

PRØVNINGSRAPPORT

Prøvningsresultaterne gælder kun for det prøvede.
Rapporten må kun gengives i sin helhed medmindre der foreligger en skriftlig tilladelse fra laboratoriet.

RINDUM ENGE VINDMØLLEPARK MILJØMÅLING – EKSTERN STØJ LYDEMISSIONSMÅLING EFTER BEKENDTGØRELSE 1736

PROJEKTNUMMER: 35.6469.24
PROJEKT UDFØRT FOR: VESTAS WIND SYSTEMS A/S
KONTAKT: KELD LORENZTEN
RAPPORTNUMMER: P6.007.18
RAPPORTEN OMFATTER 51 SIDER INKL. 4 BILAG
AARHUS, DEN 22. FEBRUAR 2018



UDFØRT AF: NIELS FREDERIK CHRISTENSEN, BO SØNDERGAARD
KONTROLLERET AF: HENRIK HØJLUND LARSEN
TEKNISK ANSVARLIG: BO SØNDERGAARD

Bo Søndergaard

1 (51)

Sweco
Dusager 12
DK 8200 Aarhus,
Telephone +45 72 20 72 07

www.sweco.dk

Sweco Danmark A/S
Reg.no 48233511
Reg. office: Glostrup

Member of the Sweco Group

Bo Søndergaard

Telephone direct +45 82 10 51 49
Mobile +45 27 23 51 49
bo.sondergaard@sweco.dk

Resumé

Sweco A/S, Acoustica, har for Vestas Wind Systems A/S foretaget dokumentation af støjen fra Rindum enge vindmøllepark ved Ringkøbing efter Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 1736 af 21-12-2015. Der er 5 Vestas vindmøller af typen V90-3MW i vindmølleparken. Dokumentationen er foretaget ved måling af støjemission fra alle 5 vindmøller.

Målingerne er foretaget 3. oktober 2016, 30. marts 2017, 12. oktober 2017, 18. oktober 2017, 22. december 2017 og 2. februar 2018.

Lydeffektniveauet, $L_{WA,ref}$, dB re 1 pW, og det lavfrekvente lydeffektniveau $L_{WA,LF,ref}$, dB re 1 pW, ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s fremgår af nedenstående tabel.

Vindhastighed	6 m/s		8 m/s	
	$L_{WA,ref}$	$L_{WA,LF,ref}$	$L_{WA,ref}$	$L_{WA,LF,ref}$
Vindmølle 1	101,0 ± 2 dB	89,2 ± 2 dB	102,1 ± 2 dB	92,3 ± 2 dB
Vindmølle 2	101,9 ± 2 dB	91,1 ± 2 dB	102,4 ± 2 dB	92,3 ± 2 dB
Vindmølle 3	100,1 ± 2 dB	88,9 ± 2 dB	102,8 ± 2 dB	93,7 ± 2 dB
Vindmølle 4	101,5 ± 2 dB	90,9 ± 2 dB	102,2 ± 2 dB	91,8 ± 2 dB
Vindmølle 5	102,3 ± 2 dB	91,6 ± 2 dB	105,5 ± 2 dB	97,4 ± 2 dB

Der er ikke konstateret toner i referencepositionen som ligger over kriteriekurven for tildeling af genetillæg ved den pågældende frekvens for vindmøllen og der er således ikke behov for yderligere vurdering af tonens hørbarhed. Der er ikke konstateret indhold af tydeligt hørbare impulser i støjen i forbindelse med målingerne.

Beregninger af støjbelastningen i omgivelserne viser, at støjkravene fra Bekendtgørelse 1736 er overholdt.

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	4
2	Måleobjekt	4
3	Metode	8
3.1	Anvendte prøvningsmetoder	8
3.2	Anvendt måleudstyr og programmer	8
4	Måleforhold	9
4.1	Baggrundsstøj	13
4.2	Meteorologiske forhold	13
5	Resultater	13
5.1	Referencydtryk niveauer	13
5.2	Måleresultater for vindmølle 1	14
5.3	Måleresultater for vindmølle 2	17
5.4	Måleresultater for vindmølle 3	20
5.5	Måleresultater for vindmølle 4	24
5.6	Måleresultater for vindmølle 5	27
5.7	Referencydeffektniveau	30
6	Støjens karakter	34
7	Beregning af støjniveau ved naboer	40
8	Usikkerhed	41
9	Konklusion	41
	Bilag 1 Anvendte begreber	42
	Bilag 2. Indsætningsdæmpning for sekundær vindhætte	43
	Bilag 3. Beregning af støj fra Rindum Enge Vindmøllepark	44
	Bilag 4. Beregning af lavfrekvent støj fra Rindum Enge Vindmøllepark	48

1 Indledning

Sweco A/S, Acoustica, er af Keld Lorentzen, Vestas Wind Systems A/S blevet anmodet om at dokumentere støjen fra Rindum enge vindmøllepark i henhold til Bekendtgørelse nr. 1736 fra Miljøministeriet. Vindmølleparken består af 5 stk. Vestas V90-3MW vindmøller. Målingerne er foretaget på forskellige modes på møllerne. Støjbelastningen i omgivelserne beregnes på baggrund af måleresultaterne.

2 Måleobjekt

Vindmøllerne er af typen Vestas V90-3MW med en rotordiameter på 90 m og en navhøjde på 80 m. Den nominelle effekt er 3 MW. Specifikationer for vindmøllerne er vist i Tabel 1.

Tabel 1. Specifikationer

	Vindmølle 1	Vindmølle 2	Vindmølle 3	Vindmølle 4	Vindmølle 5
Fabrikat	Vestas	Vestas	Vestas	Vestas	Vestas
Type	V90-3 MW VCS MK9				
Serienummer	48432	48433	48434	48435	48436
Nominel effekt	3 MW	3 MW	3 MW	3 MW	3 MW
Møllens navn	Rindum 1	Rindum 2	Rindum 3	Rindum 4	Rindum 5
Støj setting	Mode 6	Mode 6	Mode 6	Mode 6	Mode 1
Placering (Geo DMS, WGS 84)	Easting 8.24061 Northing 56.12439	Easting 8.24047 Northing 56.12153	Easting 8.24033 Northing 56.11865	Easting 8.24020 Northing 56.11577	Easting 8.24006 Northing 56.11291
Tårntype	Konisk stålærtårn	Konisk stålærtårn	Konisk stålærtårn	Konisk stålærtårn	Konisk stålærtårn
Navhøjde	80,0 m	80,0 m	80,0 m	80,0 m	80,0 m
Afstand fra tårncentrum til rotorcentrum	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m
Add-ons	Serrated trailing edges	Serrated trailing edges monteret efterfølgende	Serrated trailing edges monteret efterfølgende	Serrated trailing edges	Serrated trailing edges
Gearfabrikat	ZF	ZF	ZF	ZF	ZF
Geartype	EF901E-033-L	EF901E-033-L	EF901E-033-L	EF901E-033-L	EF901E-033-L
Gear-serienummer	EF901E-033L/LM0388	EF901E-033L/LM0390	EF901E-033L/LM0391	EF901E-033L/LM0389	RW_EF901E-033L/LM0060
Gear-konfiguration	Two planetary stages + one helical stage				
Gear-forhold	104,56	104,56	104,56	104,56	104,56
Gear, nominel effekt	3300 kW	3300 kW	3300 kW	3300 kW	3300 kW
Generatorfabrikat	Vestas VND	Vestas VND	Vestas VND	Vestas VND	Vestas VND
Generatortype	Dobbeltfædet asynkron generator med viklet rotor og slæbe-ringe				
Generator-serienummer	VG1550038	VG1550036	VG1550039	VG1550037	627012
Generatoreffekt	3000 kW	3000 kW	3000 kW	3000 kW	3000 kW
Rotordiameter	90 m	90 m	90 m	90 m	90 m
Rotorkonfiguration	3-bladet opvind	3-bladet opvind	3-bladet opvind	3-bladet opvind	3-bladet opvind
Vingefabrikat	Vestas	Vestas	Vestas	Vestas	Vestas
Vingetype	Airfoil shells bonded to supporting beam				
Vinge serienumre	781204WHBD25750 781204WHBD25751 781204WHBD25799	781472WHD049310 781204WHBD26796 781204WHBD26860	781204WHBD25984 781204WHBD25985 781204WHBD25987	781204WHBD25921 781204WHBD25977 781204WHBD26835	781204WHBD25942 781204WHBD25962 781204WHBD25970
Rotoromdrejninger	8,6 – 18,4 RPM	8,6 – 18,4 RPM	8,6 – 18,4 RPM	8,6 – 18,4 RPM	8,6 – 18,4 RPM

Effektkurver leveret af Vestas er vist i Tabel 2 og Tabel 3.

Tabel 2. Effektkurve for vindmøllerne. Mode 1. Vindhastigheden er i navhøjde

RESTRICTED

Document no.: 0000-5450 V08
 Issued by: Turbines R&D
 Type: T05 - General Description

General Specification
 Appendices

Date: 2012-06-06
 Class: 1
 Page 45 of 49

12.2.2 Power Curve, Noise Mode 1

V90-3.0 MW, 50 Hz, Noise Mode 1. Power Curves												
Air density [kg/m ³]												
Wind speed [m/s]	1.225	0.97	1.0	1.03	1.06	1.09	1.12	1.15	1.18	1.21	1.24	1.27
4	77	53	56	59	61	64	67	70	72	75	78	81
5	190	142	148	153	159	165	170	176	181	187	193	198
6	353	271	281	290	300	310	319	329	339	348	358	368
7	581	451	466	482	497	512	528	543	558	574	589	604
8	886	691	714	737	760	783	806	829	852	875	898	921
9	1272	994	1027	1060	1092	1125	1157	1190	1223	1255	1288	1321
10	1696	1330	1373	1416	1460	1503	1546	1589	1632	1675	1718	1761
11	2106	1656	1709	1762	1815	1868	1921	1974	2027	2080	2133	2186
12	2489	1963	2026	2088	2151	2213	2276	2338	2399	2459	2518	2575
13	2797	2258	2329	2400	2470	2539	2605	2666	2723	2774	2818	2856
14	2951	2539	2614	2684	2748	2804	2851	2889	2919	2942	2959	2971
15	2993	2778	2837	2883	2919	2946	2964	2977	2985	2991	2994	2996
16	2999	2925	2953	2971	2983	2990	2994	2997	2998	2999	2999	3000
17	3000	2983	2991	2995	2997	2999	2999	3000	3000	3000	3000	3000
18	3000	2997	2999	2999	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
19	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
20	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
21	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
22	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
23	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
24	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
25	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000

Table 12-5: Power curve, noise mode 1.

Tabel 3. Effektkurve for vindmøllerne. Mode 6. Vindhastigheden er i navhøjde

Document no.: 0007-9707 V00
 Issued by: Technology R&D
 Type: T05 - General Description

Power Curves and Noise Modes
 Performance – Estimated Power Curves

Date: 2010-01-04
 Class: 1
 Page 6 of 7

4 Performance – Estimated Power Curves

4.1 Power Curve, V90-3.0 MW, Mode 6

V90-3.0 MW, Mode 6												
Wind [m/s]	Air density [kg/m ³]											
	1.225	0.97	1	1.03	1.06	1.09	1.12	1.15	1.18	1.21	1.24	1.27
4	77	53	56	58	61	64	67	70	72	75	78	81
5	190	142	148	153	159	165	170	176	181	187	193	198
6	353	271	281	290	300	310	319	329	339	348	358	368
7	574	446	460	475	491	506	521	536	551	566	581	597
8	817	638	659	680	701	722	743	764	785	806	828	849
9	1077	842	870	897	925	952	980	1008	1035	1063	1091	1119
10	1382	1083	1118	1153	1188	1224	1259	1294	1329	1364	1400	1435
11	1746	1371	1416	1460	1504	1548	1592	1636	1680	1724	1768	1812
12	2197	1732	1787	1843	1898	1953	2008	2062	2116	2170	2223	2274
13	2653	2145	2210	2275	2340	2405	2470	2523	2575	2627	2673	2714
14	2904	2513	2572	2630	2689	2747	2806	2834	2862	2890	2912	2927
15	2988	2796	2828	2861	2894	2927	2960	2968	2976	2984	2990	2993
16	3000	2939	2951	2962	2973	2984	2995	2997	2998	2999	3000	3001
17	3000	2987	2990	2992	2994	2997	2999	3000	3000	3000	3000	3000
18	3000	2998	2998	2999	2999	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
19	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
20	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
21	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
22	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
23	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
24	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
25	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000

Table 4-1: Power curve V90-3.0 MW, mode 6.

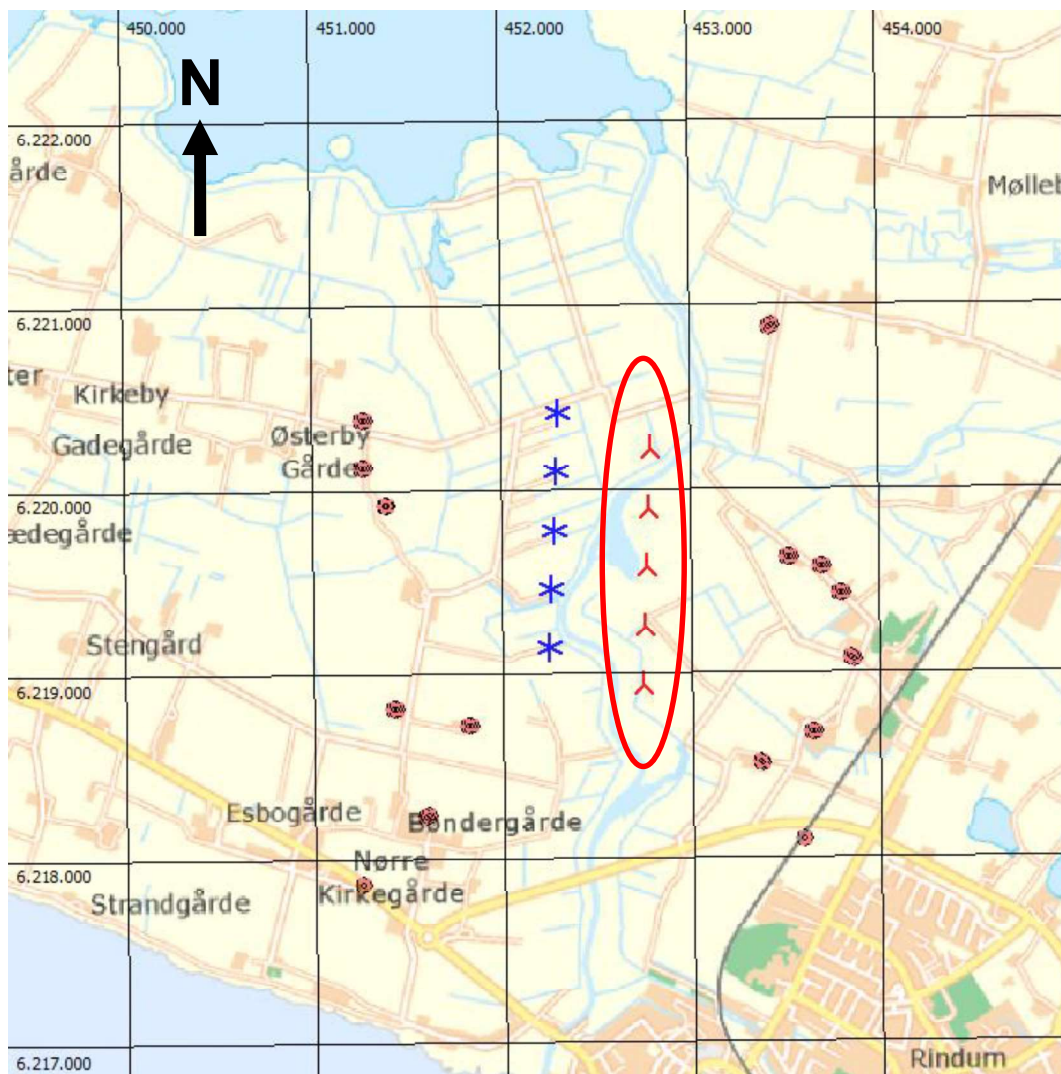
T05 0007-9707 Ver 00 - Approved - Exported from DMS: 2010-01-22 by HTHO

Tabel 4. Beskrivelse af omgivelserne ved vindmøllerne

Placering	Rindum enge, 6950 Ringkøbing
Topografi indenfor ca. 1 km	Fladt landbrugsområde med mindre områder med beplantning. Kote ved vindmøller er 0 - 1. Relativ højdeforskel indenfor 1 km: -1 m til +5 m
Terræn overflader	Dyrkede landbrugsarealer
Reflekterende strukturer	Ingen
Støjkluder i området	Vegetation, andre vindmøller, trafik på nærliggende veje

Vindmøllernes position er vist i Figur 1

Figur 1. Kort med placering af vindmøller og nærmeste naboer. Nettet på kortet er 1 km gange 1 km.



3 Metode

Støjen fra vindmøllen blev målt i læsiden af vindmøllen i en vandret afstand til rotor centrum svarende ca. til navhøjden plus en halv rotordiameter fra tårncentrum. Målemikrofonen var monteret på en rund reflekterende krydsfinerplade med en diameter på 1,0 m (+6 dB). Pladen var placeret direkte på jorden. Mikrofonen var monteret med en halv standard vindskærm. Den producerede effekt blev registreret fra vindmøllens styring og anvendt til beregning af referencevindhastigheden V_{ref} . Der er anvendt en ruhedslængde på 0,05 m, som svarer til landbrugsarealer med begrænset vegetation. Støjen, vindhastigheden, vindretningen samt den producerede effekt blev registreret med målesystemet Wind Turbine udviklet af Acoustica.

Ved måling af baggrundsstøj blev vindmøllen standset. Ved måling af baggrundsstøj blev vindhastigheden og vindretningen målt i 10 meters højde. Masten var placeret i en position der ikke var påvirket af vindmøllen.

Samtidige værdier af ækvivalent støjniveau og vindhastighed, midlet over 1 minuts og 10 sekunders perioder, er bestemt for hele måleperioden. Vindhastighederne er beregnet på baggrund af vindmøllens elektrisk producerede middeleffekt.

På baggrund af målingerne er de ækvivalente støjniveauer, $L_{A,ref,k}$, ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s bestemt. Resultaterne er baseret på middelværdier af målte 1/3-oktav spektre.

3.1 Anvendte prøvningsmetoder

Den anvendte målemetode er beskrevet i følgende:

Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 1736 af 21. december 2015 "Bekendtgørelse om støj fra vindmøller"

En oversigt over de anvendte begreber findes i bilag 1.

3.2 Anvendt måleudstyr og programmer

Der blev under måling og analyse anvendt følgende udstyr:

Beskrivelse	Fabrikat	Type	ACA nr.	Kalibreret	Næste kal
Mikrofon 1/2"	BSWA Tech	MPA261	147	29-05-2017	29-05-2019
Kalibrator	Brüel & Kjær	4230	710	22-06-2016	22-06-2017
Kalibrator	Brüel & Kjær	4231	415	26-06-2017	26-06-2018
Anemometer	Autohelm	ZC80	644	03-06-2015	03-06-2017
Anemometer	Gill	Windsonic	381	24-07-2017	24-07-2019
Dataopsamlingskort	National Instr.	PXI-4462	191	13-04-2016	13-04-2018
Dataopsamlingskort	National Instr.	PXI-6220	192	13-04-2016	13-04-2018
Mikrofon 1/2"	BSWA Tech	MPA231	328	27-06-2016	27-06-2018
Kalibrator	Brüel & Kjær	4231	9014	03-05-2017	03-05-2018
Anemometer	Gill	Windsonic	272	19-06-2017	19-06-2019
Dataopsamlingskort	National Instr.	PXI-4462	194	06-04-2016	06-04-2018
Dataopsamlingskort	National Instr.	PXI-6220	195	06-04-2016	06-04-2018
Mikrofon 1/2"	BSWA Tech	MPA261	146	13-05-2015	13-05-2017
Mikrofon 1/2"	BSWA Tech	MPA231	271	11-07-2017	11-07-2019
Kalibrator	Brüel & Kjær	4231	414	26-06-2017	26-06-2018
Anemometer	Gill	Windsonic	391	21-11-2016	21-11-2018
Dataopsamlingskort	National Instr.	PXI-4462	123	12-01-2017	12-01-2019
Dataopsamlingskort	National Instr.	PXI-6220	124	16-01-2017	16-01-2019

Udstyret er underlagt Sweco A/S, Acousticas løbende kalibreringsprocedurer.

Der blev anvendt en sekundær vindhætte under målingerne. Målingerne er korrigeret for virkningen af vindhætten. Indsætningsdæmpningen er vist i bilag 2.

Toneanalyserne er udført ved anvendelse af Wind Turbine ver. 6.3.27, ver. 6.3.28 og ver. 6.4.17 udviklet af Acoustica.

4 Måleforhold

Støjen blev målt i læsiden af møllen i en vandret afstand fra tårncenter som anført i Tabel 6. Den anbefalede vandrette måleafstand er for den pågældende vindmølle 125 m til tårncenter. Bekendtgørelse 1736 tillader en variation på 20 %, hvilket er overholdt. Målepositionerne er valgt med henblik på at minimere baggrundsstøjen. Vindhastigheden blev målt 10 meter over terræn, i en uforstyrret position ved møllen. Eksempler på måleopstillingen er vist i Figur 2 til Figur 7. Tidsrum og datoer for målingerne fremgår af Tabel 5.

Tabel 5. Oversigt over måleserier

Dato	Tidsrum	Vindmølle	Reference vindhastigheder	Måleserie
3/10-2016	11.55-17.00	Vindmølle 3	6 m/s	Måleserie 1
30/3-2017	10.35-13.05	Vindmølle 3	8 m/s	Måleserie 2
30/3-2017	14.15-15.55	Vindmølle 2	6 og 8 m/s	Måleserie 2
12/10-2017	15.25-19.35	Vindmølle 5	8 m/s	Måleserie 3
18/10-2017	06.10-07.15	Vindmølle 5	6 m/s	Måleserie 4
22/12-2017	09.10-10.50	Vindmølle 4	6 m/s og 8 m/s	Måleserie 5
2/2-2018	10.35-14.35	Vindmølle 1	6 m/s og 8 m/s	Måleserie 6

Tabel 6. Måleafstande til tårncenter

Vindmølle	Måleafstand	Terrænhøjde relativt til terræn ved tårn
Vindmølle 1	106 m (måleserie 6)	0 m
Vindmølle 2	126 m (måleserie 2)	0 m
Vindmølle 3	126 m (måleserie 1), 123 m (måleserie 2)	0 m
Vindmølle 4	125 m (måleserie 5)	0 m
Vindmølle 5	125 m (måleserie 3 og 4)	0 m

Figur 2. Foto af måleposition for vindmølle 1 – måleserie 6



Figur 3. Foto af måleposition for vindmølle 2 – måleserie 2.



Figur 4. Foto af måleposition for vindmølle 3 – måleserie 1.



Figur 5. Foto af måleposition for vindmølle 4 – måleserie 5.



Figur 6. Foto af måleposition for vindmølle 5 – måleserie 3.



Figur 7. Foto af anemometer placering ved vindmølle 5, måleserie 3.



4.1 Baggrundsstøj

De væsentligste kilder til baggrundsstøj var vindstøj i vegetationen, andre vindmøller samt trafik på nærliggende veje. Perioder med forstyrrende baggrundsstøj er udeladt fra analyserne.

4.2 Meteorologiske forhold

Under målingerne var der følgende meteorologiske forhold:

Måledato	3/10-2016	30/3-2017	12/10-2017	18/10-2017	22/12-2017	2/2-2017
Måleserie nr.	1	2	3	4	5	6
Middelvindretning	175-190°	180-240°	240-280°	250-275°	260-285°	330-340°
Vindstyrke	4-9 m/s	5-9 m/s	6-13 m/s	3-8 m/s	5-9 m/s	6-10 m/s
Skydække	2/8	8/8	6/8	8/8	2/8	5/8
Nedbør	Ingen	Perioder med let finregn	Perioder med let finregn	Ingen	Ingen	Ingen
Rel. Luftfugtighed	65-75%	75 - 80%	55-75%	75-80%	65-70%	65-75 %
Temperatur	14-16°C	10-11°C	13-17°C	14-15°C	8-9°C	3-5°C
Luftryk	102,8 kPa	101,7 kPa	101,2 kPa	101,3 kPa	102,9 kPa	100,2 kPa

5 Resultater

5.1 Referencelydtrykniveauer

De målte 1/3-oktavspektre er sorteret efter vindhastighed og for 6 m/s og 8 m/s er middelspektret bestemt. Dette er gældende for både totalstøjen og baggrundsstøjen. Totalstøjspektret er korrigeret med det tilsvarende baggrundsstøjspektrum. I de følgende afsnit ses de beregnede A-vægtede 1/3-oktavspektre fra 10 Hz – 10 kHz for referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s.

Baggrundsstøj og Totalstøj er målt for sammenlignelige forhold ved de 2 vindhastigheder.

For enkelte 1/3-oktavniveauer kan baggrundsstøjen være mindre end 3 dB lavere end totalstøjen. I disse 1/3-oktavniveauer sættes baggrundsstøjskorrektionen til 3 dB, hvorved vindmøllestøjen forventes overestimeret ved disse frekvenser. Disse resultater markeres med en () i nedenstående tabeller. I de pågældende tilfælde har dette ingen væsentlig betydning for måleresultaterne.

5.2 Måleresultater for vindmølle 1

I Tabel 7 er hovedresultaterne fra målingerne vist. Herunder også hvor mange perioder af 10 sekunder, der går til beregning af middelværdierne ved de 2 referencevindhastigheder. Antallet af perioder er angivet som det samlede antal, samt hvor mange af perioderne, der ligger under/over referencevindhastigheden for de 2 intervaller.

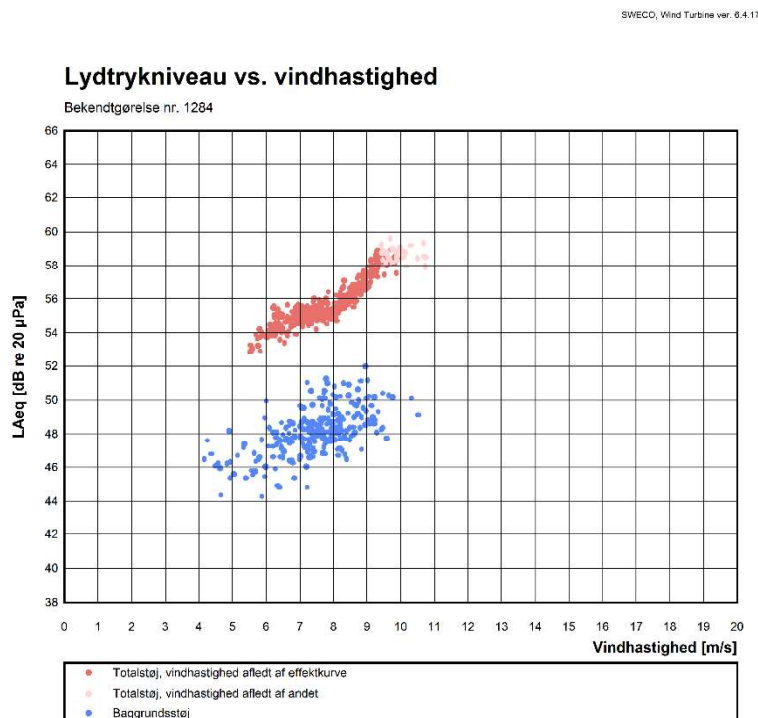
Tabel 7. Hovedresultater fra målingerne for vindmølle 1

Vindhastighed [m/s]	Perioder, totalstøj [samlet (under/over)]	Perioder, baggrundsstøj [samlet (under/over)]	$L_{A, ref}$ [dB]	$L_{A, b}$ [dB]	$L_{A, ref, k}$ [dB]	$L_{WA, ref}$ [dB]
6	55 (13 / 42)	35 (13 / 22)	54,3	47,1	53,3	101,0
8	121 (67 / 54)	98 (56 / 42)	55,5	48,7	54,5	102,1

Måleresultaterne, givet som de ækvivalente totalstøjniveauer og baggrundsstøjniveauer midlet over 10 sekunder, $L_{Aeq}(10 \text{ sek})$, er vist som funktion af vindhastigheden i Figur 8. Røde markeringer viser, at vindhastigheden er bestemt ud fra effektkurven, lyserøde markeringer viser, at den producerede effekt er over 95% af rated effekt og at vindhastigheden derfor er bestemt ud fra nacellevindhastigheden.

De beregnede A-vægtede 1/3-oktavspektre fra 10 Hz – 10 kHz for referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s er vist i Figur 9 og Figur 10.

Figur 8. Målte værdier af $L_{Aeq}(10 \text{ sek})$ for totalstøj og baggrundsstøj.



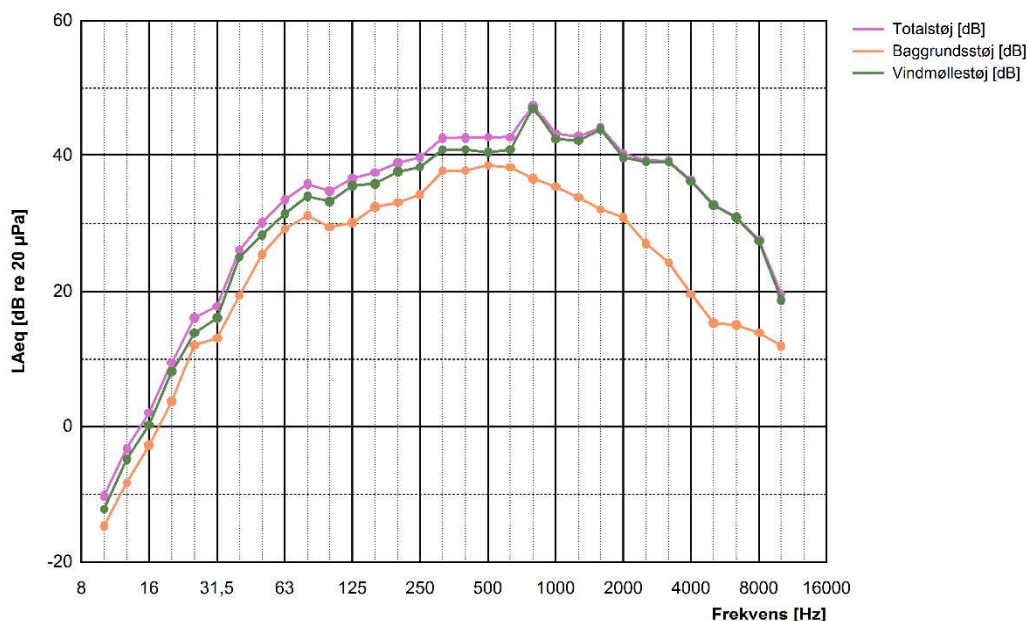
Figur 9. A-vægtede 1/3-oktavspektrre ved 6 m/s

Middellydtryksspektrum ved 6,0 m/s

Antal spektrre, totalstøj: 55 (13/42)

Antal spektrre, baggrundsstøj: 35 (13/22)

Bekendtgørelse nr. 1284



SWECO, Wind Turbine ver. 6.4.17

Frekvens [Hz]	Totalstøj [dB]	Baggrundsstøj [dB]	Vindmøllestøj [dB]
10	-10,3	-14,7	-12,2
12,5	-3,3	-8,3	-4,9
16	2,0	-2,8	0,2
20	9,5	3,6	8,1
25	16,1	12,2	13,9
31,5	17,8	13,1	16,1
40	26,1	19,4	25,0
50	30,1	25,5	28,3
63	33,4	29,2	31,4
80	35,8	31,1	34,0
100	34,8	29,5	33,2
125	36,6	30,1	35,5
160	37,5	32,4	35,9
200	38,9	33,0	37,6
250	39,7	34,2	38,3
315	42,5	37,7	40,8
400	42,6	37,8	40,8
500	42,6	38,5	40,4
630	42,7	38,2	40,8
800	47,5	36,6	47,1
1000	43,2	35,4	42,4
1250	42,7	33,8	42,1
1600	44,1	32,1	43,8
2000	40,2	30,9	39,7
2500	39,3	27,0	39,0
3150	39,2	24,3	39,0
4000	36,3	19,7	36,2
5000	32,7	15,4	32,7
6300	30,9	15,1	30,8
8000	27,6	13,9	27,4
10000	19,6	12,0	18,7
Total	54,3	47,1	53,3

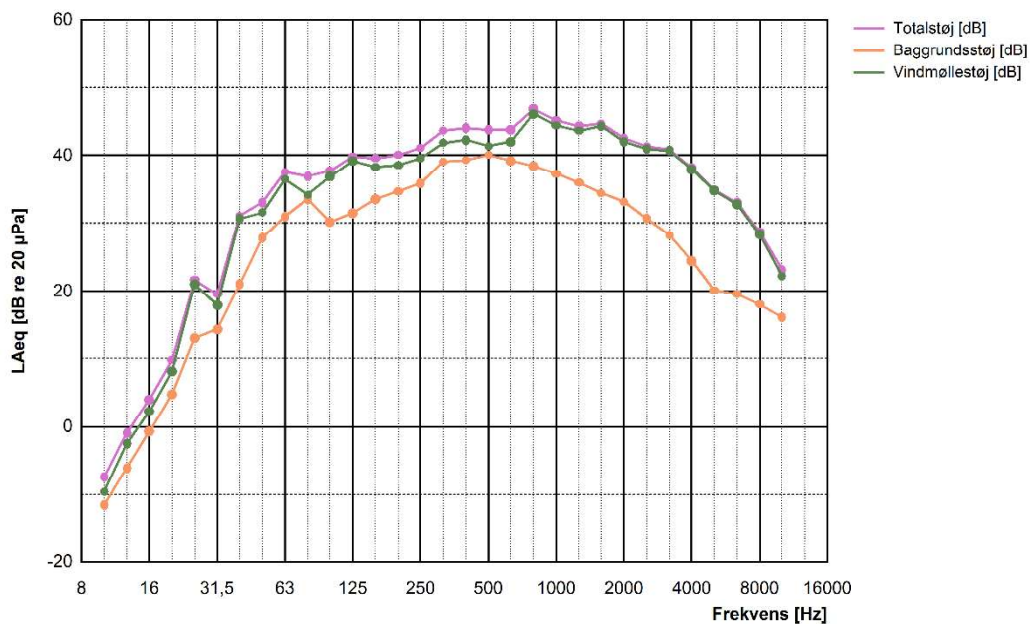
Figur 10. A-vægtede 1/3-oktavspektre ved 8 m/s

Middellydtryksspektrum ved 8,0 m/s

Antal spektr, totalstøj: 121 (67/54)

Antal spektr, baggrundsstøj: 98 (56/42)

Bekendtgørelse nr. 1284



SWECO, Wind Turbine ver. 6.4.17

Frekvens [Hz]	Totalstøj [dB]	Baggrundsstøj [dB]	Vindmøllestøj [dB]
10	-7,5	-11,6	-9,6
12,5	-1,0	-6,1	-2,6
16	4,0	-0,7	2,2
20	9,7	4,8	8,1
25	21,6	13,0	21,0
31,5	19,5	14,4	18,0
40	31,0	21,0	30,6
50	33,0	27,8	31,5
63	37,5	30,9	36,4
80	36,9	33,5	34,2
100	37,6	30,1	36,8
125	39,8	31,4	39,1
160	39,5	33,5	38,3
200	40,0	34,6	38,5
250	41,1	35,8	39,5
315	43,7	39,1	41,8
400	44,1	39,3	42,3
500	43,8	40,0	41,4
630	43,9	39,2	42,0
800	46,9	38,4	46,2
1000	45,2	37,3	44,4
1250	44,3	35,9	43,6
1600	44,8	34,4	44,4
2000	42,6	33,1	42,0
2500	41,3	30,6	40,9
3150	40,9	28,2	40,6
4000	38,1	24,4	37,9
5000	34,8	20,2	34,7
6300	32,9	19,6	32,7
8000	28,6	18,0	28,2
10000	23,2	16,1	22,2
Total	55,5	48,7	54,5

5.3 Måleresultater for vindmølle 2

I Tabel 8 er hovedresultaterne fra målingerne vist. Herunder også hvor mange perioder af 10 sekunder, der er gået til beregning af middelværdierne ved de 2 referencevindhastigheder. Antallet af perioder er angivet som det samlede antal, samt hvor mange af perioderne, der ligger under/over referencevindhastigheden for de 2 intervaller (i parentes). Ved 6 m/s er forskellen mellem baggrundsstøj og totalstøj mindre end 6 dB. (5,4 dB). Det vurderes, at det ikke er muligt at opnå en forskel på 6 dB på grund af baggrundsstøj fra de eksisterende 5 vindmøller og fordi vindmøllen står i støjreduceret indstilling (mode 6)

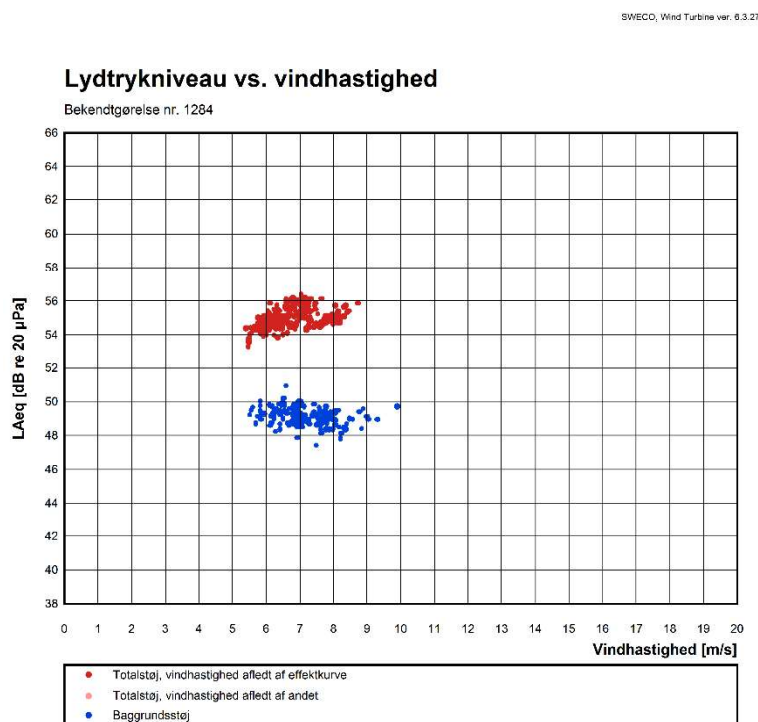
Tabel 8. Hovedresultater fra målingerne for vindmølle 2

Vindhastighed [m/s]	Perioder, totalstøj [samlet (under/over)]	Perioder, baggrundsstøj [samlet (under/over)]	L _{A, ref} [dB]	L _{A, b} [dB]	L _{A, ref, k} [dB]	L _{WA, ref} [dB]
6	88 (33 / 55)	41 (12 / 29)	54,7	49,3	53,3	101,9
8	51 (29 / 22)	46 (34 / 12)	55,1	49,0	53,8	102,4

Måleresultaterne, givet som de ækvivalente totalstøjniveauer og baggrundsstøjniveauer midlet over 10 sekunder, L_{Aeq}(10 sek), er vist som funktion af vindhastigheden i Figur 11. Røde markeringer viser, at vindhastigheden er bestemt ud fra effektkurven, lyserøde markeringer viser, at den producerede effekt er over 95% af rated effekt og at vindhastigheden derfor er bestemt ud fra nacellevindhastigheden.

De beregnede A-vægtede 1/3-oktavspektre fra 10 Hz – 10 kHz for referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s er vist i Figur 12 og Figur 13.

Figur 11. Målte værdier af L_{Aeq}(10 sek) for totalstøj og baggrundsstøj.



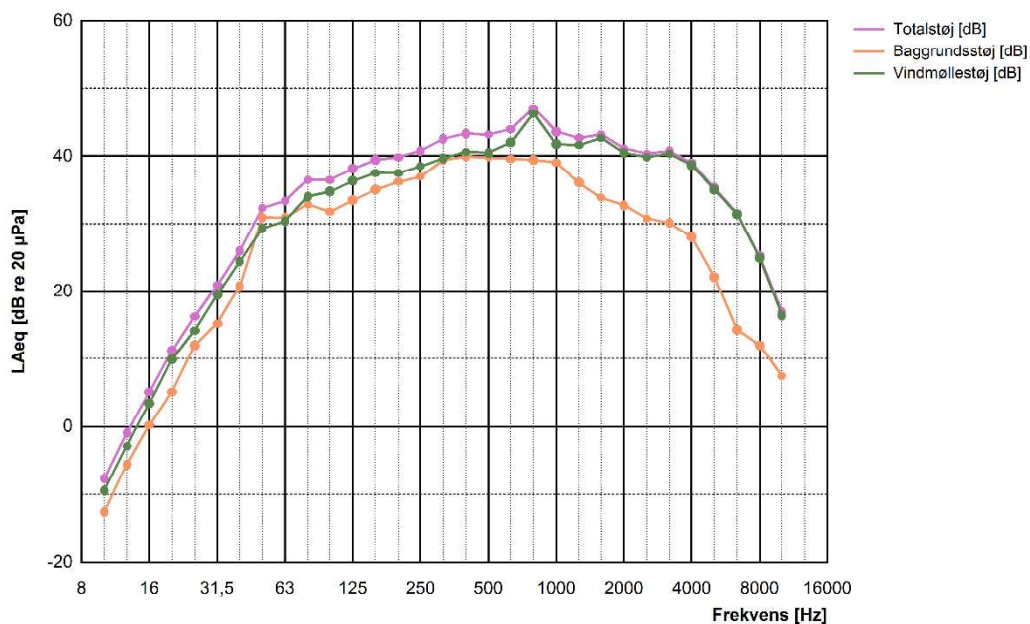
Figur 12. A-vægtede 1/3-oktavspektre ved 6 m/s

Middellydtryksspektrum ved 6,0 m/s

Antal spektr, totalstøj: 88 (33/55)

Antal spektr, baggrundsstøj: 41 (12/29)

Bekendtgørelse nr. 1284



SWECO, Wind Turbine ver. 6.3.27

Frekvens [Hz]	Totalstøj [dB]	Baggrundsstøj [dB]	Vindmøllestøj [dB]
10	-7,8	-12,6	-9,5
12,5	-1,0	-5,6	-2,9
16	5,1	0,2	3,5
20	11,2	5,2	10,0
25	16,2	12,0	14,2
31,5	20,8	15,3	19,4
40	25,9	20,7	24,4
50	32,3	30,9	(29,3)
63	33,4	30,9	(30,4)
80	36,5	32,9	34,0
100	36,5	31,7	34,7
125	38,1	33,4	36,3
160	39,4	35,0	37,5
200	39,8	36,1	37,4
250	40,8	36,9	38,5
315	42,5	39,4	39,7
400	43,3	39,9	40,6
500	43,2	39,8	40,5
630	44,0	39,6	42,0
800	47,1	39,4	46,3
1000	43,6	39,1	41,7
1250	42,7	36,0	41,6
1600	43,2	33,8	42,6
2000	41,1	32,7	40,4
2500	40,4	30,8	39,9
3150	40,7	30,1	40,3
4000	39,0	28,0	38,7
5000	35,2	22,1	35,0
6300	31,5	14,3	31,5
8000	25,1	12,0	24,9
10000	16,9	7,4	16,4
Total	54,7	49,3	53,3

Tal i () betyder at baggrundsstøjen er mindre end 3 dB under totalstøjen

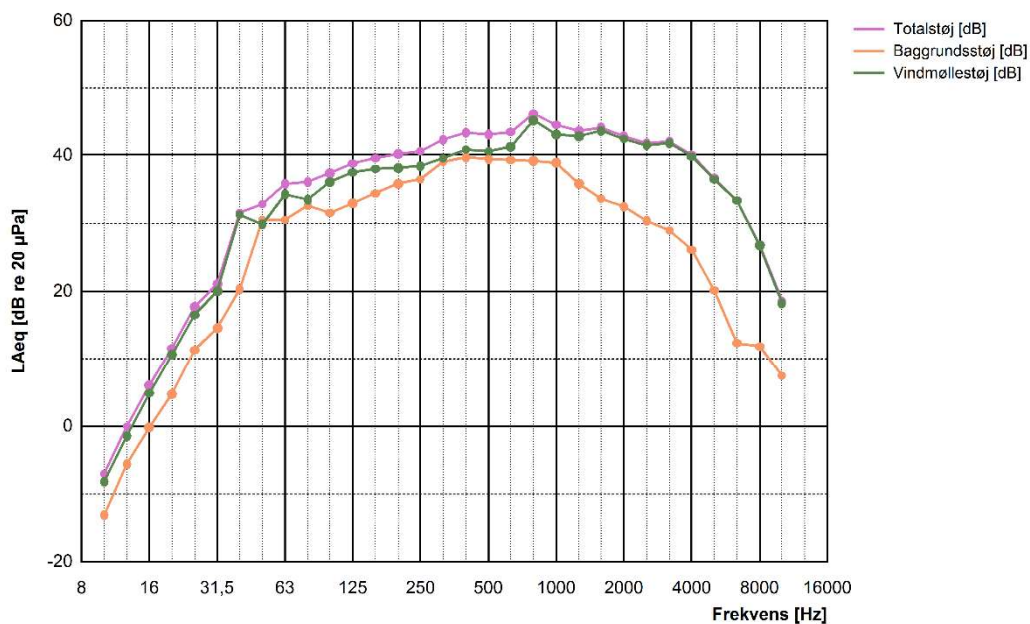
Figur 13. A-vægtede 1/3-oktavspektre ved 8 m/s

Middellydtryksspektrum ved 8,0 m/s

Antal spektr, totalstøj: 51 (29/22)

Antal spektr, baggrundsstøj: 46 (34/12)

Bekendtgørelse nr. 1284



SWECO, Wind Turbine ver. 6.3.27

Frekvens [Hz]	Totalstøj [dB]	Baggrundsstøj [dB]	Vindmøllestøj [dB]
10	-7,0	-13,2	-8,2
12,5	-0,1	-5,6	-1,5
16	6,0	-0,2	4,8
20	11,6	4,8	10,6
25	17,7	11,4	16,5
31,5	21,1	14,6	20,0
40	31,6	20,3	31,2
50	32,8	30,5	(29,8)
63	35,8	30,5	34,2
80	36,1	32,6	33,5
100	37,4	31,5	36,1
125	38,8	32,9	37,5
160	39,6	34,4	38,0
200	40,2	35,8	38,2
250	40,6	36,5	38,4
315	42,3	39,0	39,6
400	43,3	39,7	40,8
500	43,1	39,4	40,6
630	43,4	39,3	41,2
800	46,1	39,2	45,2
1000	44,4	38,8	43,0
1250	43,6	35,8	42,8
1600	44,0	33,6	43,6
2000	42,8	32,5	42,4
2500	41,7	30,3	41,4
3150	42,0	29,0	41,8
4000	40,0	26,1	39,9
5000	36,5	20,1	36,4
6300	33,3	12,3	33,3
8000	26,8	11,9	26,7
10000	18,6	7,4	18,2
Total	55,1	49,0	53,8

Tal i () betyder at baggrundsstøjen er mindre end 3 dB under totalstøjen

5.4 Måleresultater for vindmølle 3

I Tabel 9 er hovedresultaterne fra målingerne vist. Herunder også hvor mange perioder af 10 sekunder, der er gået til beregning af middelværdierne ved de 2 referencevindhastigheder. Antallet af perioder er angivet som det samlede antal, samt hvor mange af perioderne, der ligger under/over referencevindhastigheden for de 2 intervaller (i parentes). Ved 6 m/s er forskellen mellem baggrundsstøj og totalstøj mindre end 6 dB. (5,0 dB). Det vurderes, at det ikke er muligt at opnå en forskel på 6 dB på grund af baggrundsstøj fra de eksisterende 5 vindmøller og fordi vindmøllen står i støjrreduceret indstilling (mode 6).

Tabel 9. Hovedresultater fra målingerne for vindmølle 3

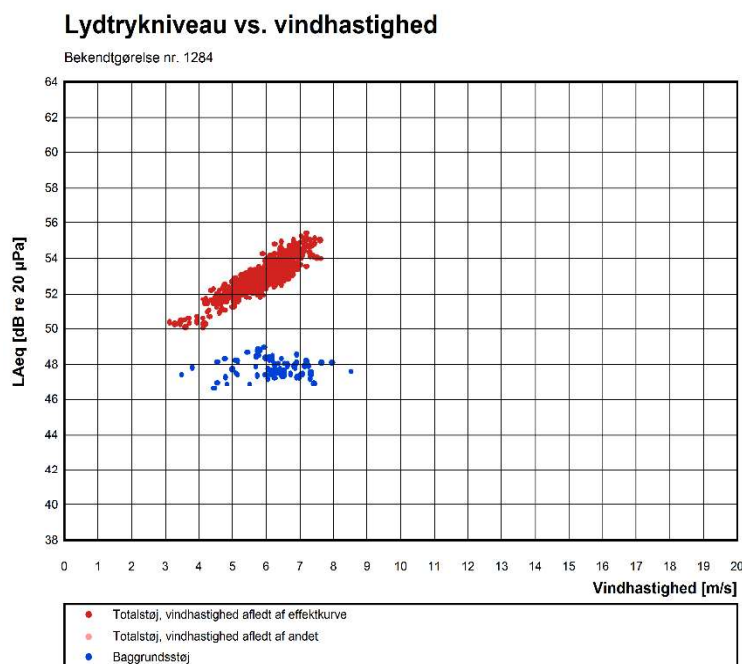
Vindhastighed [m/s]	Perioder, totalstøj [samlet (under/over)]	Perioder, baggrundsstøj [samlet (under/over)]	$L_{A, ref}$ [dB]	$L_{A, b}$ [dB]	$L_{A, ref, k}$ [dB]	$L_{WA, ref}$ [dB]
6	424 (213 / 211)	28 (11 / 17)	53,0	48,0	51,4	100,1
8	88 (51 / 37)	56 (23 / 33)	55,4	49,1	54,3	102,8

Måleresultaterne, givet som de ækvivalente totalstøjniveauer og baggrundsstøjniveauer midlet over 10 sekunder, $L_{Aeq}(10 \text{ sek})$, er vist som funktion af vindhastigheden i Figur 14 og Figur 15. Røde markeringer viser, at vindhastigheden er bestemt ud fra effektkurven, lyserøde markeringer viser, at den producerede effekt er over 95% af rated effekt og at vindhastigheden derfor er bestemt ud fra nacellevindhastigheden.

De beregnede A-vægtede 1/3-oktavspektre fra 10 Hz – 10 kHz for referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s er vist i Figur 16 og Figur 17.

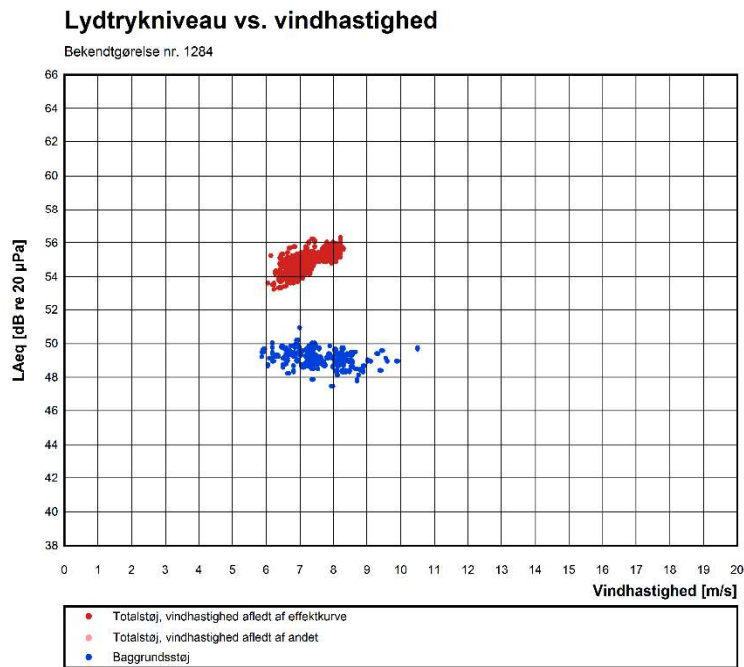
Figur 14. Målte værdier af $L_{Aeq}(10 \text{ sek})$ for totalstøj og baggrundsstøj – måleserie 1

SWECO, Wind Turbine ver. 6.3.27



Figur 15. Målte værdier af $L_{Aeq}(10 \text{ sek})$ for totalstøj og baggrundsstøj – måleserie 2

SWECO, Wind Turbine ver. 0.3.27



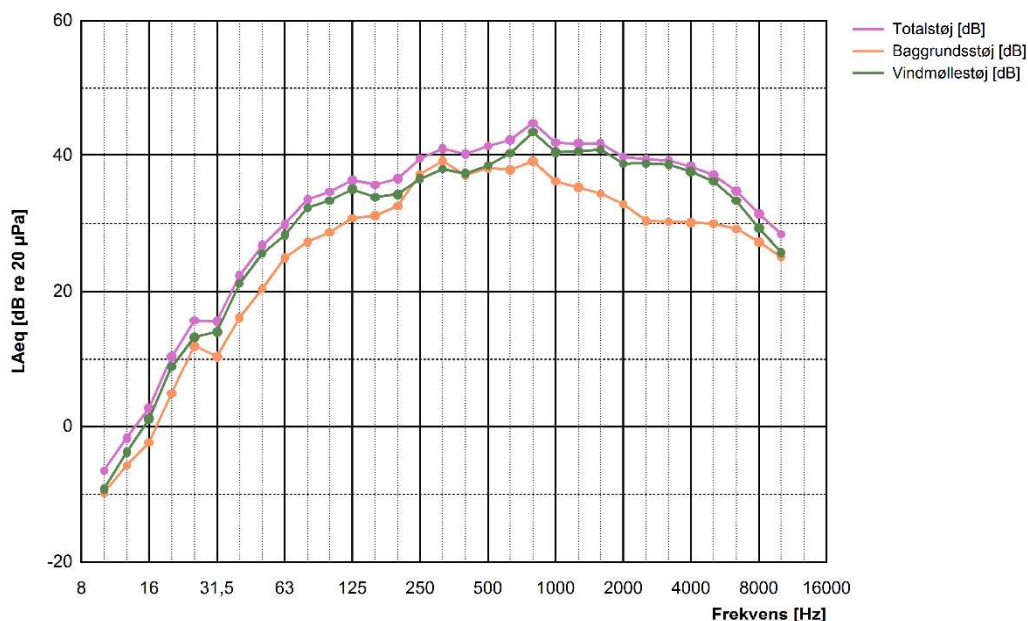
Figur 16. A-vægtede 1/3-oktavspektrre ved 6 m/s

Middellydtryksspektrum ved 6,0 m/s

Antal spektrre, totalstøj: 424 (213/211)

Antal spektrre, baggrundsstøj: 28 (11/17)

Bekendtgørelse nr. 1284



SWECO, Wind Turbine ver. 6.3.27

Frekvens [Hz]	Totalstøj [dB]	Baggrundsstøj [dB]	Vindmøllestøj [dB]
10	-6,5	-9,8	-9,2
12,5	-1,7	-5,8	-3,8
16	2,7	-2,4	1,1
20	10,4	4,9	8,9
25	15,7	12,0	13,3
31,5	15,6	10,5	14,1
40	22,3	16,1	21,1
50	26,7	20,4	25,5
63	29,9	24,9	28,2
80	33,5	27,3	32,3
100	34,7	28,7	33,4
125	36,4	30,8	35,0
160	35,7	31,1	33,9
200	36,5	32,5	34,3
250	39,5	37,2	(36,5)
315	41,0	39,2	(38,0)
400	40,2	37,1	37,3
500	41,3	38,1	38,5
630	42,3	37,9	40,3
800	44,8	39,1	43,4
1000	41,8	36,1	40,5
1250	41,7	35,3	40,6
1600	41,7	34,4	40,8
2000	39,8	32,8	38,8
2500	39,4	30,4	38,8
3150	39,2	30,2	38,6
4000	38,3	30,2	37,6
5000	37,1	29,9	36,1
6300	34,7	29,2	33,3
8000	31,4	27,3	29,3
10000	28,4	25,0	25,7
Total	53,0	48,0	51,4

Tal i () betyder at baggrundsstøjen er mindre end 3 dB under totalstøjen

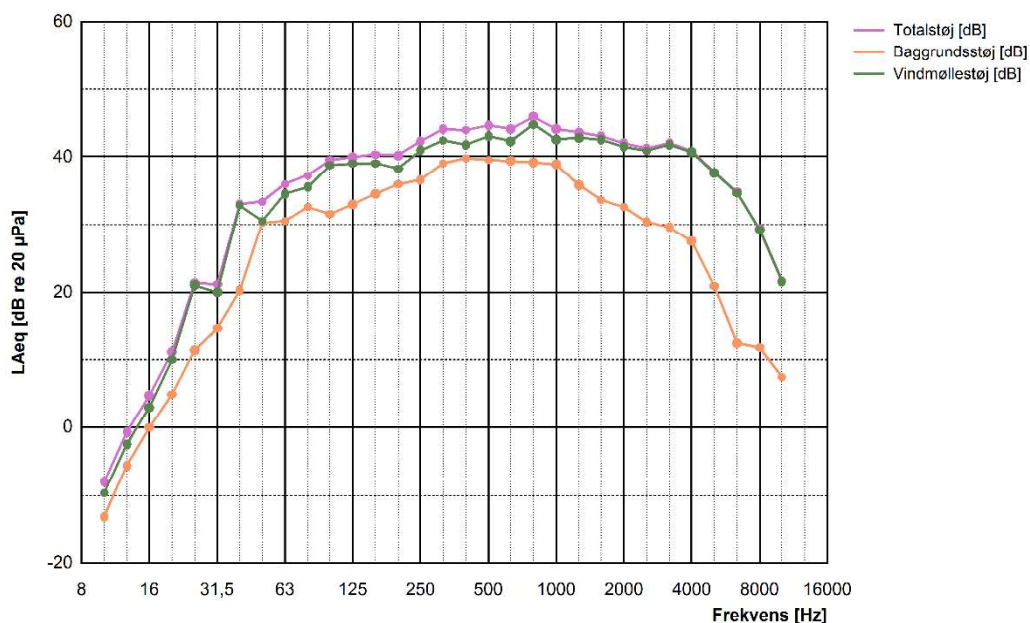
Figur 17. A-vægtede 1/3-oktavspektrre ved 8 m/s

Middellydtryksspektrum ved 8,0 m/s

Antal spektrre, totalstøj: 88 (51/37)

Antal spektrre, baggrundsstøj: 56 (23/33)

Bekendtgørelse nr. 1284



SWECO, Wind Turbine ver. 6.3.27

Frekvens [Hz]	Totalstøj [dB]	Baggrundsstøj [dB]	Vindmøllestøj [dB]
10	-8,0	-13,1	-9,6
12,5	-0,8	-5,6	-2,5
16	4,7	-0,1	2,9
20	11,1	4,8	10,0
25	21,4	11,4	21,0
31,5	21,1	14,6	20,0
40	33,0	20,3	32,8
50	33,4	30,2	30,5
63	36,0	30,5	34,5
80	37,3	32,5	35,5
100	39,5	31,5	38,8
125	40,0	33,0	39,0
160	40,4	34,5	39,1
200	40,3	35,9	38,3
250	42,3	36,6	40,9
315	44,1	39,1	42,4
400	43,9	39,8	41,8
500	44,6	39,5	43,0
630	44,1	39,4	42,3
800	45,8	39,2	44,8
1000	44,1	38,8	42,5
1250	43,6	35,8	42,8
1600	43,0	33,6	42,5
2000	42,0	32,5	41,4
2500	41,3	30,4	40,9
3150	42,0	29,5	41,8
4000	40,9	27,5	40,7
5000	37,7	20,9	37,6
6300	34,7	12,5	34,7
8000	29,3	11,8	29,2
10000	21,7	7,4	21,5
Total	55,4	49,1	54,3

5.5 Måleresultater for vindmølle 4

I Tabel 9 er hovedresultaterne fra målingerne vist. Herunder også hvor mange perioder af 10 sekunder, der er gået til beregning af middelværdierne ved de 2 referencevindhastigheder. Antallet af perioder er angivet som det samlede antal, samt hvor mange af perioderne, der ligger under/over referencevindhastigheden for de 2 intervaller (i parentes). Ved 6 m/s er forskellen mellem baggrundsstøj og totalstøj mindre end 6 dB. (5,9 dB). Det vurderes, at det ikke er muligt at opnå en forskel på 6 dB på grund af baggrundsstøj fra de eksisterende 5 vindmøller og fordi vindmøllen står i støjreduceret indstilling (mode 6).

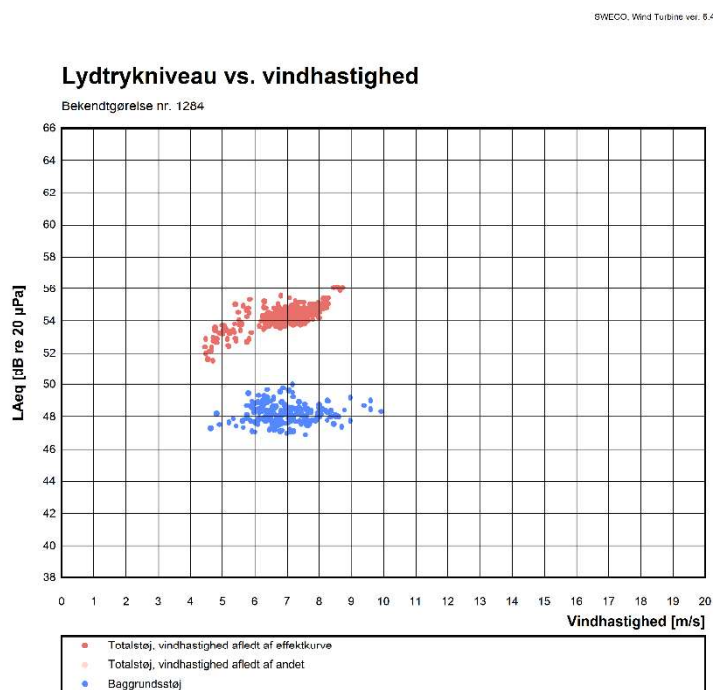
Tabel 10. Hovedresultater fra målingerne for vindmølle 4

Vindhastighed [m/s]	Perioder, totalstøj [samlet (under/over)]	Perioder, baggrundsstøj [samlet (under/over)]	$L_{A, ref}$ [dB]	$L_{A, b}$ [dB]	$L_{A, ref, k}$ [dB]	$L_{WA, ref}$ [dB]
6	37 (14 / 23)	56 (19 / 37)	54,2	48,3	52,9	101,5
8	94 (65 / 29)	46 (30 / 16)	54,7	48,2	53,6	102,2

Måleresultaterne, givet som de ækvivalente totalstøjniveauer og baggrundsstøjniveauer midlet over 10 sekunder, $L_{Aeq}(10 \text{ sek})$, er vist som funktion af vindhastigheden i Figur 18. Røde markeringer viser, at vindhastigheden er bestemt ud fra effektkurven, lyserøde markeringer viser, at den producerede effekt er over 95% af rated effekt og at vindhastigheden derfor er bestemt ud fra nacellevindhastigheden.

De beregnede A-vægtede 1/3-oktavspektre fra 10 Hz – 10 kHz for referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s er vist i Figur 19 og Figur 20.

Figur 18. Målte værdier af $L_{Aeq}(10 \text{ sek})$ for totalstøj og baggrundsstøj



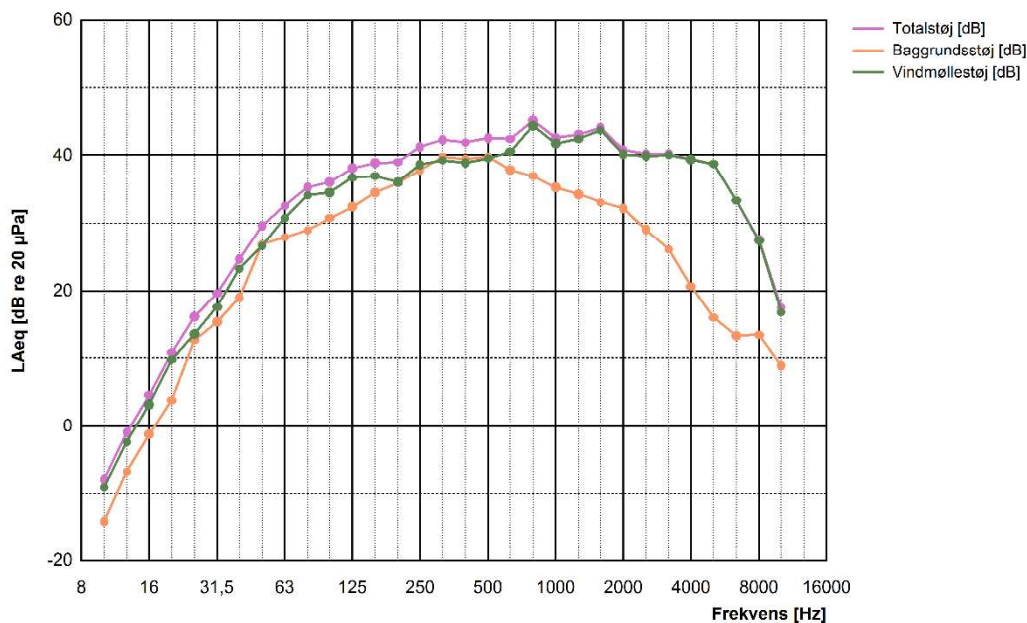
Figur 19. A-vægtede 1/3-oktavspektrre ved 6 m/s

Middellydtryksspektrum ved 6,0 m/s

Antal spektrre, totalstøj: 37 (14/23)

Antal spektrre, baggrundsstøj: 56 (19/37)

Bekendtgørelse nr. 1284



SWECO, Wind Turbine ver. 6.4.17

Frekvens [Hz]	Totalstøj [dB]	Baggrundsstøj [dB]	Vindmøllestøj [dB]
10	-8,0	-14,2	-9,2
12,5	-1,0	-6,8	-2,4
16	4,6	-1,3	3,2
20	10,8	3,9	9,8
25	16,1	12,6	13,5
31,5	19,6	15,3	17,6
40	24,7	19,0	23,3
50	29,6	26,9	(26,6)
63	32,6	27,9	30,8
80	35,3	29,0	34,1
100	36,0	30,7	34,5
125	38,1	32,4	36,7
160	38,9	34,5	36,9
200	39,0	35,9	36,1
250	41,3	37,8	38,7
315	42,3	39,8	(39,3)
400	41,9	39,5	(38,9)
500	42,5	39,8	(39,5)
630	42,4	37,9	40,5
800	45,1	36,9	44,4
1000	42,6	35,2	41,7
1250	43,0	34,3	42,4
1600	44,0	33,1	43,7
2000	40,8	32,2	40,1
2500	40,2	29,0	39,9
3150	40,2	26,1	40,0
4000	39,5	20,7	39,4
5000	38,7	16,0	38,7
6300	33,3	13,3	33,3
8000	27,6	13,4	27,4
10000	17,5	8,8	16,8
Total	54,2	48,3	52,9

Tal i () betyder at baggrundsstøjen er mindre end 3 dB under totalstøjen

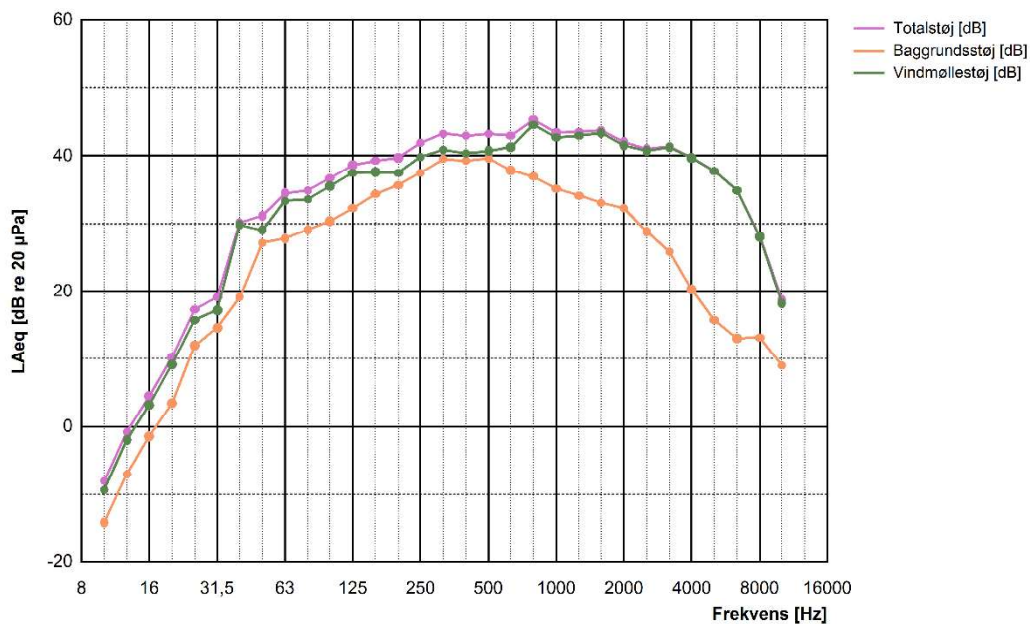
Figur 20. A-vægtede 1/3-oktavspektrre ved 8 m/s

Middellydtryksspektrum ved 8,0 m/s

Antal spektrre, totalstøj: 94 (65/29)

Antal spektrre, baggrundsstøj: 46 (30/16)

Bekendtgørelse nr. 1284



SWECO, Wind Turbine ver. 6.4.17

Frekvens [Hz]	Totalstøj [dB]	Baggrundsstøj [dB]	Vindmøllestøj [dB]
10	-8,1	-14,2	-9,4
12,5	-0,8	-7,1	-2,0
16	4,5	-1,4	3,2
20	10,2	3,4	9,2
25	17,3	11,9	15,8
31,5	19,1	14,6	17,2
40	30,2	19,1	29,8
50	31,2	27,2	29,0
63	34,4	27,8	33,4
80	34,9	29,1	33,6
100	36,7	30,4	35,5
125	38,6	32,3	37,5
160	39,3	34,4	37,6
200	39,7	35,7	37,5
250	41,9	37,5	39,9
315	43,2	39,5	40,8
400	42,9	39,3	40,4
500	43,2	39,6	40,7
630	42,9	37,9	41,3
800	45,2	36,9	44,5
1000	43,4	35,2	42,6
1250	43,4	34,2	42,9
1600	43,7	33,1	43,3
2000	42,0	32,3	41,5
2500	41,0	28,8	40,7
3150	41,4	25,9	41,2
4000	39,7	20,2	39,7
5000	37,8	15,7	37,8
6300	34,9	13,0	34,9
8000	28,2	13,2	28,0
10000	18,7	8,9	18,2
Total	54,7	48,2	53,6

5.6 Måleresultater for vindmølle 5

I Tabel 9 er hovedresultaterne fra målingerne vist. Herunder også hvor mange perioder af 10 sekunder, der er gået til beregning af middelværdierne ved de 2 referencevindhastigheder. Antallet af perioder er angivet som det samlede antal, samt hvor mange af perioderne, der ligger under/over referencevindhastigheden for de 2 intervaller (i parentes). Ved 8 m/s er der kun registreret 8 værdier i baggrundsstøjen for intervallet fra 7,5 m/s til 8 m/s imod 12. Det vurderes ikke at have betydning for resultaterne da baggrundsstøjen er næsten 10 dB lavere end totalstøjen.

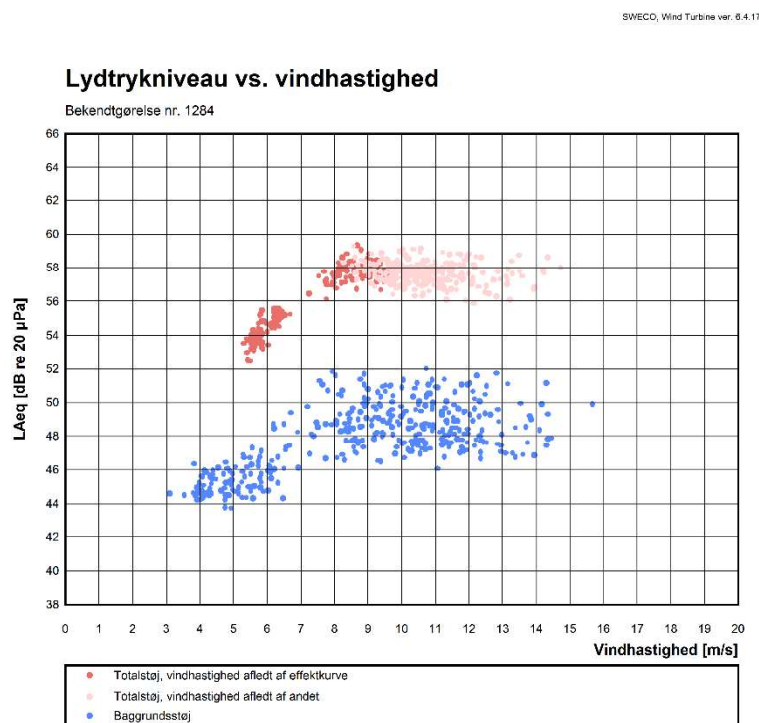
Tabel 11. Hovedresultater fra målingerne for vindmølle 5

Vindhastighed [m/s]	Perioder, totalstøj [samlet (under/over)]	Perioder, baggrundsstøj [samlet (under/over)]	$L_{A, ref}$ [dB]	$L_{A, b}$ [dB]	$L_{A, ref, k}$ [dB]	$L_{WA, ref}$ [dB]
6	72 (46 / 26)	31 (14 / 17)	54,4	46,2	53,7	102,3
8	37 (12 / 25)	30 (8 / 22)	57,7	49,3	57,0	105,5

Måleresultaterne, givet som de ækvivalente totalstøjniveauer og baggrundsstøjniveauer midlet over 10 sekunder, $L_{Aeq}(10 \text{ sek})$, er vist som funktion af vindhastigheden i Figur 21. Røde markeringer viser, at vindhastigheden er bestemt ud fra effektkurven, lyserøde markeringer viser, at den producerede effekt er over 95% af rated effekt og at vindhastigheden derfor er bestemt ud fra nacellevindhastigheden.

De beregnede A-vægtede 1/3-oktavspektre fra 10 Hz – 10 kHz for referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s er vist i Figur 22 og Figur 23.

Figur 21. Målte værdier af $L_{Aeq}(10 \text{ sek})$ for totalstøj og baggrundsstøj



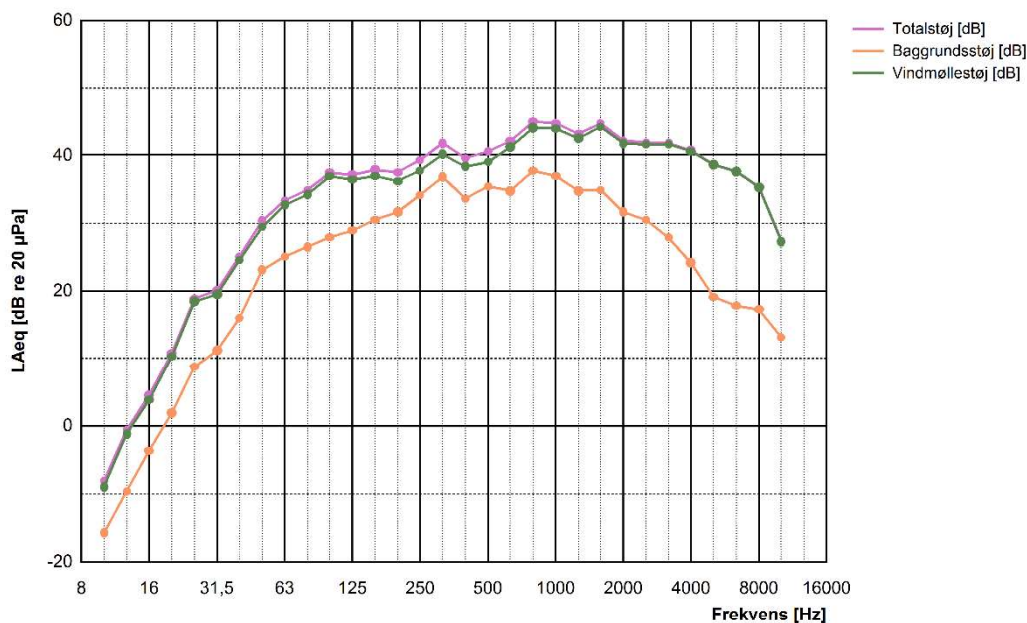
Figur 22. A-vægtede 1/3-oktavspektrere ved 6 m/s

Middellydtryksspektrum ved 6,0 m/s

Antal spektrere, totalstøj: 72 (46/26)

Antal spektrere, baggrundsstøj: 31 (14/17)

Bekendtgørelse nr. 1284



SWECO, Wind Turbine ver. 6.4.17

Frekvens [Hz]	Totalstøj [dB]	Baggrundsstøj [dB]	Vindmøllestøj [dB]
10	-8,1	-15,8	-8,9
12,5	-0,6	-9,6	-1,2
16	4,5	-3,7	3,8
20	10,8	1,9	10,2
25	18,8	8,7	18,4
31,5	20,1	11,1	19,5
40	25,1	16,0	24,5
50	30,3	23,1	29,4
63	33,3	25,1	32,6
80	34,9	26,5	34,2
100	37,4	27,9	36,9
125	37,1	28,9	36,4
160	37,8	30,5	36,9
200	37,5	31,6	36,2
250	39,3	34,2	37,8
315	41,8	36,8	40,1
400	39,6	33,6	38,3
500	40,6	35,4	39,0
630	42,1	34,8	41,2
800	44,9	37,7	44,0
1000	44,8	37,0	44,0
1250	43,2	34,8	42,5
1600	44,7	34,9	44,2
2000	42,2	31,6	41,8
2500	41,9	30,5	41,6
3150	41,8	27,8	41,6
4000	40,7	24,1	40,6
5000	38,6	19,1	38,6
6300	37,7	17,8	37,6
8000	35,4	17,2	35,3
10000	27,4	13,1	27,3
Total	54,4	46,2	53,7

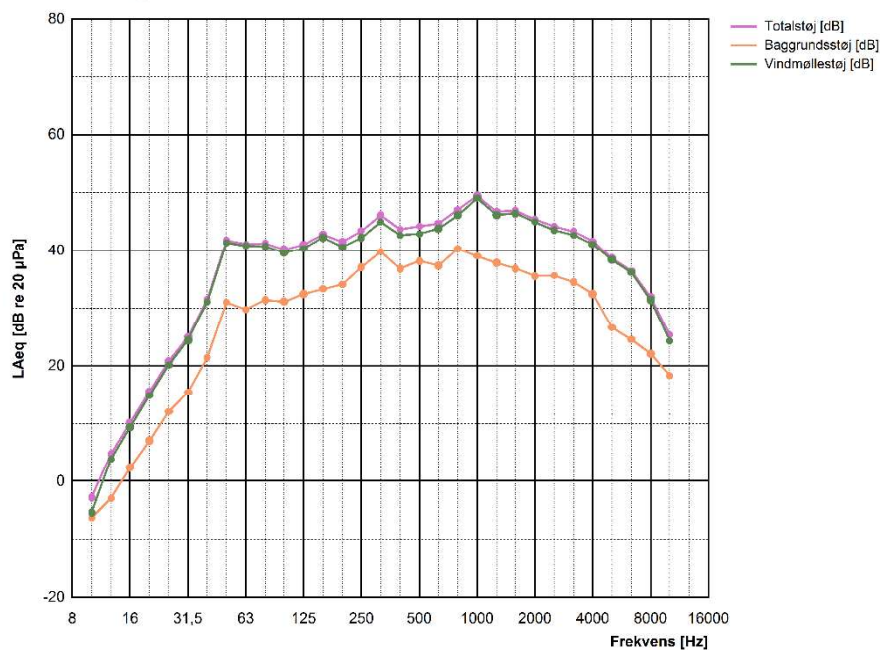
Figur 23. A-vægtede 1/3-oktavspektre ved 8 m/s

Middellydtryksspektrum ved 8,0 m/s

Antal spektre, totalstøj: 37 (12/25)

Antal spektre, baggrundsstøj: 30 (8/22)

Bekendtgørelse nr. 1284



SWECO Wind Turbine ver: 6.4.17

Frekvens [Hz]	Totalstøj [dB]	Baggrundsstøj [dB]	Vindmøllestøj [dB]
10	-2,8	-6,3	-5,3
12,5	4,7	-2,9	3,8
16	10,2	2,3	9,4
20	15,5	7,0	14,9
25	20,8	12,1	20,1
31,5	24,9	15,4	24,4
40	31,5	21,4	31,0
50	41,7	30,9	41,3
63	41,1	29,7	40,8
80	41,2	31,4	40,7
100	40,1	31,0	39,6
125	41,0	32,4	40,3
160	42,8	33,2	42,3
200	41,5	34,0	40,6
250	43,3	37,0	42,2
315	46,1	39,7	44,9
400	43,7	36,8	42,7
500	44,2	38,1	42,9
630	44,7	37,3	43,8
800	47,1	40,3	46,1
1000	49,4	38,9	49,0
1250	46,7	37,8	46,2
1600	46,9	36,8	46,4
2000	45,4	35,5	44,9
2500	44,2	35,6	43,5
3150	43,3	34,5	42,7
4000	41,6	32,4	41,1
5000	38,6	26,5	38,3
6300	36,4	24,5	36,1
8000	31,8	22,1	31,4
10000	25,3	18,3	24,3
Total	57,7	49,3	57,0

5.7 Referencelydeeffektniveau

Beregningen af vindmøllens lydeffektniveau, $L_{WA,ref}$, i 1/3-oktavniveau ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s er foretaget ud fra den antagelse, at støjen udstråles fra en punktkilde placeret i navhøjde og formlen:

$$L_{WA,ref} = L_{A,ref,k} + 10 \cdot \log(4\pi(R^2 + h^2)) - 6 \text{ dB}$$

hvor: R = den aktuelle måleafstand mellem mikrofonen og vindmøllens fod
h = vindmøllens navhøjde.

Der korrigeres med -6 dB, da mikrofonen er placeret på en reflekterende flade.

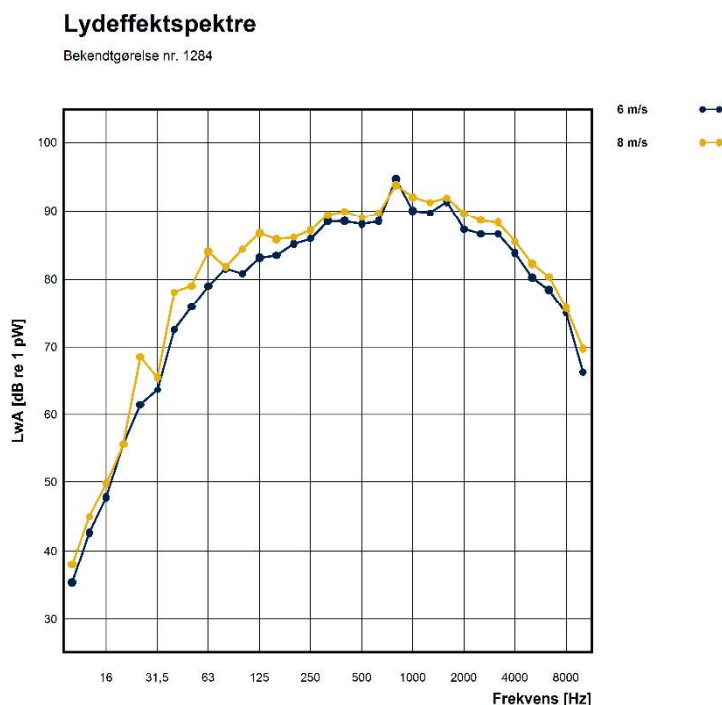
Vindmøllernes lydeffektniveauer, $L_{WA,ref}$, ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s fremgår af Figur 24 til Figur 28.

For enkelte 1/3-oktavniveau er baggrundsstøjen mindre end 3 dB lavere end totalstøjen. I disse 1/3-oktavniveau er baggrundsstøjskorrektionen sat til 3 dB, hvorved vindmøllestøjen forventes overestimeret ved disse frekvenser. Disse resultater er markeret med en () i nedenstående figurer. I de pågældende tilfælde har dette ingen væsentlig betydning for måleresultaterne.

Figur 24. A-vægtet kildestyrke i 1/3-oktavniveau ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s. Vindmølle 1.

SWECO, Wind Turbine ver. 6.4.17

Frekvens [Hz]	6 m/s [dB]	8 m/s [dB]
10	35,4	38,0
12,5	42,7	45,0
16	47,8	49,8
20	55,7	55,7
25	61,5	68,6
31,5	63,7	65,6
40	72,6	78,2
50	75,9	79,1
63	79,0	84,0
80	81,6	81,8
100	80,8	84,4
125	83,1	86,8
160	83,5	85,9
200	85,2	86,1
250	85,9	87,2
315	88,4	89,4
400	88,5	89,9
500	88,0	89,0
630	88,4	89,7
800	94,7	93,8
1000	90,0	92,1
1250	89,7	91,3
1600	91,4	92,0
2000	87,3	89,6
2500	86,6	88,6
3150	86,6	88,3
4000	83,8	85,5
5000	80,3	82,3
6300	78,4	80,4
8000	75,0	75,8
10000	66,3	69,8
Total	101,0	102,1



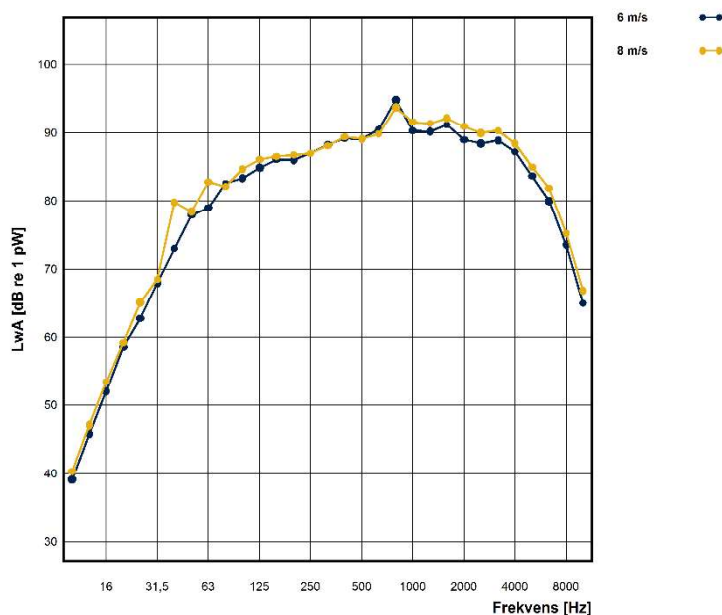
Figur 25. A-vægtet kildestyrke i 1/3-oktavnåbånd ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s. Vindmølle 2.

SWECO, Wind Turbine ver. 6.3.27

Frekvens [Hz]	6 m/s [dB]	8 m/s [dB]
10	39,1	40,4
12,5	45,8	47,1
16	52,1	53,4
20	58,6	59,2
25	62,8	65,2
31,5	68,1	68,6
40	73,0	79,9
50	(77,9)	(78,4)
63	(79,0)	82,8
80	82,6	82,1
100	83,3	84,7
125	84,9	86,1
160	86,1	86,6
200	86,1	86,8
250	87,1	87,0
315	88,3	88,2
400	89,2	89,4
500	89,1	89,2
630	90,6	89,9
800	94,9	93,8
1000	90,4	91,7
1250	90,2	91,4
1600	91,3	92,2
2000	89,1	91,0
2500	88,5	90,0
3150	88,9	90,4
4000	87,3	88,5
5000	83,6	85,0
6300	80,1	81,9
8000	73,5	75,3
10000	65,0	66,9
Total	101,9	102,4

Lydeffektspektre

Bekendtgørelse nr. 1284



Tal i () betyder at baggrundsstøjen er mindre end 3 dB under totalstøjen

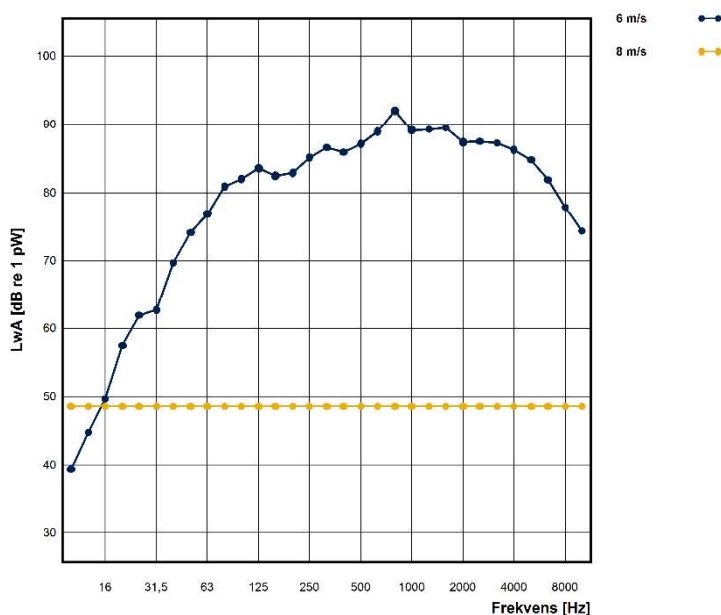
Figur 26. A-vægtet kildestyrke i 1/3-oktavbånd ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s. Vindmølle 3.

SWECO, Wind Turbine ver. 6.3.27

Frekvens [Hz]	6 m/s [dB]	8 m/s [dB]
10	39,4	38,9
12,5	44,8	45,9
16	49,7	51,4
20	57,5	58,4
25	61,9	69,5
31,5	62,7	68,5
40	69,7	81,2
50	74,1	79,0
63	76,9	83,0
80	80,9	83,9
100	82,0	87,2
125	83,6	87,5
160	82,5	87,5
200	82,9	86,8
250	(85,1)	89,4
315	(86,6)	90,9
400	85,9	90,2
500	87,1	91,5
630	88,9	90,8
800	92,0	93,3
1000	89,1	91,0
1250	89,2	91,3
1600	89,5	91,0
2000	87,4	89,9
2500	87,5	89,4
3150	87,3	90,2
4000	86,2	89,1
5000	84,8	86,1
6300	81,9	83,2
8000	77,9	77,7
10000	74,3	70,0
Total	100,1	102,8

Lydeffektspektre

Bekendtgørelse nr. 1284

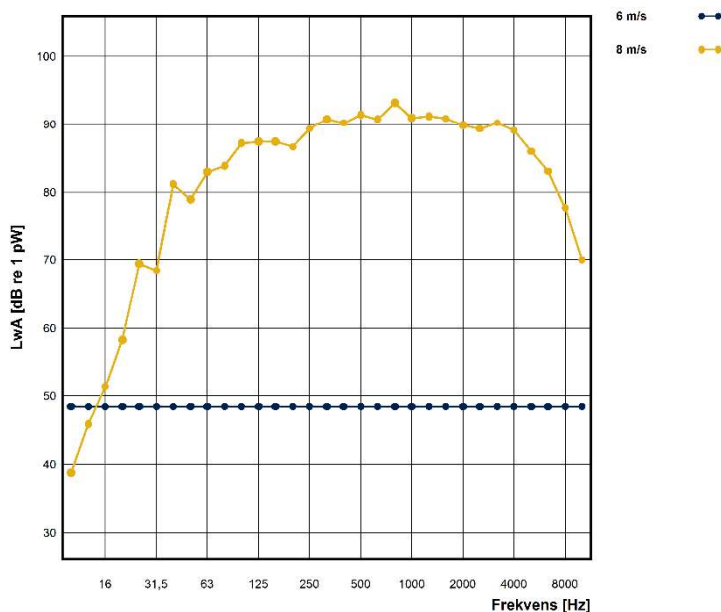


Tal i () betyder at baggrundsstøjen er mindre end 3 dB under totalstøjen

SWECO, Wind Turbine ver. 6.3.27

Lydeffektspektre

Bekendtgørelse nr. 1284



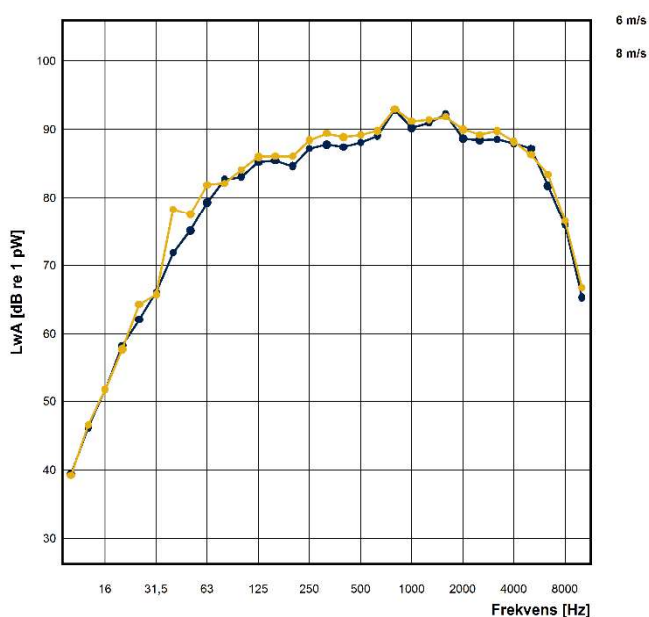
Figur 27. A-vægtet kildestyrke i 1/3-oktavbånd ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s. Vindmølle 4.

SWECO, Wind Turbine ver. 8.4.17

Frekvens [Hz]	6 m/s [dB]	8 m/s [dB]
10	39,4	39,2
12,5	46,2	46,5
16	51,8	51,8
20	58,3	57,8
25	62,1	64,3
31,5	66,2	65,8
40	71,9	78,4
50	(75,2)	77,6
63	79,4	82,0
80	82,7	82,2
100	83,1	84,1
125	85,3	86,1
160	85,5	86,1
200	84,6	86,1
250	87,2	88,4
315	(87,8)	89,4
400	(87,5)	88,9
500	(88,1)	89,2
630	89,1	89,8
800	92,9	93,1
1000	90,3	91,2
1250	91,0	91,5
1600	92,3	91,9
2000	88,7	90,1
2500	88,4	89,3
3150	88,6	89,8
4000	88,0	88,2
5000	87,3	86,3
6300	81,9	83,5
8000	76,0	76,6
10000	65,4	66,8
Total	101,5	102,2

Lydeffektspektre

Bekendtgørelse nr. 1284



Tal i () betyder at baggrundsstøjen er mindre end 3 dB under totalstøjen

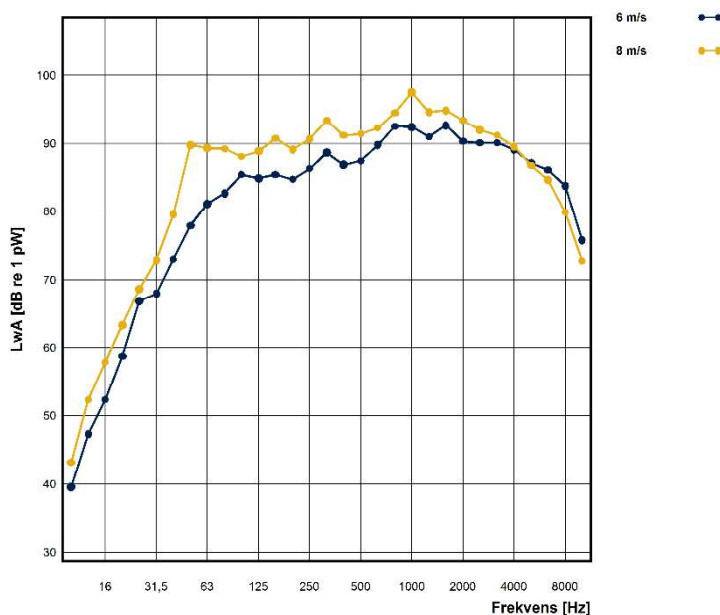
Figur 28. A-vægtet kildestyrke i 1/3-oktavbånd ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s. Vindmølle 5.

SWECO, Wind Turbine ver. 6.4.17

Frekvens [Hz]	6 m/s [dB]	8 m/s [dB]
10	39,6	43,2
12,5	47,4	52,4
16	52,4	57,9
20	58,8	63,4
25	67,0	68,7
31,5	68,0	73,0
40	73,1	79,6
50	78,0	89,9
63	81,2	89,4
80	82,8	89,3
100	85,5	88,1
125	85,0	88,9
160	85,5	90,8
200	84,8	89,2
250	86,3	90,7
315	88,7	93,5
400	86,9	91,2
500	87,5	91,5
630	89,8	92,3
800	92,6	94,6
1000	92,5	97,6
1250	91,1	94,7
1600	92,8	95,0
2000	90,3	93,5
2500	90,1	92,1
3150	90,2	91,2
4000	89,2	89,6
5000	87,2	86,9
6300	86,2	84,7
8000	83,9	79,9
10000	75,8	72,9
Total	102,3	105,5

Lydeffektspektre

Bekendtgørelse nr. 1284



6 Støjens karakter

Der er foretaget FFT-analyser af støjen ved vindhastighederne fra ca. 6 til ca. 8 m/s fra målingerne på målepladen, for at analysere støjen fra vindmøllerne for indhold af tydeligt hørbar tone.

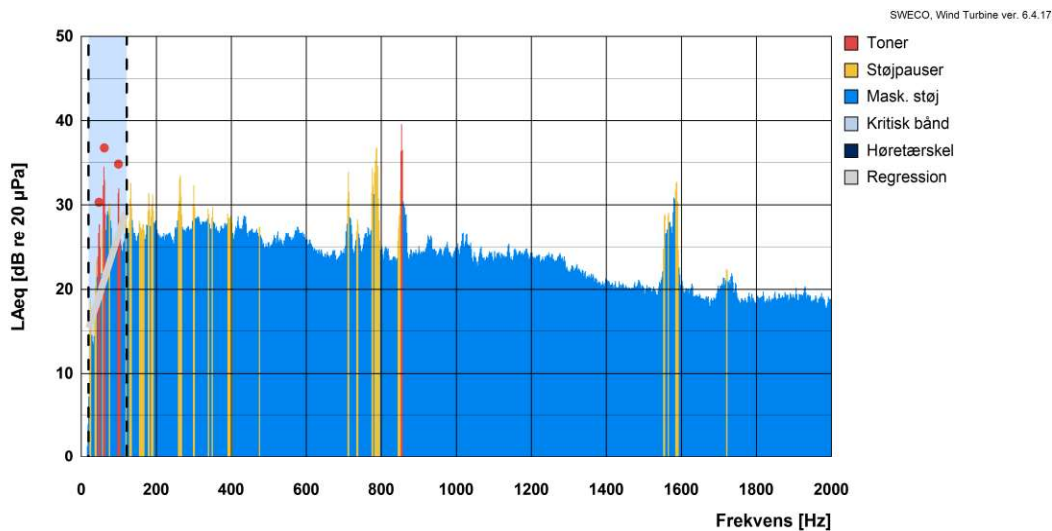
Målingerne er analyseret for tonalitet i henhold til bekendtgørelse nr. 1736. Den ét minuts periode under målingerne, hvor tonaliteten var kraftigst er identificeret og analyseret for tonalitet.

Den detaljerede analyse er vist i Figur 29 til Figur 33.

Der er ikke konstateret toner i referencepositionen som ligger over kriteriekurven for tildeling af genetillæg ved den pågældende frekvens for vindmøllen og der er således ikke behov for yderligere vurdering af tonens hørbarhed.

Der er ikke konstateret indhold af tydeligt hørbar impuls i støjen i forbindelse med målingerne.

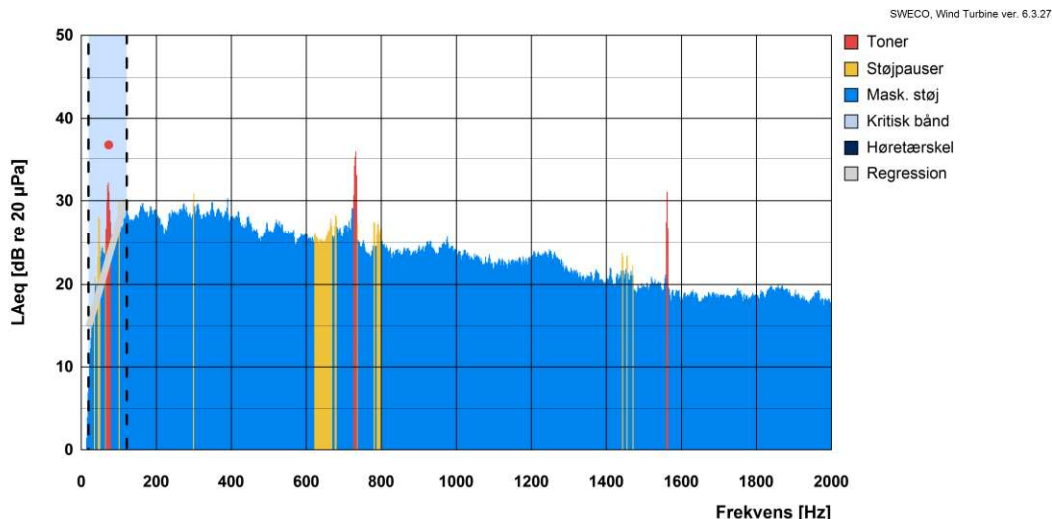
Figur 29. Analyse af tonalitet i støjen fra vindmøllen i referencepositionen. Vindmølle 1.



Toneanalyse, resultater

Analyseparametre		
Måletidsrum	60,0 [s]	
Tidsvægtning	Hanning	
Frekvensvægtning	A-vægtning	
Analysebandbredde	2,000 [Hz]	
Beregning af tonehørbarhed		
Regressionsinterval	1,5 x kritisk bånd	
Dominerende kritiske bånd	20 [Hz] - 120 [Hz]	
Bredde af kritisk bånd	100 [Hz]	
Centerfrekvens, $f_{c,krit}$	70 [Hz]	
Toner i kritisk bånd:	Frekvens	$L_{p,tone}$ (nr. i)
Tone nr. 1	48,0 [Hz]	30,3 [dB]
Tone nr. 2	60,0 [Hz]	36,8 [dB]
Tone nr. 3	100,0 [Hz]	34,8 [dB]
	$L_{p,tone}$	39,5 [dB]
	$L_{p,krit\ støj}$	37,6 [dB]
	ΔL_{ts}	1,9 [dB]
Kriterieværdi, $\Delta L_{ts,kriterie}$		4,5 [dB]
Tonetillæg		0 [dB]

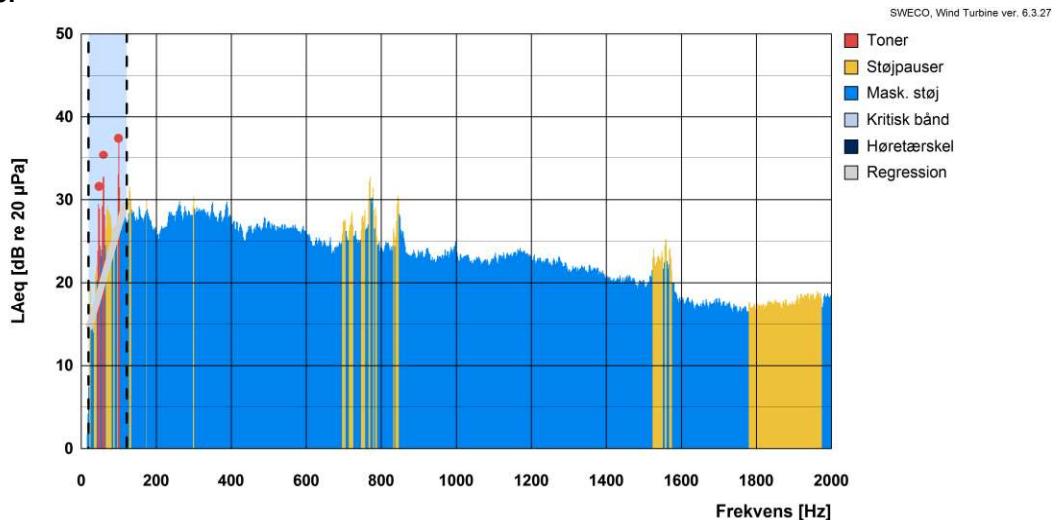
Figur 30. Analyse af tonalitet i støjen fra vindmøllen i referencepositionen. Vindmølle 2.



Toneanalyse, resultater

Analyseparametre		
Måletidsrum	60,0 [s]	
Tidsvægtning	Hanning	
Frekvensvægtning	A-vægtning	
Analysebandbredde	2,000 [Hz]	
Beregning af tonehørbarhed		
Regressionsinterval	1,5 x kritisk bånd	
Dominerende kritiske bånd	20 [Hz] - 120 [Hz]	
Bredde af kritisk bånd	100 [Hz]	
Centerfrekvens, $f_{c,krit}$	70 [Hz]	
Toner i kritisk bånd:	Frekvens	$L_{p, tone}$ (nr. i)
Tone nr. 1	72,0 [Hz]	36,8 [dB]
$L_{p, tone}$		36,8 [dB]
$L_{p, krit\ støj}$		37,9 [dB]
ΔL_{ts}		-1,1 [dB]
Kriterieværdi, $\Delta L_{ts, kriterie}$		4,5 [dB]
Tonetillæg	0 [dB]	

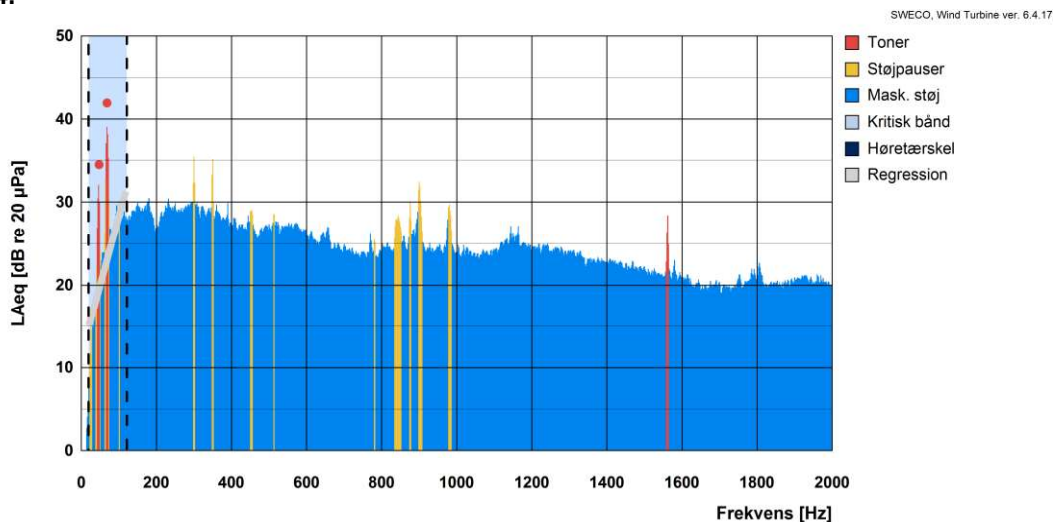
Figur 31. Analyse af tonalitet i støjen fra vindmøllen i referencepositionen. Vindmølle 3.



Toneanalyse, resultater

Analyseparametre		
Måletidsrum	60,0 [s]	
Tidsvægtning	Hanning	
Frekvensvægtning	A-vægtning	
Analysebandbredde	2,000 [Hz]	
Beregning af tonehørbarhed		
Regressionsinterval	1,5 x kritisk bånd	
Dominerende kritiske bånd	23 [Hz] - 123 [Hz]	
Bredde af kritisk bånd	100 [Hz]	
Centerfrekvens, $f_{c,krit}$	73 [Hz]	
Toner i kritisk bånd:	Frekvens	$L_{p, tone}$ (nr. i)
Tone nr. 1	46,0 [Hz]	31,6 [dB]
Tone nr. 2	58,0 [Hz]	35,4 [dB]
Tone nr. 3	100,0 [Hz]	37,4 [dB]
$L_{p, tone}$	40,2 [dB]	
$L_{p, krit\ støj}$	37,0 [dB]	
ΔL_{ts}	3,2 [dB]	
Kriterieværdi, $\Delta L_{ts, kriterie}$	4,5 [dB]	
Tonetillæg	0 [dB]	

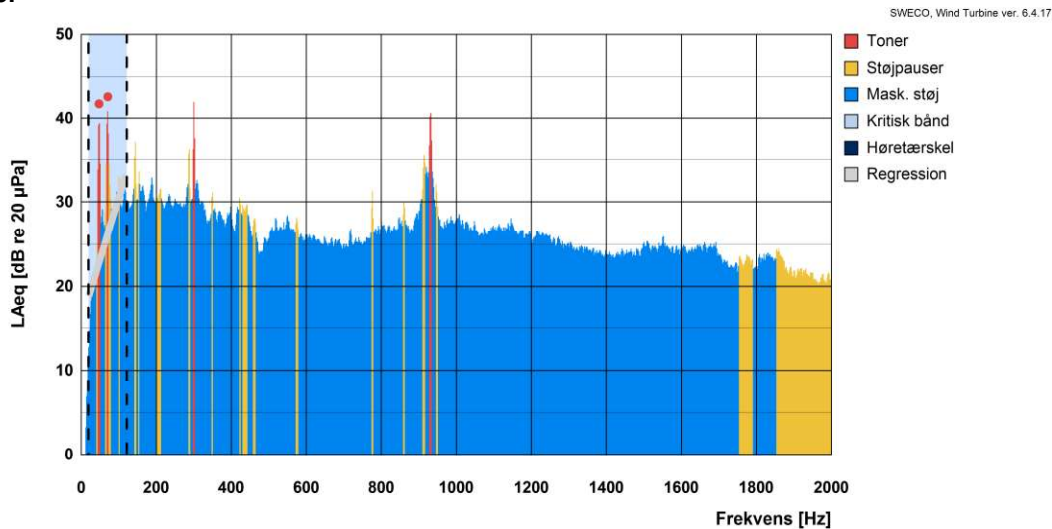
Figur 32. Analyse af tonalitet i støjen fra vindmøllen i referencepositionen. Vindmølle 4.



Toneanalyse, resultater

Analyseparametre		
Måletidsrum	60,0 [s]	
Tidsvægtning	Hanning	
Frekvensvægtning	A-vægtning	
Analysebåndbredde	2,000 [Hz]	
Beregning af tonehørbarhed		
Regressionsinterval	1,5 x kritisk bånd	
Dominerende kritiske bånd	20 [Hz] - 120 [Hz]	
Bredde af kritisk bånd	100 [Hz]	
Centerfrekvens, $f_{c,krit}$	70 [Hz]	
Toner i kritisk bånd:	Frekvens	$L_{p, tone}$ (nr. i)
Tone nr. 1	46,0 [Hz]	34,5 [dB]
Tone nr. 2	68,0 [Hz]	41,9 [dB]
$L_{p, tone}$		42,6 [dB]
$L_{p, krit\ støj}$		38,6 [dB]
ΔL_{ts}		4,1 [dB]
Kriterieværdi, $\Delta L_{ts, kriterie}$		4,5 [dB]
Tonetillæg		0 [dB]

Figur 33. Analyse af tonalitet i støjen fra vindmøllen i referencepositionen. Vindmølle 5.



Toneanalyse, resultater

Analyseparametre		
Måletidsrum	60,0 [s]	
Tidsvægtning	Hanning	
Frekvensvægtning	A-vægtning	
Analysebandbredde	2,000 [Hz]	
Beregning af tonehørbarhed		
Regressionsinterval	1,5 x kritisk bånd	
Dominerende kritiske bånd	20 [Hz] - 120 [Hz]	
Bredde af kritisk bånd	100 [Hz]	
Centerfrekvens, $f_{c,krit}$	70 [Hz]	
Toner i kritisk bånd:	Frekvens	$L_{p,tone}$ (nr. i)
Tone nr. 1	48,0 [Hz]	41,7 [dB]
Tone nr. 2	70,0 [Hz]	42,6 [dB]
$L_{p,tone}$		45,2 [dB]
$L_{p,krit}$ støj		41,4 [dB]
ΔL_{ts}		3,8 [dB]
Kriterieværdi, $\Delta L_{ts,kriterie}$		4,5 [dB]
Tonetillæg		0 [dB]

7 Beregning af støjniveau ved naboer

I forbindelse med anmeldelse af vindmøllerne har EMD International foretaget beregning af støjbelastningen fra vindmøllerne. Acoustica har foretaget opdatering af denne beregning med de aktuelle måledata fra Rindum vindmøllerne.

Lydtrykniveauet 1,5 meter over terræn L_{pA} beregnes i henhold til Bekendtgørelse nr. 1736 af 21-12-2015 ud fra referencelydeffektniveauet som:

$$L_{pA} = L_{WA,ref} - 10 \cdot \log(I^2 + h^2) - 11 + \Delta L_g - \Delta L_a \text{ dB}$$

hvor

I = afstanden fra møllens fod til beregningspunktet

h = møllens navhøjde

ΔL_a = luftabsorptionen

ΔL_g = terrænkorrektion (1,5 dB for landbaserede vindmøller)

Beregningerne er udført ved anvendelse af beregningsprogrammet WindPro.

Resultaterne af beregningerne er vist i Bilag 3. Det kan konstateres at støjkravene fra bekendtgørelse nr. 1736 for naboboligerne er overholdt.

Det lavfrekvente støjniveau, der vil forekomme indendørs i en bolig i forskellige afstande, er beregnet som:

$$L_{pA,LF} = L_{WA,ref,LF} - 10 \cdot \log(I^2 + h^2) - 11 + \Delta L_{gLF} - \Delta L_{\sigma} - \Delta L_a \text{ dB}$$

hvor

I = afstanden fra møllens fod til beregningspunktet

11 dB = korrektion for afstand, $10 \times \log 4\pi$

ΔL_{gLF} = korrektion for terræn ved lave frekvenser

ΔL_{σ} = lydisolation ved lave frekvenser

ΔL_a = luftabsorption

Beregningerne er udført ved anvendelse af beregningsprogrammet WindPro. Resultaterne af beregningerne er vist i Bilag 4. Beregningerne viser, at støjkravene for lavfrekvent støj er overholdt.

8 Usikkerhed

Lydeffektniveauer er bestemt med en usikkerhed på 2 dB, jævnfør Miljøministeriets Bekendtgørelse nr. 1736 af 21. december 2015.

9 Konklusion

Sweco A/S, Acoustica, har for Vestas Wind Systems A/S foretaget støjmåling på 5 Vestas V90-3MW vindmøller placeret ved Rindum Enge, 6950 Ringkøbing. Målinger og beregninger er foretaget efter Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 1736 af 21-12-2015. Dokumentationen er foretaget ved måling af støjmission fra alle vindmøllerne. Målinger og beregninger er foretaget efter Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 1736 af 21. december 2015.

Målingerne er foretaget 3. oktober 2016, 30. marts 2017, 12. oktober 2017, 18. oktober 2017, 22. december 2017 og 2. februar 2018.

Lydeffektniveauerne, $L_{WA,ref}$, og $L_{WA,LF,ref}$ ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s fremgår af nedenstående tabel.

Tabel 12. Lydeffektniveauer $L_{WA,ref}$ og $L_{WA,LF,ref}$ i dB re 1 pW ved 6 m/s og 8 m/s

Vindhastighed	6 m/s		8 m/s	
	$L_{WA,ref}$	$L_{WA,LF,ref}$	$L_{WA,ref}$	$L_{WA,LF,ref}$
Vindmølle 1	101,0 ± 2 dB	89,2 ± 2 dB	102,1 ± 2 dB	92,3 ± 2 dB
Vindmølle 2	101,9 ± 2 dB	91,1 ± 2 dB	102,4 ± 2 dB	92,3 ± 2 dB
Vindmølle 3	100,1 ± 2 dB	88,9 ± 2 dB	102,8 ± 2 dB	93,7 ± 2 dB
Vindmølle 4	101,5 ± 2 dB	90,9 ± 2 dB	102,2 ± 2 dB	91,8 ± 2 dB
Vindmølle 5	102,3 ± 2 dB	91,6 ± 2 dB	105,5 ± 2 dB	97,4 ± 2 dB

Der er ikke konstateret toner i referencepositionen som ligger over kriteriekurven for tildeling af genetillæg ved den pågældende frekvens for vindmøllen og der er således ikke behov for yderligere vurdering af tonens hørbarhed. Der er ikke konstateret indhold af tydeligt hørbare impulser i støjen i forbindelse med målingerne.

Beregninger af støjbelastningen i omgivelserne viser, at støjkravene fra Bekendtgørelse 1736 er overholdt.

Bilag 1 Anvendte begreber

L_{Aeq}	: Det ækvivalente, A-vægtede lydtrykniveau, angivet i dB med referenceværdien 20 μ Pa
A-vægtning	: Frekvensvægtning i frekvensområdet 10 – 20.000 Hz som beskrevet i standarden DS/EN 61672
$L_{A,ref,k}$: Det korrigerede referencelydtrykniveau. Det ækvivalente, A-vægtede lydtrykniveau ved vindhastighederne 6 m/s og 8 m/s i 10 meters højde, angivet i dB med referenceværdien 20 μ Pa, korrigeret for baggrundsstøj
$L_{A,ref}$: Referencelydtrykniveau. Det ækvivalente, A-vægtede lydtrykniveau ved vindhastighederne 6 m/s og 8 m/s i 10 meters højde, angivet i dB med referenceværdien 20 μ Pa med vindmøllen i drift
$L_{A,b}$: Referencelydtrykniveau. Det ækvivalente, A-vægtede lydtrykniveau ved vindhastighederne 6 m/s og 8 m/s i 10 meters højde, angivet i dB med referenceværdien 20 μ Pa med vindmøllen standset
L_{WA}	: Det ækvivalente, A-vægtede lydeffektniveau, angivet i dB med referenceværdien 1 pW
$L_{WA,ref}$: Referencelydeffektniveau. Det ækvivalente, A-vægtede lydeffektniveau ved vindhastighederne 6 m/s og 8 m/s i 10 meters højde, angivet i dB med referenceværdien 1 pW
L_{pA}	: Det ækvivalente, A-vægtede lydtrykniveau, ved en vindhastighed på 6 m/s og 8 m/s i 10 meters højde, angivet i dB med referenceværdien 20 μ Pa, beregnet for positioner 1,5 meter over terræn i større afstande fra møllen, fx. ved nærmeste bolig
L_r	: Støjbelastning, angivet i dB med referenceværdien 20 μ Pa. Er lig med L_{pA} medmindre støjen indeholder tydeligt hørbare toner. I så fald er $L_r = L_{pA} + 5$ dB
$L_{WA,LF,ref}$: Den lavfrekvente del af referencelydeffektniveauet. Det ækvivalente, A-vægtede lydeffektniveau ved vindhastighederne 6 m/s og 8 m/s i 10 meters højde, angivet i dB med referenceværdien 1 pW i frekvensbåndene fra 10 Hz til 160 Hz.
$L_{pA,LF}$: Den lavfrekvente del af det A-vægtede lydtrykniveau, ved en vindhastighed på 6 m/s og 8 m/s i 10 meters højde, angivet i dB med referenceværdien 20 μ Pa, beregnet for positioner indendørs, fx. ved nærmeste bolig i frekvensbåndene fra 10 Hz til 160 Hz.

Bilag 2. Indsætningsdæmpning for sekundær vindhætte



Frekvens [Hz]	Indsætningsdæmpning [dB]
10	0
12,5	0
16	0
20	0
25	0
31,5	0
40	0
50	0
63	0
80	0
100	0
125	0,1
160	0,0
200	0,0
250	-0,3
315	0,1
400	0,4
500	0,9
630	1,2
800	1,9
1000	1,1
1250	0,6
1600	2,2
2000	1,4
2500	1,9
3150	2,2
4000	1,7
5000	0,4
6300	1,5
8000	1,7
10000	2,7

Bilag 3. Beregning af støj fra Rindum Enge Vindmøllepark

Project: **Rindum**
Description: 6 V90-3MW

Licensed user:
SWECO Danmark A/S
Granskoven 8
DK-2600 Glostrup
43 48 60 60
Niels Christensen / niec@sweco.dk
Calculated:
20-02-2018 13:35/3.0.654

DECIBEL - Main Result

Calculation: Standard støjberegning

Noise calculation model:

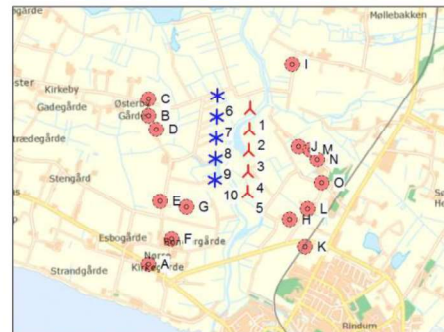
Danish 2011 and 2015

The calculation is based on the "Bekendtgørelse nr 1736 af 21/12/2015" from the Danish Environmental Agency.

The noise impact from WTGs are not allowed to exceed the following limits: (Wind speeds in 10 m height)

- 1) At outdoor areas maximum 15 m from neighbor settlements in the open land.
 - a) 44 dB(A) at wind speed 8 m/s.
 - b) 42 dB(A) at wind speed 6 m/s.
 - 2) At outdoor areas in residential or recreational areas.
 - a) 39 dB(A) at wind speed 8 m/s in residential areas.
 - b) 37 dB(A) at wind speed 6 m/s in residential areas.
- The low frequency noise impact from WTGs are not allowed to exceed 20 dB indoor at wind speeds 8 and 6 m/s
The limits are not to be taken into account for houses belonging to WTG owner

All coordinates are in UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



WTGs

Easting	Northing	Z	Row data/Description	WTG type			Noise data			First wind speed [m/s]	LwaRef [dB(A)]	Last wind speed [m/s]	LwaRef [dB(A)]	Pure tones	
				Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]						Creator
1	452.791	6.220.184	0,3 571313134808517418: 30... Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	USER	Rindum 1 (mode 6)	6,0	100,9	8,0	102,1	No
2	452.779	6.219.864	0,5 571313134808517517: 30... Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	USER	Rindum 2 (mode 6)	6,0	101,9	8,0	102,4	No
3	452.767	6.219.545	0,5 571313134808517616: 30... Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	USER	Rindum 3 (mode 6)	6,0	100,1	8,0	102,7	No
4	452.755	6.219.225	0,1 571313134808517715: 30... Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	USER	Rindum 4 (mode 6)	6,0	101,5	8,0	102,2	No
5	452.743	6.218.905	0,5 571313134808517814: 30... Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	USER	Rindum 5 (mode 1)	6,0	102,3	8,0	105,5	No
6	452.306	6.220.386	0,6 570715000000090899: 30... Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	USER	Vonå 1	6,0	103,7	8,0	106,4	No
7	452.292	6.220.067	0,5 570715000000090905: 30... Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	USER	Vonå 2	6,0	103,7	8,0	106,2	No
8	452.278	6.219.749	0,5 570715000000090912: 30... Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	USER	Vonå 3	6,0	104,4	8,0	106,8	No
9	452.264	6.219.431	0,5 570715000000090929: 30... Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	USER	Vonå 4	6,0	104,7	8,0	106,6	No
10	452.250	6.219.112	0,3 570715000000090936: 30... Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	USER	Vonå 5	6,0	102,7	8,0	106,0	No

Calculation Results

Sound Level

Noise sensitive area No.	Name	Easting	Northing	Z [m]	Imission height [m]	Wind speed [m/s]	Noise [dB(A)]	Demands From WTGs [dB(A)]	Sound Level [dB(A)]	Demands fulfilled ?
A	Støjfølsom Nørre Kirkegaard	451.254	6.217.833	4,7	1,5	6,0	42,0	30,3	Yes	
A						8,0	44,0	33,3	Yes	
B	Bandsbyvej 48	451.280	6.220.094	2,4	1,5	6,0	42,0	37,0	Yes	
B						8,0	44,0	39,6	Yes	
C	Bandsbyvej 31	451.283	6.220.348	4,6	1,5	6,0	42,0	36,4	Yes	
C						8,0	44,0	39,0	Yes	
D	Bandsbyvej 50	451.392	6.219.886	2,7	1,5	6,0	42,0	38,4	Yes	
D						8,0	44,0	41,0	Yes	
E	Søtangevej 3	451.435	6.218.784	1,4	1,5	6,0	42,0	36,4	Yes	
E						8,0	44,0	39,3	Yes	
F	Toftvej 8	451.602	6.218.204	3,5	1,5	6,0	42,0	33,9	Yes	
F						8,0	44,0	36,9	Yes	
G	Søtangevej 2	451.829	6.218.691	2,0	1,5	6,0	42,0	39,2	Yes	
G						8,0	44,0	42,1	Yes	
H	Vesterby 3	453.364	6.218.488	3,1	1,5	6,0	42,0	36,4	Yes	
H						8,0	44,0	39,4	Yes	
I	J Bjerg-Thomsens vej	453.427	6.220.845	2,8	1,5	6,0	42,0	35,4	Yes	
I						8,0	44,0	37,7	Yes	
J	Vesterhede 13	453.512	6.219.596	3,9	1,5	6,0	42,0	38,7	Yes	
J						8,0	44,0	41,0	Yes	
K	Ringkøbing by nordlige boligområde	453.590	6.218.065	4,4	1,5	6,0	37,0	32,3	Yes	
K						8,0	39,0	35,3	Yes	
L	Vesterby 42953	453.638	6.218.647	3,4	1,5	6,0	42,0	35,1	Yes	
L						8,0	44,0	38,0	Yes	

To be continued on next page...

Project: **Rindum**
 Description: 6 V90-3MW

Licensed user:
SWECO Danmark A/S
 Granskoven 8
 DK-2600 Glostrup
 43 48 60 60
 Niels Christensen / niec@sweco.dk
 Calculated:
 20-02-2018 13:35/3.0.654

DECIBEL - Main Result

Calculation: Standard støjberegning

...continued from previous page

Noise sensitive area No. Name	Easting	Northing	Z [m]	Imission height [m]	Wind speed [m/s]	Demands		Demands fulfilled ? Noise	
						Noise [dB(A)]	Sound Level From WTGs [dB(A)]		
M Vesterhede 18	453.687	6.219.543	4,5		1,5	6,0	42,0	36,9	Yes
M						8,0	44,0	39,3	Yes
N Vesterhede 16	453.791	6.219.399	4,3		1,5	6,0	42,0	35,9	Yes
N						8,0	44,0	38,4	Yes
O Vesterhede 11	453.846	6.219.046	3,2		1,5	6,0	42,0	34,8	Yes
O						8,0	44,0	37,5	Yes

Distances (m)

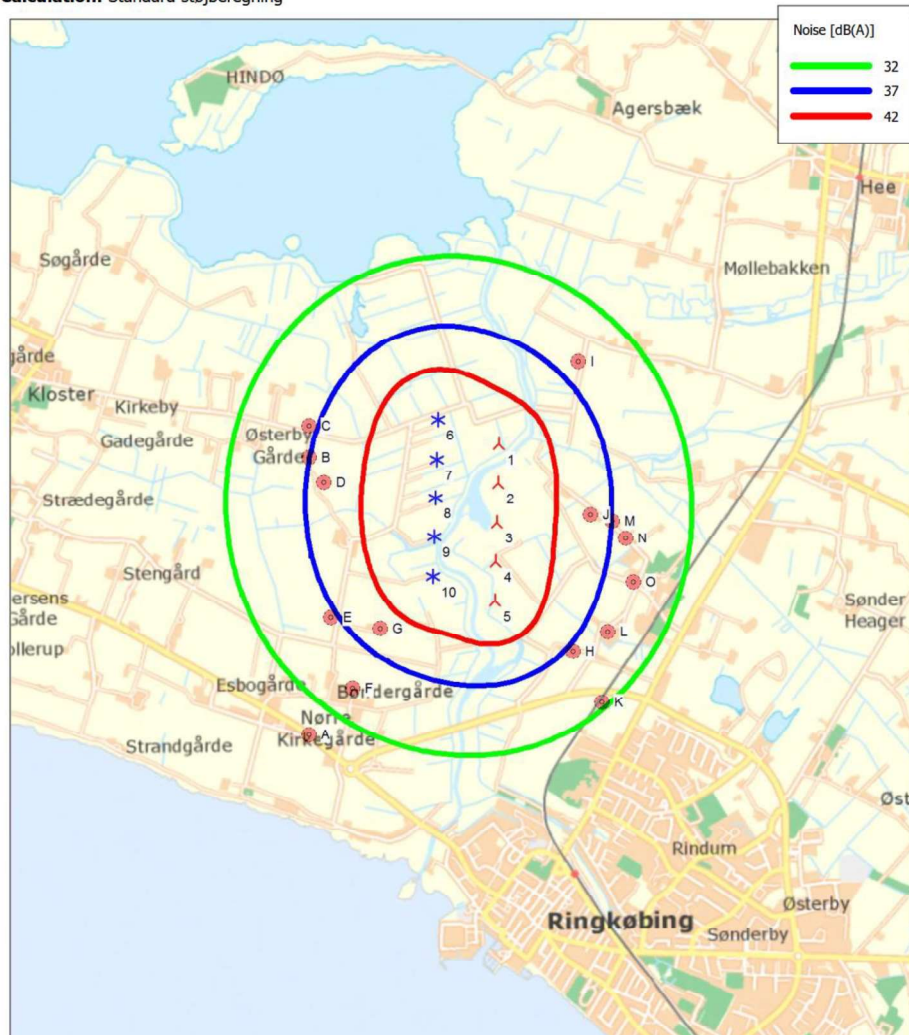
NSA	WTG									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	2809	2540	2284	2047	1834	2761	2463	2172	1890	1621
B	1513	1516	1585	1712	1885	1067	1012	1056	1187	1380
C	1517	1572	1687	1851	2053	1024	1047	1161	1343	1569
D	1430	1387	1416	1515	1669	1042	918	897	984	1156
E	1949	1724	1534	1391	1313	1823	1543	1281	1052	879
F	2309	2035	1776	1540	1339	2293	1987	1686	1394	1116
G	1776	1509	1268	1069	938	1761	1452	1149	858	595
H	1790	1495	1214	956	748	2173	1909	1664	1449	1277
I	918	1176	1458	1754	2057	1211	1376	1588	1831	2095
J	931	781	747	843	1034	1442	1308	1243	1259	1352
K	2265	1973	1694	1429	1193	2652	2386	2135	1904	1701
L	1755	1490	1251	1056	932	2191	1957	1750	1582	1464
M	1102	963	920	985	1140	1618	1490	1424	1427	1500
N	1272	1114	1035	1051	1159	1783	1641	1553	1527	1567
O	1552	1345	1189	1106	1112	2041	1859	1718	1628	1597

Project: **Rindum** Description: 6 V90-3MW

Licensed user: **SWECO Danmark A/S**
 Granskoven 8
 DK-2600 Glostrup
 43 48 60 60
 Niels Christensen / niec@sweco.dk
 Calculated: 20-02-2018 13:35/3.0.654

DECIBEL - Map 6,0 m/s

Calculation: Standard støjberegning



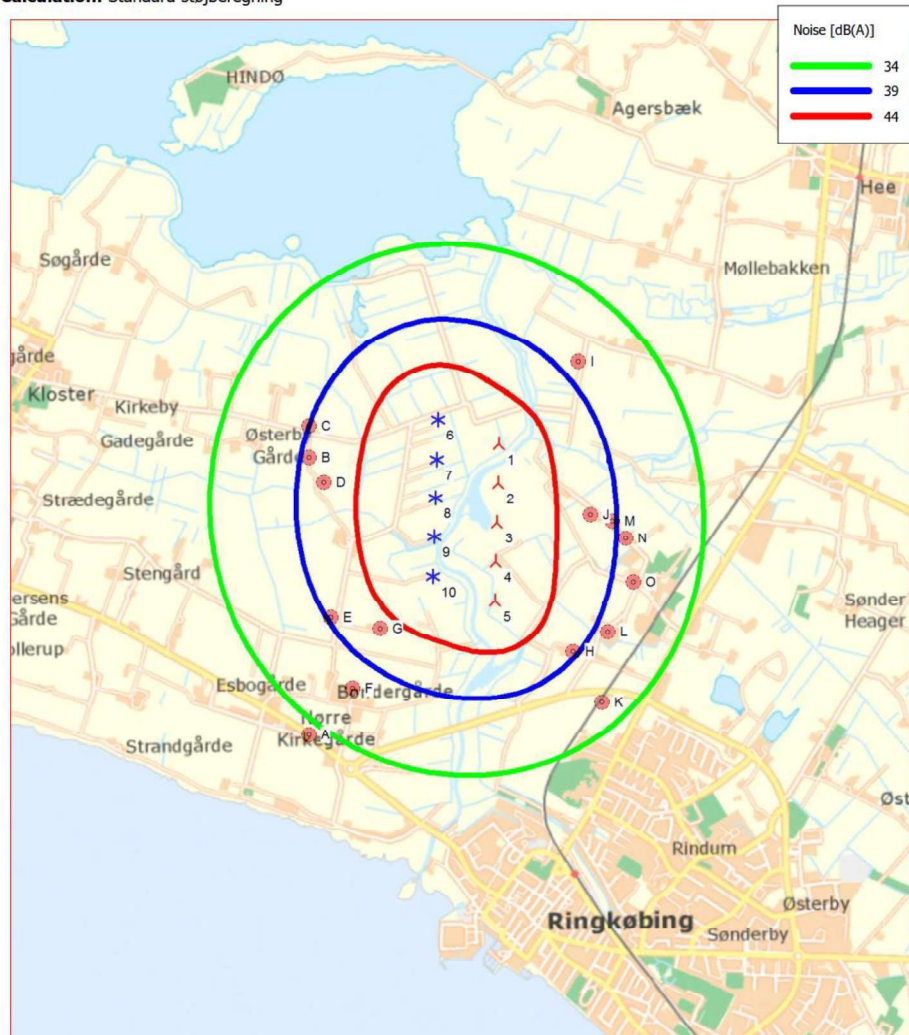
Map: DTK/Skærmkort, Danmark, Print scale 1:40.000, Map center UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 East: 452.520 North: 6.219.645
 * Existing WTG Noise sensitive area
 Noise calculation model: Danish 2011 and 2015. Wind speed: 6,0 m/s
 Height above sea level from active line object

Project: **Rindum** Description: 6 V90-3MW

Licensed user: **SWECO Danmark A/S**
 Granskoven 8
 DK-2600 Glostrup
 43 48 60 60
 Niels Christensen / niec@sweco.dk
 Calculated: 20-02-2018 13:35/3.0.654

DECIBEL - Map 8,0 m/s

Calculation: Standard støjberegning



Map: DTK/Skærmkort, Danmark, Print scale 1:40.000, Map center UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 East: 452.520 North: 6.219.645
 * Existing WTG
 Noise sensitive area
 Noise calculation model: Danish 2011 and 2015. Wind speed: 8,0 m/s
 Height above sea level from active line object

Bilag 4. Beregning af lavfrekvent støj fra Rindum Enge Vindmøllepark

Project: **Rindum** Description: 6 V90-3MW

Licensed user: **SWECO Danmark A/S**
Granskoven 8
DK-2600 Glostrup
43 48 60 60
Niels Christensen / niec@sweco.dk
Calculated: 20-02-2018 13:35/3.0.654

DECIBEL - Main Result

Calculation: Lavfrekvent støjberegning

Noise calculation model:

Danish Low frequency 2011 and 2015

The calculation is based on the "Bekendtgørelse nr 1736 af 21/12/2015" from the Danish Environmental Agency.

The noise impact from WTGs are not allowed to exceed the following limits: (Wind speeds in 10 m height)

1) At outdoor areas maximum 15 m from neighbour settlements in the open land.

a) 44 dB(A) at wind speed 8 m/s.

b) 42 dB(A) at wind speed 6 m/s.

2) At outdoor areas in residential or recreational areas.

a) 39 dB(A) at wind speed 8 m/s in residential areas.

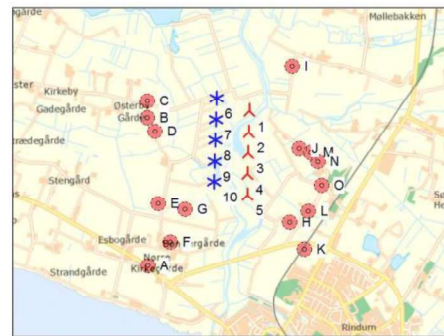
b) 37 dB(A) at wind speed 6 m/s in residential areas.

The low frequency noise impact from WTGs are not allowed to exceed 20 dB indoor at wind speeds 8 and 6 m/s.

The limits are not to be taken into account for houses belonging to WTG owner

Den lavfrekvente støj beregnes indendørs og må ikke overstige 20 dB ved vindhastigheder på 6 og 8 m/s i 10 m højde

All coordinates are in UTM (north)-ETRS89 Zone: 32



WTGs

Easting	Northing	Z	Row data/Description	WTG type			Noise data			First wind speed [m/s]	LwaRef [dB(A)]	Last wind speed [m/s]	LwaRef [dB(A)]	
				Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]					Creator
1	452.791	6.220.184	0,3 571313134808517418: 30... Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	USER	Rindum 1 (mode 6)	6,0	89,2	8,0	92,3
2	452.779	6.219.864	0,5 571313134808517517: 30... Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	USER	Rindum 2 (mode 6)	6,0	91,1	8,0	92,3
3	452.767	6.219.545	0,5 571313134808517616: 30... Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	USER	Rindum 3 (mode 6)	6,0	88,9	8,0	93,7
4	452.755	6.219.225	0,1 571313134808517715: 30... Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	USER	Rindum 4 (mode 6)	6,0	90,9	8,0	91,8
5	452.743	6.218.905	0,5 571313134808517814: 30... Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	USER	Rindum 5 (mode 1)	6,0	91,6	8,0	97,4
6	452.306	6.220.386	0,6 570715000000090899: 30... Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	USER	Vonå 1	6,0	90,7	8,0	95,0
7	452.292	6.220.067	0,5 570715000000090905: 30... Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	USER	Vonå 2	6,0	93,3	8,0	96,5
8	452.278	6.219.749	0,5 570715000000090912: 30... Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	USER	Vonå 3	6,0	91,6	8,0	95,8
9	452.264	6.219.431	0,5 570715000000090929: 30... Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	USER	Vonå 4	6,0	91,6	8,0	95,0
10	452.250	6.219.112	0,3 570715000000090936: 30... Yes	VESTAS	V90-3.000	3.000	90,0	80,0	USER	Vonå 5	6,0	89,4	8,0	93,4

Calculation Results

Sound Level

Noise sensitive area

No.	Name	Easting	Northing	Z	Imission height [m]	Wind speed [m/s]	Demands		Sound Level		Demands fulfilled ?
							Noise [dB(A)]	From WTGs [dB(A)]	Noise [dB(A)]	Noise [dB(A)]	
A	Støjtølsom Nørre Kirkegaard	451.254	6.217.833	4,7	1,5	6,0	20,0	8,0		Yes	
A						8,0	20,0	13,3		Yes	
B	Bandsbyvej 48	451.265	6.220.093	2,7	1,5	6,0	20,0	12,8		Yes	
B						8,0	20,0	17,6		Yes	
C	Bandsbyvej 31	451.268	6.220.349	4,8	1,5	6,0	20,0	12,4		Yes	
C						8,0	20,0	17,1		Yes	
D	Bandsbyvej 50	451.384	6.219.886	2,0	1,5	6,0	20,0	13,9		Yes	
D						8,0	20,0	18,7		Yes	
E	Søtangevej 3	451.420	6.218.783	1,7	1,5	6,0	20,0	12,2		Yes	
E						8,0	20,0	17,3		Yes	
F	Toftvej 8	451.589	6.218.196	3,6	1,5	6,0	20,0	10,5		Yes	
F						8,0	20,0	15,7		Yes	
G	Søtangevej 2	451.814	6.218.688	1,8	1,5	6,0	20,0	14,1		Yes	
G						8,0	20,0	19,4		Yes	
H	Vesterby 3	453.377	6.218.480	3,1	1,5	6,0	20,0	12,5		Yes	
H						8,0	20,0	18,4		Yes	
I	J Bjerg Thomsens Vej 6	453.438	6.220.855	3,0	1,5	6,0	20,0	11,6		Yes	
I						8,0	20,0	16,2		Yes	
J	Vesterhede 13	453.527	6.219.597	3,8	1,5	6,0	20,0	14,2		Yes	
J						8,0	20,0	19,1		Yes	
K	Ringkøbing ny boligområde	453.590	6.218.065	4,4	1,5	6,0	20,0	9,6		Yes	
K						8,0	20,0	15,2		Yes	
L	Vesterby 42953	453.653	6.218.643	3,0	1,5	6,0	20,0	11,6		Yes	

To be continued on next page...

Project: **Rindum**
 Description: **6 V90-3MW**

Licensed user:
SWECO Danmark A/S
 Granskoven 8
 DK-2600 Glostrup
 43 48 60 60
 Niels Christensen / niec@sweco.dk
 Calculated:
 20-02-2018 13:35/3.0.654

DECIBEL - Main Result

Calculation: Lavfrekvent støjberregning

...continued from previous page

Noise sensitive area				Demands		Sound Level		Demands fulfilled ?	
No.	Name	Easting	Northing	Z [m]	Imission height [m]	Wind speed [m/s]	Noise [dB(A)]	From WTGs [dB(A)]	Noise
L						8,0	20,0	17,2	Yes
M	Vesterhede 18	453.702	6.219.543	4,4	1,5	6,0	20,0	12,9	Yes
M						8,0	20,0	17,8	Yes
N	Vesterhede 16	453.806	6.219.397	4,0	1,5	6,0	20,0	12,1	Yes
N						8,0	20,0	17,2	Yes
O	Vesterhede 11	453.861	6.219.043	3,3	1,5	6,0	20,0	11,3	Yes
O						8,0	20,0	16,6	Yes

Distances (m)

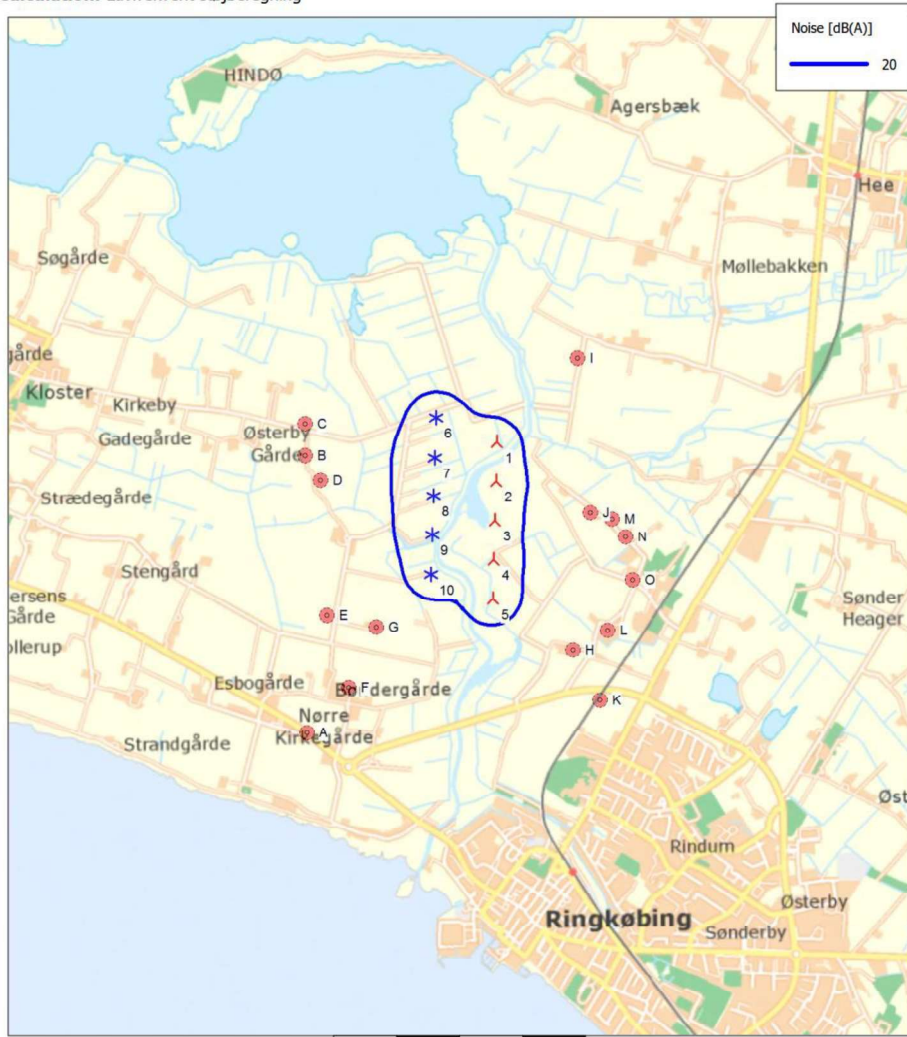
NSA	WTG									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	2809	2540	2284	2047	1834	2761	2463	2172	1890	1621
B	1528	1531	1599	1724	1896	1081	1027	1070	1198	1390
C	1532	1587	1701	1864	2064	1039	1062	1175	1355	1579
D	1438	1395	1424	1522	1676	1049	926	904	991	1161
E	1960	1736	1547	1406	1328	1832	1552	1292	1064	893
F	2323	2049	1791	1555	1354	2304	1999	1699	1407	1130
G	1787	1521	1281	1083	954	1768	1459	1158	869	608
H	1802	1508	1227	971	764	2186	1922	1679	1464	1292
I	932	1190	1472	1768	2070	1225	1391	1603	1846	2109
J	942	795	762	857	1046	1454	1321	1258	1274	1366
K	2265	1973	1694	1429	1193	2652	2386	2135	1904	1701
L	1766	1502	1265	1070	947	2203	1970	1765	1597	1479
M	1114	978	935	999	1152	1631	1504	1439	1442	1515
N	1285	1129	1050	1065	1172	1797	1656	1568	1542	1582
O	1564	1359	1204	1121	1127	2055	1874	1733	1643	1612

Project: **Rindum** Description: 6 V90-3MW

Licensed user: **SWECO Danmark A/S**
 Granskoven 8
 DK-2600 Glostrup
 43 48 60 60
 Niels Christensen / niec@sweco.dk
 Calculated: 20-02-2018 13:35/3.0.654

DECIBEL - Map 6,0 m/s

Calculation: Lavfrekvent støjeregning



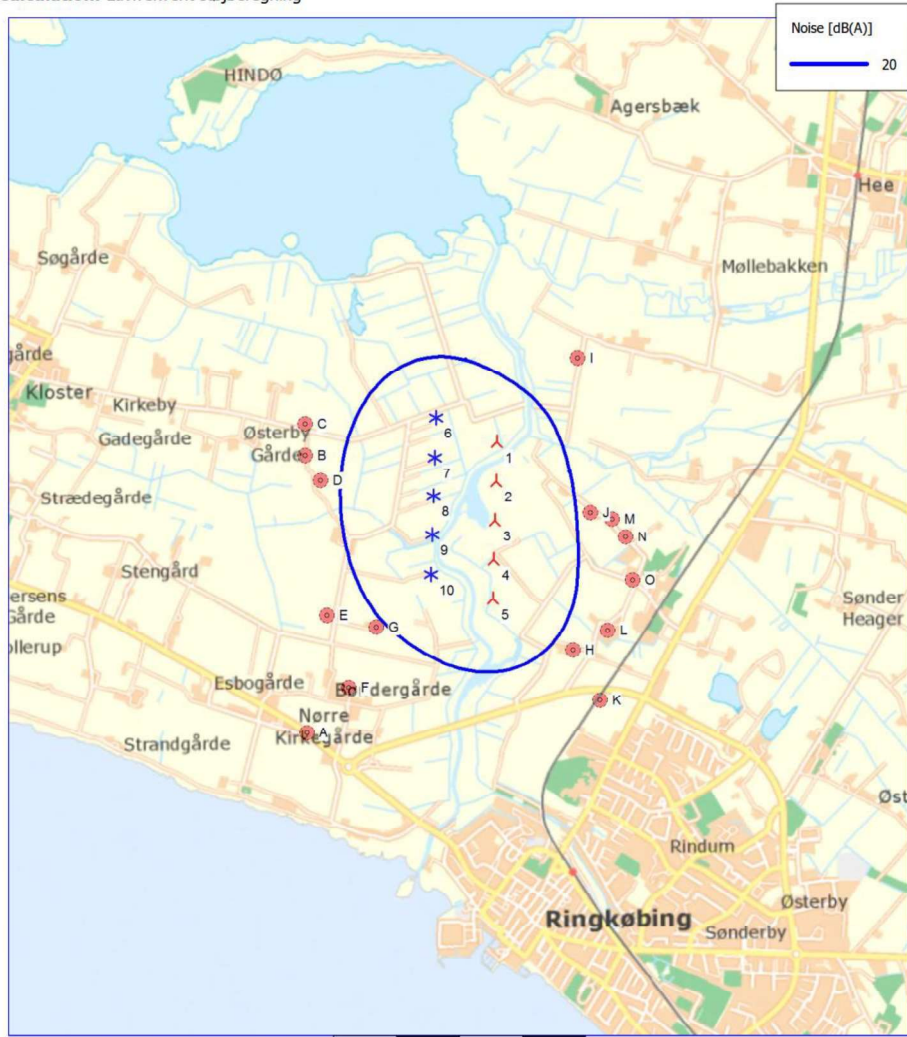
Map: DTK/Skærmkort, Danmark, Print scale 1:40.000, Map center UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 East: 452.520 North: 6.219.645
 ▲ New WTG * Existing WTG ■ Noise sensitive area
 Noise calculation model: Danish Low frequency 2011 and 2015. Wind speed: 6,0 m/s
 Height above sea level from active line object

Project: **Rindum** Description: 6 V90-3MW

Licensed user: **SWECO Danmark A/S**
 Granskoven 8
 DK-2600 Glostrup
 43 48 60 60
 Niels Christensen / niec@sweco.dk
 Calculated: 20-02-2018 13:35/3.0.654

DECIBEL - Map 8,0 m/s

Calculation: Lavfrekvent støjeregning



Map: DTK/Skærmkort, Danmark, Print scale 1:40.000, Map center UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 East: 452.520 North: 6.219.645
 ▲ New WTG * Existing WTG ■ Noise sensitive area
 Noise calculation model: Danish Low frequency 2011 and 2015. Wind speed: 8,0 m/s
 Height above sea level from active line object