

PRØVNINGSRAPPORT

Rapporten må kun reproduceres i sin helhed.
Prøvningsresultaterne gælder alene for de prøvede emner.



Miljømåling – Ekstern Støj, Bekendtgørelse nr. 1284
Måling af støj fra vindmølle, Cirkel Energi ISKRA R9000

Side 1 af 23 sider

Heraf 3 bilag

Rapport nr.: P8.019.12
Århus den 17. december 2012
Sag: 35.8764.03

Erstatter Rapport nr.: P8.015.12
Århus den 12/11-2012


Klient:
CIRKEL Energi
Farvervej 39
DK-8800 Viborg

Rekvirent:
Kim Bilskov

Tlf. :+ 45 70 70 15 26

Udført af:
Bo Søndergaard

Kvalitetssikret af:
Peter Henningsen

Teknisk ansvarlig:

Bo Søndergaard

Ver. 2011.04.29 PHe

Resumé:

Grontmij A/S' lydafdeling Acoustica, har for CIRKEL Energi foretaget støjmålinger på en ISKRA R9000 vindmølle, opstillet ved Mejlby. Målinger og beregninger er foretaget efter Miljøministeriets bekendtgørelser nr. 1518 af 14. december 2006 og 1284 af 15. december 2011, dele af Miljøstyrelsens vejledning nr. 6/1984 og orientering nr. 13 fra Miljøstyrelsens Referencelaboratorium, "Måling af hørbare toner i støj". Beregningerne er baseret på 10 sekunders middelvindhastigheder mellem 5,5 m/s og 6,5 m/s samt mellem 7,5 m/s og 8,5 m/s.

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

Vindhastighed	6 m/s	8 m/s
$L_{WA,ref}$	84,9 ± 2 dB re 1 pW	87,4 ± 2 dB re 1 pW
$L_{WA,LF,ref}$	69,3 ± 2 dB re 1 pW	70,6 ± 2 dB re 1 pW

Der er ikke konstateret indhold af tydeligt hørbare toner i støjen i referencepositionen 25 m bag vindmøllen under målingerne.

Møllen, der er målt på, er med et 18 meter højt tårn. Møllen kan også leveres med et 15 m eller et 22 m højt tårn. Ud fra en standardiseret vindhastighedsprofil og ruhedsklasse er der beregnet følgende lydeffektniveauer:

Vindhastighed	6 m/s	8 m/s
$L_{WA,ref} / L_{WA,LF,ref}$ 15 m tårn	84,2 / 68,6 ± 2 dB re 1 pW	86,5 / 69,7 ± 2 dB re 1 pW
$L_{WA,ref} / L_{WA,LF,ref}$ 22 m tårn	85,9 / 69,9 ± 2 dB re 1 pW	89,2 / 72,1 ± 2 dB re 1 pW



Acoustica Akustik · Støj · Vibrationer

Dusager 12
8200 Aarhus N
Danmark

Tlf. +45 8210 5100
Direkte tlf. +45 8210 5149
Mobiltlf. +45 2723 5149

Web www.grontmij.dk
E-mail bo.sondergaard@grontmij.dk
File P801912 ISKRA R9000 rev.1

CVR-nr. 48233511

Denne rapport erstatter Rapport nr.: P8.015.12 af 12 november 2012.12. Rapporten er rettet på følgende punkter. I Tabellen i resumeet er Lydeffektniveauerne ændret så de er i overensstemmelse med resultaterne i Figur 8 og Tabel 4. I Tabel 2 er resultaterne ændret så de er i overensstemmelse med Figur 6 og Figur 7. I afsnit 12 er teksten ændret så det fremgår, at resultaterne er baseret på 10 sekunders middelværdier. Disse ændringer har ingen konsekvenser for de beregnede støjniveauer i bilag 3, da disse beregninger er baseret på de korrekte værdier for lydeffektniveauet.

INDHOLDSFORTEGNELSE		SIDE
1	INDLEDNING	4
2	BESKRIVELSE AF MÅLEOBJEKT	4
3	MÅLEMETODE	5
3.1	Anvendt udstyr	5
4	MÅLEPOSITION	5
5	MÅLETIDSRUM	7
6	BAGGRUNDSSTØJ	7
7	METEOROLOGISKE FORHOLD	7
8	MÅLERESULTATER	7
9	BEREGNINGER	9
9.1	Referencelydtrykniveau	9
9.2	Referencelydeeffektniveau	12
9.3	Ændring af tårnhøjde	13
9.4	Beregning af støjniveau i forskellige afstande	16
10	STØJENS KARAKTER	16
11	USIKKERHED	17
12	KONKLUSION	17
Bilag		
Bilag 1	Anvendte begreber	16
Bilag 2	Specifikationer	17
Bilag 3	Støjbelastningen beregnet i forskellige afstande	18

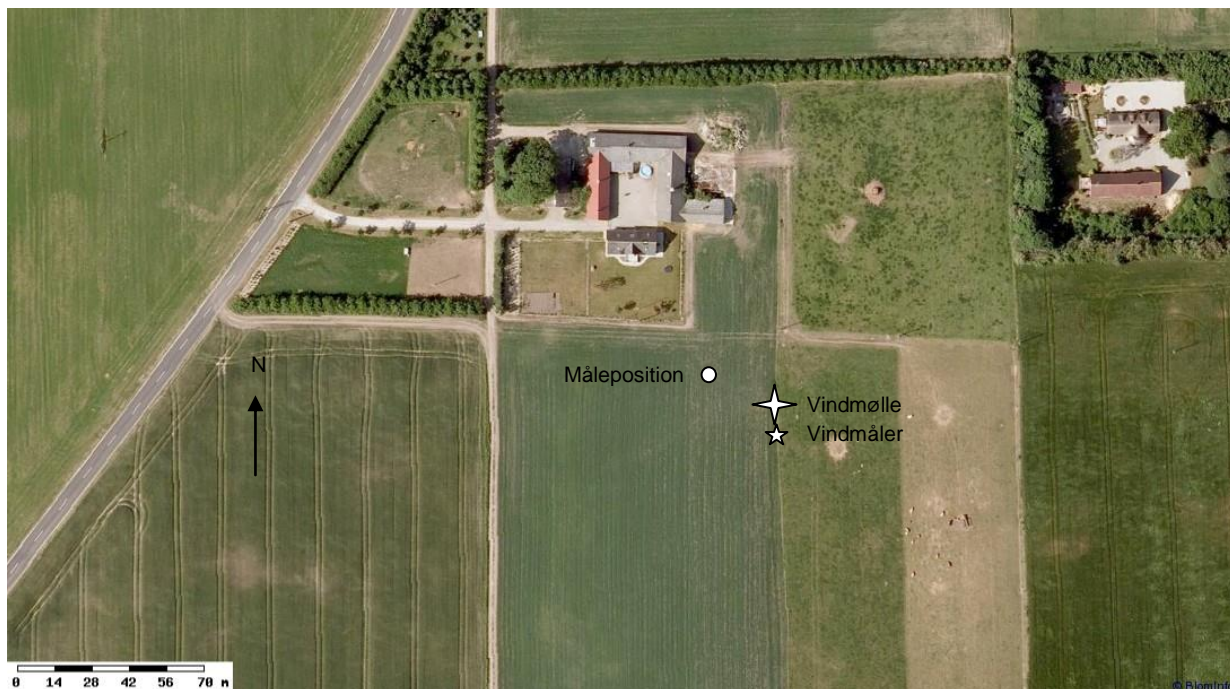
1 INDLEDNING

Grontmij A/S, Acoustica, er af Kim Bilskov, CIRKEL Energi blevet anmodet om at foretage bestemmelse af den udsendte lydeffekt fra en ISKRA R9000 vindmølle. Desuden skal lydtrykket beregnes i forskellige afstande, for at belyse vindmøllens støjbidrag under forskellige opstillinger.

2 BESKRIVELSE AF MÅLEOBJEKT

Specifikationer for vindmøllen er vedlagt som produktblad i bilag 2. Vindmøllen er opstillet ved adressen Mejlbyvej 76, 9610 Nørager, på koordinaterne: 56°44'58,39"N og L: 9°39'55,14"Ø.

Møllen er placeret i et let bakket terræn med landbrug.



Figur 1 Luftfoto af området med omtrentlig placering af målepositioner og vindmåler.

3 MÅLEMETODE

Den anvendte målemetode er beskrevet i følgende:

Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 1518 af 14. december 2006
"Bekendtgørelse om støj fra vindmøller"

Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 1284 af 15. december 2011
"Bekendtgørelse om støj fra vindmøller"

Relevante dele af Miljøstyrelsens vejledning nr. 6/1984
"Måling af ekstern støj fra virksomheder".

Orientering nr. 13 fra Miljøstyrelsens Referencelaboratorium,
"Måling af hørbare toner i støj"

En oversigt over de anvendte begreber findes i bilag 1.

Målingerne er gennemført som +6 dB målinger, dvs. med mikrofonen placeret på en hård plade, der ligger direkte på jorden i forholdsvis kort afstand fra møllen. Vindhastigheden blev målt i 10 meters højde i en position, hvor vindmøllen var uden indflydelse på vindhastigheden. Der er foretaget målinger både med møllen i drift (totalstøj) og med møllen stoppet (baggrundsstøj). Der er fundet samhørende værdier af 10-sekunders perioder af støjniveauet (L_{Aeq}) i 1/3-oktavbånd og middelvindhastigheden. Der er endvidere foretaget frekvensanalyse i smalbånd af totalstøjen med henblik på konstatering af evt. indhold af tydeligt hørbare toner i møllestøjen. Supplerende er der foretaget analyser baseret på 1 minuts middelværdier.

3.1 Anvendt udstyr

Der blev under måling og analyse anvendt følgende udstyr:

Beskrivelse	Fabrikat	Type	ACA nr.	Kalibreret	Næste kal. nr.
Mikrofon 1/2"	BSWA Tech	MPA261	146	25-05-11	25-05-13
Kalibrator	Brüel & Kjær	4200	378	25-04-12	25-04-13
Anemometer	Autohelm	ZC80	690	19-09-12	19-09-14
Dataops.-software	Acoustica	Windturbine 4.5.2	864	10-01-11	10-01-13
Dataopsamlingskort	National Instr.	PXI-4462	626	10-01-11	10-01-13
Dataopsamlingskort	National Instr.	PXI-6220	626	10-01-11	10-01-13

4 MÅLEPOSITION

Støjen blev målt i læsiden af møllen i 25 meters afstand fra midten af møllens fundament, svarende til ca. 1 møllens navhøjde + en halv rotordiameter indenfor den tilladte afvigelse på 20 %. Vindhastigheden blev målt 10 meter over terræn, ca. 25 meter fra møllen. Positionen for vindmåleren er valgt så den bedst repræsenterer vinden ved vindmøllen. Da terrænet stiger foran vindmøllen er vindmåleren placeret til siden. Placeringerne er angivet på kort/luffoto i afsnit 2.



Figur 2. Foto af måleposition i retning mod vindmøllen.



Figur 3 Foto af vindmåler og vindmølle

5 MÅLETIDSRUM

Målingerne blev foretaget den 1. november 2012 mellem kl. 11.55 og kl. 14.15.

6 BAGGRUNDSSTØJ

Under målingerne var den væsentligste kilde til baggrundstøj trafikstøj fra Mejlbyvej. Perioder med høj baggrundstøj fra trafik er udeladt fra analyserne.

7 METEOROLOGISKE FORHOLD

Under målingerne var der følgende meteorologiske forhold:

Middelvindretning	Østsydøstlig 100 - 110°
Vindstyrke	5-10 m/s
Skydække	8/8
Nedbør	Ingen
Rel. Luftfugtighed	70 %
Temperatur	8° C
Luftryk	98,0kPa

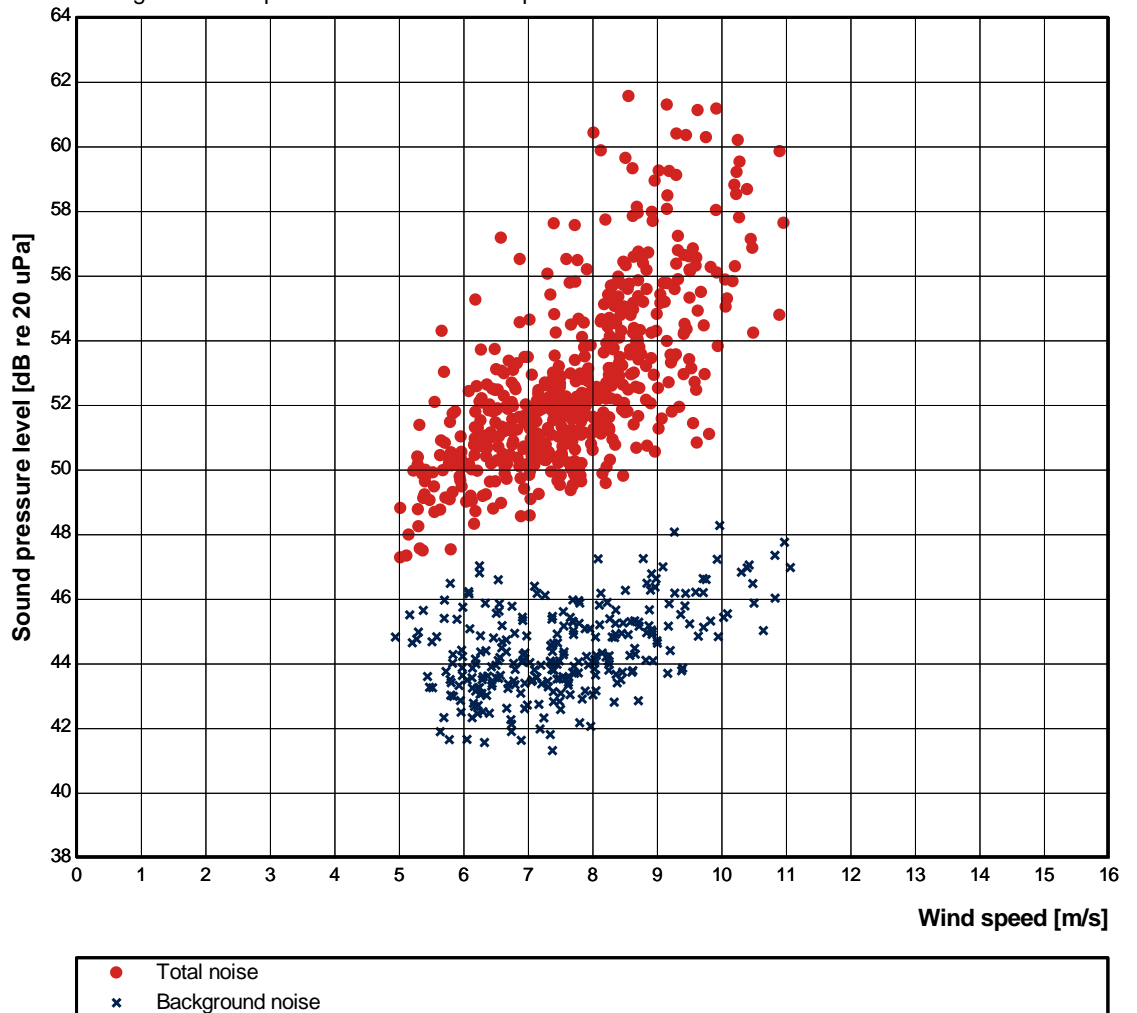
8 MÅLERESULTATER

Måleresultaterne, givet som de ækvivalente støjniveauer, L_{Aeq} (10 sekunder) for totalstøj og baggrundstøj, som funktion af vindhastigheden fremgår af Figur 4 og som de ækvivalente støjniveauer, L_{Aeq} (1 minut) i Figur 5.

Kravene til fordeling af måledata ved 6 m/s og 8 m/s er overholdt både for 1 minuts-værdierne og for 10 sekunders-værdierne. Forskellen på resultaterne for de 2 analyser er mindre end 1 dB.

Cirkel Energi ISKRA R9000

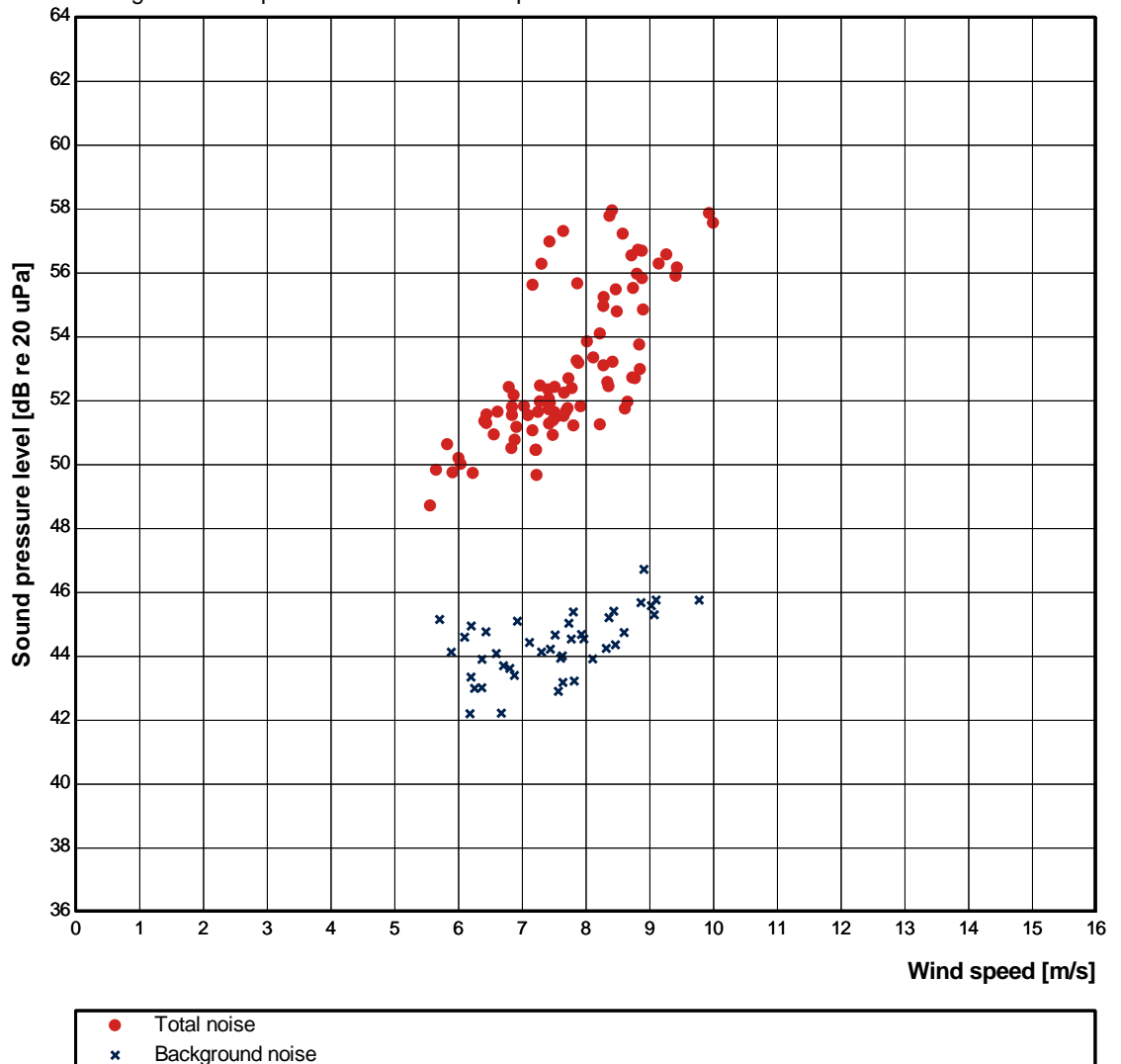
A-weighted sound pressure levels vs. wind speed



Figur 4. Målte værdier af $L_{Aeq(10 \text{ sek})}$ for totalstøj og baggrundstøj

Cirkel Energi ISKRA R9000

A-weighted sound pressure levels vs. wind speed



Figur 5. Målte værdier af $L_{Aeq}(1 \text{ min})$ for totalstøj og baggrundsstøj

9 BEREGNINGER

9.1 Referencelydtrykniveau

I Bekendtgørelse 1284 sidestilles 10 sekunders data med 1 minuts data. Da der ikke er væsentlig forskel på resultaterne for de 2 datasæt er det valgt at basere analyserne på 10-sekunders-værdierne, da de bedst repræsenterer vindmøllens afhængighed af vindhastigheden med hurtige reaktioner på ændringer i vindhastigheden.

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 Figur 6 og Figur 7 ses de beregnede A-vægtede 1/3-oktavspektre fra 10 Hz – 10 kHz for referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s.

Ved enkelte 1/3-oktavniveauer er baggrundsstøjen mindre end 3 dB lavere end totalstøjen. I disse 1/3-oktavniveauer er baggrundsstøjskorrektionen sat til 3 dB, hvorved vindmøllestøjen forventes overestimeret ved disse frekvenser. I Figur 6 og Figur 7 er disse resultater markeret med en "**". Det kan ses, at vindmøllen primært genererer lyd ved frekvenser over 250 Hz.

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

Vindhastigheder [m/s]	5,5 m/s $\leq v_{ref} \leq$ 6,5	7,5 m/s $\leq v_{ref} \leq$ 8,5
Totalstøj	79	160
Baggrundsstøj	63	66

Tabel 1: Antal spektre i referenceintervallerne.

De midlede støjniveauer i måleafstanden 25 meter fra vindmøllen ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s, fremgår af Tabel 2.

Vindhastighed [m/s]	6	8
Totalstøj, $L_{A,ref}$ [dB re. 20 μ Pa]	51,0	53,1
Baggrundsstøj, $L_{A,b}$ [dB re. 20 μ Pa]	44,0	44,5

Tabel 2: Målte middelstøjniveauer ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s.

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

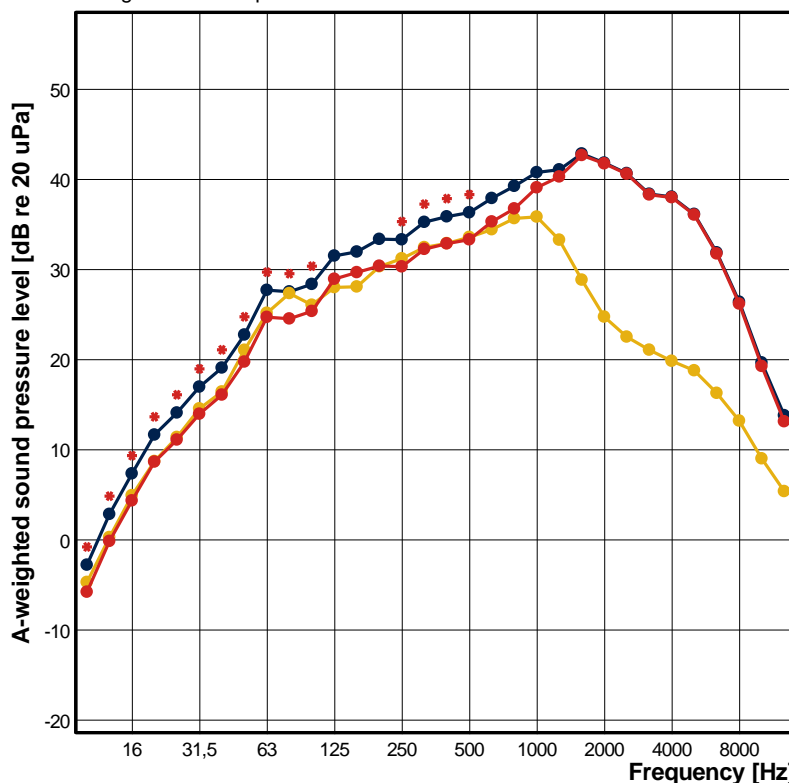
Cirkel Energi ISKRA R9000

Measured according to: Bekendtgørelse nr. 1518, 14. 12 2006

Average spectra in wind class 6 [m/s]

Total noise spectra: 79

Background noise spectra: 63



Freq. [Hz]	Total noise [dB]	Backgr. noise [dB]	Turbine noise [dB]
10	-2,8	-4,7	-5,8*
12,5	2,8	0,2	-0,2*
16	7,3	4,9	4,3*
20	11,6	8,7	8,6*
25	14,1	11,4	11,1*
31,5	16,9	14,5	13,9*
40	19,1	16,4	16,1*
50	22,7	21,0	19,7*
63	27,7	25,1	24,7*
80	27,5	27,3	24,5*
100	28,3	26,0	25,3*
125	31,5	28,0	28,9
160	31,9	28,1	29,6
200	33,3	30,3	30,4
250	33,3	31,2	30,3*
315	35,2	32,4	32,2*
400	35,8	32,9	32,8*
500	36,3	33,6	33,3*
630	37,9	34,4	35,3
800	39,2	35,6	36,7
1000	40,7	35,8	39,1
1250	41,0	33,2	40,3
1600	42,8	28,8	42,6
2000	41,8	24,7	41,7
2500	40,6	22,5	40,6
3150	38,3	21,0	38,3
4000	38,0	19,8	38,0
5000	36,1	18,8	36,0
6300	31,8	16,3	31,7
8000	26,4	13,2	26,2
10000	19,6	9,0	19,2
12500	13,8	5,4	13,1
Total	51,0	44,0	50,0

*) Data points marked with an asterisk are corrected with -3,0 dB

Figur 6. Midlet A-vægtet 1/3-oktav spektrum for totalstøj og baggrundsstøj ved 6 m/s

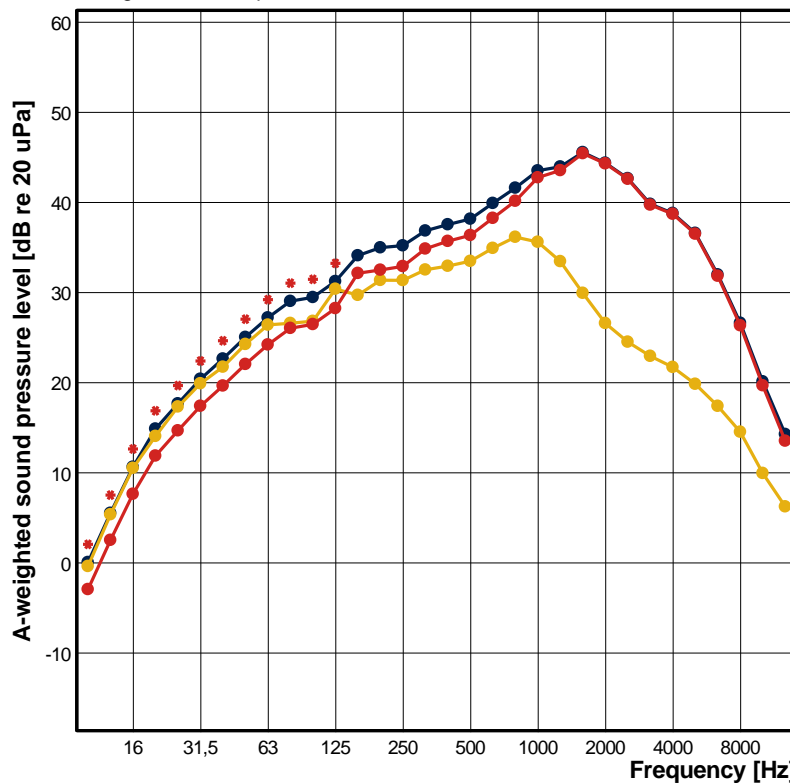
Cirkel Energi ISKRA R9000

Measured according to: Bekendtgørelse nr. 1518, 14. 12 2006

Average spectra in wind class 8 [m/s]

Total noise spectra: 160

Background noise spectra: 66



*) Data points marked with an asterisk are corrected with -3,0 dB

Freq. [Hz]	Total noise [dB]	Backgr. noise [dB]	Turbine noise [dB]
10	0,0	-0,4	-3,0*
12,5	5,5	5,3	2,5*
16	10,6	10,5	7,6*
20	14,8	14,0	11,8*
25	17,6	17,3	14,6*
31,5	20,4	19,9	17,4*
40	22,6	21,7	19,6*
50	25,0	24,2	22,0*
63	27,2	26,4	24,2*
80	29,0	26,6	26,0*
100	29,4	26,8	26,4*
125	31,2	30,4	28,2*
160	34,1	29,7	32,1
200	35,0	31,3	32,5
250	35,2	31,3	32,9
315	36,8	32,5	34,8
400	37,5	32,9	35,7
500	38,1	33,5	36,3
630	39,9	34,9	38,2
800	41,6	36,1	40,1
1000	43,5	35,6	42,7
1250	43,9	33,4	43,5
1600	45,5	29,9	45,4
2000	44,3	26,6	44,3
2500	42,6	24,5	42,6
3150	39,8	22,9	39,7
4000	38,8	21,7	38,7
5000	36,6	19,8	36,5
6300	32,0	17,4	31,8
8000	26,6	14,5	26,3
10000	20,1	9,9	19,6
12500	14,2	6,2	13,5
Total	53,1	44,5	52,5

Figur 7. Midlet A-vægtet 1/3-oktav spektrum for totalstøj og baggrundsstøj ved 8 m/s

9.2 Referencelydeeffektniveau

Beregningen af vindmøllens lydeffektniveau, $L_{WA,ref}$, i 1/3-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 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. Vindmøllens lydeffektniveauer ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s, $L_{WA,ref}$ og de tilhørende lavfrekvente lydeffektniveauer $L_{WA,LF,ref}$, fremgår af Tabel 3.

Vindhastighed [m/s]	6	8
$L_{WA,ref}$ [dB re. 1 pW]	84,9	87,4
$L_{WA,LF,ref}$ [dB re. 1 pW]	69,3	70,6

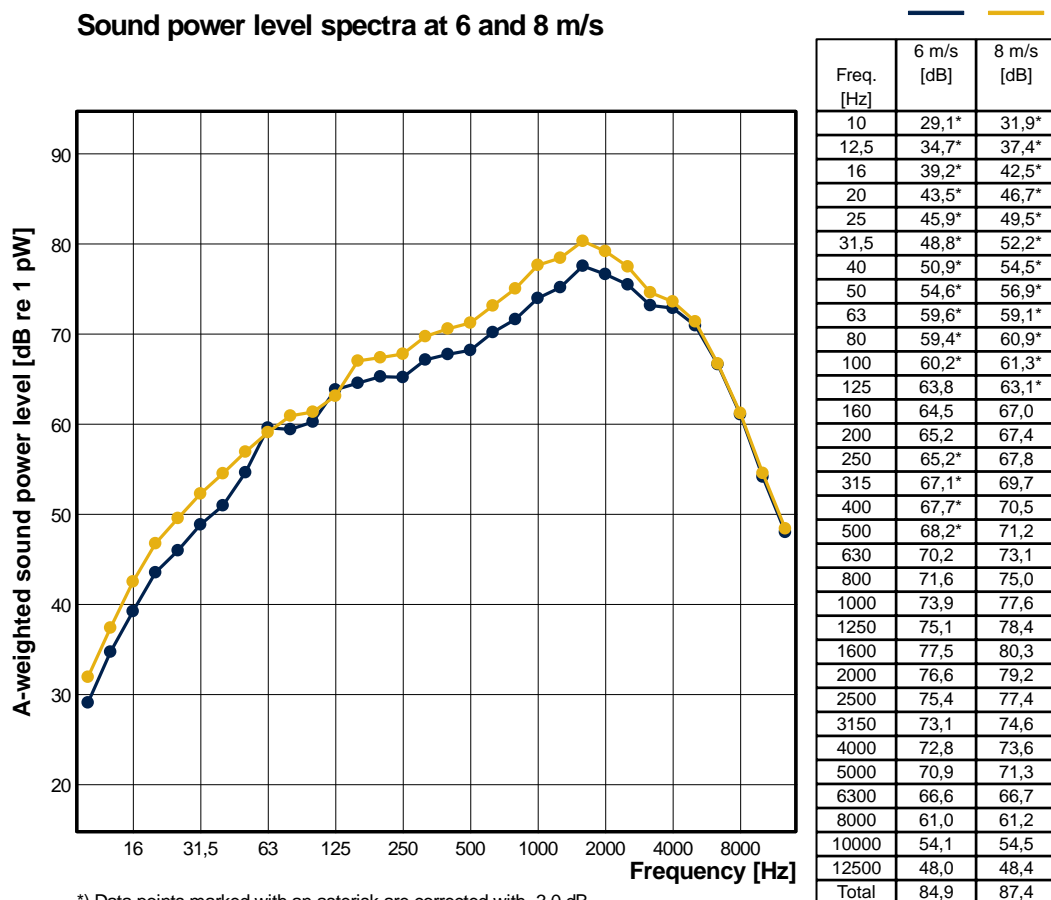
Tabel 3: Lydeffektniveauer ved 6 m/s og 8 m/s

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

Cirke Energi ISKRA R9000

Measured according to: Bekendtgørelse nr. 1518, 14. 12 2006

Sound power level spectra at 6 and 8 m/s



*) Data points marked with an asterisk are corrected with -3,0 dB

Figur 8. A-vægtet kildestyrke i 1/3-oktavbånd ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s. Værdierne fra 10 Hz til 160 Hz anvendes ved beregning af lavfrekvent støj.

9.3 Ændring af tårnhøjde

Den aktuelle vindmølle er med et 18 meter højt tårn. Samme maskineri kan også opstilles på et 15 meter højt tårn eller et 22 meter højt tårn.

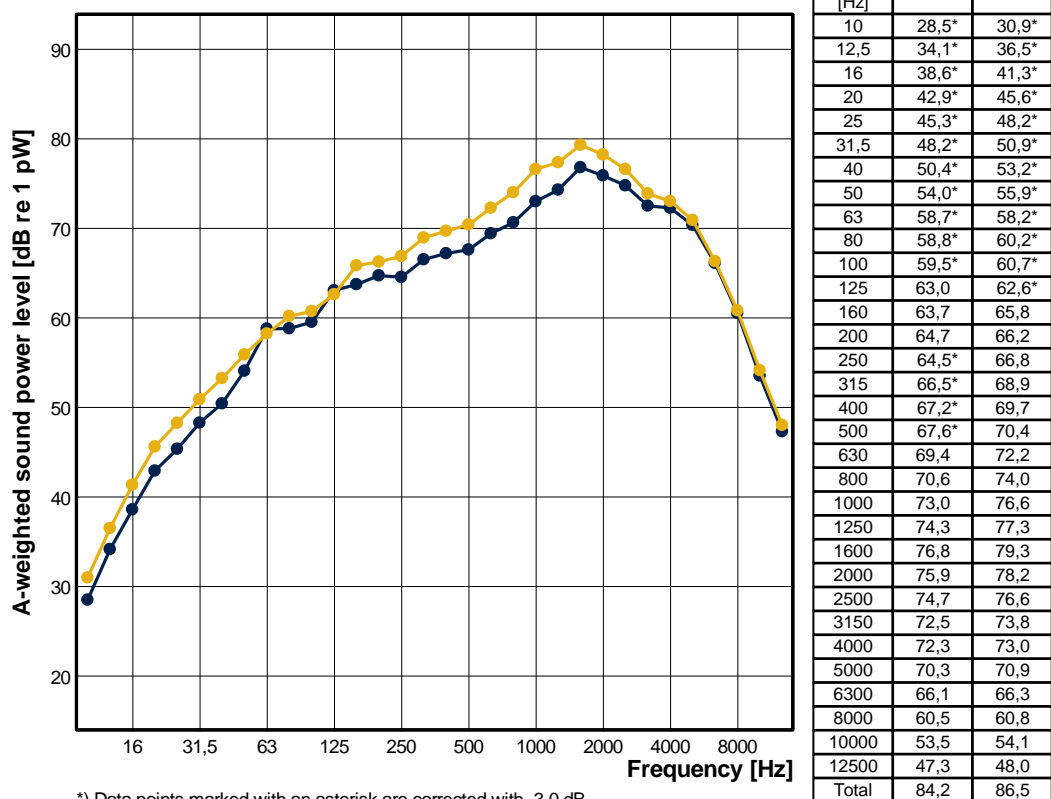
I forhold til referencevindhastighederne 6 og 8 m/s i 10 meter højde vil møllen på et 15 meter tårn støje mindre og på et 22 meter tårn støje mere.

For at vurdere effekten af navhøjden er vindhastighederne omregnet til den aktuelle navhøjde (18 m) og efterfølgende omregnet til 10 m højde på baggrund af de alternative navhøjder. Herefter er der foretaget en ny analyse af måleresultaterne. Kildedata til brug for navhøjden 15 m er vist i Figur 9 og for navhøjden 22 m i Figur 10. Som det kan ses er forskellen mellem resultaterne ved de forskellige navhøjder i dette tilfælde mindre end måleusikkerheden.

Cirke Energi ISKRA R9000

Measured according to: Bekendtgørelse nr. 1518, 14. 12 2006

Sound power level spectra at 6 and 8 m/s



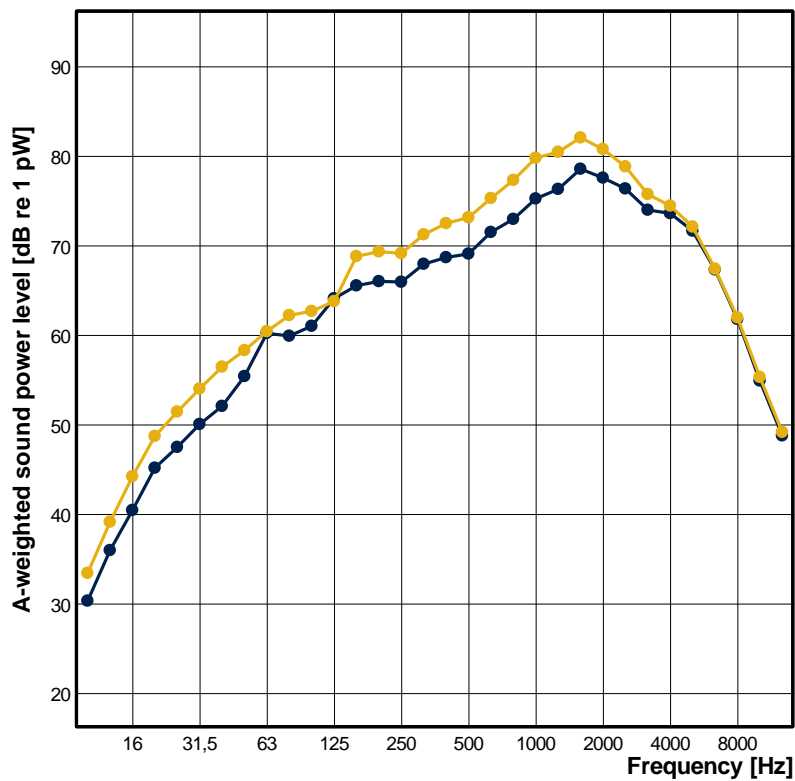
*) Data points marked with an asterisk are corrected with -3,0 dB

Figur 9 A-vægtet kildestyrke i 1/3-oktavbånd ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s til brug for navhøjde 15 m. Værdierne fra 10 Hz til 160 Hz anvendes ved beregning af lavfrekvent støj.

Cirkel Energi ISKRA R9000

Measured according to: Bekendtgørelse nr. 1518, 14. 12 2006

Sound power level spectra at 6 and 8 m/s



Freq. [Hz]	6 m/s [dB]	8 m/s [dB]
10	30,3*	33,4*
12,5	36,0	39,1*
16	40,4	44,2*
20	45,2	48,7*
25	47,5	51,4*
31,5	50,0*	54,0*
40	52,1	56,5*
50	55,4*	58,3*
63	60,2*	60,4*
80	59,9*	62,2
100	61,0*	62,7
125	64,1	63,8*
160	65,5	68,8
200	66,0	69,3
250	65,9*	69,1
315	67,9*	71,2
400	68,7	72,5
500	69,1*	73,1
630	71,5	75,3
800	73,0	77,3
1000	75,2	79,8
1250	76,3	80,4
1600	78,6	82,1
2000	77,6	80,8
2500	76,4	78,8
3150	74,0	75,7
4000	73,6	74,4
5000	71,6	72,1
6300	67,3	67,4
8000	61,8	62,0
10000	54,9	55,3
12500	48,8	49,2
Total	85,9	89,2

*) Data points marked with an asterisk are corrected with -3,0 dB

Figur 10 A-vægtet kildestyrke i 1/3-oktavbånd ved referencevindhastighederne 6 m/s og 8 m/s til brug for navhøjde 22 m. Værdierne fra 10 Hz til 160 Hz anvendes ved beregning af lavfrekvent støj.

9.4 Beregning af støjniveau i forskellige afstande

Lydtrykniveauet 1,5 meter over terræn L_{pA} beregnes i henhold til Bekendtgørelse 1518 og nr. 1284 af 15. december 2011 ud fra referencydeffektniveauet som:

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

hvor

l = afstanden fra møllens fod til beregningspunktet

h = møllens navhøjde

ΔL_a = luftabsorptionen

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

Det lavfrekvente støjniveau der vil forekomme indendørs i en bolig i forskellige afstande er beregnet som anført i Bekendtgørelse nr. 1284 af 15. december 2011 som:

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

hvor

l = 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

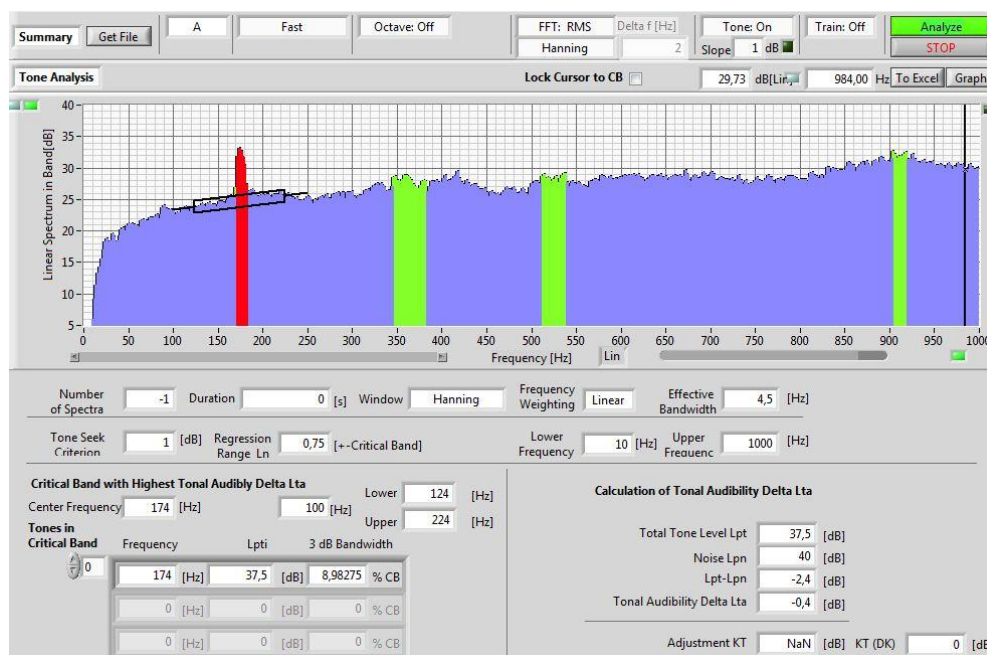
I Bilag 3 er støjbelastningen beregnet i forskellige afstande for de 2 referencevindhastigheder. Beregningerne er foretaget i 1/3-oktavnåbånd.

10 STØJENS KARAKTER

Der er foretaget FFT-analyser af støjen fra målingerne på målepladen med henblik på at finde evt. tydeligt hørbare toner.

Målingerne er analyseret for tonalitet i henhold til bekendtgørelserne nr. 1284. Der er konstateret indhold af toner i støjen ved ca. 174 Hz.

Toneanalysen vist i Figur 11 repræsenterer den 1-minutsperiode, hvor vindhastigheden er mellem 5,5 m/s og 8,5 m/s og hvor tonaliteten er højest. Tonaliteten ΔL_{tn} er i Figur 11 anført som $L_{pt} - L_{pn}$ til -2,4 dB. Kriteriet for tildeling af et genetillæg på 5 dB er 4,5 dB ved de pågældende frekvenser. Det kan konkluderes, at der ikke er tydeligt hørbare toner i støjen fra vindmøllen.



Figur 11. Toneanalyse af støjen i referencepositionen.

11 USIKKERHED

Lydeffektniveauet og støjbelastningen er bestemt med en ubestemthed på 2 dB, jævnfør Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 1518 af 14. december 2006 og nr. 1284 af 15. december 2011. Den lavfrekvente del af støjen må dog forventes at være overestimeret, da forskellen på totalstøj og baggrundsstøj er mindre end 3 dB ved et større antal 1/3-oktaver. Dette skyldes at møllen primært genererer lyd ved frekvenser over 250 Hz.

12 KONKLUSION

Grontmij A/S, Acoustica, har for CIRKEL Energi foretaget støjmåling på en ISKRA R9000 vindmølle, opstillet ved Mejlby. Målinger og beregninger er foretaget efter Miljøministeriets bekendtgørelser nr. 1518 af 14. december 2006 og nr. 1284 af 15. december 2011, dele af Miljøstyrelsens vejledning nr. 6/1984 og orientering nr. 13 fra Miljøstyrelsens Referencelaboratorium, "Måling af hørbare toner i støj". Beregningerne er baseret på 10 sekunders middelvindhastigheder mellem 5,5 m/s og 6,5 m/s samt mellem 7,5 og 8,5 m/s.

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

Vindhastighed	6 m/s	8 m/s
$L_{WA,ref}$	84,9 ± 2 dB re 1 pW	87,4 ± 2 dB re 1 pW
$L_{WA,LF,ref}$	69,3 ± 2 dB re 1 pW	70,6 ± 2 dB re 1 pW

Tabel 4 Lydeffektniveauer ved 6 m/s og 8 m/s

Møllen, der er målt på, er med et 18 meter højt tårn. Møllen kan også leveres med et 15 m eller et 22 m højt tårn. Ud fra en standardiseret vindhastighedsprofil og ruhedsklasse er der beregnet følgende lydeffektniveauer:

Vindhastighed	6 m/s	8 m/s
$L_{WA,ref}$ 15 meter tårn	84,2/68,6 ± 2 dB re 1 pW	86,5/69,7 ± 2 dB re 1 pW
$L_{WA,ref}$ 22 meter tårn	85,9/69,9 ± 2 dB re 1 pW	89,2/72,1 ± 2 dB re 1 pW

Der er ikke konstateret indhold af tydeligt hørbare toner i støjen i referencepositionen under målingerne.

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 SPECIFIKATIONER

EVANCE ISKRA R9000

TEKNISKE SPECIFIKATIONER



KONSTRUKTION	Trevinget, selvregulerende rotor, forløber.
MAKSIMAL EFFEKT	5 kW v/ 12 m/s (hård vind) og op til 60 m/s.
ÅRLIG ENERGIPRODUKTION	9.000 kWh v/ årlig middelvind på 5,0 m/s (f.eks. v/ Hjørring). 13.400 kWh v/ årlig middelvind på 6,0 m/s (f.eks. v/ Ribe). Målt iht. internationale standarder. Rekvirer gerne flere oplysninger.
OPSTARTSVIND	2,5 m/s (svag vind).
MAKSIMALVIND	Ingen - energiproduktionen fortsætter op til destruktionsgrænsen.
DESTRUKTIONSGRÆNSE	60 m/s. Til sammenligning begynder orkan (vindstyrke 12) v/ 33 m/s.
IEC MØLLEKLASSE	Klasse 2 iht. IEC 61400 årlig middelvind op til 8,5 m/s.
HASTIGHEDSREGULERING	Fuldautomatisk ved hjælp af det patenterede "Reactive Pitch™"-princip.
ROTORDIAMETER	5,4 m.
ROTORHASTIGHED	200 omdr./minut v/ normal drift. Maksimalt 230 omdr./minut i højvind.
VINGETYPE	Højop timeret aerodynamisk profil som sikrer højt effektoptag og lavt støjniveau.
VINGEMATERIALE	Glasfiberforstærket kompositstruktur, overfladebehandlet for minimal refleksion og høj bestandighed overfor UV-lys (sollys) og klimatisk nedbrydning.
GENERATOR	Børsteløs permanent-magnet-generator med høj virkningsgrad, direkte koblet til rotoren uden brug af gearkasse.
GEARKASSE	Ingen, se GENERATOR.
NØDBREMSE	Automatisk bremse, "ElectroBrake™", uden bevægelige dele og sliddele.
KRØJESTYRING (RETNING)	Bremsen kan aktiveres manuelt i forbindelse med servicecheck. Passiv styring - møllen krøjes automatisk af vinden vha. haleroret.
HØJDE AF MØLLETÅRN	12 m, 15 m eller 18 m, målt fra fundament til rotornav.
TÅRNTYPE	Fritstående ståltårn med vippefunktion på støbt betonfundament.
VÆGT AF MØLLEHAT	Rotor, hale, generator og generatorkapsling, i alt 300 kg.
LEVETID	20 år minimum. Årligt servicecheck påkrævet.
STØJ	45 dB(A), målt v/ 8,0 m/s på 60 m afstand. Rekvirer gerne flere oplysninger.
TILSLUTNING TIL ELNET	Tilslutning til elnet 400/230 VAC vha. medfølgende frekvensomformere.
BRUGERENS BETJENING	Anlægget er fuldt selvkørende og skal ikke betjenes af brugeren.
GODKENDELSE	Typegodkendt iht. Energistyrelsens krav om typetest og typegodkendelse af vindmøller med rotorareal op til 40 m ² .

Kontakt os for flere oplysninger

CIRKEL Energi
www.cirkelenergi.dk
info@cirkelenergi.dk
Tlf. 7070 1526



Effekt [kW]

Vindhastighed [m/s]

Constant 5kW to 60m/s

CIRKEL 01/2010. Medforbehold for ændringer og fejl

BILAG 3. BEREGNET STØJBELASTNING

STØJBELASTNINGEN BEREGNET I FORSKELLIGE AFSTANDE (NEGATIVE VÆRDIER BETYDER AT NIVEAUERNE ER MEGET LAVE)

NAVHØJDE 18 M.

Afstand m	6 m/s		8 m/s	
	L _{pA} dB(A)	L _{pA,LF} dB(A)	L _{pA} dB(A)	L _{pA,LF} dB(A)
25	45,3	13,9	47,9	15,9
35	43,1	11,7	45,7	13,7
45	41,2	9,9	43,8	11,9
55	39,6	8,4	42,2	10,4
65	38,1	7,1	40,8	9,1
75	36,9	5,9	39,5	7,9
85	35,8	4,9	38,4	6,9
95	34,8	3,9	37,4	5,9
105	33,8	3,1	36,5	5,1
115	33,0	2,3	35,7	4,3
125	32,2	1,6	34,9	3,6
135	31,5	0,9	34,2	2,9
145	30,8	0,3	33,5	2,3
155	30,1	-0,2	32,8	1,8
165	29,5	-0,8	32,2	1,2
175	28,9	-1,3	31,7	0,7
185	28,4	-1,8	31,1	0,2
195	27,9	-2,2	30,6	-0,2
205	27,4	-2,7	30,1	-0,6
215	26,9	-3,1	29,6	-1,1
225	26,4	-3,5	29,2	-1,5
235	26,0	-3,8	28,7	-1,8
245	25,5	-4,2	28,3	-2,2
255	25,1	-4,5	27,9	-2,5
265	24,7	-4,9	27,5	-2,9
275	24,4	-5,2	27,1	-3,2
285	24,0	-5,5	26,8	-3,5
295	23,6	-5,8	26,4	-3,8
305	23,3	-6,1	26,1	-4,1
315	22,9	-6,4	25,7	-4,4
325	22,6	-6,7	25,4	-4,6
335	22,3	-6,9	25,1	-4,9
345	22,0	-7,2	24,8	-5,2
355	21,7	-7,4	24,5	-5,4
365	21,4	-7,7	24,2	-5,7
375	21,1	-7,9	23,9	-5,9
385	20,8	-8,1	23,6	-6,1
395	20,5	-8,4	23,3	-6,3
405	20,2	-8,6	23,1	-6,6

STØJBELASTNINGEN BEREGNET I FORSKELLIGE AFSTANDE (NEGATIVE VÆRDIER BETYDER AT NIVEAUERNE ER MEGET LAVE)

NAVHØJDE 15 M.

Afstand m	6 m/s		8 m/s	
	L _{pA} dB(A)	L _{pA,LF} dB(A)	L _{pA} dB(A)	L _{pA,LF} dB(A)
25	45,1	13,7	47,4	15,3
35	42,7	11,3	45,0	13,0
45	40,7	9,4	43,0	11,1
55	39,0	7,8	41,4	9,5
65	37,5	6,5	39,9	8,1
75	36,2	5,3	38,7	6,9
85	35,1	4,2	37,5	5,9
95	34,1	3,3	36,5	4,9
105	33,1	2,4	35,6	4,1
115	32,3	1,7	34,7	3,3
125	31,5	0,9	34,0	2,6
135	30,8	0,3	33,2	1,9
145	30,1	-0,3	32,5	1,3
155	29,4	-0,9	31,9	0,7
165	28,8	-1,5	31,3	0,2
175	28,2	-2,0	30,7	-0,3
185	27,7	-2,4	30,2	-0,8
195	27,1	-2,9	29,7	-1,2
205	26,6	-3,3	29,2	-1,7
215	26,2	-3,7	28,7	-2,1
225	25,7	-4,1	28,2	-2,5
235	25,2	-4,5	27,8	-2,9
245	24,8	-4,9	27,4	-3,2
255	24,4	-5,2	27,0	-3,6
265	24,0	-5,6	26,6	-3,9
275	23,6	-5,9	26,2	-4,2
285	23,2	-6,2	25,8	-4,5
295	22,9	-6,5	25,5	-4,8
305	22,5	-6,8	25,1	-5,1
315	22,2	-7,1	24,8	-5,4
325	21,9	-7,3	24,4	-5,7
335	21,5	-7,6	24,1	-5,9
345	21,2	-7,9	23,8	-6,2
355	20,9	-8,1	23,5	-6,5
365	20,6	-8,3	23,2	-6,7
375	20,3	-8,6	22,9	-6,9
385	20,0	-8,8	22,6	-7,2
395	19,8	-9,0	22,4	-7,4
405	19,5	-9,3	22,1	-7,6

STØJBELASTNINGEN BEREGNET I FORSKELLIGE AFSTANDE (NEGATIVE VÆRDIER BETYDER AT NIVEAUERNE ER MEGET LAVE)

NAVHØJDE 22 M.

Afstand m	6 m/s		8 m/s	
	L _{PA} dB(A)	L _{PA,LF} dB(A)	L _{PA} dB(A)	L _{PA,LF} dB(A)
25	45,6	14,1	48,9	16,8
35	43,7	12,2	47,0	14,9
45	41,9	10,6	45,3	13,3
55	40,4	9,1	43,7	11,8
65	39,0	7,8	42,4	10,5
75	37,8	6,7	41,2	9,4
85	36,7	5,7	40,1	8,4
95	35,7	4,8	39,1	7,5
105	34,8	3,9	38,2	6,7
115	34,0	3,2	37,4	5,9
125	33,2	2,5	36,6	5,2
135	32,5	1,8	35,9	4,5
145	31,8	1,2	35,3	3,9
155	31,2	0,6	34,6	3,4
165	30,6	0,1	34,0	2,8
175	30,0	-0,4	33,5	2,3
185	29,4	-0,9	32,9	1,8
195	28,9	-1,3	32,4	1,4
205	28,4	-1,8	31,9	1,0
215	27,9	-2,2	31,5	0,6
225	27,5	-2,6	31,0	0,2
235	27,0	-2,9	30,6	-0,2
245	26,6	-3,3	30,2	-0,6
255	26,2	-3,6	29,7	-0,9
265	25,8	-4,0	29,4	-1,3
275	25,4	-4,3	29,0	-1,6
285	25,1	-4,6	28,6	-1,9
295	24,7	-4,9	28,3	-2,2
305	24,3	-5,2	27,9	-2,5
315	24,0	-5,5	27,6	-2,8
325	23,7	-5,7	27,3	-3,0
335	23,4	-6,0	26,9	-3,3
345	23,0	-6,3	26,6	-3,5
355	22,7	-6,5	26,3	-3,8
365	22,4	-6,8	26,0	-4,0
375	22,1	-7,0	25,8	-4,3
385	21,9	-7,2	25,5	-4,5
395	21,6	-7,4	25,2	-4,7
405	21,3	-7,7	24,9	-4,9