toetsing aan NSG- en Vercammencurve

Tertsbanden (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
Berekend Lp bij 8 m/s	54,6	52,0	53,2	51,2	48,5	44,8	42,5	38,9	33,2	27,9	24,3	23,0	19,2
NSG-curve				74	62	55	46	39	33	27	22		
Vercammencurve	86	82	77	71	65	60	55	50	46	42	39	36	36

Turbine	coördinaten turbine	coördinaten punt	afstand
WT01	203011,36 380463,03	206054,80 378985,40	3383,18
WT02	203352,68 380202,09	206054,80 378985,40	2963,41
WT03	203740,32 379905,73	206054,80 378985,40	2490,75
WT04	204123,84 379613,88	206054,80 378985,40	2030,66
WT05	204860,57 379049,72	206054,80 378985,40	1195,96
WT06	205184,34 378802,27	206054,80 378985,40	889,51
WT07	205727,99 378386,15	206054,80 378985,40	682,57
WT08	205969,41 378201,94	206054,80 378985,40	788,10
WT09	206230,64 378002,61	206054,80 378985,40	998,40

Berekeningsmethode

$$L_{pALF,i} = L_{WA,ref} - 10 \cdot \log(l^2 + h^2) - 11 \text{ dB} + \Delta L_{GLF} - \Delta L_0 - \Delta L_{\alpha}$$

met

$L_{pALF,i}$ = A-gewogen geluidsniveau in woning per tertsband

$L_{WA,ref,i}$ = A-gewogen bronvermogen per tertsband

l = afstand van de windturbine tot het beoordelingspunt

h = ashoogte van de windturbine

11 dB = de correctie voor de afstandsdemping, $10 \times \log 4\pi$

ΔL_{GLF} = terrein correctie (bodemreflectie)

ΔL_0 = geluidsisolatie (niveauverschil)

ΔL_{α} = luchtabsorptie, $(\alpha_s \times \sqrt{l_2^2 + h_2^2})$

α_s = luchtabsorptie coëfficiënt in dB/km

$$L_{pALF,tot} = 10 \cdot \log \sum 10^{(L_{pALF,i}/10)}$$

met

$L_{pALF,tot}$ = A-gewogen geluidsniveau in woning voor het frequentiegebied van de 10 t/m 160 Hz octaafband

Tertsbanden (Hz)	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
L136, rel. A-gew. spectrum bij 6 m/s*	-60,4	-56,5	-52,6	-48,7	-44,8	-40,5	-36,7	-33,1	-29,8	-26,5	-23,1	-19,7	-16,4
L136, rel. A-gew. spectrum bij 8 m/s*	-57,5	-53,6	-49,7	-45,8	-41,9	-37,6	-33,9	-30,5	-27,5	-24,7	-21,9	-19,4	-17,1
L100, rel. A-gew. spectrum bij 6 m/s**	-64,1	-57,3	-50,5	-44,5	-39,3	-34,7	-30,6	-26,9	-23,6	-20,7	-18,1	-15,8	-13,7
L100, rel. A-gew. spectrum bij 8 m/s**	-66,7	-57,3	-47,9	-40,8	-35,4	-31,2	-28	-25,4	-23,2	-21,2	-19,4	-17,6	-15,9
luchtabsorptie in dB/km	0	0	0	0	0,02	0,03	0,05	0,07	0,11	0,17	0,26	0,38	0,55

* Spectrum conform Lagerwey document Data curves L136-4.5MW, nr. SD202ENR2 d.d. 4 juli 2017

** Spectrum conform Lagerwey document Data curves L100-2.5MW, nr. SD253ENR2 d.d. 22 juni 2017

Turbine 1

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l²+h²) + 11	81,59	81,59	81,59	81,59	81,59	81,59	81,59	81,59	81,59	81,59	81,59	81,59	81,59	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,10	0,17	0,24	0,37	0,58	0,88	1,29	1,86	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-35,39	-32,49	-27,49	-25,79	-23,96	-22,29	-19,36	-17,73	-18,57	-19,17	-18,27	-15,48	-15,56	-8,52
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-31,09	-28,19	-23,19	-21,49	-19,66	-17,99	-15,16	-13,73	-14,87	-15,97	-15,67	-13,78	-14,86	-5,63

Turbine 2

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l²+h²) + 11	80,44	80,44	80,44	80,44	80,44	80,44	80,44	80,44	80,44	80,44	80,44	80,44	80,44	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,09	0,15	0,21	0,33	0,50	0,77	1,13	1,63	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-34,24	-31,34	-26,34	-24,64	-22,80	-21,13	-18,19	-16,55	-17,37	-17,95	-17,02	-14,17	-14,18	-7,26
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-29,94	-27,04	-22,04	-20,34	-18,50	-16,83	-13,99	-12,55	-13,67	-14,75	-14,42	-12,47	-13,48	-4,40

Turbine 3

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)													totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35
10 log (l²+h²) + 11	78,94	78,94	78,94	78,94	78,94	78,94	78,94	78,94	78,94	78,94	78,94	78,94	78,94	
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0	
isolatie (niveauverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,07	0,12	0,17	0,27	0,42	0,65	0,95	1,37	
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-32,74	-29,84	-24,84	-23,14	-21,29	-19,61	-16,66	-15,01	-15,81	-16,36	-15,39	-12,49	-12,41	-5,63
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-28,44	-25,54	-20,54	-18,84	-16,99	-15,31	-12,46	-11,01	-12,11	-13,16	-12,79	-10,79	-11,71	-2,80

Berekening laagfrequent geluid windturbines volgens Deense norm BEK nr. 1736 - Lagerwey L136-4.5MW en L100-2.5MW

Turbine 4

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35	
10 log (I ² +h ²) + 11	77,17	77,17	77,17	77,17	77,17	77,17	77,17	77,17	77,17	77,17	77,17	77,17	77,17		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	0,10	0,14	0,22	0,35	0,53	0,77	1,12		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-30,97	-28,07	-23,07	-21,37	-19,51	-17,83	-14,87	-13,21	-13,99	-14,52	-13,50	-10,54	-10,39	-3,75	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-26,67	-23,77	-18,77	-17,07	-15,21	-13,53	-10,67	-9,21	-10,29	-11,32	-10,90	-8,84	-9,69	-0,94	

Turbine 5

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35	
10 log (I^2+h^2) + 11	72,61	72,61	72,61	72,61	72,61	72,61	72,61	72,61	72,61	72,61	72,61	72,61	72,61		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08	0,13	0,20	0,31	0,46	0,66		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-26,41	-23,51	-18,51	-16,81	-14,93	-13,24	-10,27	-8,59	-9,34	-9,81	-8,72	-5,66	-5,37	1,04	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-22,11	-19,21	-14,21	-12,51	-10,63	-8,94	-6,07	-4,59	-5,64	-6,61	-6,12	-3,96	-4,67	3,80	

Turbine 6

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	45,1	49	52,9	56,8	60,7	65	68,8	72,4	75,7	79	82,4	85,8	89,1	91,80	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	49,4	53,3	57,2	61,1	65	69,3	73	76,4	79,4	82,2	85	87,5	89,8	93,35	
10 log (I^2+h^2) + 11	70,08	70,08	70,08	70,08	70,08	70,08	70,08	70,08	70,08	70,08	70,08	70,08	70,08		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,06	0,10	0,15	0,23	0,34	0,49		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-23,88	-20,98	-15,98	-14,28	-12,40	-10,70	-7,72	-6,04	-6,78	-7,23	-6,11	-3,02	-2,67	3,65	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-19,58	-16,68	-11,68	-9,98	-8,10	-6,40	-3,52	-2,04	-3,08	-4,03	-3,51	-1,32	-1,97	6,40	

Turbine 7

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61	
10 log (I ² +h ²) + 11	67,85	67,85	67,85	67,85	67,85	67,85	67,85	67,85	67,85	67,85	67,85	67,85	67,85		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,05	0,08	0,12	0,18	0,26	0,38		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-26,95	-21,15	-13,25	-9,45	-6,26	-4,27	-0,98	0,80	0,07	-0,77	-0,43	1,59	0,77	9,13	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-27,45	-19,05	-8,55	-3,65	-0,26	1,33	3,72	4,40	2,57	0,83	0,37	1,89	0,67	11,71	

Turbine 8

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61	
10 log (I^2+h^2) + 11	69,06	69,06	69,06	69,06	69,06	69,06	69,06	69,06	69,06	69,06	69,06	69,06	69,06		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,04	0,06	0,09	0,14	0,21	0,30	0,44		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-28,16	-22,36	-14,46	-10,66	-7,47	-5,48	-2,20	-0,41	-1,15	-1,99	-1,67	0,34	-0,50	7,89	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-28,66	-20,26	-9,76	-4,86	-1,47	0,12	2,50	3,19	1,35	-0,39	-0,87	0,64	-0,60	10,48	

Turbine 9

Omschrijving	Niveaus in tertsbanden (Hz)														totaal
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160		
LWA,ref bij 6 m/s [dB(A)]	39,8	46,6	53,4	59,4	64,6	69,2	73,3	77	80,3	83,2	85,8	88,1	90,2	93,93	
LWA,ref bij 8 m/s [dB(A)]	39,3	48,7	58,1	65,2	70,6	74,8	78	80,6	82,8	84,8	86,6	88,4	90,1	94,61	
10 log (I^2+h^2) + 11	71,06	71,06	71,06	71,06	71,06	71,06	71,06	71,06	71,06	71,06	71,06	71,06	71,06		
bodemreflectie op land [dB]	6	6	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,7	4,3	3,7	3	1,8	0		
isolatie (niveaoverschil) [dB]	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2		
luchtabsorptie in dB [dB]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,05	0,07	0,11	0,17	0,26	0,38	0,55		
LpA bij 6 m/s [dB(A)]	-30,16	-24,36	-16,46	-12,66	-9,48	-7,49	-4,22	-2,44	-3,18	-4,04	-3,73	-1,75	-2,62	5,84	
LpA bij 8 m/s [dB(A)]	-30,66	-22,26	-11,76	-6,86	-3,48	-1,89	0,48	1,16	-0,68	-2,44	-2,93	-1,45	-2,72	8,44	