



We help ideas meet the real world

DELTA Testrapport




TEST Reg. nr. 100

”Miljømåling - ekstern støj”

Dokumentation af støj fra Pulsen Vindmøllepark

Udført for Voer Vindmøllelaug I/S

DANAK 100/1818

Sagsnr.: T207298

Side 1 af 72

13. juni 2014

DELTA

Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm
Danmark

Tlf. +45 72 19 40 00

Fax +45 72 19 40 01

www.delta.dk

CVR nr. 12275110

Titel

”Miljømåling - ekstern støj”
Dokumentation af støj fra Pulsen Vindmøllepark

Journal nr.

DANAK 100/1818

Sagsnr.

T207298

Vores ref.

SMN-LSS/ilk

Testdatoer

28. november 2013 samt
20. januar, 4. februar,
17. februar, 3. marts,
18. marts, 26. marts og
22. maj 2014

Rekvirent

Voer Vindmøllelaug I/S
c/o Lemvigegnens Landboforening
Industrivej 53
7620 Lemvig

Rekvirentens ref.

Ulrik Lunden

Laboratorium

DELTA
Agro Food Park 13
8200 Aarhus N

Resumé

Der er foretaget måling af støjemission for seks Vestas V90 3 MW vindmøller ved Voergård nord for Dronninglund. Lydeffektniveauet bestemt i henhold til Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 1284 ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s, $L_{WA,ref}$, fremgår af nedenstående tabel for hver af de seks møller T1, T2, T3, T4, T5 og T6.

Vindhastighed	6 m/s	8 m/s
$L_{WA,ref}$ [dB re. 1 pW] ; T1	105,4	105,5
$L_{WA,ref}$ [dB re. 1 pW] ; T2	102,1	104,5
$L_{WA,ref}$ [dB re. 1 pW] ; T3	104,4	105,2
$L_{WA,ref}$ [dB re. 1 pW] ; T4	103,0	106,1
$L_{WA,ref}$ [dB re. 1 pW] ; T5	103,7	106,7
$L_{WA,ref}$ [dB re. 1 pW] ; T6	106,1	107,4

Der er ikke identificeret tydeligt hørbare toner fra vindmøllerne i naboafstanden.



Støjbelastningen, L_T , for de to referencevindhastigheder er anført i nedenstående tabel afrundet til nærmeste hele dB for det mest støjbelastede beregningspunkt. Resultater for alle 15 beregningspunkter er angivet i rapporten.

Vindhastighed	6 m/s		8 m/s	
	Beregnet	Krav	Beregnet	Krav
L_T [dB re. 20 μ Pa], beregningspunkt G	40	42	41	44

Den lavfrekvente støjbelastning, $L_{pALF,tot}$, for den mest belastede bolig for de to referencevindhastigheder er anført i nedenstående tabel afrundet til nærmeste hele dB. Resultater for alle 15 beregningspunkter er angivet i rapporten.

Vindhastighed	6 m/s		8 m/s	
	Beregnet	Krav	Beregnet	Krav
$L_{pALF,tot}$ [dB re. 20 μ Pa]				
Beregningspunkt N	13	20	19	20

Ud fra de bestemte støjbelastninger kan der ikke for den pågældende vindmøllepark konstateres overskridelse af grænseværdierne angivet i Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 1284.

Bemærkning

Prøvningsresultatet gælder udelukkende for de prøvede emner.

DELTA, 13. juni 2014



Simon M. Nielsen
Akustik



Lars S. Søndergaard
Akustik

Indholdsfortegnelse

1.	Måleobjekt	7
2.	Måleforhold	7
3.	Målemetode	9
4.	Måleinstrumenter	10
5.	Måleresultater	10
5.1	Vindmølle T1	10
5.2	Vindmølle T2	11
5.3	Vindmølle T3	12
5.4	Vindmølle T4	13
5.5	Vindmølle T5	14
5.6	Vindmølle T6	15
6.	Beregning af lydeffektniveau	16
7.	Toneanalyse	17
8.	Beregning af støjbidrag	19
8.1	Lavfrekvent støj	19
9.	Usikkerhed	20
10.	Konklusion	20
Bilag 1: $L_{Aeq(10 \text{ sek.})}$ Måledata: Totalstøj og baggrundsstøj for T1		22
Bilag 2: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 6 m/s for T1		23
Bilag 3: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 8 m/s for T1		24
Bilag 4: $L_{Aeq(10 \text{ sek.})}$ Måledata: Totalstøj og baggrundsstøj for T2 ved 6 m/s		25
Bilag 5: $L_{Aeq(10 \text{ sek.})}$ Måledata: Totalstøj og baggrundsstøj for T2 ved 8 m/s		26
Bilag 6: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 6 m/s for T2		27
Bilag 7: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 8 m/s for T2		28
Bilag 8: $L_{Aeq(10 \text{ sek.})}$ Måledata: Totalstøj og baggrundsstøj for T3		29
Bilag 9: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 6 m/s for T3		30
Bilag 10: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 8 m/s for T3		31
Bilag 11: $L_{Aeq(10 \text{ sek.})}$ Måledata: Totalstøj og baggrundsstøj for T4		31

Bilag 12: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 6 m/s for T4	33
Bilag 13: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 8 m/s for T4	34
Bilag 14: $L_{Aeq(10 \text{ sek.})}$ Måledata: Totalstøj og baggrundsstøj for T5.....	35
Bilag 15: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 6 m/s for T5	36
Bilag 16: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 8 m/s for T5	37
Bilag 17: $L_{Aeq(10 \text{ sek.})}$ Måledata: Totalstøj og baggrundsstøj for T6.....	38
Bilag 18: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 6 m/s for T6	39
Bilag 19: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 8 m/s for T6	40
Bilag 20: Vindmøllens kildestyrke, L_{WA}, ved 6 m/s og 8 m/s for T1	41
Bilag 21: Vindmøllens kildestyrke, L_{WA}, ved 6 m/s og 8 m/s for T2	42
Bilag 22: Vindmøllens kildestyrke, L_{WA}, ved 6 m/s og 8 m/s for T3	43
Bilag 23: Vindmøllens kildestyrke, L_{WA}, ved 6 m/s og 8 m/s for T4	44
Bilag 24: Vindmøllens kildestyrke, L_{WA}, ved 6 m/s og 8 m/s for T5	45
Bilag 25: Vindmøllens kildestyrke, L_{WA}, ved 6 m/s og 8 m/s for T6	46
Bilag 26: Tonalitet i 125 m afstand på plade; 70 Hz - Vindmølle T1	47
Bilag 27: Tonalitet i 125 m afstand på plade; 70 Hz - Vindmølle T2	48
Bilag 28: Tonalitet i 125 m afstand på plade; 70 Hz - Vindmølle T3	49
Bilag 29: Tonalitet i 125 m afstand på plade; 72 Hz - Vindmølle T4	50
Bilag 30: Tonalitet i 125 m afstand på plade; 70 Hz - Vindmølle T5.....	51
Bilag 31: Tonalitet i 125 m afstand på plade; 70 Hz - Vindmølle T6.....	52
Bilag 32: Tonalitet i punkt 1 – 500 m vest for vindmølle T1; 70 Hz	53
Bilag 33: Tonalitet i punkt 2 – 575 m vest for vindmølle T3; 70 Hz	54
Bilag 34: Tonalitet i punkt 3 – 500 m nord for vindmølle T3; 70 Hz.....	55
Bilag 35: Tonalitet i punkt 4 – 855 m nord for vindmølle T6; 70 Hz.....	56
Bilag 36: Kort over vindmølleplaceringer i Pulsen Vindmølleparken	57
Bilag 37: Foto af måleposition ved T1 – 28. november 2013	58
Bilag 38: Foto af måleposition ved T2 – 4. februar 2014	58

Bilag 39: Foto af måleposition ved T2 – 3. marts 2014.....	60
Bilag 40: Foto af måleposition ved T3 – 28. november 2013	61
Bilag 41: Foto af måleposition ved T4 – 18. marts 2014.....	62
Bilag 42: Foto af måleposition ved T5 – 17. februar 2014	63
Bilag 43: Foto af måleposition ved T6 – 20. januar 2014.....	64
Bilag 44: Foto af måleposition ved punkt 1 – 26. marts 2014.....	65
Bilag 45: Foto af måleposition ved punkt 2 – 26. marts 2014.....	66
Bilag 46: Foto af måleposition ved punkt 3 – 22. maj 2014	67
Bilag 47: Foto af måleposition ved punkt 4 – 22. maj 2014	68
Bilag 48: Effektkurve – mode 0.....	69
Bilag 49: Effektkurve – mode 1	70
Bilag 50: Effektkurve – mode 2	71
Bilag 51: Måleinstrumenter.....	72

Efter aftale med Ulrik Lunden, Voer Vindmøllelaug I/S, har DELTA foretaget målinger til bestemmelse af støjmissionen for seks Vestas V90 3 MW vindmøller ved Voergård nord for Dronninglund samt foretaget beregning af støjbelastningen ved de nærmeste naboer til vindmølleparken.

1. Måleobjekt

Vindmøllerne er af typen Vestas V90 3 MW med en navhøjde på 80 m og en rotordiameter på 90 m. Vindmøllerne er placeret i fladt terræn omgivet af dyrket landbrugsjord. Vindmøllerne er betegnet T1, T2, T3, T4, T5 og T6. De har følgende identifikationsnumre og kører i driftstilstande:

T1:	48179	mode 2
T2:	48180	mode 2
T3:	48181	mode 2
T4:	48182	mode 0
T5:	48183	mode 1
T6:	48184	mode 1

Vindmøllernes placering er vist i Bilag 36.

2. Måleforhold

Målingerne blev foretaget den 28. november 2013 i tidsrummet 14:00-23:00, 20. januar 2014 i tidsrummet 14:00-21:00, 4. februar 2014 i tidsrummet 10:00-12:00, 17. februar 2014 i tidsrummet 16:00-21:30, 3. marts 2014 i tidsrummet 12:00-14:00, 18. marts 2014 i tidsrummet 11:30-17:30, 26. marts 2014 i tidsrummet 13:00-17:00 samt den 22. maj 2014 i tidsrummet 09:30-14:00.

De meteorologiske forhold var som vist nedenfor:

28. november 2013 (målinger på vindmølle T1 og T3):

Vindhastighed:	5-9 m/s
Middelvindretning:	Vestlig, ~270°
Skydække:	0/8
Temperatur:	5 – 9 °C
Relativ luftfugtighed:	70 – 80 %
Barometertryk:	1020 hPa



20. januar 2014 (målinger på vindmølle T6):

Vindhastighed: 5-9 m/s
Middelvindretning: Østlig, ~90°
Skydække: 8/8
Temperatur: -1 - -2 °C
Relativ luftfugtighed: 65 – 75 %
Barometertryk: 1015 hPa

4. februar 2014 (målinger på vindmølle T2 ved 6 m/s):

Vindhastighed: 4-8 m/s
Middelvindretning: Sydøstlig, ~140°
Skydække: 8/8
Temperatur: 3 – 6 °C
Relativ luftfugtighed: 80 – 90 %
Barometertryk: 1000 hPa

17. februar 2014 (målinger på vindmølle T5):

Vindhastighed: 5-14 m/s
Middelvindretning: Vestlig, ~270°
Skydække: 0/8
Temperatur: 4 – 6 °C
Relativ luftfugtighed: 80 – 90 %
Barometertryk: 1005 hPa

3. marts 2014 (målinger på vindmølle T2 ved 8 m/s):

Vindhastighed: 6-10 m/s
Middelvindretning: Sydøstlig, ~120°
Skydække: 8/8
Temperatur: 3-6 °C
Relativ luftfugtighed: 85 – 95 %
Barometertryk: 1000 hPa

18. marts 2014 (målinger på vindmølle T4):

Vindhastighed: 5-12 m/s
Middelvindretning: Vestlig, ~270°
Skydække: 7/8
Temperatur: 7-8 °C
Relativ luftfugtighed: 80 – 90 %
Barometertryk: 1005 hPa



26. marts 2014 (målinger vest for møllerne T1 og T3):

Vindhastighed: 5-8 m/s
Middelvindretning: Østlig, ~90°
Skydække: 7/8
Temperatur: 5 – 6 °C
Relativ luftfugtighed: 65 – 75 %
Barometertryk: 1020 hPa

22. maj 2014 (målinger nord for møllerne T3 og T6):

Vindhastighed: 5-8 m/s
Middelvindretning: Sydlig, ~155°
Skydække: 2/8 – 6/8
Temperatur: 20-22 °C
Relativ luftfugtighed: 60 – 70 %
Barometertryk: 1005 hPa

3. Målemetode

Målingerne er foretaget i overensstemmelse med retningslinjerne i Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 1284 af 15. december 2011: ”Bekendtgørelse om støj fra vindmøller”.

Støjen fra vindmøllerne blev målt i læsiden i en vandret afstand på 125 m til rotorcentrum. Måleafstanden svarer til navhøjden plus en halv rotordiameter indenfor den tilladte 20 %-tolerance. Målemikrofonen var monteret på en rund reflekterende krydsfinerplade med en diameter på 1,0 m. Pladen var placeret direkte på jorden. Mikrofonen var monteret med en halv vindskærm samt en større vindskærm for at minimere vindstøj i målesystemet. Målingerne er korrigeret for indsætningsdæmpningen i den store vindskærm. Den mindre vindskærm monteret på selve mikrofonen har ingen indflydelse på resultaterne. Fotos af målepositionerne er vist i Bilag 37-43.

Støjen, vindhastigheden, den producerede effekt, generatoromdrejninger og vindretningen blev registreret med målesystemet noiseLAB Wind udviklet af DELTA.

Ved måling af baggrundsstøj blev vindmøllerne standset. De nærmeste nabovindmøller var slukket under måling af vindmølle- og baggrundsstøj.

Samtidige værdier af ækvivalent støjniveau og vindhastighed midlet over ti sekunders perioder er bestemt for hele måleperioden. Vindhastigheden er under målingen af vindmøllens støjemission beregnet på baggrund af den producerede effekt (de anvendte effektkurver er vist i Bilag 48-50). For de perioder, hvor vindmøllens producerede effekt overstiger 95 % af dens nominelle effekt, er vindhastigheden bestemt ud fra vindmøllens nacelle-anemometer. Under målingen af baggrundsstøjen er vindhastigheden bestemt med et anemometer på en 10 m mast placeret i nærheden af vindmøllen, hvor vindmålingen ikke er påvirket af vindmøllen eller andre genstande i terrænet.



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-oktavspektre.

4. Måleinstrumenter

De anvendte måleinstrumenter fremgår af Bilag 51. Toneanalyserne er foretaget i NoiseLAB Batch processor 3.1.1.4 16.05.2013.

5. Måleresultater

5.1 Vindmølle T1

Måleresultaterne givet som de ækvivalente totalstøjniveauer, L_{Aeq} (10 sekunder) og baggrundsstøjniveauer vist som funktion af vindhastigheden fremgår af Bilag 1.

De målte 1/3-oktavspektre er sorteret efter vindhastighed, og for 6 m/s og 8 m/s er middelspektret bestemt for både totalstøjen og baggrundsstøjen. Totalstøjspektret er korrigeret med det tilhørende baggrundsstøjspektrum.

I Bilag 2 og 3 ses de beregnede A-vægtede 1/3- og 1/1-oktavspektre fra henholdsvis 10 Hz-10 kHz og 16 Hz-8 kHz for referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s.

Af Tabel 1 fremgår antallet af spektre anvendt til beregning af middelværdierne.

Vindhastighed	$5,5 \text{ m/s} \leq v_{ref} < 6,5 \text{ m/s}$	$7,5 \text{ m/s} \leq v_{ref} < 8,5 \text{ m/s}$
Totalstøj	276	108
Baggrundsstøj	41	113

Tabel 1

Antal spektre i referenceintervallerne for målinger på vindmølle T1.

De midlede støjniveauer i måleafstanden 125 m fra vindmøllen ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s fremgår af Tabel 2.

Vindhastighed	6 m/s	8 m/s
Totalstøj, $L_{A,ref}$ [dB re. 20 μ Pa]	57,2	57,3
Baggrundsstøj, $L_{A,b}$ [dB re. 20 μ Pa]	42,3	43,6

Tabel 2

Målte middelsstøjniveauer ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s. Totalstøjen er ikke korrigeret for baggrundsstøj for vindmølle T1.



5.2 Vindmølle T2

Måleresultaterne givet som de ækvivalente totalstøjniveauer, L_{Aeq} (10 sekunder) og baggrundsstøjniveauer vist som funktion af vindhastigheden fremgår af Bilag 4 og 5.

De målte 1/3-oktavspektre er sorteret efter vindhastighed, og for 6 m/s og 8 m/s er middelspektret bestemt for både totalstøjen og baggrundsstøjen. Totalstøjspektret er korrigeret med det tilhørende baggrundsstøjspektrum.

I Bilag 6 og 7 ses de beregnede A-vægtede 1/3- og 1/1-oktavspektre fra henholdsvis 10 Hz-10 kHz og 16 Hz-8 kHz for referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s.

Af Tabel 3 fremgår antallet af spektre anvendt til beregning af middelværdierne.

Vindhastighed	$5,5 \text{ m/s} \leq v_{ref} < 6,5 \text{ m/s}$	$7,5 \text{ m/s} \leq v_{ref} < 8,5 \text{ m/s}$
Totalstøj	193	121
Baggrundsstøj	49	42

Tabel 3

Antal spektre i referenceintervallerne for målinger på vindmølle T2.

De midlede støjniveauer i måleafstanden 125 m fra vindmøllen ved referencevindhastigheden 6 m/s og 8 m/s fremgår af Tabel 4.

Vindhastighed	6 m/s	8 m/s
Totalstøj, $L_{A,ref}$ [dB re. 20 μ Pa]	53,9	56,4
Baggrundsstøj, $L_{A,b}$ [dB re. 20 μ Pa]	40,8	45,3

Tabel 4

Målte middelstøjniveauer ved referencevindhastigheden 6 m/s og 8 m/s. Totalstøjen er ikke korrigeret for baggrundsstøj for vindmølle T2.

5.3 Vindmølle T3

Måleresultaterne givet som de ækvivalente totalstøjniveauer, L_{Aeq} (10 sekunder) og baggrundsstøjniveauer vist som funktion af vindhastigheden fremgår af Bilag 8.

De målte 1/3-oktavspektre er sorteret efter vindhastighed, og for 6 m/s og 8 m/s er middelspektret bestemt for både totalstøjen og baggrundsstøjen. Totalstøjspektret er korrigeret med det tilhørende baggrundsstøjspektrum.

I Bilag 9 og 10 ses de beregnede A-vægtede 1/3- og 1/1-oktavspektre fra henholdsvis 10 Hz-10 kHz og 16 Hz-8 kHz for referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s.

Af Tabel 5 fremgår antallet af spektre anvendt til beregning af middelværdierne.

Vindhastighed	$5,5 \text{ m/s} \leq v_{ref} < 6,5 \text{ m/s}$	$7,5 \text{ m/s} \leq v_{ref} < 8,5 \text{ m/s}$
Totalstøj	114	745
Baggrundsstøj	70	81

Tabel 5

Antal spektre i referenceintervallerne for målinger på vindmølle T3.

De midlede støjniveauer i måleafstanden 125 m fra vindmøllen ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s fremgår af Tabel 6.

Vindhastighed	6 m/s	8 m/s
Totalstøj, $L_{A,ref}$ [dB re. 20 μ Pa]	56,5	57,3
Baggrundsstøj, $L_{A,b}$ [dB re. 20 μ Pa]	44,9	44,9

Tabel 6

Målte middelsestøjniveauer ved referencevindhastighederne ved 6 m/s og 8 m/s. Totalstøjen er ikke korrigeret for baggrundsstøj for vindmølle T3.

5.4 Vindmølle T4

Måleresultaterne givet som de ækvivalente totalstøjniveauer, L_{Aeq} (10 sekunder) og baggrundsstøjniveauer vist som funktion af vindhastigheden fremgår af Bilag 11.

De målte 1/3-oktavspektre er sorteret efter vindhastighed, og for 6 m/s og 8 m/s er middelspektret bestemt for både totalstøjen og baggrundsstøjen. Totalstøjspektret er korrigeret med det tilhørende baggrundsstøjspektrum.

I Bilag 12 og 13 ses de beregnede A-vægtede 1/3- og 1/1-oktavspektre fra henholdsvis 10 Hz-10 kHz og 16 Hz-8 kHz for referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s.

Af Tabel 7 fremgår antallet af spektre anvendt til beregning af middelværdierne.

Vindhastighed	$5,5 \text{ m/s} \leq v_{ref} < 6,5 \text{ m/s}$	$7,5 \text{ m/s} \leq v_{ref} < 8,5 \text{ m/s}$
Totalstøj	81	375
Baggrundsstøj	56	193

Tabel 7

Antal spektre i referenceintervallerne for målinger på vindmølle T4.

De midlede støjniveauer i måleafstanden 125 m fra vindmøllen ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s fremgår af Tabel 8.

Vindhastighed	6 m/s	8 m/s
Totalstøj, $L_{A,ref}$ [dB re. 20 μ Pa]	54,9	57,9
Baggrundsstøj, $L_{A,b}$ [dB re. 20 μ Pa]	44,4	45,0

Tabel 8

Målte middelsestøjniveauer ved referencevindhastighederne ved 6 m/s og 8 m/s. Totalstøjen er ikke korrigeret for baggrundsstøj for vindmølle T4.

5.5 Vindmølle T5

Måleresultaterne givet som de ækvivalente totalstøjniveauer, L_{Aeq} (10 sekunder) og baggrundsstøjniveauer vist som funktion af vindhastigheden fremgår af Bilag 14.

De målte 1/3-oktavspektre er sorteret efter vindhastighed, og for 6 m/s og 8 m/s er middelspektret bestemt for både totalstøjen og baggrundsstøjen. Totalstøjspektret er korrigeret med det tilhørende baggrundsstøjspektrum.

I Bilag 15 og 16 ses de beregnede A-vægtede 1/3- og 1/1-oktavspektre fra henholdsvis 10 Hz-10 kHz og 16 Hz-8 kHz for referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s.

Af Tabel 9 fremgår antallet af spektre anvendt til beregning af middelværdierne.

Vindhastighed	$5,5 \text{ m/s} \leq v_{ref} < 6,5 \text{ m/s}$	$7,5 \text{ m/s} \leq v_{ref} < 8,5 \text{ m/s}$
Totalstøj	140	421
Baggrundsstøj	70	77

Tabel 9

Antal spektre i referenceintervallerne for målinger på vindmølle T5.

De midlede støjniveauer i måleafstanden 125 m fra vindmøllen ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s fremgår af Tabel 10.

Vindhastighed	6 m/s	8 m/s
Totalstøj, $L_{A,ref}$ [dB re. 20 μ Pa]	55,6	58,5
Baggrundsstøj, $L_{A,b}$ [dB re. 20 μ Pa]	43,4	45,0

Tabel 10

Målte middelsestøjniveauer ved referencevindhastighederne ved 6 m/s og 8 m/s. Totalstøjen er ikke korrigeret for baggrundsstøj for vindmølle T5.

5.6 Vindmølle T6

Måleresultaterne givet som de ækvivalente totalstøjniveauer, L_{Aeq} (10 sekunder) og baggrundsstøjniveauer vist som funktion af vindhastigheden fremgår af Bilag 17.

De målte 1/3-oktavspektre er sorteret efter vindhastighed, og for 6 m/s og 8 m/s er middelspektret bestemt for både totalstøjen og baggrundsstøjen. Totalstøjspektret er korrigeret med det tilhørende baggrundsstøjspektrum.

I Bilag 18 og 19 ses de beregnede A-vægtede 1/3- og 1/1-oktavspektre fra henholdsvis 10 Hz-10 kHz og 16 Hz-8 kHz for referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s.

Af Tabel 11 fremgår antallet af spektre anvendt til beregning af middelværdierne.

Vindhastighed	$5,5 \text{ m/s} \leq v_{ref} < 6,5 \text{ m/s}$	$7,5 \text{ m/s} \leq v_{ref} < 8,5 \text{ m/s}$
Totalstøj	125	308
Baggrundsstøj	35	119

Tabel 11

Antal spektre i referenceintervallerne for målinger på vindmølle T6.

De midlede støjniveauer i måleafstanden 125 m fra vindmøllen ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s fremgår af Tabel 12.

Vindhastighed	6 m/s	8 m/s
Totalstøj, $L_{A,ref}$ [dB re. 20 μ Pa]	57,7	59,0
Baggrundsstøj, $L_{A,b}$ [dB re. 20 μ Pa]	39,1	39,1

Tabel 12

Målte middelsestøjniveauer ved referencevindhastighederne ved 6 m/s og 8 m/s. Totalstøjen er ikke korrigeret for baggrundsstøj for vindmølle T6.

6. Beregning af lydeffektniveau

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

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

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 ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s, $L_{WA,ref}$, fremgår af Tabel 13.

Vindhastighed	6 m/s	8 m/s
$L_{WA,ref}$ [dB re. 1 pW]; T1	105,4	105,5
$L_{WA,ref}$ [dB re. 1 pW]; T2	102,1	104,5
$L_{WA,ref}$ [dB re. 1 pW]; T3	104,4	105,2
$L_{WA,ref}$ [dB re. 1 pW]; T4	103,0	106,1
$L_{WA,ref}$ [dB re. 1 pW]; T5	103,7	106,7
$L_{WA,ref}$ [dB re. 1 pW]; T6	106,1	107,4

Tabel 13

Lydeffektniveauer ved 6 m/s og 8 m/s.

I Bilag 20-25 er vindmøllernes lydeffektniveau, $L_{WA,ref}$, i 1/3- og 1/1-oktavbånd vist for vindhastigheder på henholdsvis 6 m/s og 8 m/s.

7. Toneanalyse

Der er foretaget analyse af tydeligt hørbare toner i støjen for målinger i referenceafstanden på 125 m. Analyserne er foretaget i henhold til Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 1284. Den ét-minuts periode under målingerne, hvor tonaliteten var kraftigst, er identificeret og analyseret for tonalitet. De viste analyser er foretaget på A-vægtede spektre.

I Bilag 26-31 er toneanalyser for målinger foretaget i referenceafstanden for de enkelte vindmøller vist for den ét-minuts periode under målingerne, hvor tonaliteten var kraftigst.

Vindmølle T1

$\Delta L_{ts} = L_{pt} - L_{pn} = 6,6$ dB ligger 2,1 dB over kriteriekurven for tildeling af genetillæg ved 70 Hz i henhold til Miljøstyrelsens vejledning 6/1984.

Vindmølle T2

$\Delta L_{ts} = L_{pt} - L_{pn} = 4,4$ dB ligger 0,1 dB under kriteriekurven for tildeling af genetillæg ved 70 Hz i henhold til Miljøstyrelsens vejledning 6/1984.

Vindmølle T3

$\Delta L_{ts} = L_{pt} - L_{pn} = 5,8$ dB ligger 1,3 dB over kriteriekurven for tildeling af genetillæg ved 70 Hz i henhold til Miljøstyrelsens vejledning 6/1984.

Vindmølle T4

$\Delta L_{ts} = L_{pt} - L_{pn} = 4,4$ dB ligger 0,1 dB under kriteriekurven for tildeling af genetillæg ved 72 Hz i henhold til Miljøstyrelsens vejledning 6/1984.

Vindmølle T5

$\Delta L_{ts} = L_{pt} - L_{pn} = 6,0$ dB ligger 1,5 dB over kriteriekurven for tildeling af genetillæg ved 70 Hz i henhold til Miljøstyrelsens vejledning 6/1984.

Vindmølle T6

$\Delta L_{ts} = L_{pt} - L_{pn} = 6,5$ dB ligger 2,0 dB over kriteriekurven for tildeling af genetillæg ved 70 Hz i henhold til Miljøstyrelsens vejledning 6/1984.

Analyserne viser, at de kraftigste toner fra vindmøllerne T1, T3, T5 og T6 var tydeligt hørbare på pladen 125 m fra vindmøllen. Toneindholdet i støjen fra parken med alle møller i drift er derfor undersøgt i fire forskellige punkter omkring parken for at fastslå om der skal gives tonetillæg. De fire punkters placering er som følger:

- Punkt 1: 500 m vest for mølle T1 på åben mark.
- Punkt 2: 575 m vest for mølle T3 i retning imod beregningspunkt H.
- Punkt 3: 500 m nord for mølle T3 og 525 m nordvest for mølle T6 på åben mark.
- Punkt 4: 855 m nord for mølle T6 og 1005 m nord for mølle T3, 30 m fra huset ved beregningspunkt L.

I Bilag 32-35 er toneanalyser for målinger foretaget i referenceafstanden for de enkelte vindmøller vist for den ét-minuts periode under målingerne, hvor tonaliteten var kraftigst. Fotos af målepositionerne er vist i Bilag 44-47.



Punkt 1

$\Delta L_{ts} = L_{pt} - L_{pn} = 3,0$ dB ligger 1,5 dB under kriteriekurven for tildeling af genetillæg ved 70 Hz i henhold til Miljøstyrelsens vejledning 6/1984.

Punkt 2

$\Delta L_{ts} = L_{pt} - L_{pn} = 0,3$ dB ligger 4,2 dB under kriteriekurven for tildeling af genetillæg ved 70 Hz i henhold til Miljøstyrelsens vejledning 6/1984.

Punkt 3

$\Delta L_{ts} = L_{pt} - L_{pn} = 1,6$ dB ligger 2,9 dB under kriteriekurven for tildeling af genetillæg ved 70 Hz i henhold til Miljøstyrelsens vejledning 6/1984.

Punkt 4

$\Delta L_{ts} = L_{pt} - L_{pn} = 3,3$ dB ligger 1,2 dB under kriteriekurven for tildeling af genetillæg ved 70 Hz i henhold til Miljøstyrelsens vejledning 6/1984.

8. Beregning af støjbidrag

Der er foretaget beregninger af støjbidraget if. Bekendtgørelse nr. 1284 i 15 immissionspunkter rundt om vindmøllerne.

Koordinater for vindmøller og immissionspunkter er i overensstemmelse med tidligere beregninger udført i forbindelse med projektering af vindmøllerne og de enkelte punkters placering fremgår af kortet vist i Bilag 36. Kildestyrkeværdierne for den gamle Windworld 120 kW vindmølle og BONUS 150 kW vindmøllen er hentet fra Bilag 1 i "Støj fra vindmøller - Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 1, 2012" (100-300 kW). Afstande fra alle otte vindmøller til de enkelte beregningspunkter fremgår af Tabel 14, hvor resultatet af beregningerne ligeledes er vist.

L _r [dB re. 20 µPa]	Afstand [m]								6 m/s		8 m/s	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Beregnet	krav	Beregnet	krav
A	752	1143	1567	1067	1392	1772	4763	4045	37,9	42	39,3	44
B	936	1149	1473	1320	1498	1775	4396	3662	36,3	42	37,9	44
C	1741	1684	1746	2101	2067	2131	3731	2987	31,5	42	33,4	44
D	984	1266	1626	721	1100	1519	4997	4363	38,0	42	40,2	44
E	1318	1370	1557	934	1034	1293	4713	4144	36,8	42	39,1	44
F	1632	1478	1453	1271	1092	1084	4212	3707	36,4	42	38,5	44
G	1623	1295	1063	1366	984	689	3518	3013	39,7	42	41,4	44
H	1234	876	646	1421	1148	1013	3096	2384	39,7	42	41,3	44
I	926	921	1116	1289	1307	1470	3895	3162	37,7	42	39,3	44
J	2309	2248	2276	2671	2629	2663	3773	3047	28,2	42	30,2	44
K	862	1306	1753	926	1370	1817	5126	4438	37,2	42	38,9	44
L	1886	1449	1024	1780	1329	879	2726	2204	37,6	42	39,2	44
M	794	1244	1694	969	1382	1814	5017	4315	37,6	42	39,1	44
N	616	1046	1489	883	1246	1652	4769	4061	39,7	42	41,0	44
O	633	1032	1461	948	1272	1657	4690	3976	39,4	42	40,7	44

Tabel 14

De samlede, beregnede støjniveauer for de otte vindmøller i hver naboposition for referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s.

Da der ikke er tydeligt hørbare toner eller impulser i støjemissionen fra vindmøllerne, skal der ikke adderes 5 dB tone- eller impulstillæg. Værdierne i Tabel 14 er dermed lig støjbelastningen L_r. Vurdering af impulser er foretaget subjektivt i forbindelse med målingerne.

8.1 Lavfrekvent støj

Der er foretaget beregninger af det lavfrekvente støjbidrag if. Bekendtgørelse nr. 1284 i de samme 15 immissionspunkter for de samme otte vindmøller som for den normale støj. Resultatet af den lavfrekvente støjberregning fremgår af Tabel 15.

L _{pALF,tot} [dB re. 20 µPa]	6 m/s		8 m/s	
	Beregnet	krav	Beregnet	krav
A	11,6	20	17,3	20
B	10,6	20	16,3	20
C	7,0	20	12,7	20
D	12,1	20	17,9	20
E	11,1	20	16,9	20
F	10,4	20	16,2	20
G	12,2	20	17,8	20
H	12,9	20	18,5	20
I	11,7	20	17,4	20
J	4,7	20	10,4	20
K	11,2	20	16,9	20
L	10,6	20	16,1	20
M	11,4	20	17,1	20
N	12,9	20	18,6	20
O	12,7	20	18,4	20

Tabel 15

De samlede, beregnede lavfrekvente støjniveauer for de seks vindmøller i hver naboposition for referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s.

9. Usikkerhed

Ubestemtheden ved beregning af støjniveauet i omgivelserne L_{pA} er ±2 dB ved 90 % dobbeltsidet konfidens i henhold til Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 1284 af 15. december 2011: "Bekendtgørelse om støj fra vindmøller".

10. Konklusion

Lydeffektniveauerne bestemt i henhold til Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 1284 for seks Vestas V90 3 MW vindmøller ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s, L_{WA,ref}, fremgår af Tabel 16.

Vindhastighed	6 m/s	8 m/s
L _{WA,ref} [dB re. 1 pW]; T1	105,4	105,5
L _{WA,ref} [dB re. 1 pW]; T2	102,1	104,5
L _{WA,ref} [dB re. 1 pW]; T3	104,4	105,2
L _{WA,ref} [dB re. 1 pW]; T4	103,0	106,1
L _{WA,ref} [dB re. 1 pW]; T5	103,7	106,7
L _{WA,ref} [dB re. 1 pW]; T6	106,1	107,4

Tabel 16

Lydeffektniveauer ved 6 m/s og 8 m/s.



I Bilag 20-25 fremgår vindmøllens lydeffektniveau $L_{WA,ref}$ i 1/3- og 1/1-oktavbånd for vindhastigheder på henholdsvis 6 m/s og 8 m/s.

Der er foretaget analyse for tydeligt hørbare toner i støjen i referenceafstanden. Analysen er udført i henhold til Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 1284. Der er ikke konstateret indhold af tydeligt hørbare toner i støjen fra vindmøllerne i referenceafstanden.

Der er foretaget beregning af støjbelastninger i 15 beregningspunkter ved vindmølleparken. Støjbelastningen, L_r , for de mest belastede boliger, ved de to referencevindhastigheder, er anført i nedenstående tabel afrundet til nærmeste hele dB. Resultater for alle 15 beregningspunkter er angivet i Tabel 14 i rapporten.

Vindhastighed	6 m/s		8 m/s	
	Beregnet	Krav	Beregnet	Krav
L_r [dB re. 20 μ Pa], beregningspunkt G	40	42	41	44

På lignende måde er der foretaget beregning af den lavfrekvente støjbelastning i de samme 15 beregningspunkter. Den lavfrekvente støjbelastning, $L_{pALF,tot}$, for den mest belastede bolig for de to referencevindhastigheder er anført i nedenstående tabel afrundet til nærmeste hele dB. Resultater for alle 15 beregningspunkter er angivet i Tabel 15 i rapporten.

Vindhastighed	6 m/s		8 m/s	
	Beregnet	Krav	Beregnet	Krav
$L_{pALF,tot}$ [dB re. 20 μ Pa]				
Beregningspunkt N	13	20	19	20

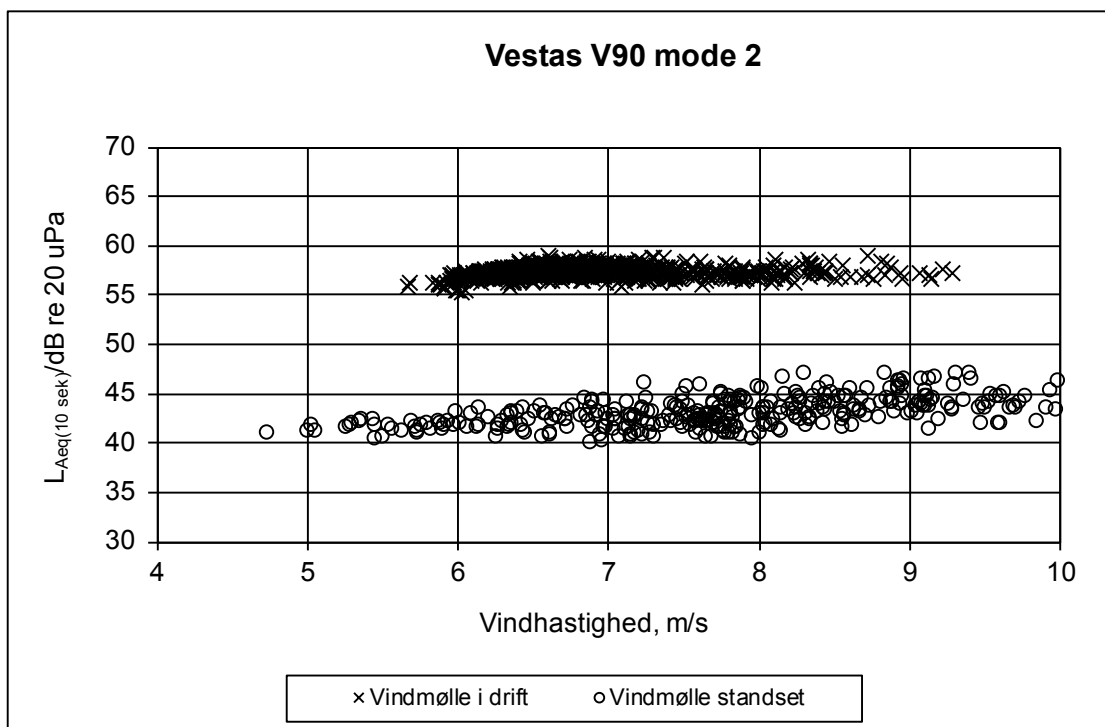
Ud fra de bestemte støjbelastninger kan der for den pågældende vindmøllepark ikke konstateres overskridelse af grænseværdierne angivet i Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 1284.

Bilag 1: $L_{Aeq}(10 \text{ sek.})$ Måledata: Totalstøj og baggrundsstøj for T1

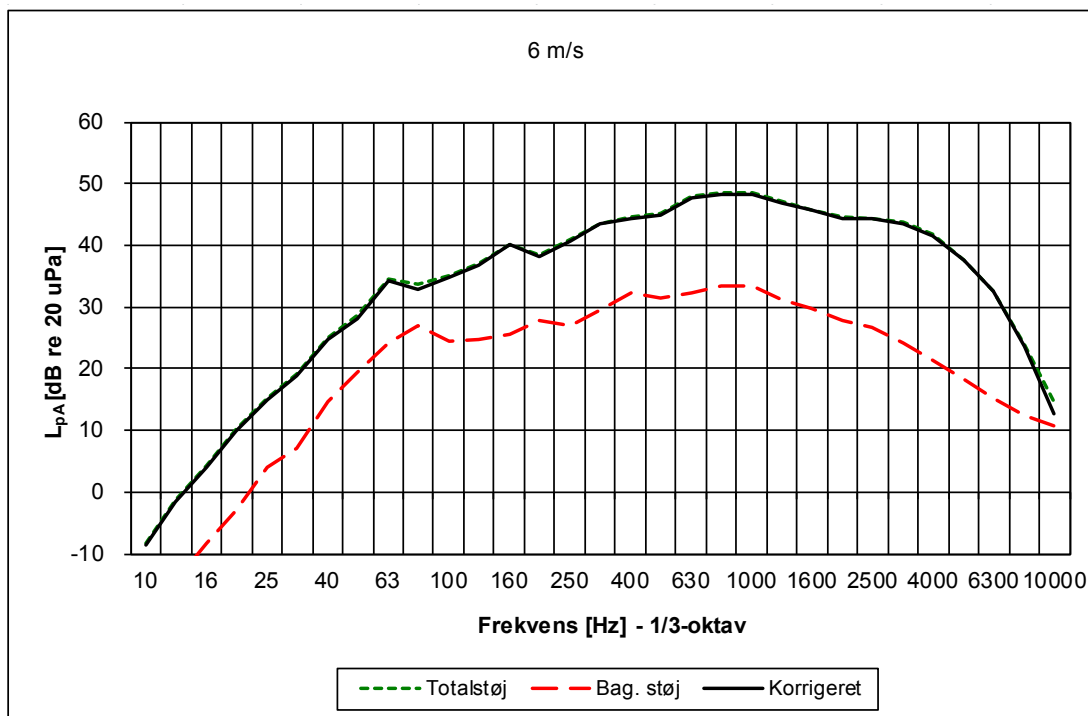
Måleobjekt Vestas V90 mode 2

Pulsen T1

Måledato 28. november 2013



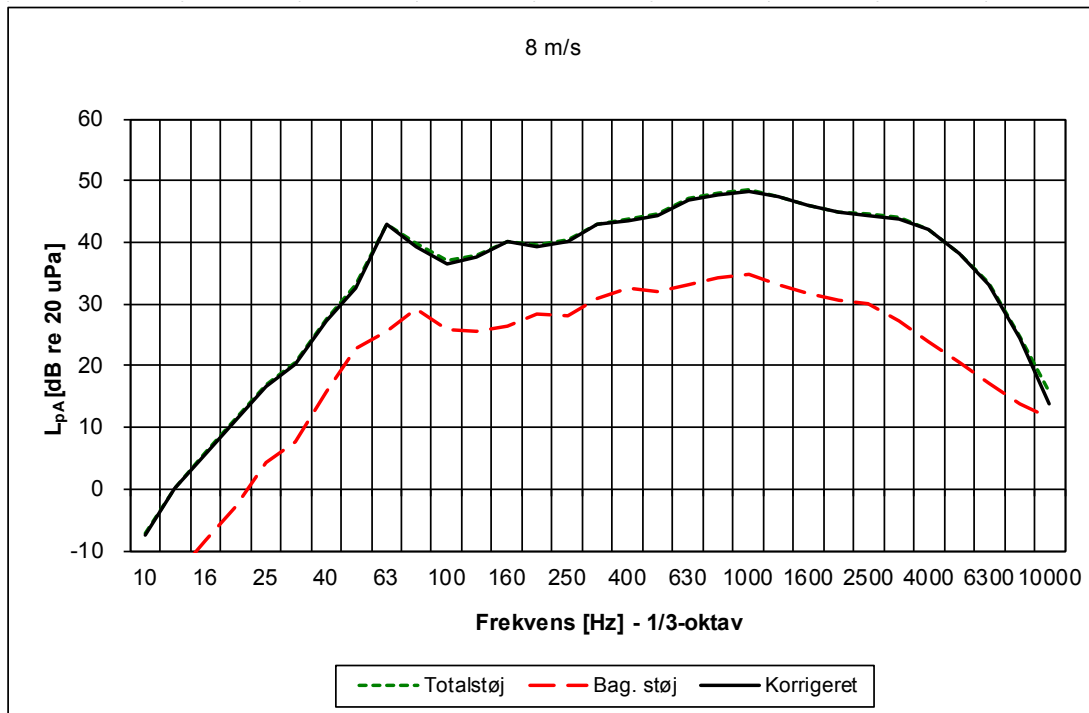
Bilag 2: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 6 m/s for T1



6 m/s Frekvens	1/3-oktav			1/1-oktav	
	Totalstøj	Bag. støj	Korrigeret	Frekvens	Korrigeret
10	-8,4	-20,7	-8,7		
12,5	-1,2	-14,4	-1,5		
16	4,3	-8,4	4,1	16	11,2
20	10,2	-3,0	9,9		
25	15,3	3,9	15,0		
31,5	19,0	7,0	18,7	31,5	26,1
40	25,1	14,5	24,7		
50	28,7	19,5	28,1		
63	34,6	24,2	34,2	63	37,1
80	33,7	26,9	32,7		
100	35,2	24,3	34,8		
125	37,0	24,8	36,7	125	42,5
160	40,1	25,5	40,0		
200	38,6	27,7	38,2		
250	41,0	27,1	40,8	250	46,0
315	43,5	29,5	43,3		
400	44,6	32,3	44,3		
500	45,1	31,4	44,9	500	50,7
630	47,9	32,3	47,8		
800	48,4	33,5	48,3		
1000	48,5	33,5	48,4	1000	52,7
1250	47,1	31,3	46,9		
1600	45,8	29,7	45,7		
2000	44,5	27,9	44,4	2000	49,6
2500	44,3	26,7	44,3		
3150	43,6	24,3	43,6		
4000	41,7	21,3	41,7	4000	46,3
5000	37,6	18,2	37,6		
6300	32,6	15,3	32,5		
8000	23,9	12,4	23,6	8000	33,1
10000	14,7	10,7	12,6		



Bilag 3: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 8 m/s for T1



8 m/s	1/3-oktav			1/1-oktav	
Frekvens	Totalstøj	Bag. støj	Korrigeret	Frekvens	Korrigeret
10	-7,1	-20,0	-7,4		
12,5	0,2	-14,2	0,1		
16	5,8	-8,4	5,7	16	12,4
20	11,2	-3,1	11,0		
25	16,8	4,2	16,6		
31,5	20,5	7,6	20,3	31,5	28,2
40	27,4	15,8	27,1		
50	33,0	22,7	32,6		
63	43,1	25,6	43,0	63	44,8
80	39,8	29,3	39,4		
100	36,9	25,7	36,6		
125	38,0	25,7	37,7	125	43,1
160	40,2	26,3	40,0		
200	39,6	28,5	39,3		
250	40,4	28,2	40,1	250	45,8
315	43,1	30,8	42,8		
400	43,9	32,6	43,6		
500	44,6	32,0	44,3	500	49,9
630	47,1	33,0	46,9		
800	47,9	34,3	47,7		
1000	48,5	34,7	48,3	1000	52,6
1250	47,4	33,0	47,3		
1600	46,0	31,8	45,9		
2000	44,9	30,6	44,8	2000	49,9
2500	44,6	30,0	44,4		
3150	43,9	27,3	43,8		
4000	42,1	24,0	42,0	4000	46,7
5000	38,1	20,6	38,1		
6300	33,3	17,2	33,2		
8000	24,7	13,7	24,3	8000	33,7
10000	15,8	11,6	13,7		

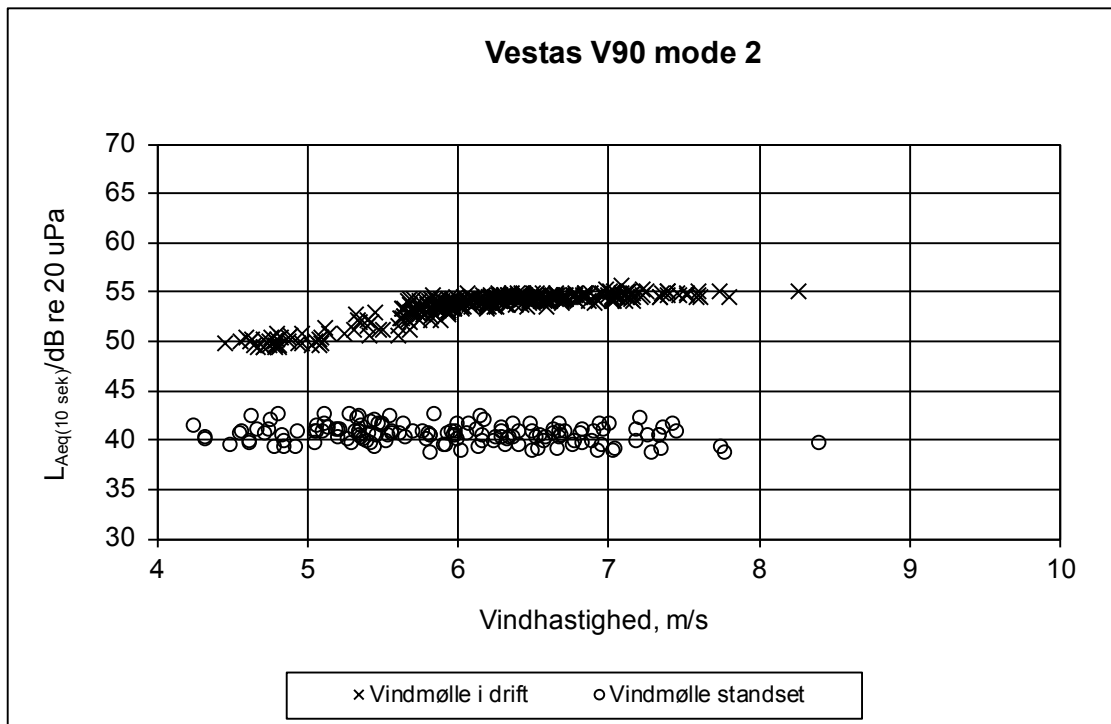


Bilag 4: $L_{Aeq}(10 \text{ sek.})$ Måledata: Totalstøj og baggrundsstøj for T2 ved 6 m/s

Måleobjekt Vestas V90 mode 2

Pulsen T2

Måledato 4. februar 2014

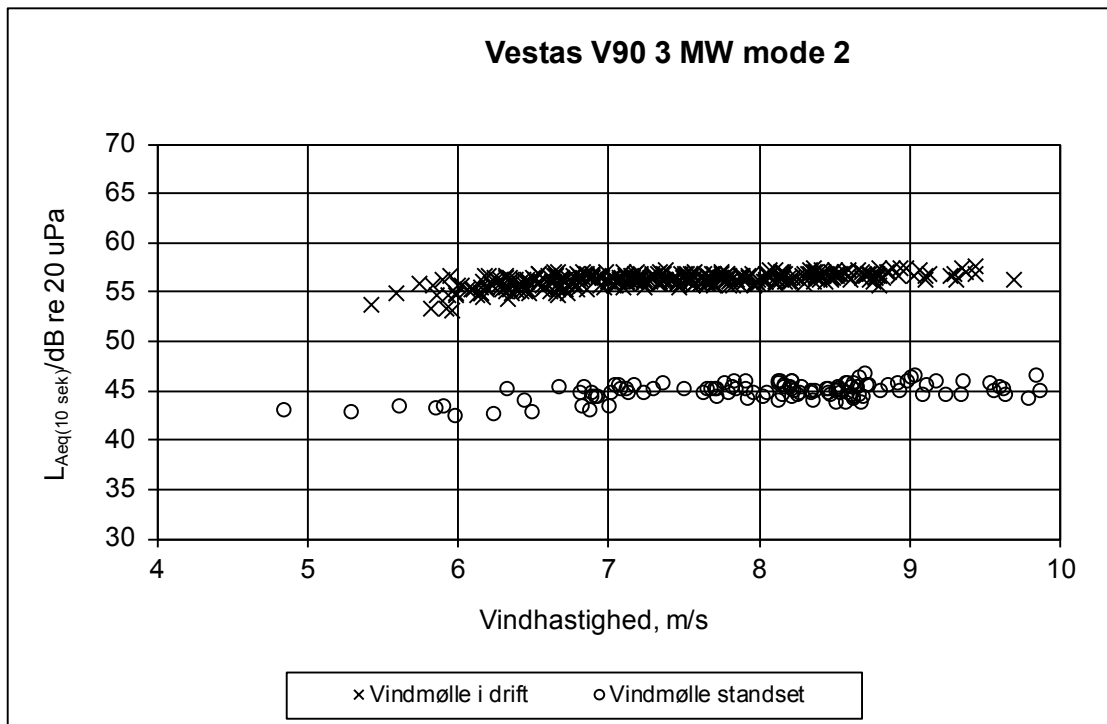


Bilag 5: $L_{Aeq}(10 \text{ sek.})$ Måledata: Totalstøj og baggrundsstøj for T2 ved 8 m/s

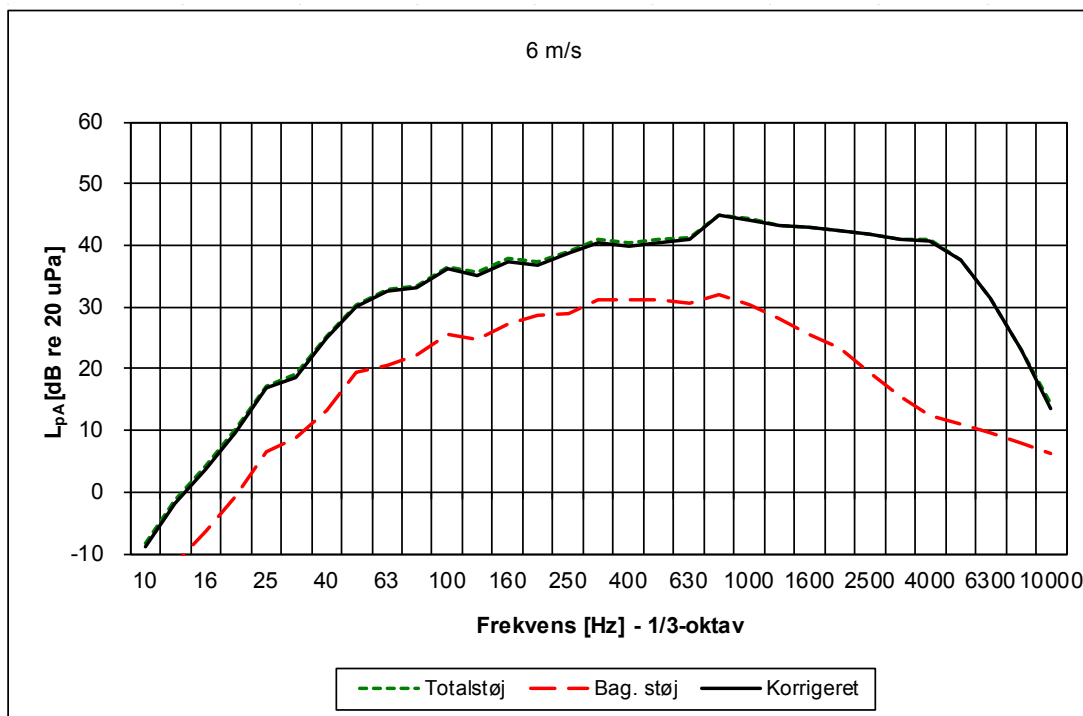
Måleobjekt Vestas V90 3 MW mode 2

Pulsen T2

Måledato 3. marts 2014



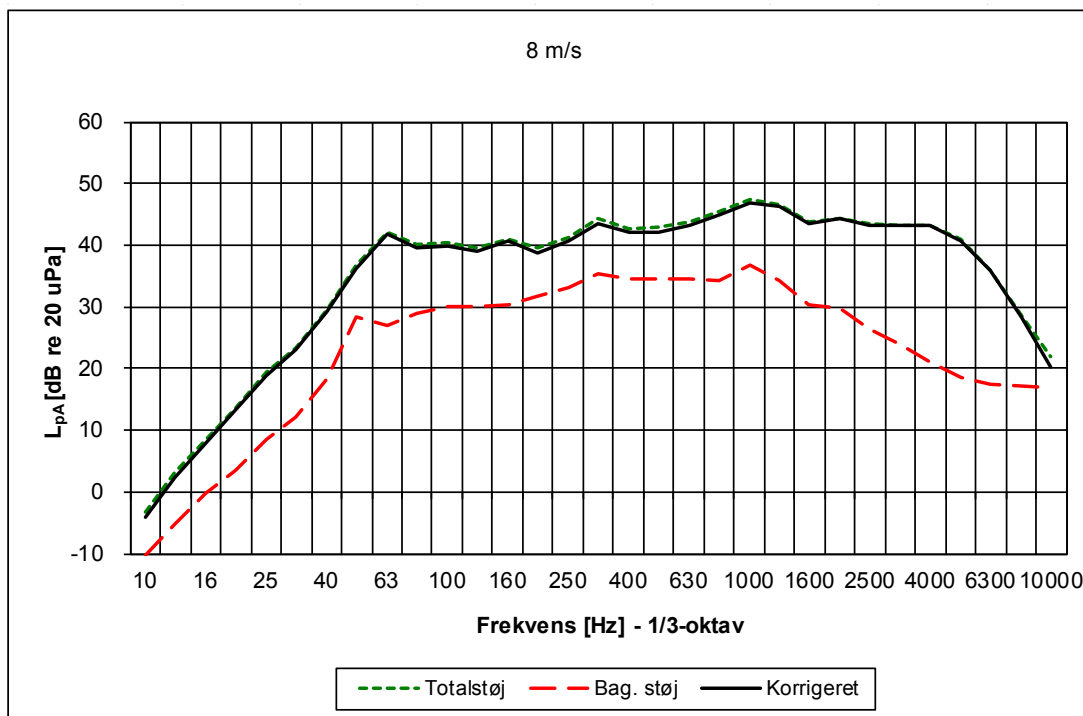
Bilag 6: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 6 m/s for T2



6 m/s Frekvens	1/3-oktav			1/1-oktav	
	Totalstøj	Bag. støj	Korrigeret	Frekvens	Korrigeret
10	-8,4	-18,2	-8,9		
12,5	-1,4	-11,8	-1,8		
16	4,2	-6,3	3,8	16	11,0
20	10,1	-0,7	9,7		
25	17,2	6,4	16,9		
31,5	19,1	8,8	18,7	31,5	26,5
40	25,4	13,3	25,1		
50	30,4	19,4	30,0		
63	32,9	20,6	32,7	63	36,9
80	33,4	22,2	33,1		
100	36,5	25,5	36,1		
125	35,5	24,8	35,1	125	41,1
160	37,8	27,2	37,4		
200	37,4	28,6	36,8		
250	39,1	29,0	38,6	250	43,6
315	40,9	31,2	40,4		
400	40,5	31,0	40,0		
500	40,9	31,1	40,4	500	45,2
630	41,3	30,5	40,9		
800	45,0	31,9	44,8		
1000	44,2	30,3	44,0	1000	48,8
1250	43,3	28,1	43,1		
1600	42,9	25,7	42,8		
2000	42,4	23,3	42,3	2000	47,1
2500	41,7	19,5	41,7		
3150	41,0	15,5	41,0		
4000	40,8	12,4	40,8	4000	44,8
5000	37,6	10,9	37,6		
6300	31,6	9,5	31,5		
8000	23,2	8,0	23,0	8000	32,2
10000	14,3	6,4	13,6		



Bilag 7: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 8 m/s for T2



8 m/s Frekvens	1/3-oktav			1/1-oktav	
	Totalstøj	Bag. støj	Korrigeret	Frekvens	Korrigeret
10	-3,2	-10,2	-4,2		
12,5	3,1	-5,2	2,4		
16	8,5	-0,3	7,9	16	14,5
20	13,6	3,4	13,1		
25	19,3	8,5	18,9		
31,5	23,3	12,0	23,0	31,5	30,4
40	29,6	18,4	29,2		
50	36,8	28,3	36,2		
63	42,0	27,1	41,9	63	44,6
80	40,0	28,8	39,7		
100	40,4	30,1	40,0		
125	39,6	29,9	39,1	125	44,7
160	41,0	30,4	40,6		
200	39,5	31,7	38,8		
250	41,4	33,2	40,6	250	46,2
315	44,2	35,4	43,6		
400	42,7	34,4	42,0		
500	42,8	34,6	42,1	500	47,2
630	43,8	34,5	43,2		
800	45,4	34,2	45,0		
1000	47,3	36,7	46,9	1000	50,9
1250	46,6	34,2	46,3		
1600	43,8	30,4	43,6		
2000	44,3	29,7	44,2	2000	48,5
2500	43,3	26,4	43,3		
3150	43,1	23,8	43,1		
4000	43,1	21,0	43,1	4000	47,2
5000	40,8	18,5	40,8		
6300	35,9	17,3	35,8		
8000	28,7	17,0	28,4	8000	36,6
10000	21,8	16,9	20,1		

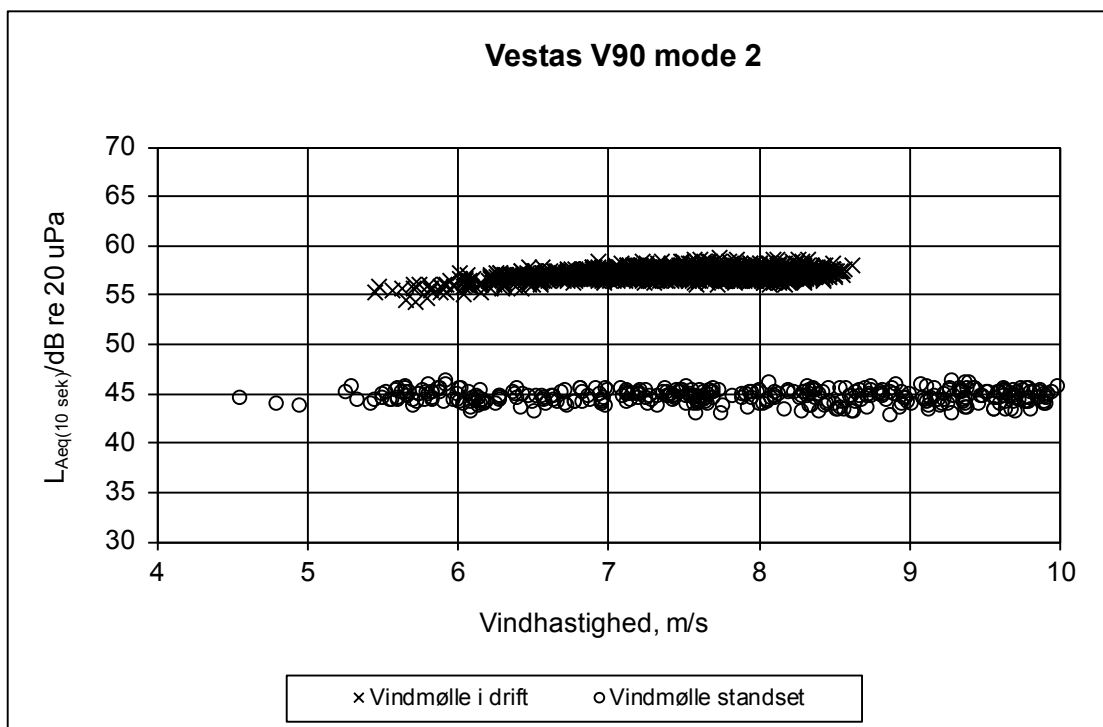


Bilag 8: $L_{Aeq}(10 \text{ sek.})$ Måledata: Totalstøj og baggrundsstøj for T3

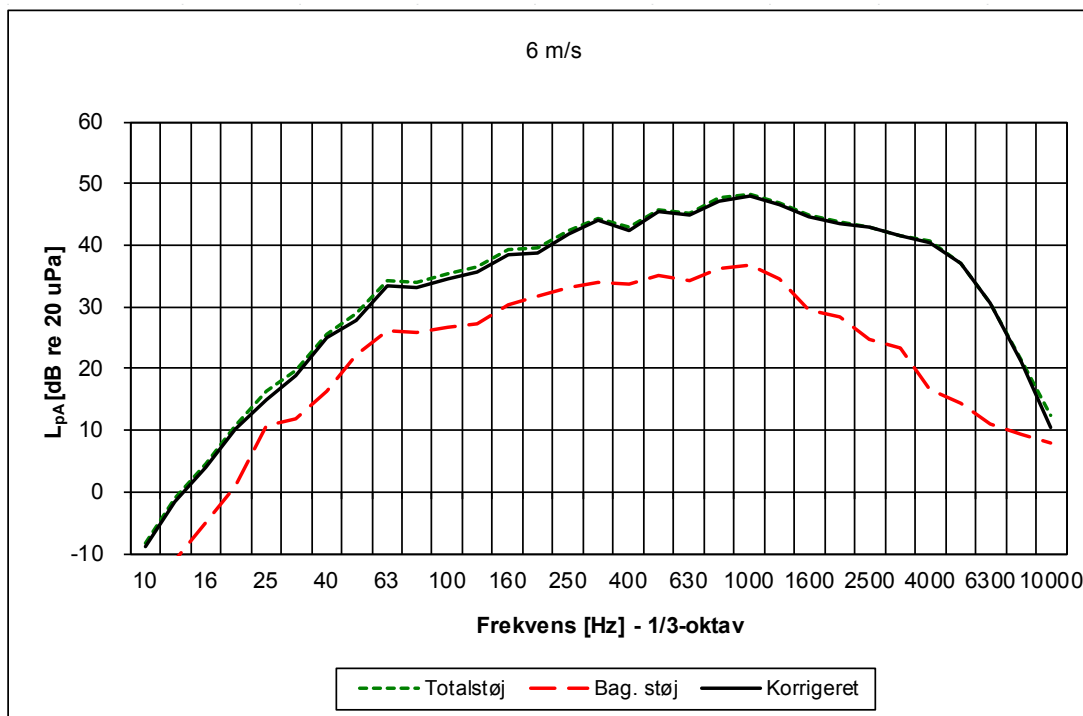
Måleobjekt Vestas V90 mode 2

Pulsen T3

Måledato 28. november 2013

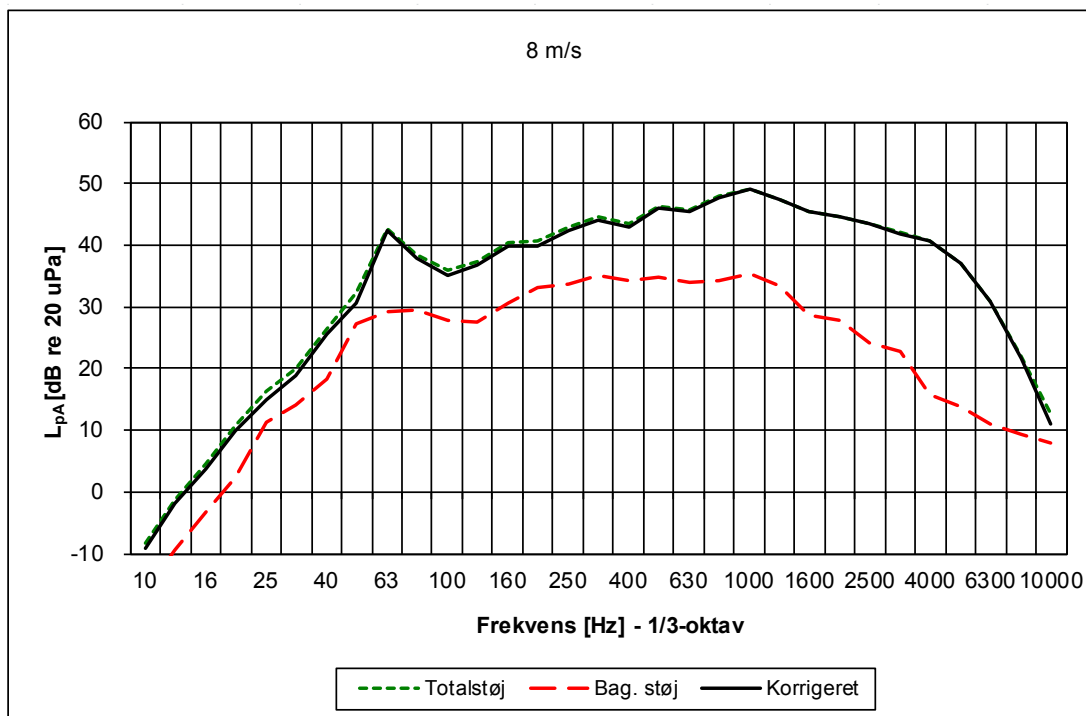


Bilag 9: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 6 m/s for T3



6 m/s Frekvens	1/3-oktav			1/1-oktav	
	Totalstøj	Bag. støj	Korrigeret	Frekvens	Korrigeret
10	-8,4	-18,2	-8,9		
12,5	-1,1	-11,2	-1,6		
16	4,6	-4,9	4,1	16	11,4
20	10,7	0,9	10,2		
25	16,2	10,6	14,8		
31,5	19,7	11,8	19,0	31,5	26,2
40	25,4	16,4	24,9		
50	28,8	22,3	27,7		
63	34,2	26,1	33,4	63	36,8
80	33,8	25,8	33,1		
100	35,3	26,8	34,6		
125	36,4	27,3	35,8	125	41,4
160	39,2	30,3	38,6		
200	39,5	31,8	38,7		
250	42,3	33,0	41,8	250	46,8
315	44,4	33,9	43,9		
400	42,9	33,6	42,3		
500	45,8	35,1	45,4	500	49,2
630	45,3	34,3	44,9		
800	47,6	36,2	47,2		
1000	48,2	36,7	47,9	1000	52,0
1250	46,8	34,4	46,5		
1600	44,8	29,5	44,6		
2000	43,6	28,3	43,5	2000	48,5
2500	43,0	24,6	43,0		
3150	41,6	23,2	41,6		
4000	40,5	16,5	40,5	4000	44,9
5000	37,0	14,3	37,0		
6300	30,6	11,0	30,6		
8000	21,5	9,5	21,2	8000	31,1
10000	12,3	7,8	10,5		

Bilag 10: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 8 m/s for T3



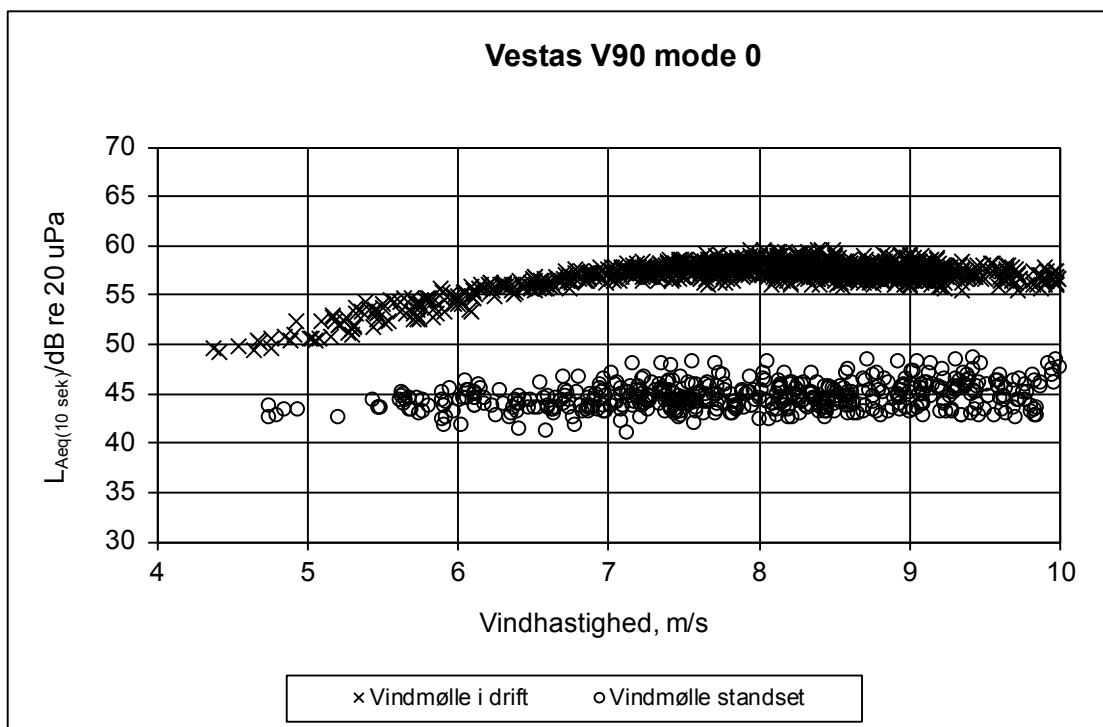
8 m/s Frekvens	1/3-oktav			1/1-oktav	
	Totalstøj	Bag. støj	Korrigeret	Frekvens	Korrigeret
10	-8,4	-16,2	-9,2		
12,5	-1,2	-9,5	-1,9		
16	4,6	-3,3	3,8	16	11,1
20	10,6	2,4	9,9		
25	16,4	11,3	14,8		
31,5	20,0	14,0	18,8	31,5	26,7
40	26,3	18,4	25,5		
50	32,2	27,3	30,5		
63	42,5	29,3	42,3	63	43,9
80	38,4	29,5	37,9		
100	35,9	27,7	35,2		
125	37,3	27,6	36,8	125	42,5
160	40,3	30,7	39,8		
200	40,6	33,2	39,8		
250	42,9	33,8	42,4	250	47,2
315	44,7	35,2	44,2		
400	43,5	34,2	42,9		
500	46,3	34,9	45,9	500	49,7
630	45,7	33,9	45,4		
800	48,0	34,2	47,8		
1000	49,1	35,2	49,0	1000	52,8
1250	47,4	33,4	47,3		
1600	45,5	28,7	45,4		
2000	44,7	27,8	44,6	2000	49,3
2500	43,5	24,0	43,4		
3150	42,0	22,8	41,9		
4000	40,7	15,6	40,7	4000	45,1
5000	37,1	13,7	37,1		
6300	30,8	11,0	30,7		
8000	21,8	9,3	21,5	8000	31,3
10000	12,7	8,0	10,9		

Bilag 11: $L_{Aeq}(10 \text{ sek.})$ Måledata: Totalstøj og baggrundsstøj for T4

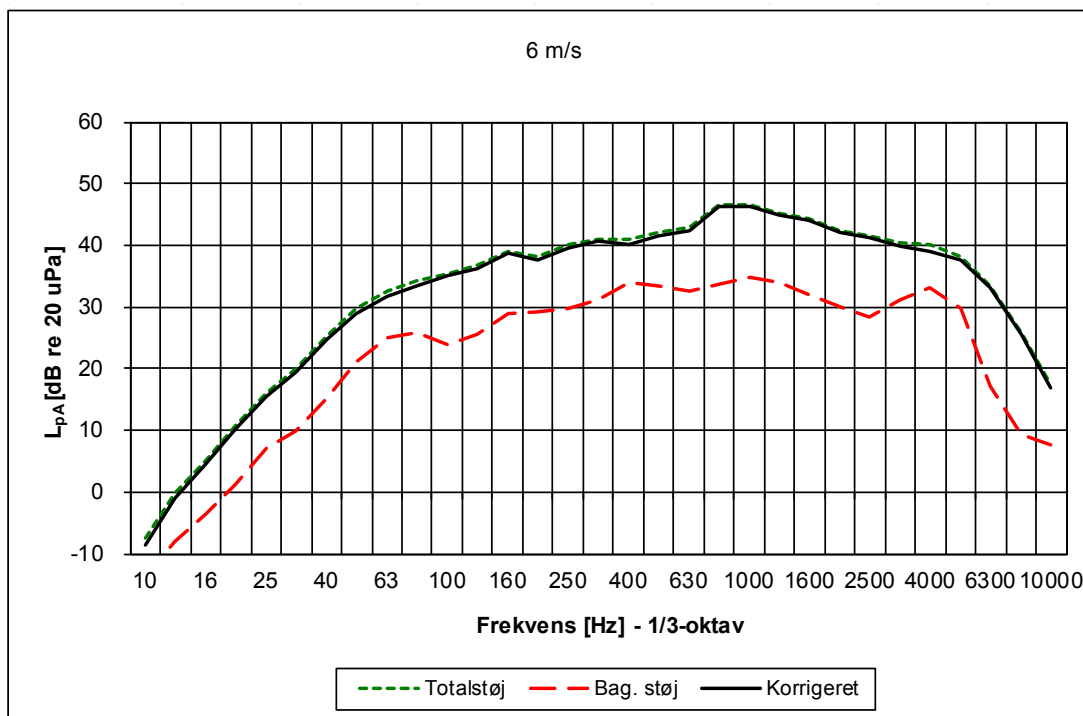
Måleobjekt Vestas V90 mode 0

Pulsen T4

Måledato 18. marts 2014

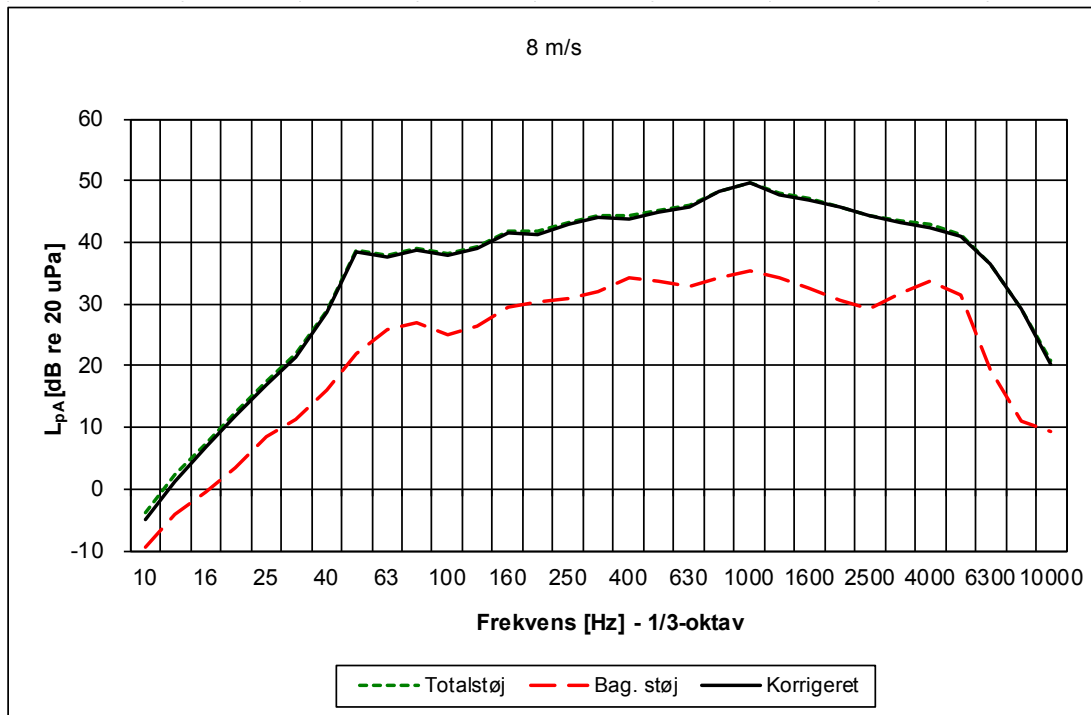


Bilag 12: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 6 m/s for T4



6 m/s Frekvens	1/3-oktav			1/1-oktav	
	Totalstøj	Bag. støj	Korrigeret	Frekvens	Korrigeret
10	-7,4	-13,5	-8,6		
12,5	-0,3	-8,1	-1,1		
16	5,2	-3,6	4,5	16	11,4
20	10,7	1,3	10,1		
25	16,1	7,1	15,5		
31,5	19,9	9,8	19,4	31,5	26,3
40	25,3	15,3	24,9		
50	29,7	21,1	29,0		
63	32,6	25,1	31,7	63	36,5
80	34,2	25,9	33,4		
100	35,4	23,8	35,1		
125	36,6	25,6	36,3	125	41,7
160	39,0	29,0	38,6		
200	38,2	29,1	37,6		
250	40,1	29,9	39,6	250	44,2
315	41,1	31,1	40,6		
400	41,1	34,1	40,1		
500	42,1	33,4	41,4	500	46,2
630	42,8	32,6	42,3		
800	46,5	33,7	46,2		
1000	46,6	34,8	46,3	1000	50,6
1250	45,2	33,8	44,9		
1600	44,3	32,1	44,1		
2000	42,5	30,1	42,2	2000	47,4
2500	41,4	28,5	41,2		
3150	40,5	31,2	40,0		
4000	40,1	33,2	39,1	4000	43,8
5000	38,3	29,9	37,6		
6300	33,3	17,1	33,2		
8000	25,8	9,3	25,7	8000	34,0
10000	17,4	7,6	17,0		

Bilag 13: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 8 m/s for T4



8 m/s Frekvens	1/3-oktav			1/1-oktav	
	Totalstøj	Bag. støj	Korrigeret	Frekvens	Korrigeret
10	-3,7	-9,5	-5,1		
12,5	2,4	-4,1	1,3		
16	7,5	-0,5	6,7	16	13,2
20	12,4	3,3	11,8		
25	17,4	8,6	16,8		
31,5	21,8	11,3	21,5	31,5	29,6
40	28,9	16,1	28,6		
50	38,7	22,0	38,6		
63	37,8	26,0	37,5	63	43,0
80	38,9	26,9	38,6		
100	38,2	25,1	38,0		
125	39,1	26,5	38,9	125	44,5
160	41,8	29,4	41,5		
200	41,7	30,4	41,4		
250	43,2	30,9	43,0	250	47,8
315	44,4	32,1	44,2		
400	44,3	34,2	43,9		
500	45,2	33,7	44,9	500	49,6
630	45,9	33,0	45,7		
800	48,3	34,2	48,2		
1000	49,8	35,4	49,6	1000	53,4
1250	48,0	34,3	47,8		
1600	47,0	32,6	46,9		
2000	45,7	30,7	45,6	2000	50,5
2500	44,5	29,3	44,3		
3150	43,6	31,9	43,3		
4000	43,0	33,7	42,5	4000	47,1
5000	41,3	31,3	40,8		
6300	36,6	19,5	36,5		
8000	29,2	11,1	29,1	8000	37,3
10000	20,7	9,3	20,4		

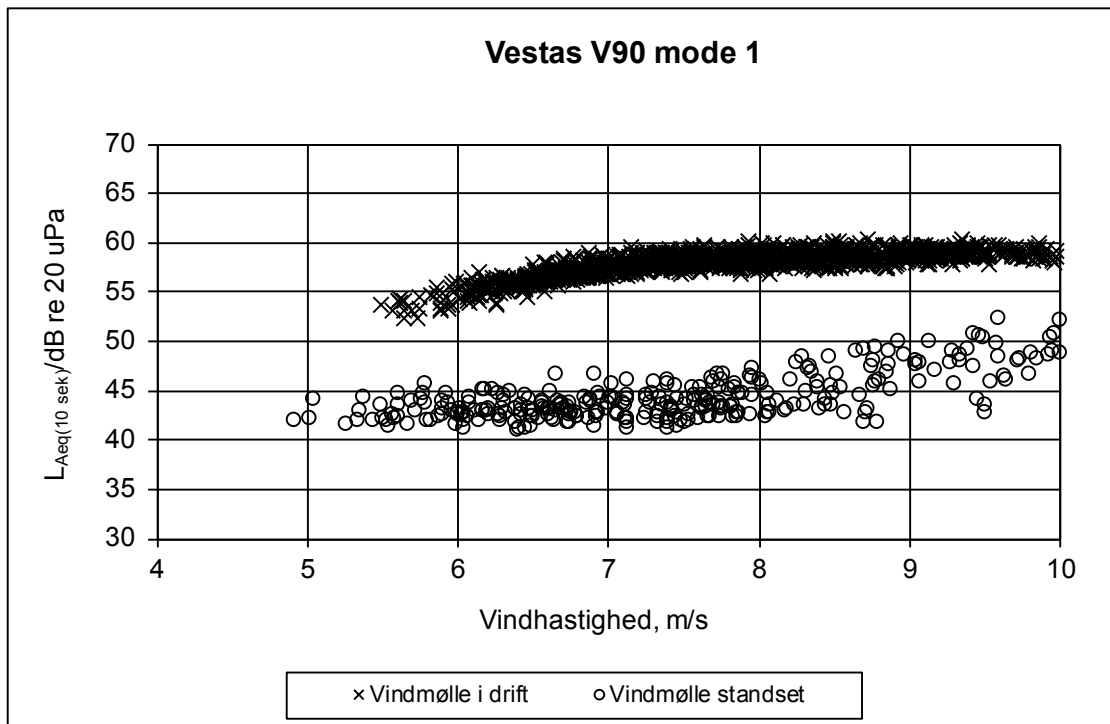


Bilag 14: $L_{Aeq(10 \text{ sek.})}$ Måledata: Totalstøj og baggrundsstøj for T5

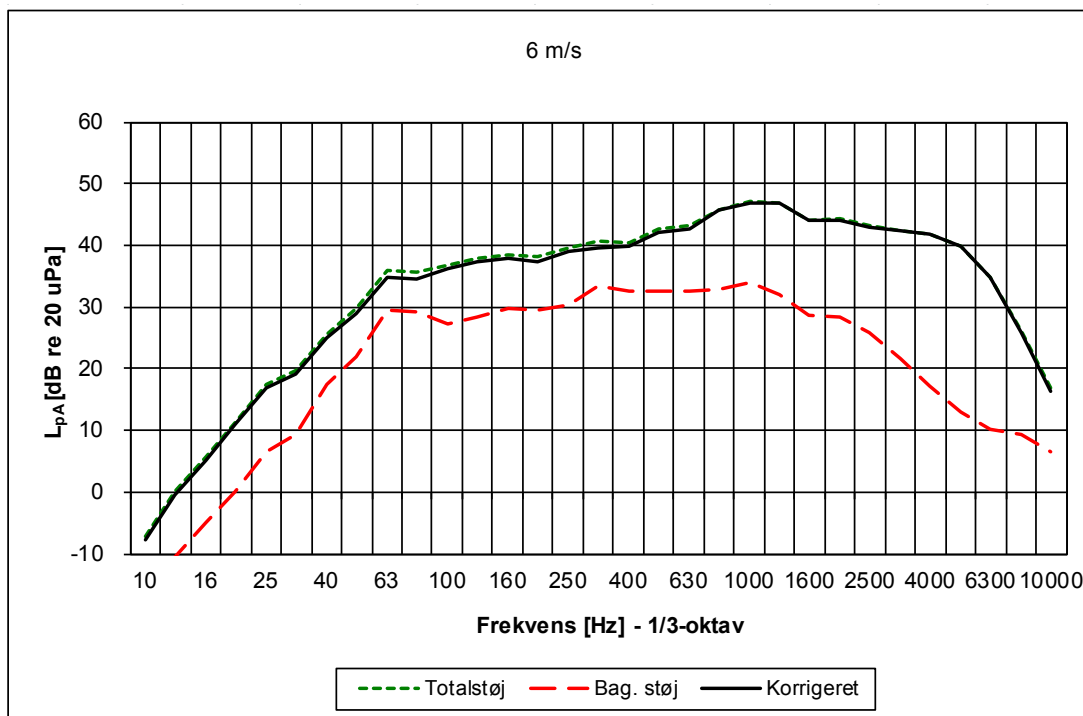
Måleobjekt Vestas V90 mode 1

Pulsen T5

Måledato 17. februar 2014



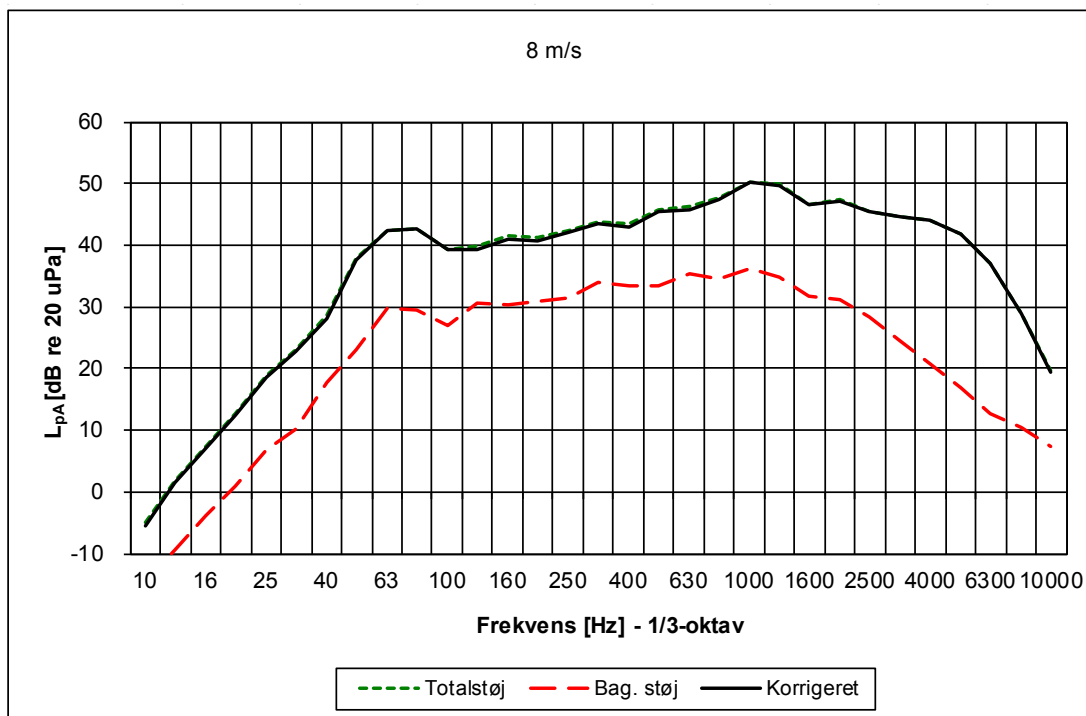
Bilag 15: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 6 m/s for T5



6 m/s	1/3-oktav			1/1-oktav	
Frekvens	Totalstøj	Bag. støj	Korrigeret	Frekvens	Korrigeret
10	-7,2	-16,5	-7,7		
12,5	0,0	-10,4	-0,4		
16	5,6	-5,1	5,2	16	12,2
20	11,3	0,1	11,0		
25	17,3	6,5	16,9		
31,5	19,6	9,4	19,2	31,5	26,5
40	25,6	17,4	24,9		
50	29,7	21,9	28,9		
63	36,0	29,4	34,9	63	38,3
80	35,7	29,1	34,6		
100	36,8	27,2	36,3		
125	37,8	28,2	37,2	125	41,9
160	38,4	29,9	37,8		
200	38,1	29,5	37,4		
250	39,7	30,4	39,1	250	43,6
315	40,6	33,5	39,6		
400	40,5	32,5	39,7		
500	42,5	32,7	42,1	500	46,5
630	43,1	32,5	42,7		
800	45,9	32,8	45,6		
1000	47,0	34,0	46,8	1000	51,2
1250	47,0	32,0	46,8		
1600	44,1	28,7	44,0		
2000	44,2	28,4	44,1	2000	48,5
2500	43,1	25,8	43,0		
3150	42,4	21,8	42,3		
4000	41,7	17,2	41,7	4000	46,2
5000	39,8	12,9	39,8		
6300	34,8	10,2	34,8		
8000	26,0	9,4	25,9	8000	35,4
10000	16,9	6,5	16,4		



Bilag 16: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 8 m/s for T5



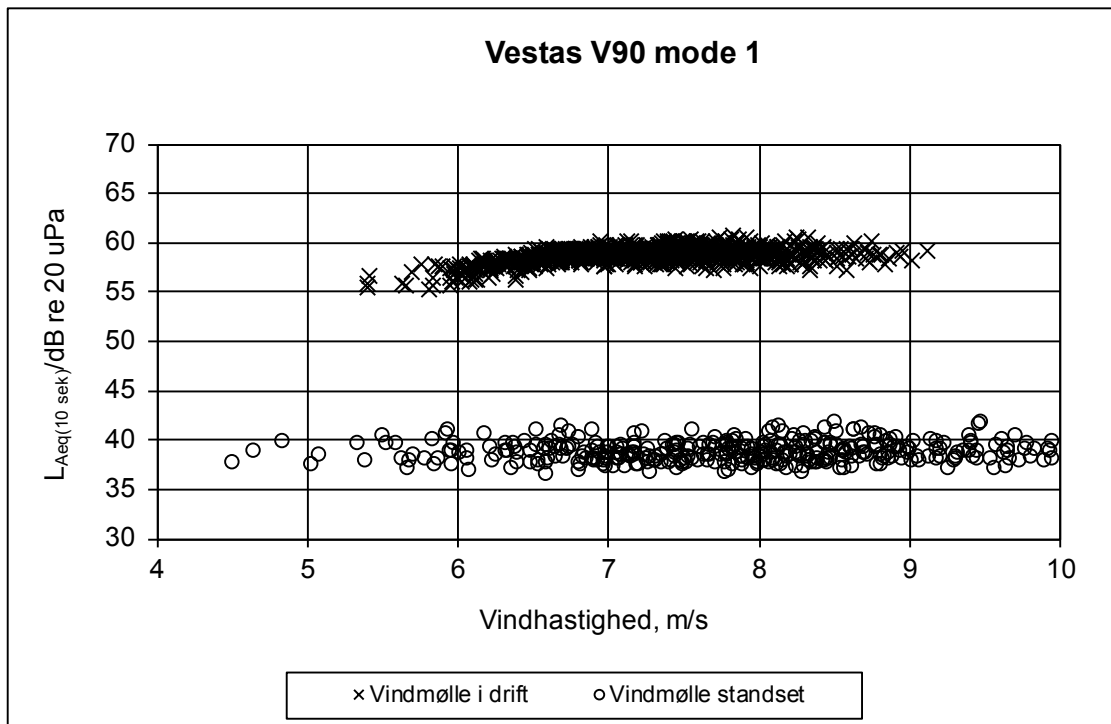
8 m/s Frekvens	1/3-oktav			1/1-oktav	
	Totalstøj	Bag. støj	Korrigeret	Frekvens	Korrigeret
10	-4,9	-14,5	-5,4		
12,5	1,8	-9,3	1,4		
16	7,4	-4,0	7,1	16	13,8
20	12,7	0,8	12,4		
25	18,9	6,8	18,7		
31,5	22,9	10,1	22,7	31,5	29,6
40	28,5	17,6	28,2		
50	37,9	23,1	37,7		
63	42,5	29,7	42,2	63	46,1
80	42,8	29,4	42,6		
100	39,4	27,0	39,2		
125	39,9	30,5	39,3	125	44,7
160	41,4	30,2	41,1		
200	41,2	30,9	40,8		
250	42,4	31,6	42,0	250	47,0
315	43,9	34,1	43,4		
400	43,5	33,4	43,0		
500	45,6	33,4	45,3	500	49,7
630	46,2	35,3	45,8		
800	47,7	34,4	47,5		
1000	50,3	36,2	50,1	1000	54,0
1250	49,8	34,8	49,6		
1600	46,6	31,7	46,5		
2000	47,3	31,1	47,2	2000	51,2
2500	45,4	28,3	45,4		
3150	44,6	24,3	44,5		
4000	43,9	20,8	43,9	4000	48,3
5000	41,8	17,0	41,8		
6300	37,0	12,7	36,9		
8000	28,9	10,4	28,8	8000	37,6
10000	19,7	7,3	19,4		

Bilag 17: $L_{Aeq}(10 \text{ sek.})$ Måledata: Totalstøj og baggrundsstøj for T6

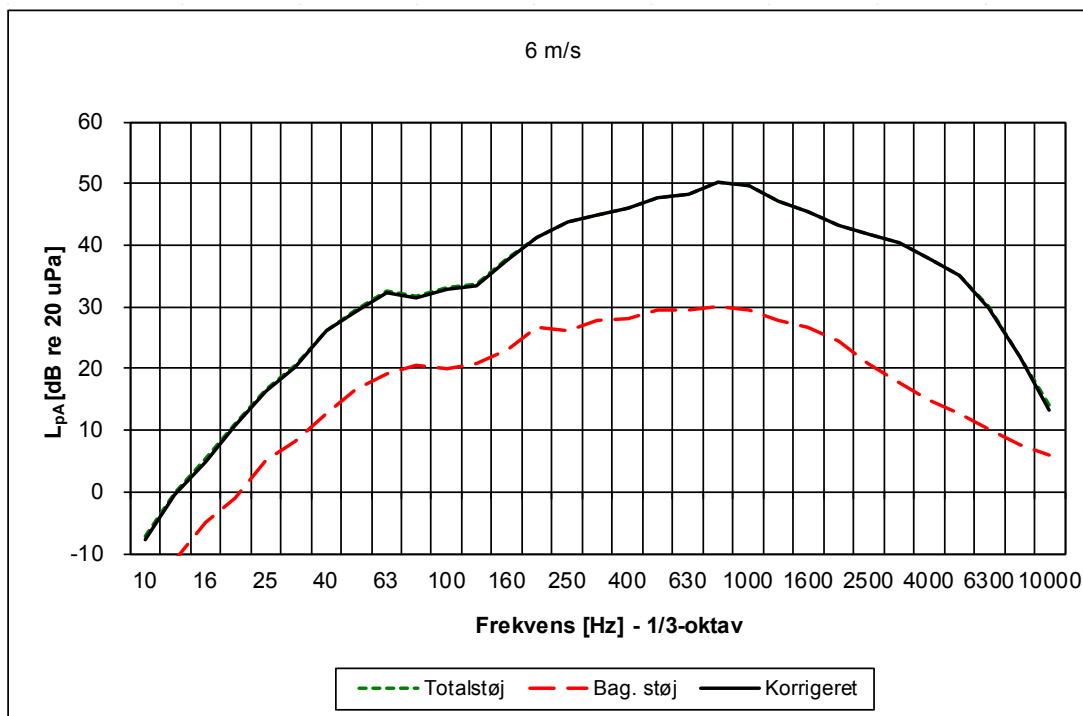
Måleobjekt Vestas V90 mode 1

Pulsen T6

Måledato 20. januar 2014

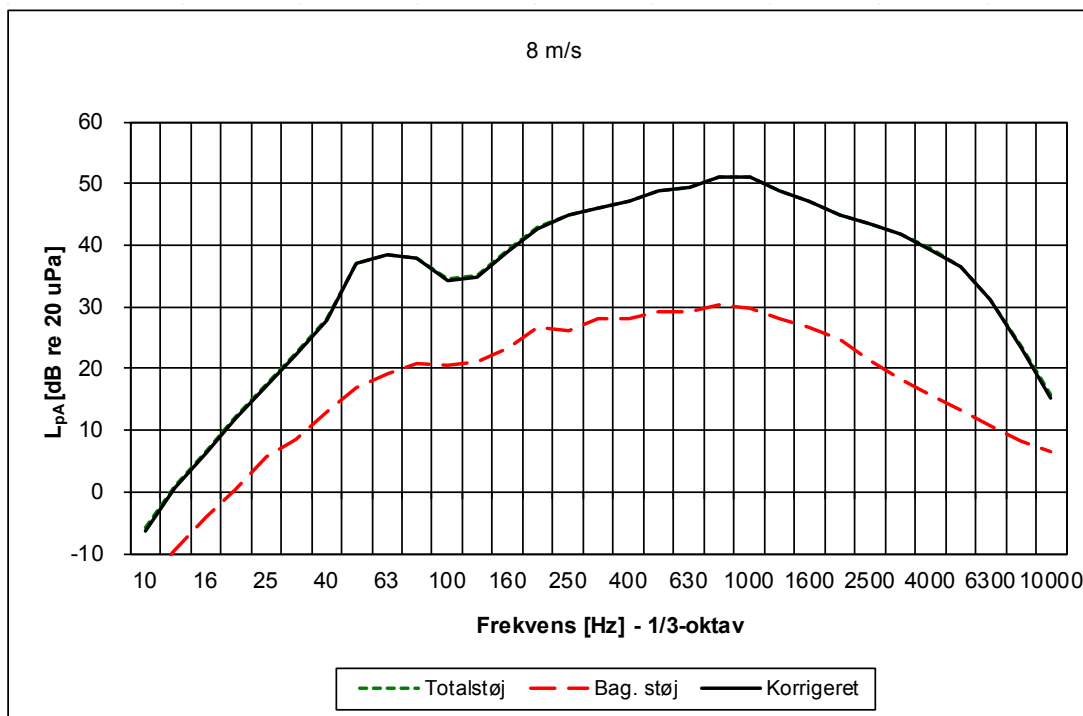


Bilag 18: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 6 m/s for T6



6 m/s	1/3-oktav			1/1-oktav	
Frekvens	Totalstøj	Bag. støj	Korrigeret	Frekvens	Korrigeret
10	-7,1	-16,0	-7,7		
12,5	-0,1	-11,2	-0,5		
16	5,4	-4,9	4,9	16	12,0
20	11,0	-0,9	10,7		
25	16,7	5,2	16,4		
31,5	20,4	8,1	20,1	31,5	27,4
40	26,2	12,7	26,0		
50	29,6	16,6	29,3		
63	32,6	19,2	32,4	63	36,0
80	31,8	20,6	31,5		
100	33,0	20,1	32,8		
125	33,7	20,8	33,5	125	40,0
160	37,9	23,2	37,7		
200	41,3	26,7	41,2		
250	43,7	26,1	43,7	250	48,2
315	44,8	27,9	44,7		
400	46,1	28,0	46,0		
500	47,8	29,4	47,8	500	52,2
630	48,2	29,4	48,2		
800	50,1	30,1	50,1		
1000	49,6	29,5	49,6	1000	53,9
1250	47,2	27,8	47,1		
1600	45,6	26,6	45,5		
2000	43,3	24,5	43,2	2000	48,6
2500	41,9	20,7	41,9		
3150	40,3	17,6	40,3		
4000	38,0	15,0	37,9	4000	43,1
5000	35,2	12,6	35,2		
6300	29,9	10,2	29,9		
8000	22,0	7,6	21,8	8000	30,6
10000	14,1	6,1	13,3		

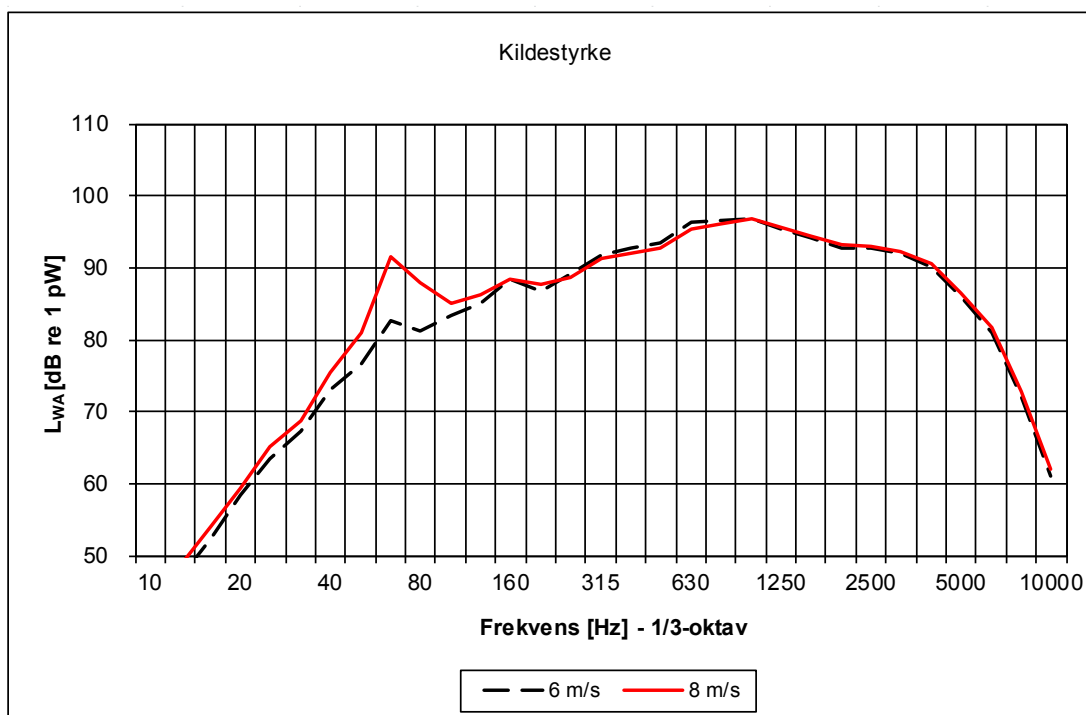
Bilag 19: Totalstøj, baggrundsstøj og korrigeret totalstøj ved 8 m/s for T6



8 m/s Frekvens	1/3-oktav			1/1-oktav	
	Totalstøj	Bag. støj	Korrigeret	Frekvens	Korrigeret
10	-5,8	-14,8	-6,4		
12,5	1,1	-9,6	0,7		
16	6,6	-4,2	6,2	16	13,1
20	12,1	0,3	11,8		
25	17,6	5,8	17,3		
31,5	22,3	8,4	22,2	31,5	29,2
40	28,0	12,9	27,9		
50	36,9	16,8	36,9		
63	38,5	19,1	38,5	63	42,6
80	38,0	20,8	37,9		
100	34,4	20,5	34,2		
125	35,1	21,2	34,9	125	41,4
160	39,2	23,2	39,1		
200	42,8	26,6	42,7		
250	44,9	26,1	44,9	250	49,5
315	46,0	27,9	45,9		
400	47,1	28,0	47,0		
500	48,9	29,1	48,9	500	53,3
630	49,4	29,3	49,4		
800	51,0	30,3	50,9		
1000	51,1	29,7	51,1	1000	55,1
1250	48,8	28,1	48,7		
1600	47,0	26,7	47,0		
2000	45,0	24,8	45,0	2000	50,1
2500	43,4	21,4	43,4		
3150	41,7	18,4	41,7		
4000	39,4	15,8	39,4	4000	44,4
5000	36,5	13,3	36,5		
6300	31,3	10,7	31,2		
8000	23,6	8,1	23,4	8000	32,0
10000	15,8	6,5	15,2		

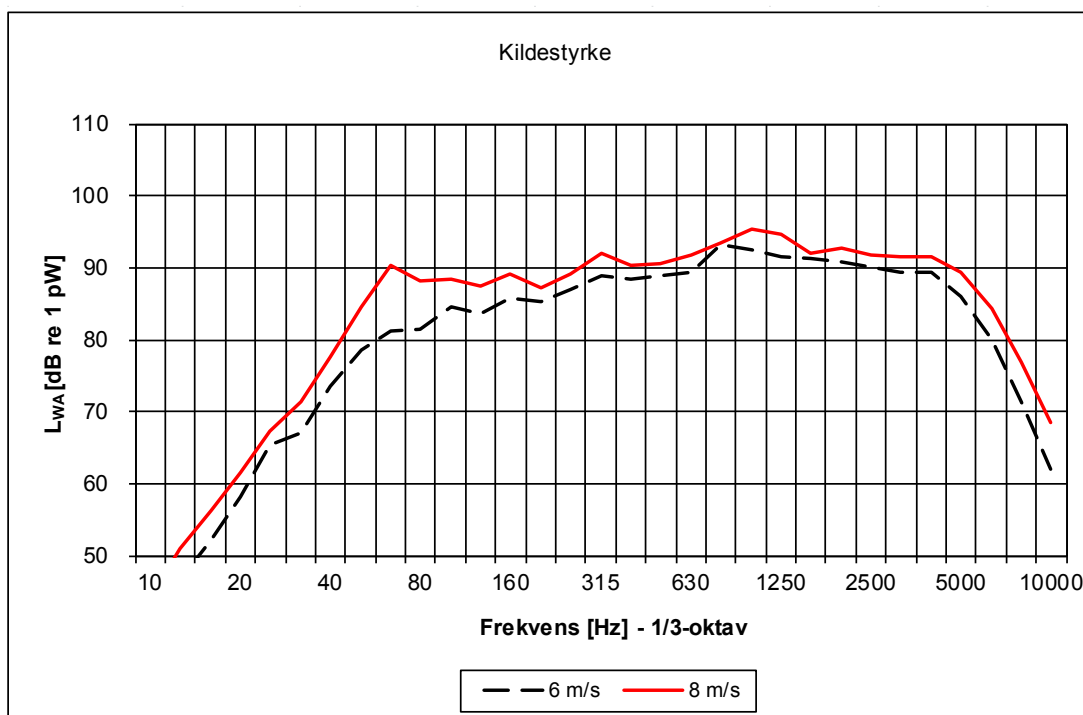


Bilag 20: Vindmøllens kildestyrke, L_{WA} , ved 6 m/s og 8 m/s for T1



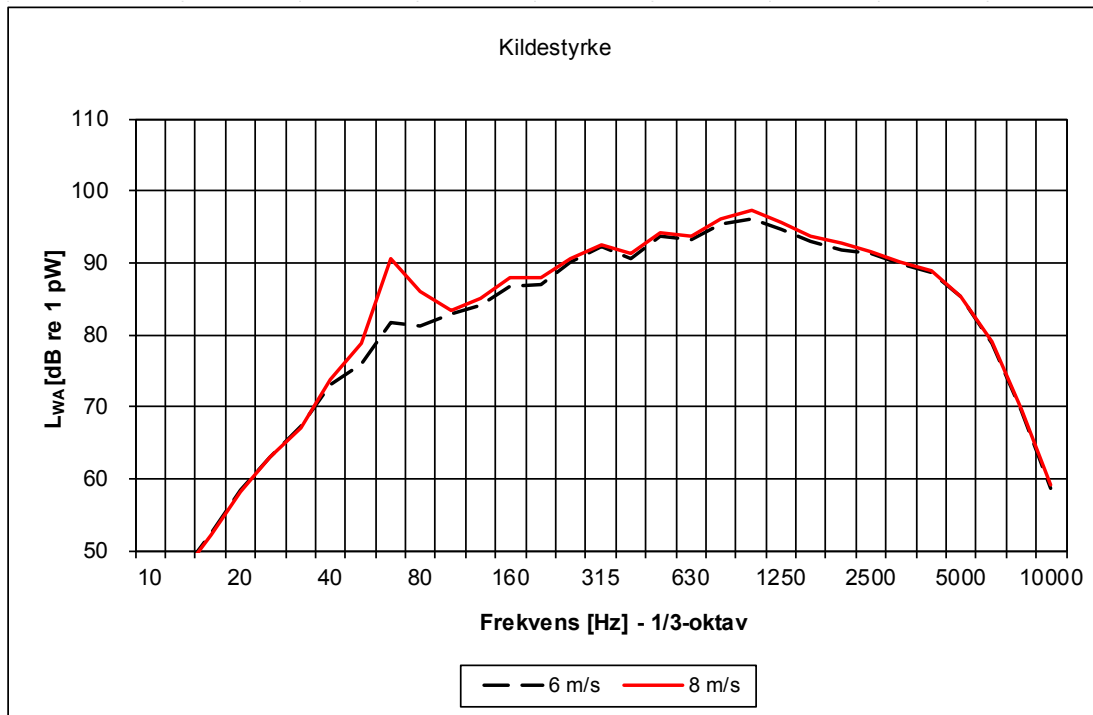
Kildestyrke	6 m/s	8 m/s	6 m/s	8 m/s
10	39,7	41,0		
12,5	47,0	48,5		
16	52,5	54,1	59,6	60,8
20	58,4	59,5		
25	63,4	65,0		
31,5	67,2	68,7	74,5	76,6
40	73,2	75,5		
50	76,5	81,0		
63	82,7	91,4	85,6	93,2
80	81,2	87,8		
100	83,3	85,0		
125	85,1	86,2	90,9	91,5
160	88,4	88,4		
200	86,6	87,7		
250	89,2	88,5	94,5	94,2
315	91,8	91,2		
400	92,7	92,0		
500	93,4	92,8	99,1	98,4
630	96,2	95,3		
800	96,7	96,1		
1000	96,8	96,7	101,1	101,0
1250	95,4	95,7		
1600	94,2	94,3		
2000	92,8	93,2	98,0	98,3
2500	92,7	92,9		
3150	92,0	92,2		
4000	90,1	90,5	94,8	95,1
5000	86,0	86,5		
6300	80,9	81,6		
8000	72,1	72,7	81,5	82,2
10000	61,0	62,1		
LWA	105,4	105,5		

Bilag 21: Vindmøllens kildestyrke, L_{WA} , ved 6 m/s og 8 m/s for T2



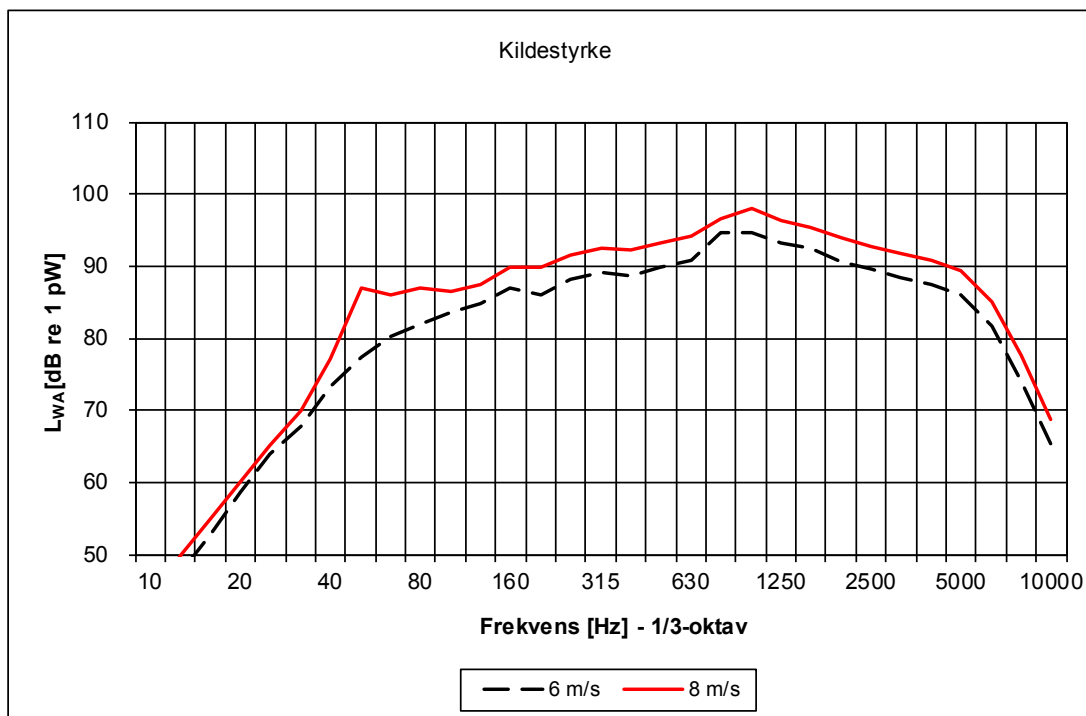
Kildestyrke	6 m/s	8 m/s	6 m/s	8 m/s
10	39,6	44,2		
12,5	46,6	50,9		
16	52,2	56,3	59,4	63,0
20	58,1	61,6		
25	65,3	67,3		
31,5	67,1	71,4	74,9	78,9
40	73,5	77,6		
50	78,5	84,6		
63	81,1	90,3	85,3	93,0
80	81,5	88,1		
100	84,6	88,4		
125	83,6	87,5	89,5	93,1
160	85,8	89,0		
200	85,2	87,2		
250	87,0	89,1	92,0	94,7
315	88,8	92,0		
400	88,4	90,4		
500	88,8	90,5	93,6	95,7
630	89,3	91,7		
800	93,2	93,4		
1000	92,5	95,3	97,2	99,3
1250	91,6	94,7		
1600	91,2	92,0		
2000	90,7	92,6	95,5	96,9
2500	90,1	91,7		
3150	89,4	91,5		
4000	89,2	91,5	93,3	95,6
5000	86,1	89,2		
6300	80,0	84,3		
8000	71,4	76,8	80,6	85,1
10000	62,0	68,5		
LWA	102,1	104,5		

Bilag 22: Vindmøllens kildestyrke, L_{WA} , ved 6 m/s og 8 m/s for T3



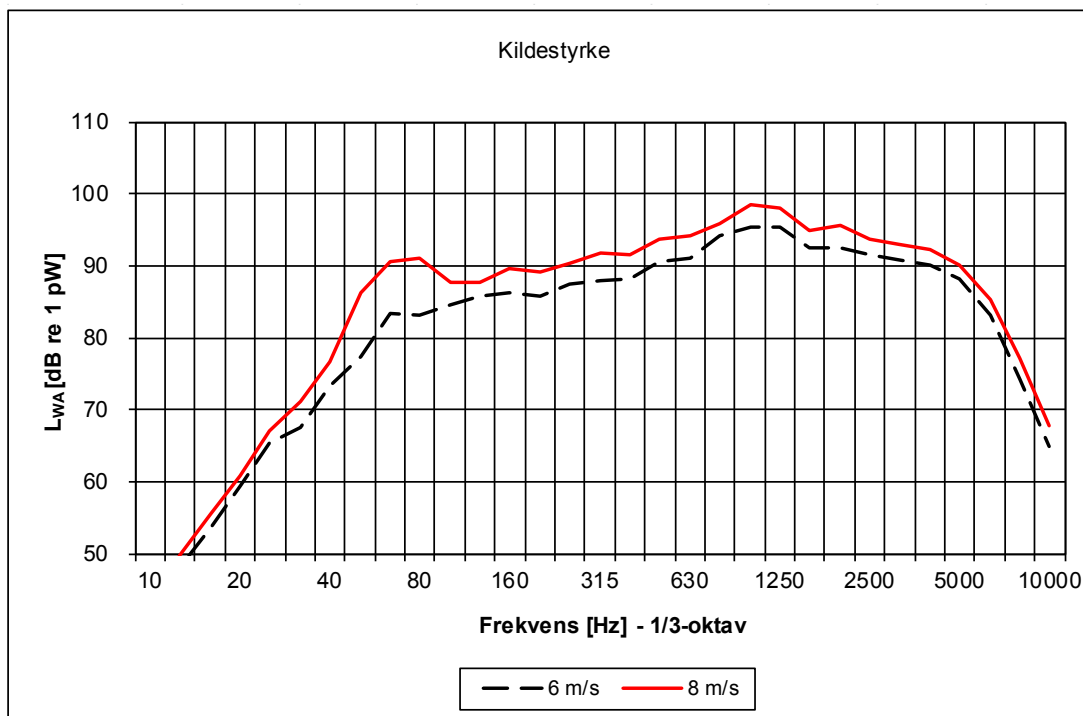
Kildestyrke	6 m/s	8 m/s	6 m/s	8 m/s
10	39,4	39,0		
12,5	46,6	46,3		
16	52,3	52,1	59,6	59,3
20	58,4	58,1		
25	63,1	63,0		
31,5	67,2	67,0	74,4	74,9
40	73,1	73,8		
50	76,0	78,7		
63	81,6	90,6	85,1	92,1
80	81,3	86,1		
100	82,8	83,4		
125	84,0	85,0	89,6	90,7
160	86,8	88,0		
200	86,9	88,0		
250	90,0	90,6	95,0	95,5
315	92,2	92,4		
400	90,6	91,2		
500	93,6	94,2	97,4	97,9
630	93,1	93,6		
800	95,5	96,0		
1000	96,1	97,2	100,3	101,1
1250	94,7	95,5		
1600	92,9	93,6		
2000	91,7	92,8	96,8	97,5
2500	91,2	91,6		
3150	89,8	90,1		
4000	88,7	88,9	93,1	93,3
5000	85,2	85,3		
6300	78,8	79,0		
8000	69,4	69,8	79,3	79,5
10000	58,7	59,1		
LWA	104,4	105,2		

Bilag 23: Vindmøllens kildestyrke, L_{WA} , ved 6 m/s og 8 m/s for T4



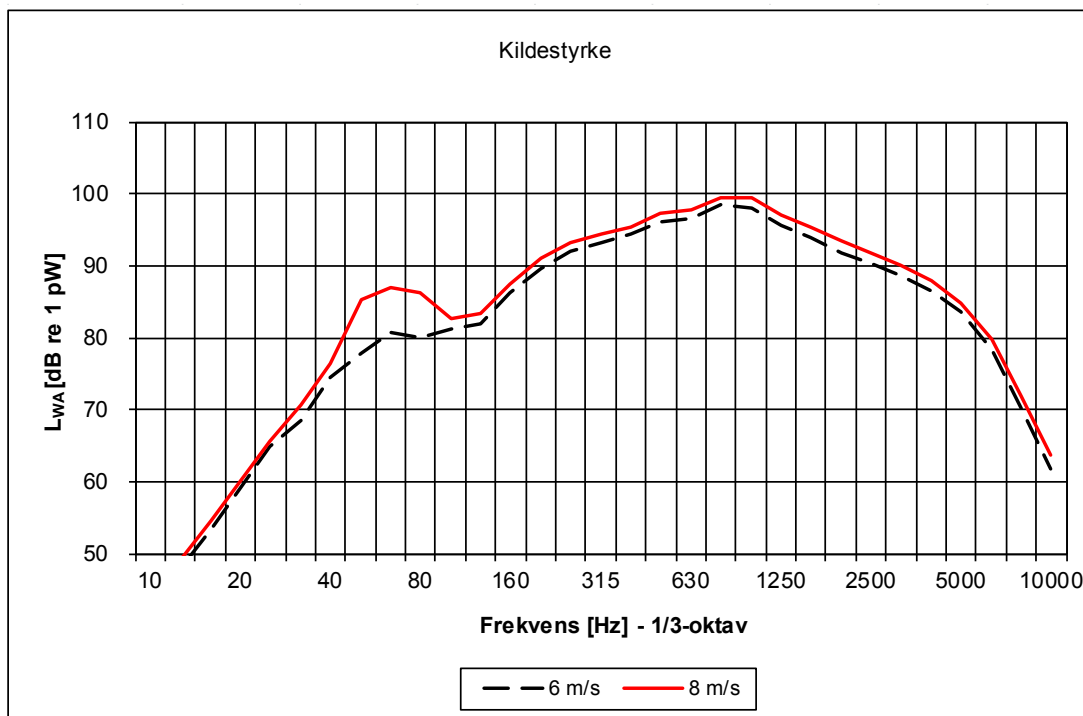
Kildestyrke	6 m/s	8 m/s	6 m/s	8 m/s
10	39,9	43,4		
12,5	47,3	49,7		
16	53,0	55,2	59,9	61,7
20	58,6	60,2		
25	63,9	65,2		
31,5	67,9	69,9	74,7	78,1
40	73,3	77,1		
50	77,5	87,0		
63	80,1	85,9	84,9	91,4
80	81,9	87,0		
100	83,5	86,4		
125	84,7	87,3	90,1	92,9
160	87,0	90,0		
200	86,0	89,8		
250	88,1	91,4	92,7	96,2
315	89,1	92,6		
400	88,5	92,3		
500	89,8	93,3	94,6	98,1
630	90,8	94,1		
800	94,7	96,6		
1000	94,7	98,0	99,0	101,8
1250	93,3	96,2		
1600	92,5	95,3		
2000	90,6	94,0	95,8	98,9
2500	89,6	92,7		
3150	88,4	91,7		
4000	87,5	90,9	92,2	95,5
5000	86,0	89,2		
6300	81,7	85,0		
8000	74,1	77,5	82,5	85,8
10000	65,4	68,8		
LWA	103,0	106,1		

Bilag 24: Vindmøllens kildestyrke, L_{WA} , ved 6 m/s og 8 m/s for T5



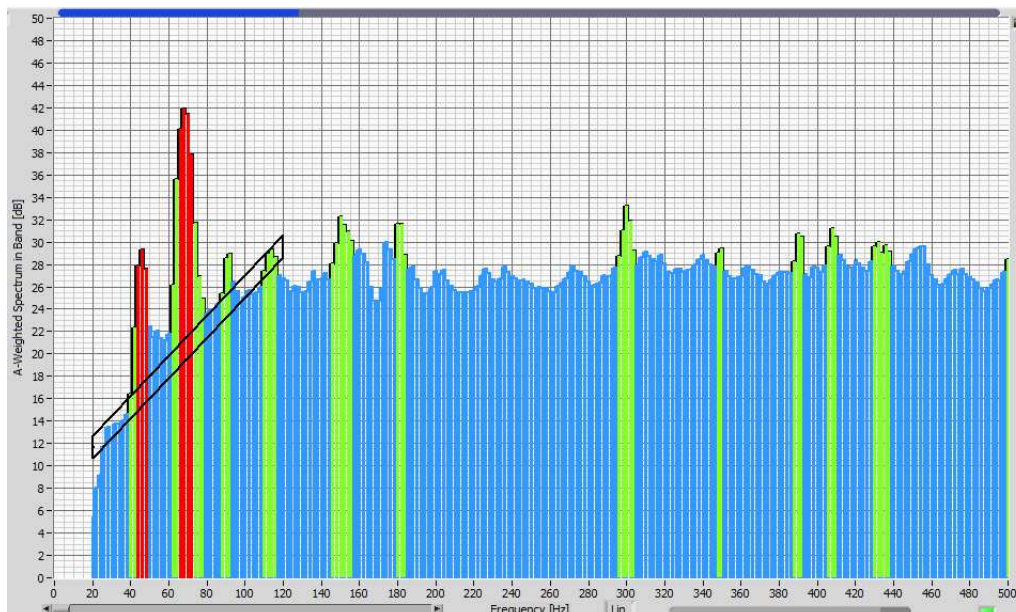
Kildestyrke	6 m/s	8 m/s	6 m/s	8 m/s
10	40,7	43,0		
12,5	48,0	49,9		
16	53,6	55,5	60,7	62,2
20	59,4	60,8		
25	65,4	67,1		
31,5	67,6	71,1	74,9	78,0
40	73,3	76,6		
50	77,3	86,1		
63	83,3	90,6	86,7	94,5
80	83,0	91,0		
100	84,7	87,6		
125	85,7	87,8	90,3	93,1
160	86,2	89,5		
200	85,9	89,2		
250	87,5	90,4	92,0	95,4
315	88,0	91,8		
400	88,2	91,5		
500	90,5	93,7	94,9	98,1
630	91,2	94,3		
800	94,1	95,9		
1000	95,2	98,5	99,7	102,4
1250	95,2	98,1		
1600	92,4	94,9		
2000	92,5	95,6	96,9	99,6
2500	91,4	93,8		
3150	90,7	93,0		
4000	90,1	92,3	94,6	96,8
5000	88,2	90,2		
6300	83,2	85,4		
8000	74,3	77,2	83,8	86,0
10000	64,9	67,8		
LWA	103,7	106,7		

Bilag 25: Vindmøllens kildestyrke, L_{WA} , ved 6 m/s og 8 m/s for T6



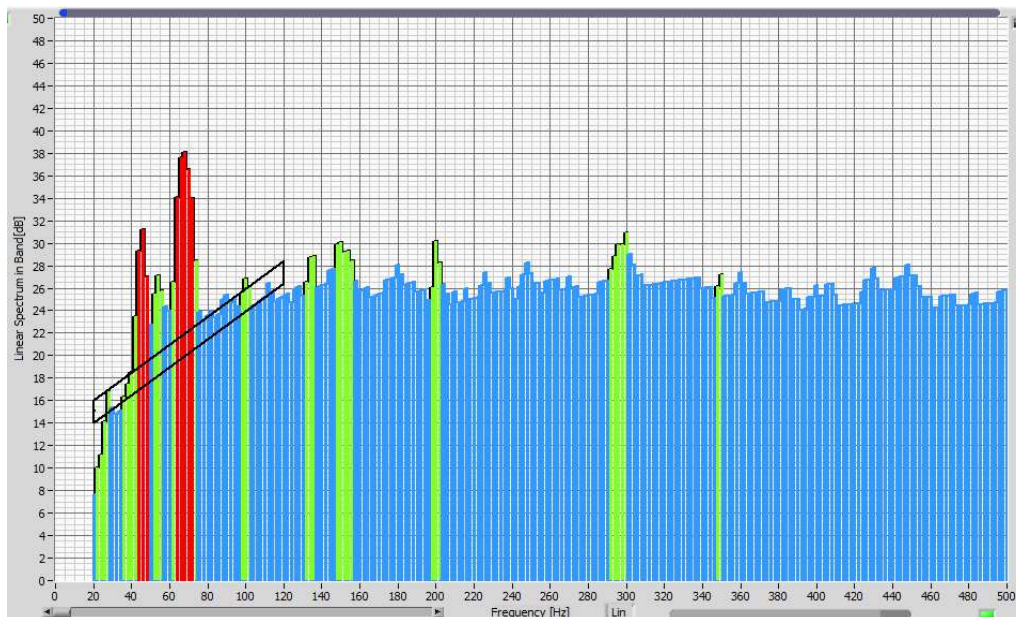
Kildestyrke	6 m/s	8 m/s	6 m/s	8 m/s
10	40,7	42,1		
12,5	48,0	49,1		
16	53,3	54,6	60,4	61,5
20	59,1	60,2		
25	64,8	65,7		
31,5	68,5	70,6	75,8	77,6
40	74,5	76,3		
50	77,8	85,3		
63	80,8	86,9	84,4	91,0
80	79,9	86,3		
100	81,2	82,7		
125	81,9	83,3	88,4	89,8
160	86,1	87,5		
200	89,6	91,1		
250	92,1	93,3	96,6	97,9
315	93,2	94,3		
400	94,4	95,4		
500	96,2	97,3	100,6	101,7
630	96,6	97,8		
800	98,5	99,3		
1000	98,0	99,5	102,3	103,6
1250	95,5	97,1		
1600	93,9	95,4		
2000	91,7	93,4	97,0	98,6
2500	90,3	91,8		
3150	88,7	90,1		
4000	86,4	87,8	91,5	92,9
5000	83,6	84,9		
6300	78,3	79,7		
8000	70,3	71,9	79,0	80,4
10000	61,7	63,6		
LWA	106,1	107,4		

Bilag 26: Tonalitet i 125 m afstand på plade; 70 Hz - Vindmølle T1



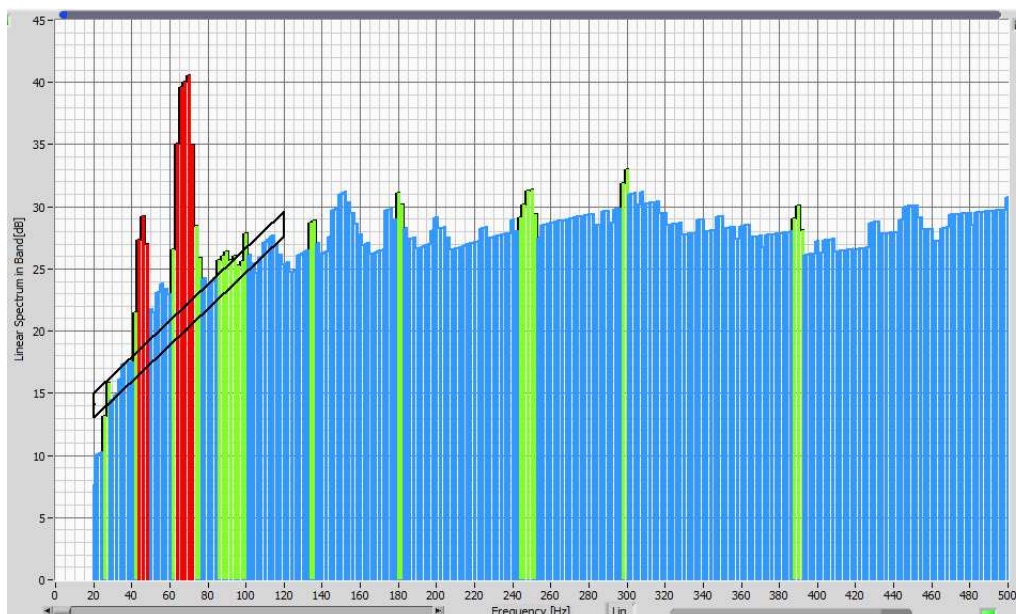
Måleobjekt	Turbine 1 i Pulsen Vindmøllepark	
Måledato	28. november 2013	
Analyseværktøj	NoiseLAB Batchprocessor 3.1.1.4	
Måleforskrift	Vindmøllebekendtgørelsen nr. 1284 af 15. december 2011	
Analyseparametre		
Måletidsrum	1 minut	
Tidsvægtning	Hanning	
Frekvensvægtning	A	
Analysebandbredde	2 Hz	
Beregning af tonehørbarhed		
Regressionsinterval	1,0 x kritisk bånd	
Dominerende kritisk 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	68 Hz	44,8 dB
Tone nr. 2	46 Hz	31,3 dB
	$L_{p,tone}$	45,0 dB
	$L_{p,krit.støj}$	38,4 dB
	ΔL_{ts}	6,6 dB
Kriterieværdi, $\Delta L_{ts,kriterie}$	4,5 dB	
Tonetillæg	5 dB	
Andre kritiske bånd med tonetillæg ($f_{c,krit}$):	Ingen	

Bilag 27: Tonalitet i 125 m afstand på plade; 70 Hz - Vindmølle T2



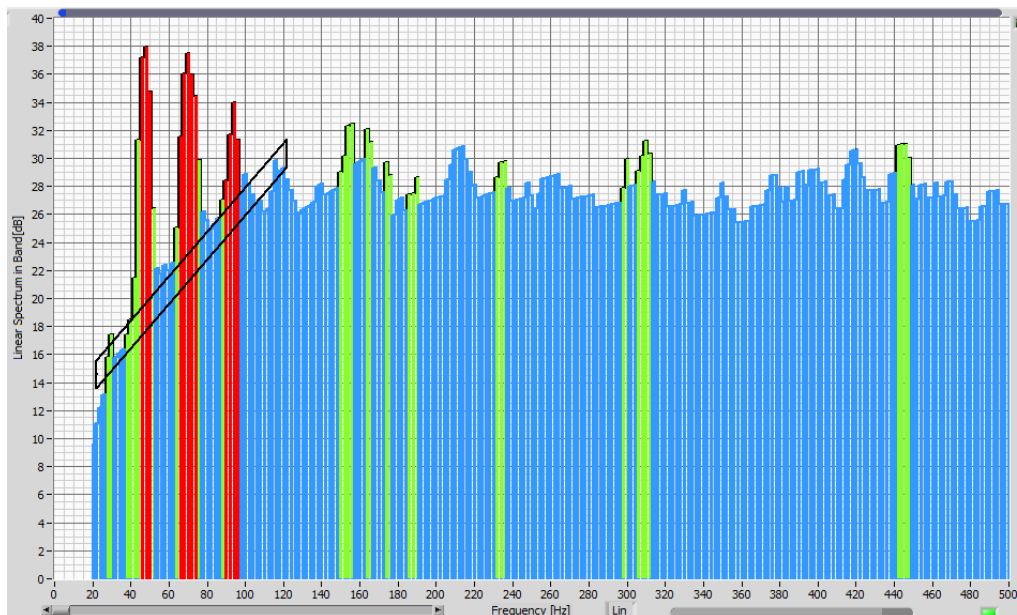
Måleobjekt	Turbine 2 i Pulsen Vindmøllepark	
Måledato	4. februar 2014	
Analyseværktøj	NoiseLAB Batchprocessor 3.1.1.4	
Måleforskrift	Vindmøllebekendtgørelsen nr. 1284 af 15. december 2011	
Analyseparametre		
Måletidsrum	1 minut	
Tidsvægtning	Hanning	
Frekvensvægtning	A	
Analysebåndbredde	2 Hz	
Beregning af tonehørbarhed		
Regressionsinterval	1,0 x kritisk bånd	
Dominerende kritisk 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	68 Hz	41,6 dB
Tone nr. 2	46 Hz	32,5 dB
	$L_{p, tone}$	42,1 dB
	$L_{p, krit. støj}$	37,7 dB
	ΔL_{ts}	4,4 dB
Kriterieværdi, $\Delta L_{ts, kriterie}$	4,5 dB	
Tonetillæg	0 dB	
Andre kritiske bånd med tonetillæg ($f_{c, krit}$):	Ingen	

Bilag 28: Tonalitet i 125 m afstand på plade; 70 Hz - Vindmølle T3



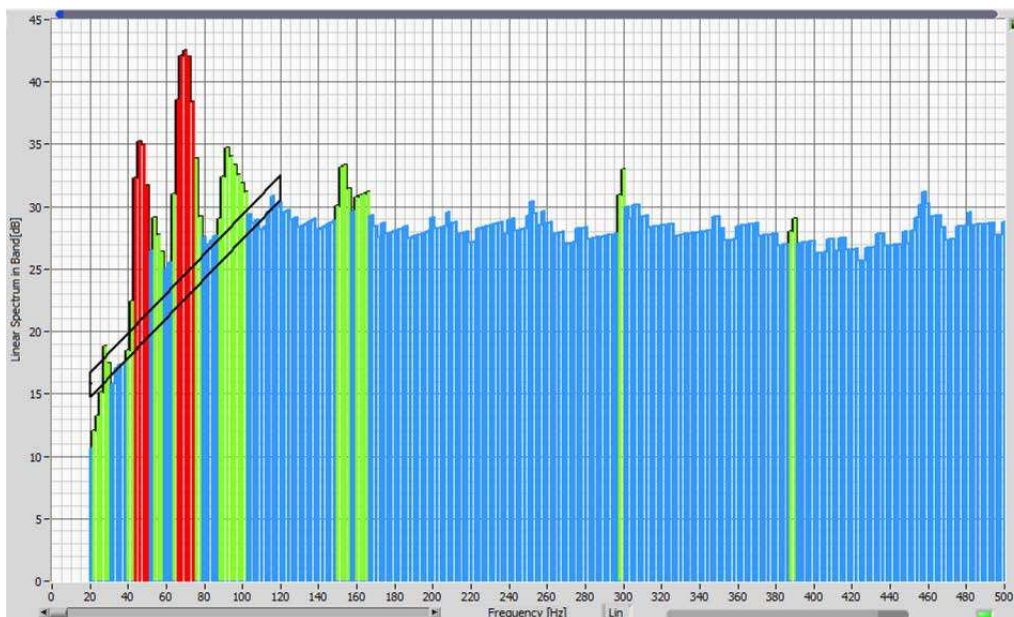
Måleobjekt	Turbine 3 i Pulsen Vindmøllepark	
Måledato	28. november 2013	
Analyseværktøj	NoiseLAB Batchprocessor 3.1.1.4	
Måleforskrift	Vindmøllebekendtgørelsen nr. 1284 af 15. december 2011	
Analyseparametre		
Måletidsrum	1 minut	
Tidsvægtning	Hanning	
Frekvensvægtning	A	
Analysebandbredde	2 Hz	
Beregning af tonehørbarhed		
Regressionsinterval	1,0 x kritisk bånd	
Dominerende kritisk 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	70 Hz 43,9 dB
	Tone nr. 2	46 Hz 30,9 dB
	$L_{p, tone}$	44,1 dB
	$L_{p, krit. støj}$	38,3 dB
	ΔL_{ts}	5,8 dB
Kriterieværdi, $\Delta L_{ts, kriterie}$	4,5 dB	
Tonetillæg	5 dB	
Andre kritiske bånd med tonetillæg ($f_{c, krit}$):	Ingen	

Bilag 29: Tonalitet i 125 m afstand på plade; 72 Hz - Vindmølle T4



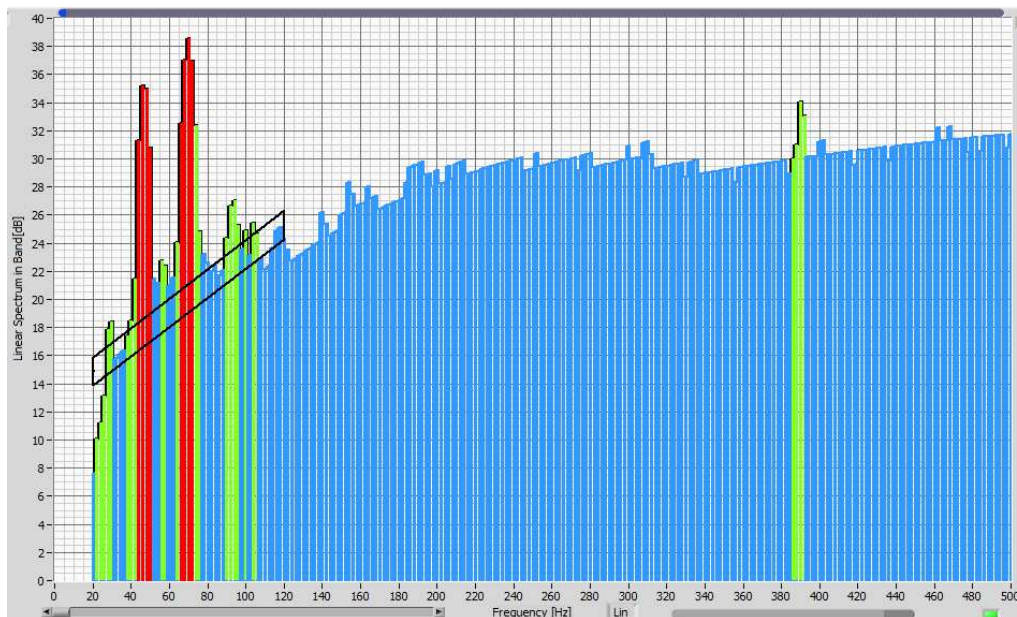
Måleobjekt	Turbine 4 i Pulsen Vindmøllepark	
Måledato	18. marts 2014	
Analyseværktøj	NoiseLAB Batchprocessor 3.1.1.4	
Måleforskrift	Vindmøllebekendtgørelsen nr. 1284 af 15. december 2011	
Analyseparametre		
Måletidsrum	1 minut	
Tidsvægtning	Hanning	
Frekvensvægtning	A	
Analysebandbredde	2 Hz	
Beregning af tonehørbarhed		
Regressionsinterval	1,0 x kritisk bånd	
Dominerende kritisk bånd	22 Hz – 122 Hz	
Bredde af kritisk bånd	100 Hz	
Centerfrekvens, $f_{c,krit}$	72 Hz	
Toner i kritisk bånd:	Frekvens	$L_{p, tone}$ (nr. i)
	Tone nr. 1	70 Hz 40,7 dB
	Tone nr. 2	48 Hz 39,8 dB
	Tone nr. 3	94 Hz 36,0 dB
	$L_{p, tone}$	44,1 dB
	$L_{p, krit. støj}$	39,7 dB
	ΔL_{ts}	4,4 dB
Kriterieværdi, $\Delta L_{ts, kriterie}$	4,5 dB	
Tonetillæg	0 dB	
Andre kritiske bånd med tonetillæg ($f_{c,krit}$):	Ingen	

Bilag 30: Tonalitet i 125 m afstand på plade; 70 Hz - Vindmølle T5



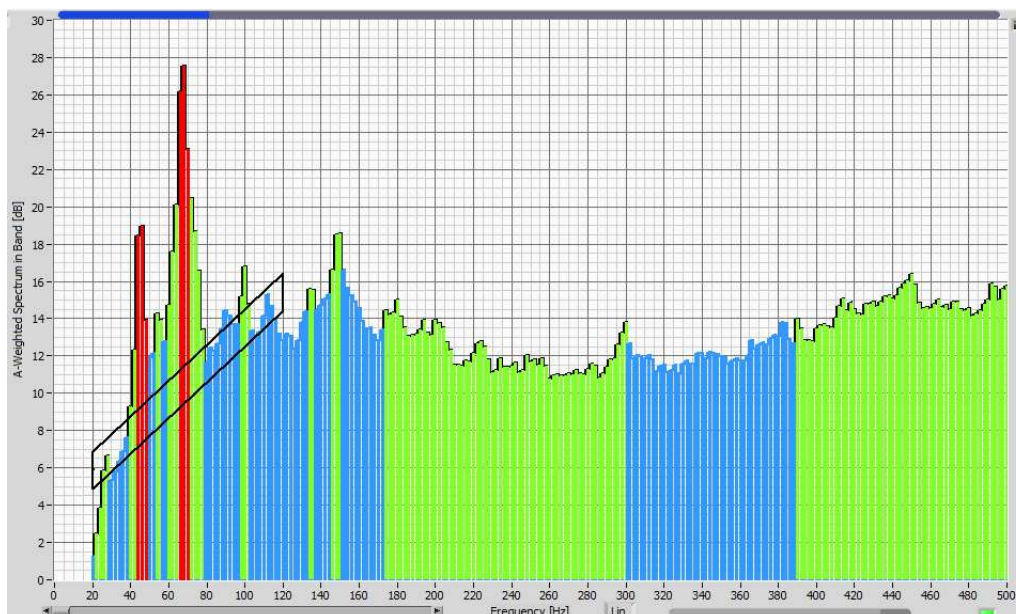
Måleobjekt	Turbine 5 i Pulsen Vindmøllepark	
Måledato	17. februar 2014	
Analyseværktøj	NoiseLAB Batchprocessor 3.1.1.4	
Måleforskrift	Vindmøllebekendtgørelsen nr. 1284 af 15. december 2011	
Analyseparametre		
Måletidsrum	1 minut	
Tidsvægtning	Hanning	
Frekvensvægtning	A	
Analysebandbredde	2 Hz	
Beregning af tonehørbarhed		
Regressionsinterval	1,0 x kritisk bånd	
Dominerende kritisk 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	70 Hz	46,3 dB
Tone nr. 2	46 Hz	38,1 dB
	$L_{p, tone}$	46,9 dB
	$L_{p, krit. støj}$	40,9 dB
	ΔL_{ts}	6,0 dB
Kriterieværdi, $\Delta L_{ts, kriterie}$	4,5 dB	
Tonetillæg	5 dB	
Andre kritiske bånd med tonetillæg ($f_{c,krit}$):	Ingen	

Bilag 31: Tonalitet i 125 m afstand på plade; 70 Hz - Vindmølle T6



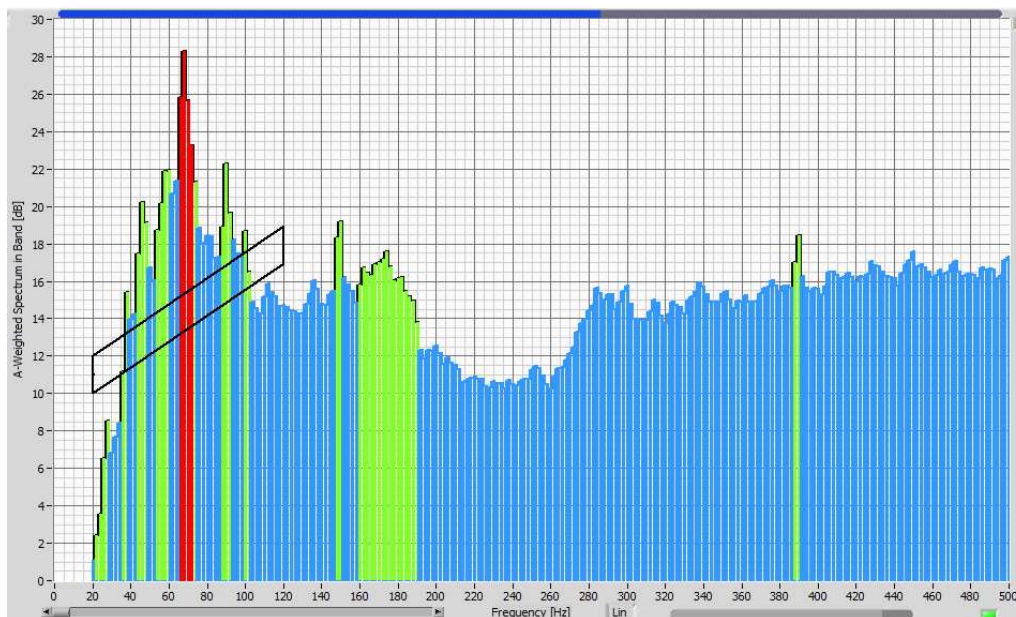
Måleobjekt	Turbine 6 i Pulsen Vindmøllepark	
Måledato	20. januar 2014	
Analyseværktøj	NoiseLAB Batchprocessor 3.1.1.4	
Måleforskrift	Vindmøllebekendtgørelsen nr. 1284 af 15. december 2011	
Analyseparametre		
Måletidsrum	1 minut	
Tidsvægtning	Hanning	
Frekvensvægtning	A	
Analysebåndbredde	2 Hz	
Beregning af tonehørbarhed		
Regressionsinterval	1,0 x kritisk bånd	
Dominerende kritisk 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	70 Hz	41,0 dB
Tone nr. 2	46 Hz	37,8 dB
	$L_{p, tone}$	42,7 dB
	$L_{p, krit. støj}$	36,2 dB
	ΔL_{ts}	6,5 dB
Kriterieværdi, $\Delta L_{ts, kriterie}$	4,5 dB	
Tonetillæg	5 dB	
Andre kritiske bånd med tonetillæg ($f_{c,krit}$):	Ingen	

Bilag 32: Tonalitet i punkt 1 – 500 m vest for vindmølle T1; 70 Hz



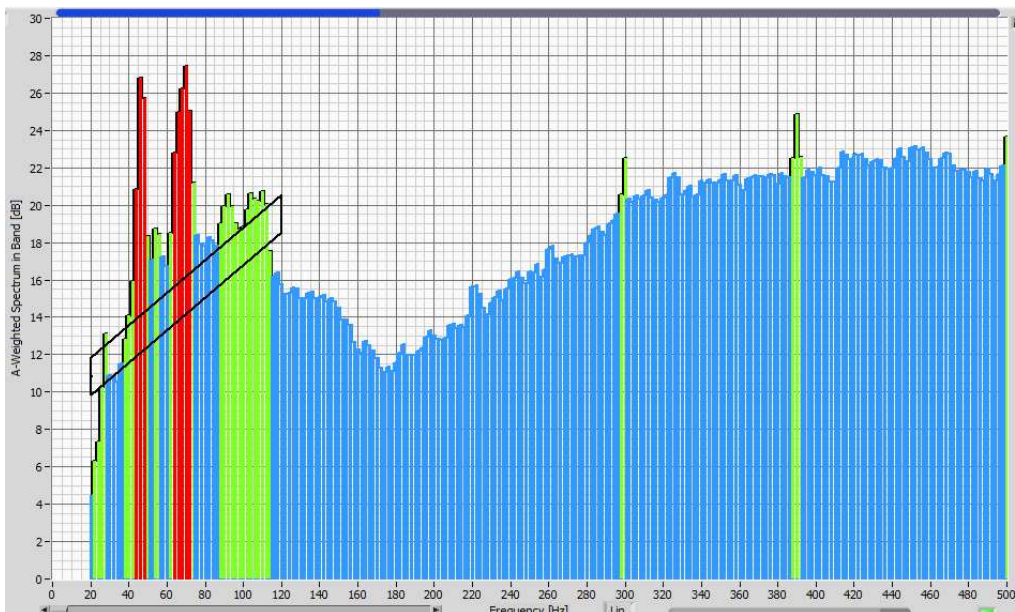
Måleobjekt	500 m vest for Turbine 1 i Pulsen Vindmøllepark	
Måledato	26. marts 2014	
Analyseværktøj	NoiseLAB Batchprocessor 3.1.1.4	
Måleforskrift	Vindmøllebekendtgørelsen nr. 1284 af 15. december 2011	
Analyseparametre		
Måletidsrum	1 minut	
Tidsvægtning	Hanning	
Frekvensvægtning	A	
Analysebandbredde	2 Hz	
Beregning af tonehørbarhed		
Regressionsinterval	1,0 x kritisk bånd	
Dominerende kritisk 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	68 Hz	29,0 dB
Tone nr. 2	46 Hz	20,6 dB
	$L_{p, tone}$	29,6 dB
	$L_{p, krit. støj}$	26,6 dB
	ΔL_{ts}	3,0 dB
Kriterieværdi, $\Delta L_{ts, kriterie}$	4,5 dB	
Tonetillæg	0 dB	
Andre kritiske bånd med tonetillæg ($f_{c,krit}$):	Ingen	

Bilag 33: Tonalitet i punkt 2 – 575 m vest for vindmølle T3; 70 Hz



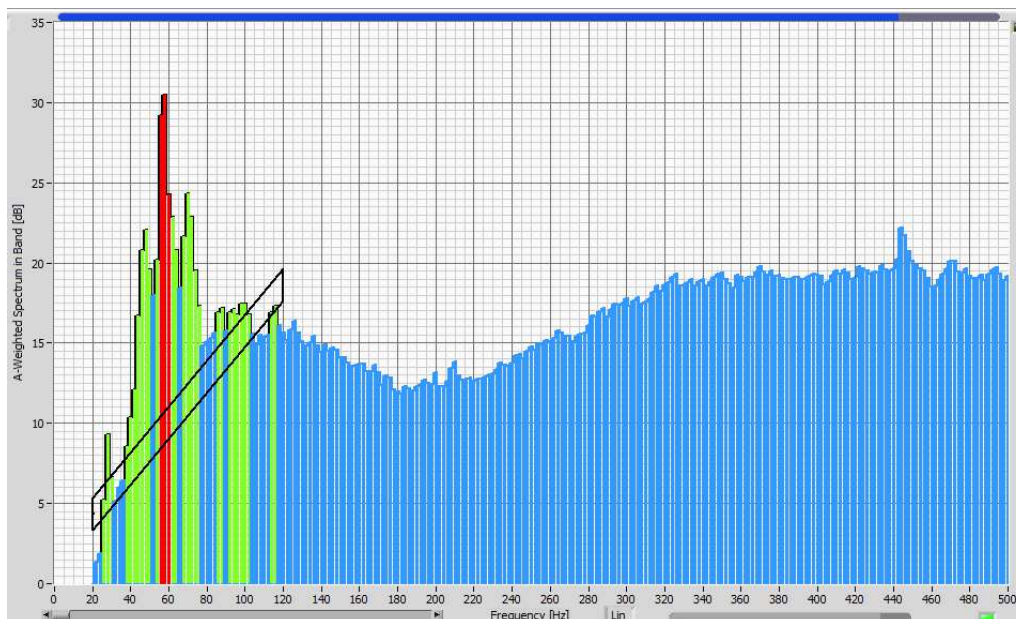
Måleobjekt	575 m vest for Turbine 3 i Pulsen Vindmøllepark	
Måledato	26. marts 2014	
Analyseværktøj	NoiseLAB Batchprocessor 3.1.1.4	
Måleforskrift	Vindmøllebekendtgørelsen nr. 1284 af 15. december 2011	
Analyseparametre		
Måletidsrum	1 minut	
Tidsvægtning	Hanning	
Frekvensvægtning	A	
Analysebåndbredde	2 Hz	
Beregning af tonehørbarhed		
Regressionsinterval	1,0 x kritisk bånd	
Dominerende kritisk 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	68 Hz	30,4 dB
	$L_{p, tone}$	30,4 dB
	$L_{p, krit. støj}$	30,1 dB
	ΔL_{ts}	0,3 dB
Kriterieværdi, $\Delta L_{ts, kriterie}$	4,5 dB	
Tonetillæg	0 dB	
Andre kritiske bånd med tonetillæg ($f_{c, krit}$):	Ingen	

Bilag 34: Tonalitet i punkt 3 – 500 m nord for vindmølle T3; 70 Hz



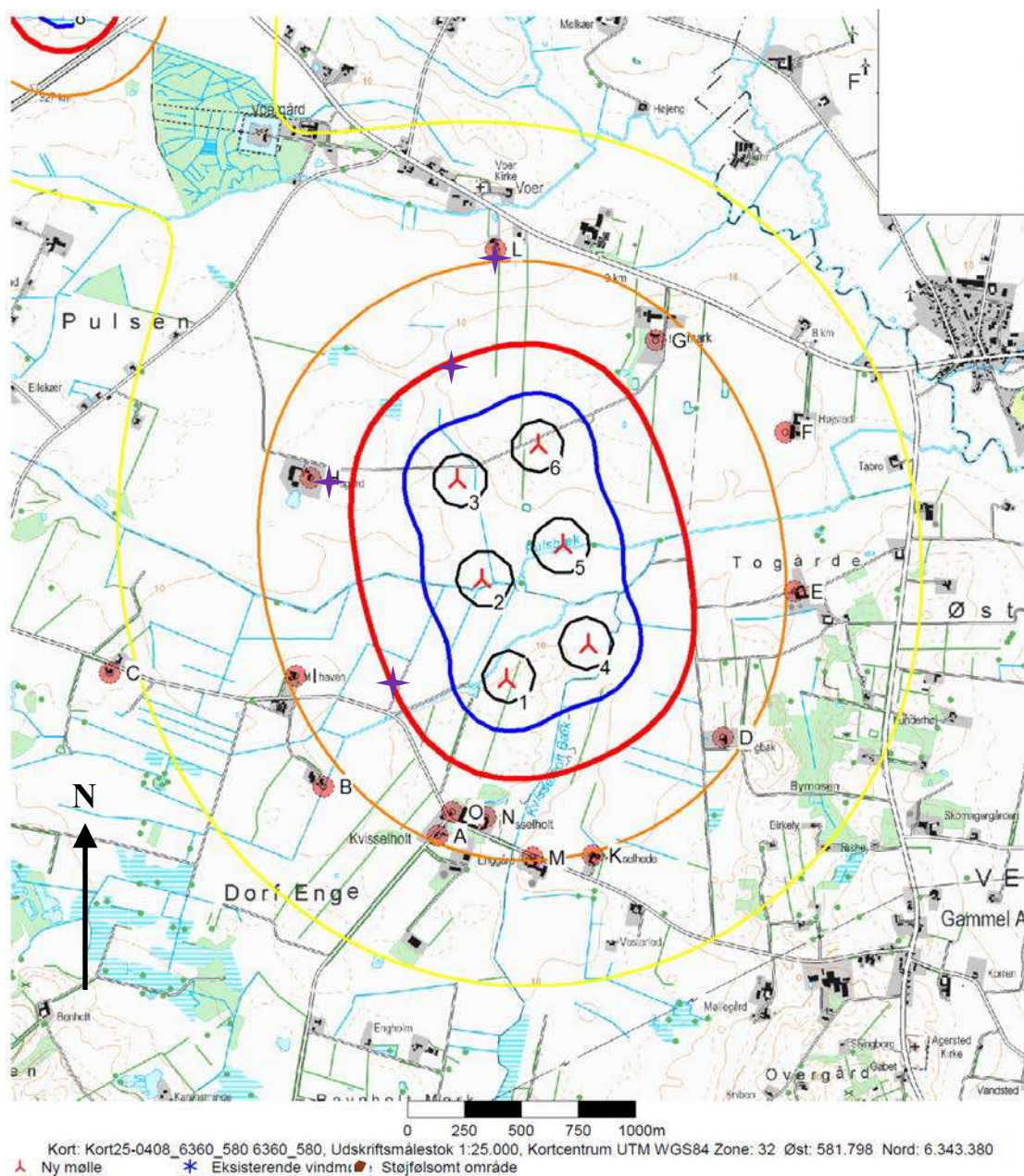
Måleobjekt	500 m nord for Turbine 3 i Pulsen Vindmøllepark	
Måledato	22. maj 2014	
Analyseværktøj	NoiseLAB Batchprocessor 3.1.1.4	
Måleforskrift	Vindmøllebekendtgørelsen nr. 1284 af 15. december 2011	
Analyseparametre		
Måletidsrum	1 minut	
Tidsvægtning	Hanning	
Frekvensvægtning	A	
Analysebåndbredde	2 Hz	
Beregning af tonehørbarhed		
Regressionsinterval	1,0 x kritisk bånd	
Dominerende kritisk 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	70 Hz	30,8 dB
Tone nr. 2	46 Hz	28,1 dB
	$L_{p, tone}$	32,7 dB
	$L_{p, krit. støj}$	31,0 dB
	ΔL_{ts}	1,6 dB
Kriterieværdi, $\Delta L_{ts, kriterie}$	4,5 dB	
Tonetillæg	0 dB	
Andre kritiske bånd med tonetillæg ($f_{c, krit}$):	Ingen	

Bilag 35: Tonalitet i punkt 4 – 855 m nord for vindmølle T6; 70 Hz



Måleobjekt	855 m nord for Turbine 6 i Pulsen Vindmøllepark	
Måledato	22. maj 2014	
Analyseværktøj	NoiseLAB Batchprocessor 3.1.1.4	
Måleforskrift	Vindmøllebekendtgørelsen nr. 1284 af 15. december 2011	
Analyseparametre		
Måletidsrum	1 minut	
Tidsvægtning	Hanning	
Frekvensvægtning	A	
Analysebåndbredde	2 Hz	
Beregning af tonehørbarhed		
Regressionsinterval	1,0 x kritisk bånd	
Dominerende kritisk 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	70 Hz	31,7 dB
	$L_{p, tone}$	31,7 dB
	$L_{p, krit. støj}$	28,4 dB
	ΔL_{ts}	3,3 dB
Kriterieværdi, $\Delta L_{ts, kriterie}$	4,5 dB	
Tonetillæg	0 dB	
Andre kritiske bånd med tonetillæg ($f_{c, krit}$):	Ingen	

Bilag 36: Kort over vindmølleplaceringer i Pulsen Vindmølleparken



Tallene 1 – 6 markerer vindmølle T1 – T6. Bogstaverne A-O markerer de nærmeste nabopositioner. Kortet er hentet fra WindPRO-beregning leveret af Voer Vindmøllelaug I/S. Støjkurverne på figuren er ikke fra beregningen i denne rapport.

Bilag 37: Foto af måleposition ved T1 – 28. november 2013



Plademåling



Vindmåling

Bilag 38: Foto af måleposition ved T2 – 4. februar 2014



Plademåling



Vindmåling

Bilag 39: Foto af måleposition ved T2 – 3. marts 2014



Plademåling

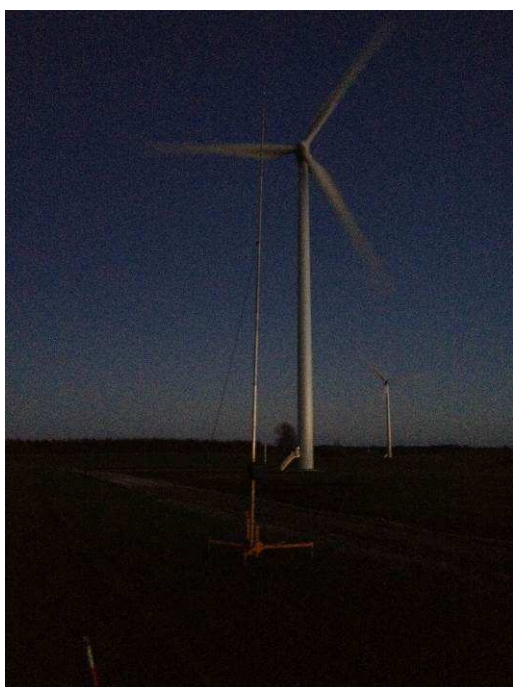


Vindmåling

Bilag 40: Foto af måleposition ved T3 – 28. november 2013



Plademåling



Vindmåling

Bilag 41: Foto af måleposition ved T4 – 18. marts 2014



Plademåling

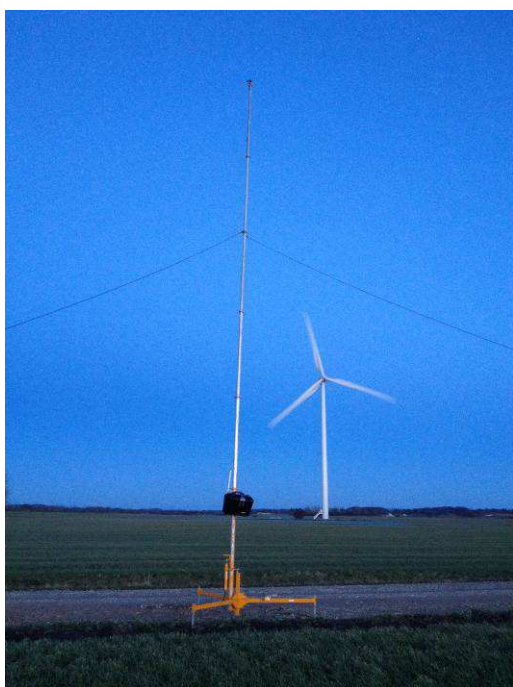


Vindmåling

Bilag 42: Foto af måleposition ved T5 – 17. februar 2014



Plademåling



Vindmåling

Bilag 43: Foto af måleposition ved T6 – 20. januar 2014

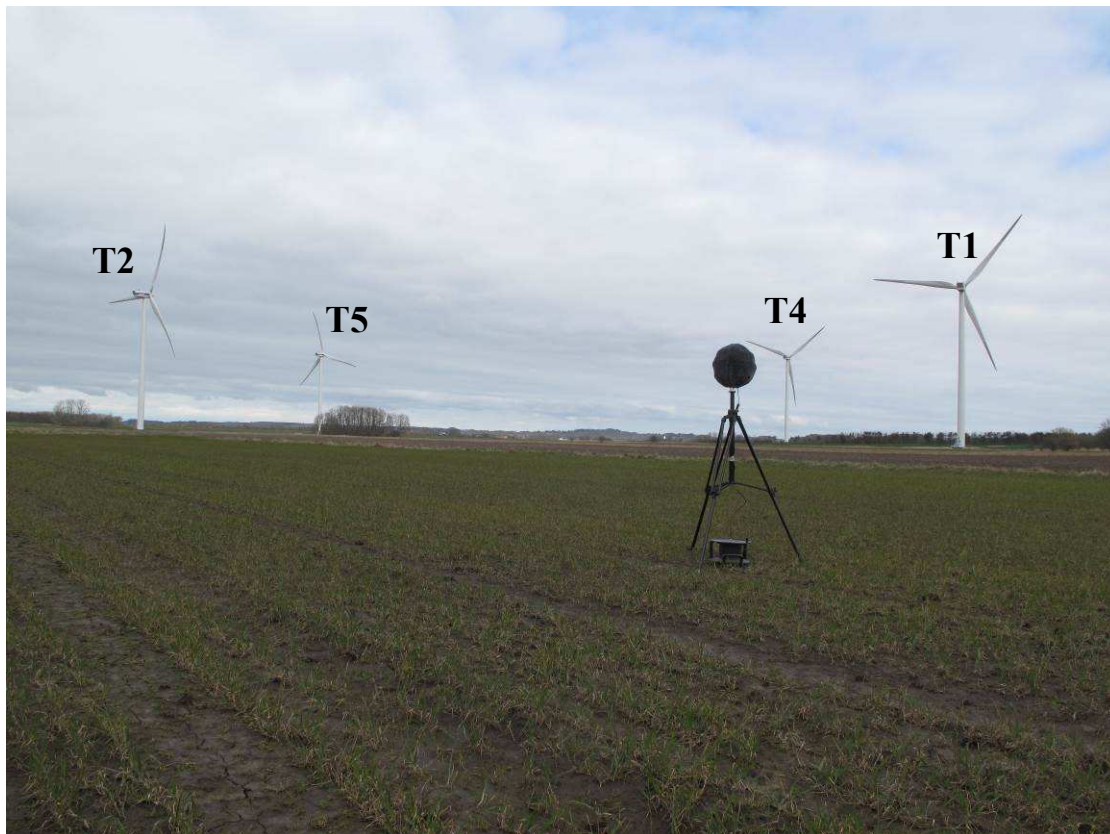


Plademåling



Vindmåling

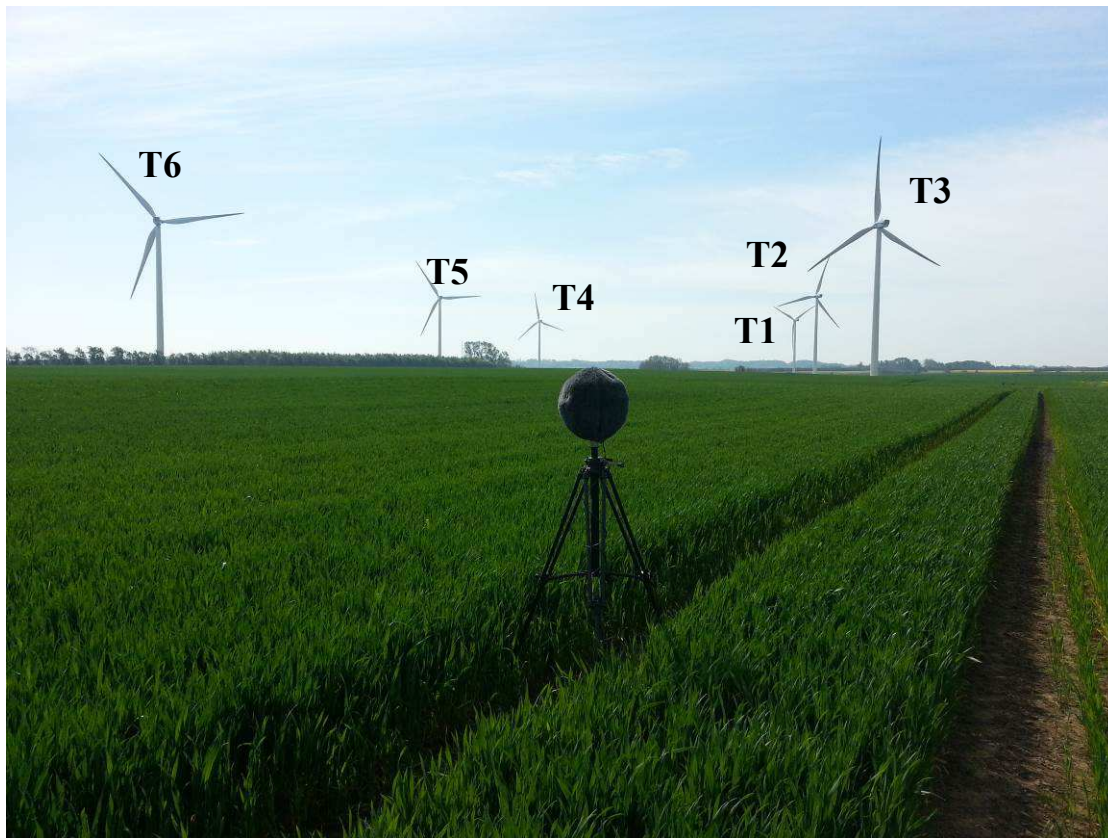
Bilag 44: Foto af måleposition ved punkt 1 – 26. marts 2014



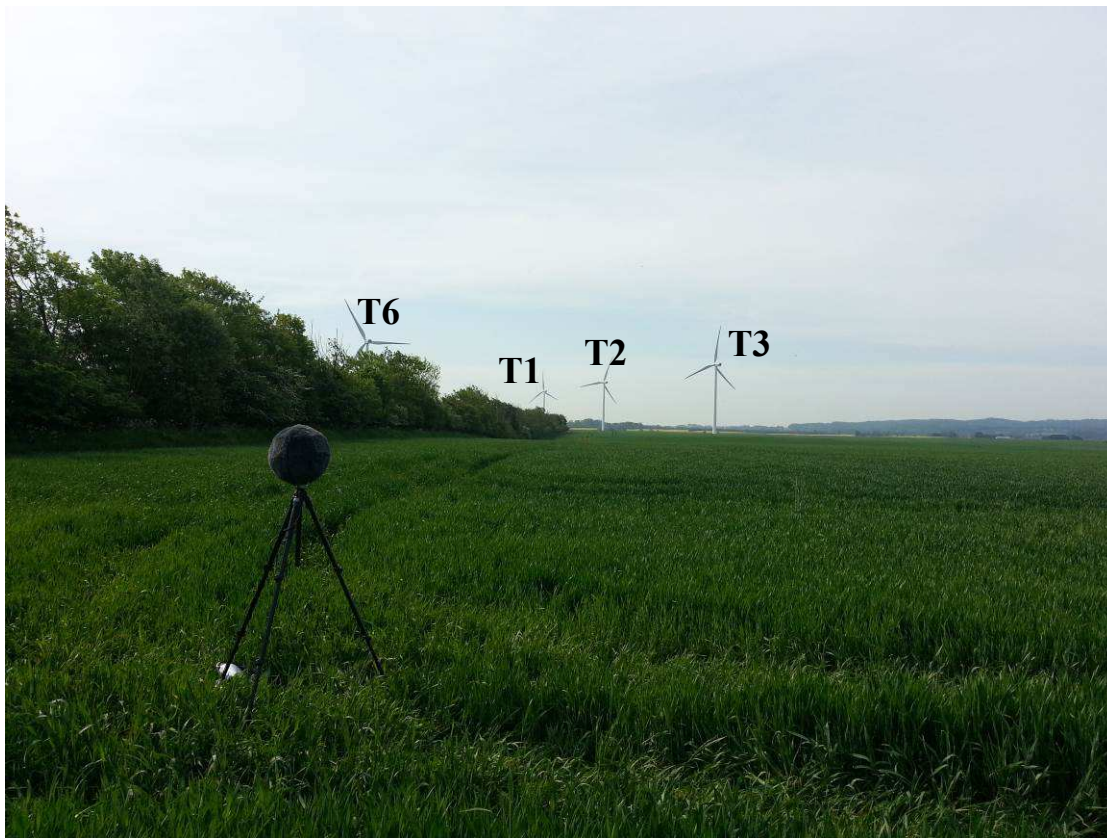
Bilag 45: Foto af måleposition ved punkt 2 – 26. marts 2014



Bilag 46: Foto af måleposition ved punkt 3 – 22. maj 2014



Bilag 47: Foto af måleposition ved punkt 4 – 22. maj 2014



Bilag 48: Effektkurve – mode 0

Mode 0

Wind Speed (m/s)	Power (kW)
3	0
4	77
5	190
6	353
7	581
8	886
9	1,273
10	1,710
11	2,145
12	2,544
13	2,837
14	2,965
15	2,995
16	3,000
17	3,000
18	3,000
19	3,000
20	3,000
21	3,000
22	3,000
23	3,000
24	3,000
25	3,000

Conditions for Power Curve Guarantee:

Air Density	1.225 kg/m ³
Wind shear co-efficient	0.00 – 0.30
Turbulence intensity	6 - 12 %
Terrain according to	IEC 61400-12-1
Inflow angle (vertical)	0 +/- 2°
Grid frequency	50 +/- 0.5 Hz
Blades	Clean
Ice/snow on Blades	No
Leading edge	No damage
Rain	No
High wind speed cut-out	25 m/s
Re-start wind speed	20 m/s
Verification according to	Schedule 15.1 and IEC 61400-12-1



Bilag 49: Effektkurve – mode 1

Mode 1

Wind Speed (m/s)	Power (kW)
3	0
4	77
5	190
6	353
7	581
8	886
9	1,272
10	1,696
11	2,106
12	2,489
13	2,797
14	2,951
15	2,993
16	2,999
17	3,000
18	3,000
19	3,000
20	3,000
21	3,000
22	3,000
23	3,000
24	3,000
25	3,000

Conditions for Power Curve Guarantee:

Air Density	1.225 kg/m ³
Wind shear co-efficient	0.00 – 0.30
Turbulence intensity	6 - 12 %
Terrain according to	IEC 61400-12-1
Inflow angle (vertical)	0 +/- 2°
Grid frequency	50 +/- 0.5 Hz
Blades	Clean
Ice/snow on Blades	No
Leading edge	No damage
Rain	No
High wind speed cut-out	25 m/s
Re-start wind speed	20 m/s
Verification according to	Schedule 15.1 and IEC 61400-12-1



Bilag 50: Effektkurve – mode 2

Mode 2

Wind Speed (m/s)	Power (kW)
3	0
4	77
5	190
6	353
7	581
8	885
9	1,258
10	1,641
11	2,004
12	2,353
13	2,671
14	2,888
15	2,976
16	2,997
17	3,000
18	3,000
19	3,000
20	3,000
21	3,000
22	3,000
23	3,000
24	3,000
25	3,000

Conditions for Power Curve Guarantee:

Air Density	1.225 kg/m ³
Wind shear co-efficient	0.00 – 0.30
Turbulence intensity	6 - 12 %
Terrain according to	IEC 61400-12-1
Inflow angle (vertical)	0 +/- 2°
Grid frequency	50 +/- 0.5 Hz
Blades	Clean
Ice/snow on Blades	No
Leading edge	No damage
Rain	No
High wind speed cut-out	25 m/s
Re-start wind speed	20 m/s
Verification according to	Schedule 15.1 and IEC 61400-12-1



Bilag 51: Måleinstrumenter

Nr.	Udstyr	Producent	Model	Kalibrering	
				Sidste	Næste
17L047	Anemometer	Risø	P2546A	17. feb. 2014	Feb. 2016
17L051	Anemometer	Risø	P2546A	27. sep. 2013	Sep. 2015
17L027	Anemometer	Schiltknecht	Windmaster mkII	23. juli 2013	Juli 2015
02L022	Kalibrator	Brüel & Kjær	4231	14. jan. 2013	Juli 2014
02L023	Kalibrator	Brüel & Kjær	4231	4. nov. 2013	Maj 2014
14L005	Lydkort	National Instruments	NI9233	12. dec. 2012	Dec. 2014
14L013	Lydkort	National Instruments	NI9234	20. juni 2013	Juni 2015
14L014	Lydkort	National Instruments	NI9234	21. juni 2013	Juni 2015
06L059	½" Mikrofon	G.R.A.S.	40AE	16. dec. 2013	Dec. 2014
06L067	½" Mikrofon	G.R.A.S.	40AE	15. maj 2013	Maj 2014
06L064	½" Mikrofon	G.R.A.S.	40AE	16. aug. 2013	Aug. 2014
09L044	Forforstærker	G.R.A.S.	26CF	2. sep. 2013	Sep. 2015
09L037	Forforstærker	G.R.A.S.	26CF	24. apr. 2013	Apr. 2015
09L038	Forforstærker	G.R.A.S.	26CF	2. sep. 2013	Sep. 2015
10L013	Målesoftware	DELTA	Vindmaas	24. okt 2013	Okt. 2015
10L014	Målesoftware	DELTA	noiseLAB Wind	5. marts 2013	Marts 2015
11L018	Harddiskoptager	Sound Devices	744T	13. maj 2014	Maj 2016
11L019	Harddiskoptager	Sound Devices	788T	10. april 2014	April 2016