



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Generelle data om støjen fra ældre vindmøller

Bo Søndergaard og Peter Henningsen
Acoustica, Grøntmij A/S

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

FORORD	5
SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	7
SUMMARY AND CONCLUSIONS	9
1 INDLEDNING	12
2 KILDEDATA	13
2.1 GENNEMGANG AF DATA	15
3 INDLEDENDE ANALYSER	17
3.1 BETYDNINGEN AF FREKVENSSOMRÅDET UNDER 50 HZ.	17
3.2 SORTERING I EFFEKTKLASSER	19
3.2.1 0-100 kW	20
3.2.2 100 – 300 kW	22
3.2.3 300-600 kW	22
3.2.4 600 kW	22
3.2.5 660 kW	22
3.2.6 750 kW	23
3.2.7 750-1000 kW	23
3.2.8 1000-2000 kW	23
3.2.9 2000 kW	23
3.3 SAMLET VURDERING	24
4 VURDERING AF KVALITETEN AF DEN LAVFREKVENTE DEL AF RESULTATERNE	25
5 FASTLÆGGELSE AF STANDARDISEREDE SPEKTRE	27
6 STANDARDISEREDE SPEKTRE VED 6 M/S	29
7 REFERENCER	33
BILAG A ANALYSERESULTATER VED 8 M/S	35
BILAG B ANALYSERESULTATER VED 6 M/S	45

Forord

Miljøstyrelsen er ved at forberede nye regler for lavfrekvent støj fra vindmøller, som skal implementeres i en revideret vindmøllebekendtgørelse. Reglerne for lavfrekvent støj skal på samme måde som de nuværende regler for "den almindelige støj" gælde for den samlede støj fra alle vindmøller.

Allerede med de nuværende regler kan det være udfordrende at finde dokumentation for støjen fra ældre vindmøller, som står i nærheden af de planlagte placeringer for nye vindmøller, og hvis støjbidrag derfor skal regnes med når de nye møller anmeldes. De forventede nye regler, der omhandler lavfrekvent støj, stiller både krav om mere detaljerede data i 1/3-oktavbånd og i et større frekvensområde (ned til 20 Hz, og gerne 10 Hz). Disse data er typisk ikke tilgængelige i målerapporter eller databaserne i de gængse beregningsprogrammer.

Derfor har Miljøstyrelsen i juli 2011 igangsat et projekt, der skal resultere i at styrelsen kan offentliggøre generelle data om støjen fra ældre vindmøller, som kan bruges i forbindelse med anmeldelse af nye vindmøller, hvor der er behov for at medregne støjbidraget fra eksisterende, ældre vindmøller, hvor det ikke er muligt at fremskaffe konkret målte tal for deres kildestyrker.

Projektet er udført af Grontmij A/S' lydafdeling Acoustica.

Sammenfatning og konklusioner

Med udgangspunkt i 170 målerapporter er der udarbejdet et forslag til et sæt af standardiserede kildespektre til brug for beregning af støjbelastningen fra vindmøller både i det sædvanlige område fra 50 Hz til 10 kHz og i det lavfrekvente område fra 10 Hz til 160 Hz. Ikke alle rapporter har kunnet anvendes direkte i udarbejdelsen dette forslag, men har været med til at danne baggrund for de overvejelser, der har været gjort. Målerapporterne dækker en længere tidsperiode fra 1992 til 2011 og er udført efter de på tidspunktet gældende nationale eller internationale målevejledninger. Samtlige målerapporter indeholder et kildespektrum i 1/3-oktaver fra omkring 50 Hz til 10 kHz ved 8 m/s. Der er foretaget en opdeling i effektklasser hvor der er lagt vægt på, at der er tilstrækkeligt mange og ensartede datasæt i hver klasse. For hver effektklasse er der lavet en vurdering af de tilgængelige data og efterfølgende er 90%-percentilen udvalgt som et godt bud på standardiserede kildespektre for alle klasserne. Manglende værdier ved de laveste frekvenser er beregnet ud fra en regression mellem lydtryk og frekvens i området fra 50 Hz og nedefter.

Kun et mindre antal af målerapporterne indeholder kildespektret ved 6 m/s. Hvor det har været muligt er dette kildespektrum beregnet ud fra det A-vægtede støjniveaus afhængighed af vindhastigheden, idet det antages at denne afhængighed gælder ved alle frekvenser. På baggrund af disse spektre ved 6 m/s er der udarbejdet et forslag til et sæt af standardiserede kildespektre baseret på samme vurderinger som for 8 m/s.

Summary and conclusions

A proposal for a comprehensive set of standardised for sound power spectra for Danish wind turbines has been determined based on 170 measurement reports. The spectra are intended for use when predicting the noise in the usual frequency range from 50 Hz to 10 kHz as well as in the low frequency range from 10 Hz to 160 Hz. The data from most of the reports have been used directly in the preparation of this proposal while the remaining reports have helped to form the basis of the considerations made. The measurement reports cover a long period from 1992 to 2011 and have been performed according to the then-current national or international measurement standards. All measurement reports contain a sound power spectrum in 1/3-octaves from about 50 Hz to 10 kHz at 8 m/s. The measurement data have been sorted in classes after the nominal power of the wind turbines with an emphasis on having sufficient and homogenous data sets in each class. In each power class the available data were evaluated and various estimates of a representative spectrum for each class were made. The 90% percentile was selected as a good choice for the standardized sound power spectra for all classes. Missing values at the lowest frequencies have been calculated from a regression between sound pressure and frequency in the range from 50 Hz and below.

Only few of the measurement reports had data for the sound power level at 6 m/s, but the relation between the A-weighted total power level and the wind speed was omnipresent. Based on this relation and the available data at 6 m/s, proposals for standardised spectra at 6 m/s in each power class are given.

1 Indledning

Støj fra vindmøller er ofte den afgørende faktor ved etablering af vindmølleprojekter. I de gældende regler beskrevet i Bekendtgørelse nr. 1518 af 14. december 2006 fra Miljøministeriet er både grænseværdier for støjen og metoder til fastlæggelse af støjbelastningen beskrevet. Metoden består dels af en målemetode til bestemmelse af kildestyrken for vindmøllerne og dels en beregningsmetode til at omsætte kildestyrken til et lydtrykniveau i naboområderne. Såfremt der ikke optræder hørbare toner eller impulser i støjen er dette lydtrykniveau det samme som støjbelastningen, der kan sammenlignes med de gældende grænseværdier.

Denne metodik har næsten uændret været det gennemgående princip i de danske regler beskrevet i de hidtidige bekendtgørelser og regler [1][2][3][4] og metoden er første gang beskrevet i en rapport fra Lydteknisk Institut [5]. De internationale standarder for måling af støj fra vindmøller IEC 61400-11 i forskellige versioner [6][7][8], IEA[9] og Nordtest [10] er opbygget omkring de samme principper og giver sammenlignelige resultater.

I forbindelse med dette projekt, er det afgørende at forskellen mellem målemetoderne og de forskellige versioner af metoderne primært er kravene til frekvensopløsning og frekvensområde, mens forskellene på bestemmelse af vindhastigheden vurderes at have mindre betydning. Dermed kan resultaterne fra den næsten 20 årige periode, der er dækket af de indsamlede rapporter sammenholdes direkte.

På trods af at det først er med de seneste versioner af bekendtgørelsen og målestandarderne, der er stillet krav om målinger i 1/3-oktavbånd og i et frekvensområde, der går længere ned end 50 Hz, findes et større antal målerapporter fra forskellige målefirmaer, der indeholder data for dele af det lavfrekvente område og som dermed kan danne grundlag for et sæt af generaliserede data for ældre vindmølletyper.

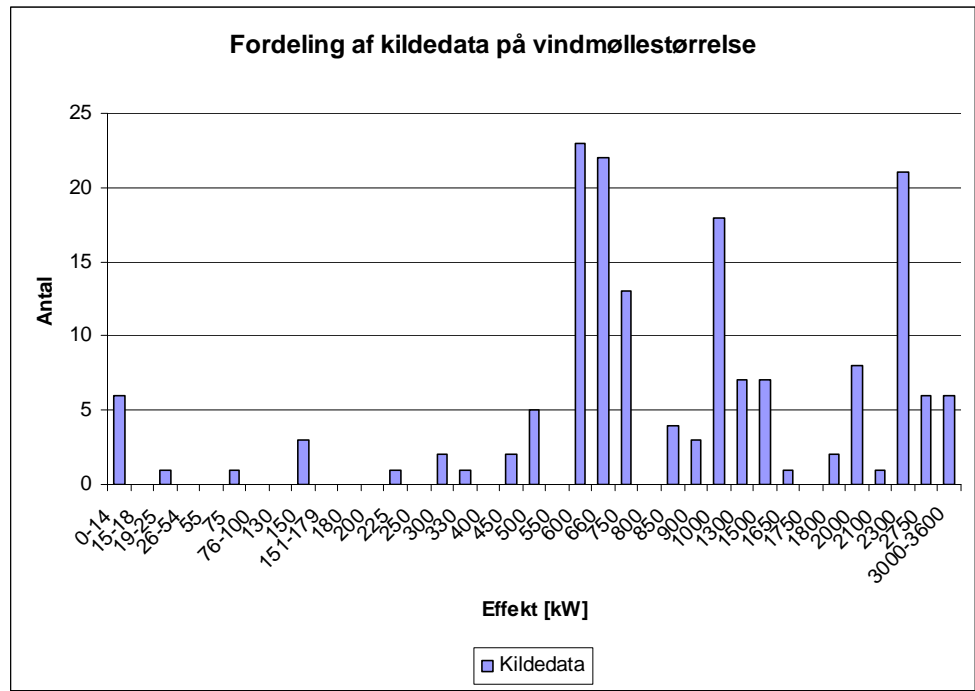
Samtlige data, der anvendes i denne rapport stammer fra akkrediterede eller godkendte målerapporter, som anses for at være valide og repræsentative. Det er dog ikke for alle målingerne muligt at lave en vurdering af kvaliteten af data ved de laveste frekvenser. Disse data kan være påvirket af baggrundsstøj i et eller andet omfang. Derudover er inkluderet kildedata fra EFP-projektet "Aerodynamical noise from wind turbine generators – Experiments with modification of full scale rotors" [12] for 3 mindre vindmøller.

2 Kildedata

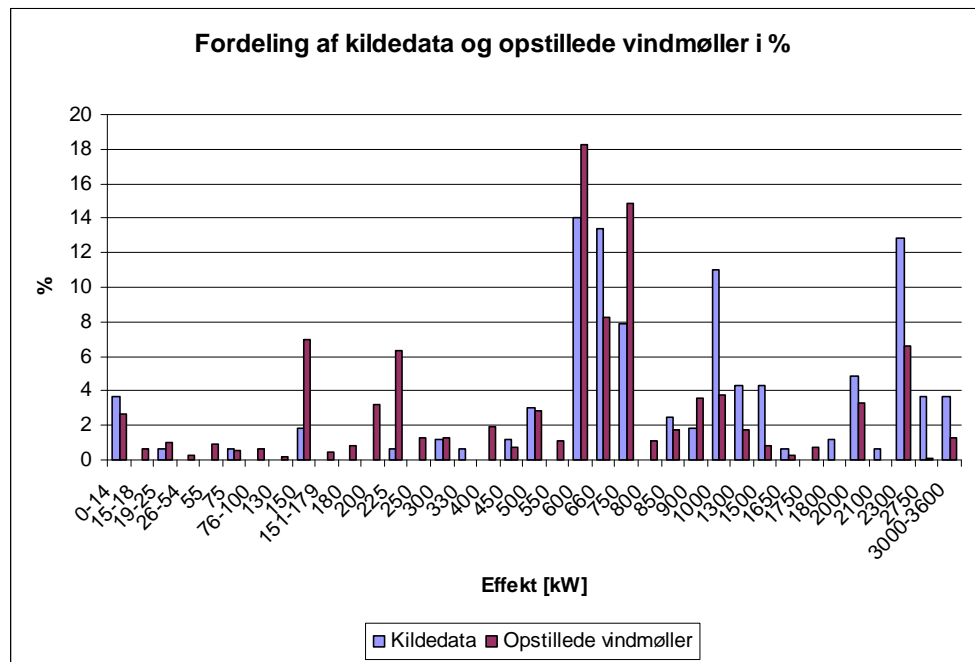
Kildedata stammer fra akkrediterede eller godkendte målerapporter dels fra Acoustica's egne arkiver, dels fra målerapporter som er tilgængelige fra myndigheder eller vindmølleejere. DELTA har derudover leveret grunddata fra EFP06 projektet "Lavfrekvent støj fra store vindmøller". Disse data er ikke publiceret i nogle af projektrapporterne, men er ligeledes baseret på akkrediterede eller godkendte målerapporter. Der er udelukkende anvendt rapporter, hvor kildestyrken er rapporteret i 1/3-oktaver, og der er ikke i projektet her gjort forsøg på at omregne 1/1-oktavdata til 1/3-oktaver, selvom dette kunne have udvidet materialet betydeligt.

På baggrund af de indsamlede data vurderes, at for vindmøller over 2 MW vil der foreligge målerapporter med data, svarende til det udvidede frekvensområde, der er nødvendigt for at beregne den lavfrekvente støjbelastning. Der vil således ikke blive fastlagt standardiserede støjdata for vindmøller med en effekt over 2 MW.

Idet rapportnumre eller lignende entydig identifikation er tilgængelig for alle støjdata har det været muligt at sikre at den samme vindmølle ikke indgår flere gange i flere versioner. Ved inddatering af data er hver enkelt vindmølle tildelt et internt nummer. Når der præsenteres resultater for en enkelt vindmølle vil det være dette nummer, der fremgår. Der er ikke udeladt data med mindre det har kunnet konstateres at de ikke har været repræsentative, f.x med et utypisk højt støjniveau eller toneindhold og som efterfølgende er modificeret. Fordelingen af vindmøllerne efter størrelser fremgår af Figur 1 og Figur 2. Opdelingen efter størrelse er valgt på samme måde som det er gjort i Månedsmagasinet Naturlig Energi, og data stammer fra juli 2011 udgaven af magasinet. Det kan ses, at de hyppigste vindmølletyper ved 600 kW, 660 kW og 750 kW også er godt repræsenteret i de tilgængelige data, mens der er relativt få data under 500 kW. Det skyldes at, på tidspunktet for opstilling af de mindre vindmøller var der enten ingen krav om rapportering af spektre eller kun krav om spektre i 1/1-oktaver ned til 63 Hz. Det kan i øvrigt ses, at for vindmøller fra 1000 kW og opefter er der relativt mange målerapporter tilgængelige. Det er dog først fra 2000 kW at der rutinemæssigt findes data ned til 20 Hz.



Figur 1 Fordeling af indsamlede kildedata på vindmølestørrelse



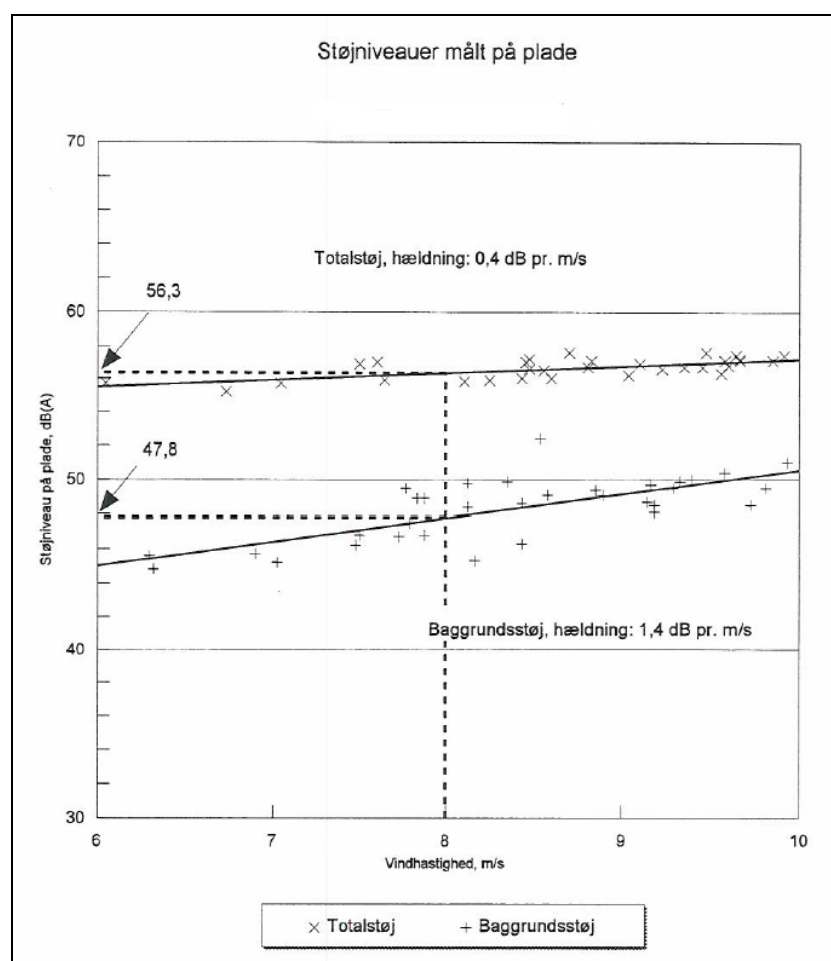
Figur 2 Fordeling af indsamlede kildedata og opstillede vindmøller i Danmark i %

2.1 Gennemgang af data

De udvalgte rapporter indeholder støjdata ved 8 m/s i 1/3-oktaver ned til 50 Hz, for enkelte dog kun til 80 Hz. Mange ned til 25 Hz eller lavere.

For de fleste rapporter er der, udover data ved 8 m/s, rapporteret støjens afhængighed af vindhastigheden ud fra en lineær regression gennem det A-vægtede støjniveau bestemt som en serie af 1 minuts-værdier, som vist i Figur 3 for vindmølle 162. I disse tilfælde kan støjspektret ved 6 m/s bestemmes ved at antage, at denne afhængighed er gældende ved alle frekvenser. Hvor der findes målte spektre ved 6 m/s, hvilket der gør for 31 vindmøller med en effekt på eller under 2000 kW, kan disse data anvendes direkte.

I en del af Acoustica's rapporter var der oprindeligt ikke rapporteret data under 50 Hz, men data var i flere tilfælde tilgængelige ned til 16 Hz og er inkluderet.



Figur 3 Eksempel på måledata inklusive lineær regression for totalstøj og baggrundsstøj. Vindmølle 162

3 Indledende analyser

3.1 Betydningen af frekvensområdet under 50 Hz.

Lidt under en tredjedel af målerapporterne indeholder kun resultater ned til 50 Hz, mens knap halvdelen indeholder data ned til 25 Hz. Derfor er det relevant at lave en vurdering af betydningen af frekvensområdet fra 10 Hz til 50 Hz for den indendørs lavfrekvente støjbelastning. Dette er gjort ved at beregne støjbelastningen indendørs i henhold til Miljøstyrelsens forslag til beregningsmetode som den er beskrevet i Notat af 23. maj 2011 "Revision af vindmøllebekendtgørelsen 2011" fra Miljøstyrelsen [11] for vindmøller hvor der er data ned til 10 Hz. Denne type af data er kun tilgængelige for 5 målerapporter for vindmøller i størrelsesordenen 750 kW til 3000 kW. Resultaterne af beregningerne er vist i Tabel 1 med angivelse af det interne projektnummer for vindmøllerne. Beregningerne er foretaget for minimumsafstanden for hver enkelt vindmølle, 4 gange totalhøjden af vindmøllen. $L_{pA,LF}$ er energisummen af det A-vægtede 1/3-oktavspektrum fra 10 Hz til 160 Hz.

Vindmølle nr. (internt projekt nr.)	$L_{pA,LF}$ (10-160Hz) [dB]	$L_{pA,LF}$ (50-160 Hz) [dB]	Differens [dB]
48	8,2	7,0	1,2
52	13,9	13,1	0,8
66	16,1	15,4	0,8
99	19,0	18,5	0,5
100	15,9	15,3	0,7
Gennemsnit			0,8

Tabel 1 Beregnet indendørs lavfrekvent støjbelastning med og uden frekvensområdet dækket af 1/3-oktaverne fra 10 Hz til og med 40 Hz

Beregningerne indikerer at den lavfrekvente støjbelastning bliver undervurderet med ca. 0,8 dB hvis der ses helt bort fra frekvensområdet under 50 Hz. Hvis 40 Hz inkluderes falder værdien til 0,4 dB og yderligere til 0,2 dB hvis 31,5 Hz inkluderes. Fejlen falder altså stort set til nul hvis der er data ned til 31,5 Hz og må forventes at være uden betydning når der er data fra 20 Hz. Udvides vurderingen til også at omfatte datasæt, hvor der er frekvens-informationer ned til mindst 20 Hz, i alt 44 datasæt fås at underestimeringen, ved ikke at medtage data under 50 Hz, er ca. 1 dB i overensstemmelse med resultaterne i Tabel 1. Disse overvejelser gælder naturligvis kun når der ikke forekommer væsentligt indhold af toner ved de pågældende frekvenser.

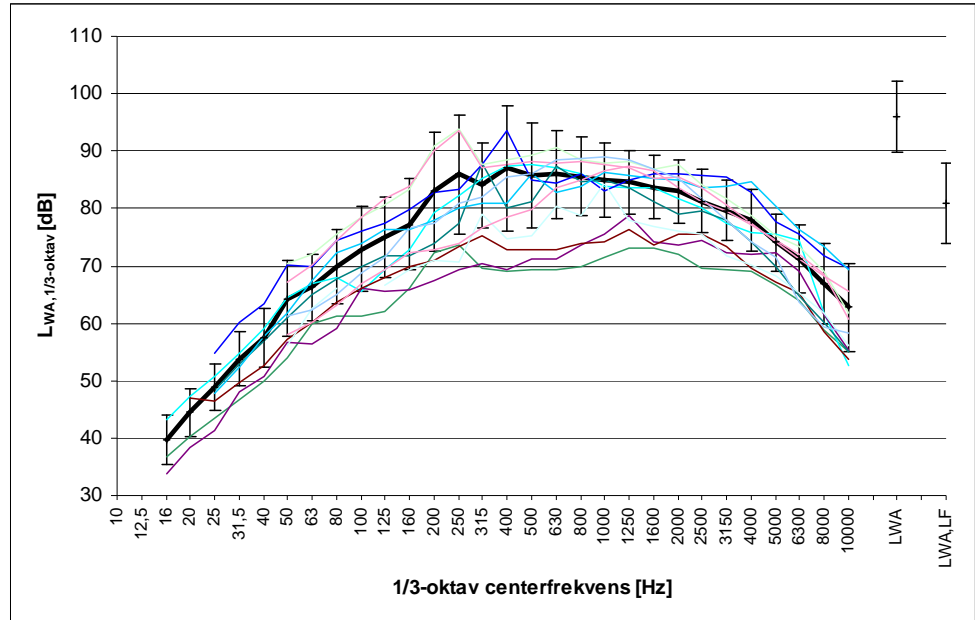
Et typisk indendørs vindmøllespektrum er vist i Figur 4, som middelværdi på energibasis for samtlige indsamlede data, inklusive vindmøller op til 3600 kW, beregnet i 4 gange vindmøllens totalhøjde. Det kan ses, at det dominerende frekvensområde er fra 40 Hz til 160 Hz og at betydningen af de enkelte 1/3-oktavnåbninger aftager med aftagende frekvens under 40 Hz.



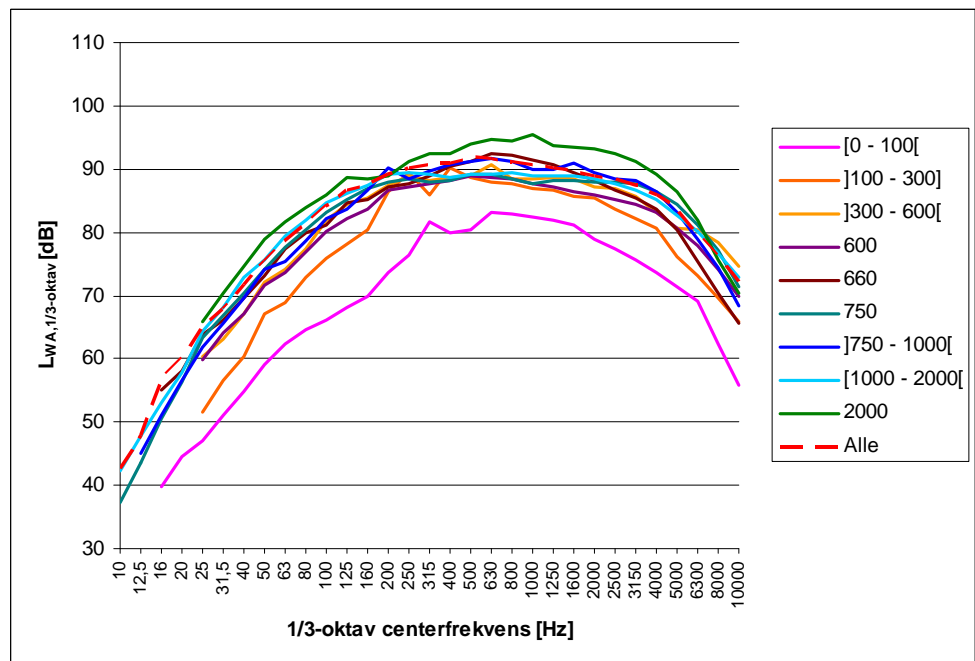
Figur 4 Typisk forløb af et indendørs vindmølespektrum beregnet i hht [11] som middelværdi på energibasis af samtlige indsamlede data i 4 gange total højden for den enkelte vindmølle.

3.2 Sortering i effektklasser

Ved gennemgang af data kunne det ses at vindmøllerne under 300 kW adskiller sig fra de øvrige vindmøller, ligesom det kunne konstateres at der er store forskelle mellem spektrene fra de enkelte vindmøller med en effekt under 300 kW. Se Figur 5 og Figur 6. $L_{WA,LF}$ er energisummen af det A-vægtede 1/3-oktavspektrum for kildestyrken fra 10 Hz til 160 Hz.



Figur 5 Kildestyrke for de enkelte vindmøller med en effekt på 300 kW eller mindre sammen med energimiddelspektrum og den tilhørende standardafvigelse



Figur 6 Kildestyrke middelspektrum på energibasis for de enkelte effektklasser Bemærk at klasse 1 og 2 skiller sig ud specielt i det lavfrekvente område.

Ved den endelige opdeling i energiklasser er der taget hensyn til at vindmøllerne i de enkelte klasser skal være nogenlunde ensartede samt at klasserne skal indeholde et passende antal individer af hensyn til databehandlingen.

Dette har ført til at vindmøllerne er sorteret i følgende klasser

Effektklasse	Interval [kW]	Kommentar
1	[0 - 100[Fra 0 til 100 kW, 100 kW ikke inklusive
2]100 - 300]	Fra 100 til 300 kW, begge inklusive
3]300 - 600[Fra 300 kW til 600 kW, begge eksklusive
4	600	Vindmøller med en effekt på 600 kW
5	660	Vindmøller med en effekt på 660 kW
6	750	Vindmøller med en effekt på 750 kW
7]750 - 1000[Fra 750 kW til 1000 kW, begge eksklusive
8	[1000 - 2000[Fra 1000 kW (inklusive) til 2000 kW (eksklusive)
9	2000	Vindmøller med en effekt på 2000 kW

Tabel 2 Oversigt over opdeling i effektklasser

For at opnå detaljeret viden om støjen i de enkelte effektklasser er beregnet følgende:

- et middelspektrum på energi basis, fremover benævnt middelspektrum
- et spektrum givet som maksimum for de enkelte 1/3-oktaver,
- samt et spektrum baseret på 90% percentilen for de enkelte 1/3-oktaver. 90% percentilen angiver skillelinjen mellem de 90% laveste og de 10% højeste værdier.

Derudover er standardafvigelsen omkring energimiddelværdien for de enkelte 1/3-oktaver beregnet. De detaljerede analyseresultater er vist i Bilag A, hvor det også fremgår hvor mange måledata der indgår i de enkelte klasser og de enkelte 1/3-oktavnåbånd. Det kan ses, at der er stor individuel variation i de lave effektklasser, mens tendensen går mod lavere spredning når effekten går op.

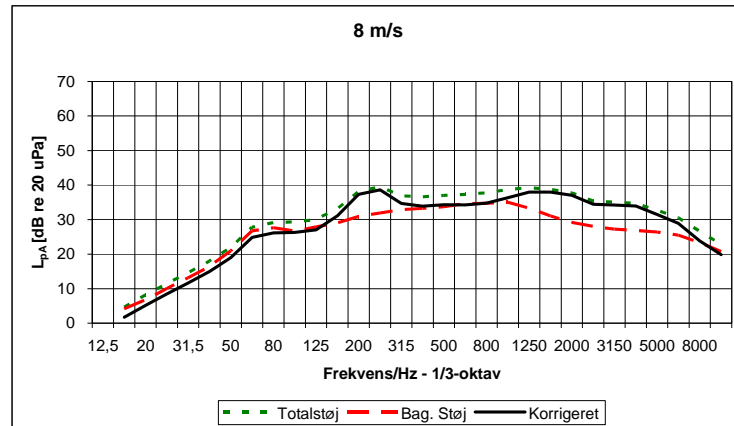
I forbindelse med etablering af standardiserede spektre for de valgte grupperinger er det ønskeligt at der opnås en grad af sikkerhed for at støjbelastningen ikke underestimeres. Det ultimative valg vil derfor være at anvende maksimumsspektret for hver klasse. Der er dog en risiko for at en enkelt vindmølle kan dominere f.eks. med en tydelig tone eller lignende mens de øvrige vindmøller i klassen afviger fra dette. Et mere robust valg kan være middelspektret eller et spektrum baseret på fordelingen som f. ex. 90% percentilen.

3.3 Gennemgang af data ved 8 m/s

3.3.1 0-100 kW

Klassen indeholder 6 datasæt fordelt på 5 forskellige vindmølle typer. Flertallet er såkaldte husstandsmøller med en effekt på 25 kW eller mindre. De fleste af disse målinger er foretaget i perioden 2010-2011 af Acoustica. Derfor er der data ned til 16 Hz. Der er stor spredning på data, men fælles gælder det, at der er meget lidt energi i det lavfrekvente område. Det betyder at dette område er påvirket af baggrundsstøj. Et eksempel på dette er vist i Figur 7 for vindmølle 61. Når resultaterne er markeret med en * er forskellen på totalstøj og baggrundsstøj mindre end 3 dB. I denne rapport er det valgt kun at korrigere disse data med 3 dB i overensstemmelse med den kommende version af IEC 61400-11 og resultaterne giver derfor en vis overvurdering af støjen. Resultater i kursiv markerer at forskellen mellem totalstøj og baggrundsstøj er mindre end 6 dB.

Vindmøllerne kører med variabelt omdrejningstal og de fleste har toner i støjen, som varierer i frekvens med omdrejningstallet. I Figur 7 ses det som en pukkel i spektre ved 200 Hz og 250 Hz, hvor der netop er et acceptabelt signalstøj forhold. Knækket mellem 50 og 80 Hz stammer fra baggrundsstøjen som primært er trafikstøj fra den nærliggende motorvej.



Frekvens [Hz]	LpA pr 1/3-oktav [dB]			LpA pr 1/1-oktav [dB]	Frekvens [Hz]	Korrigeret
	Totalstøj	Bag. Støj	Korrigeret			
12,5						
16	4,7	4,2	1,7 *	16		
20	8,2	6,8	5,2 *			
25	11,5	10,0	8,5 *			
31,5	14,6	13,1	11,6 *	31,5	17,3	
40	18,0	16,5	15,0 *			
50	21,9	20,9	18,9 *			
63	27,8	26,8	24,8 *	63	29,0	
80	29,1	27,7	26,1 *			
100	29,3	26,7	26,3 *			
125	30,0	27,9	27,0 *	125	33,2	
160	33,2	29,1	31,1			
200	38,2	30,8	37,3			
250	39,5	31,9	38,6	250	41,9	
315	36,9	32,9	34,6			
400	36,6	33,3	33,9			
500	37,0	33,7	34,3	500	38,8	
630	37,3	34,7	34,3 *			
800	37,8	34,7	34,8			
1000	38,7	35,0	36,4	1000	41,3	
1250	39,2	33,3	37,9			
1600	38,8	31,1	38,0			
2000	37,7	29,2	37,1	2000	41,5	
2500	35,3	28,0	34,4			
3150	35,0	27,3	34,2			
4000	34,7	26,9	34,0	4000	38,2	
5000	32,7	26,4	31,5			
6300	30,6	25,5	28,9			
8000	26,6	23,3	23,8	8000	30,4	
10000	22,9	20,7	19,9 *			

Figur 7 Eksempel på måleresultater for en lille vindmølle

I denne gruppe er max-spektrret domineret af en enkelt vindmølle i hele den væsentlige del af frekvensområdet, hvilket ikke er hensigtsmæssigt. Mod forventning er det ikke vindmøllen med den højeste effekt, der er dominerende. I det lavfrekvente område er der ikke den store forskel på max-spektrum og 90%-spektrum.

	Energi-middelværdi	90% percentil	Maximal værdi	Standard-afvigelse
L_{WA}	91,8	95,1	97,1	5,3
$L_{WA,LF}$	74,2	76,6	77,9	3,3

3.3.2 100 – 300 kW

Klassen indeholder 6 datasæt, fordelt på 3 vindmølletyper. 3 af disse er i princippet ens vindmøller, der er opstillet samlet og samtidigt. Resultaterne for disse afviger en del fra hinanden, hvilket nok er typisk for denne størrelse af vindmøller. Der er dog ikke den store forskel på max-spektrum og 90%-spektret.

	Energi-middelværdi	90% percentil	Maximal værdi	Standard-afvigelse
L_{WA}	98,6	101,1	101,6	1,7
$L_{WA,LF}$	83,9	86,9	87,2	4,1

3.3.3 300-600 kW

Klassen indeholder 8 datasæt fordelt på 5 vindmølletyper. Det er en enkelt vindmølle, der er dominerende, så max-spektrret ligger noget højere end 90%-spektrret og må forventes at give en overvurdering af den typiske kildestøj for denne gruppe. Målingerne på denne vindmølle er foretaget som kontrolmåling i forbindelse med en klage i 2008. Derudover findes i gruppen 3 ens vindmøller, der er opstillet samlet. Der er kun lidt variation mellem disse 3 vindmøller.

	Energi-middelværdi	90% percentil	Maximal værdi	Standard-afvigelse
L_{WA}	100,1	102,7	105,1	3,1
$L_{WA,LF}$	89,5	91,9	92,6	3,1

3.3.4 600 kW

Klassen indeholder 23 datasæt og er domineret af en enkelt vindmølletype med 19 eksemplarer og 3 andre typer. I den dominerende gruppe må det forventes at der findes flere versioner af den samme vindmølletype, men spredningen i gruppen er begrænset og der er kun lille forskel på max-spektrum og 90%-spektrum, bortset fra ved 200 Hz, hvor der optræder en tone fra en af vindmøllerne.

	Energi-middelværdi	90% percentil	Maximal værdi	Standard-afvigelse
L_{WA}	99,1	101,1	102,7	1,0
$L_{WA,LF}$	82,8	90,8	92,6	3,1

3.3.5 660 kW

Klassen indeholder 22 datasæt, alle fra samme vindmølletype. Der er dog sikkert flere versioner repræsenteret. Der er begrænset spredning i gruppen, bortset fra de højeste og laveste frekvenser. Der er ikke stor forskel på max-spektrum og 90%-spektrum.

	Energi-middelværdi	90% percentil	Maximal værdi	Standard-afvigelse
L_{WA}	101,5	103,0	104,1	1,1
$L_{WA,LF}$	89,7	92,4	93,5	2,5

3.3.6 750 kW

Klassen indeholder 13 datasæt fordelt på 4 forskellige typer, med den største gruppe på 11 vindmøller. Spredningen er begrænset, men dækker over at nogle af spektrene krydser hinanden. Forskellen på max-spektrum og 90%-spektrum er lille.

	Energi-middelværdi	90% percentil	Maximal værdi	Standard-afvigelse
L_{WA}	100,3	102,8	104,6	1,9
L_{WALF}	90,9	92,9	94,8	2,2

3.3.7 750-1000 kW

Klassen indeholder 7 datasæt og består af 2 næsten lige store grupper. Der er begrænset spredning og forskellen mellem max-spektrum og 90%-spektrum er lille.

	Energi-middelværdi	90% percentil	Maximal værdi	Standard-afvigelse
L_{WA}	101,8	103,9	105,0	1,8
L_{WALF}	90,1	91,9	92,7	2,0

3.3.8 1000-2000 kW

Klassen indeholder 35 datasæt fordelt på 7 forskellige vindmølletyper. Enkelte vindmøller afviger fra gruppen og påvirker max-spektret. Der er en relativt stor spredning ved de højere frekvenser. Det kan skyldes at målemetoderne ikke korrigerer for luftabsorptionen mellem vindmøllen og målepositionen. Når vindmøllerne bliver større øges måleafstanden og luftabsorptionen bliver af betydning specielt ved de højeste frekvenser. I IEC 61400-11 er det tilladt med en variation på 20% på måleafstanden. Det kan for denne gruppe betyde en variation på 30 – 40 m mellem den korteste og længste tilladelige måleafstand, hvilket kan forklare en del af variationen.

	Energi-middelværdi	90% percentil	Maximal værdi	Standard-afvigelse
L_{WA}	100,8	102,9	105,6	1,5
L_{WALF}	91,9	93,9	95,3	2,2

3.3.9 2000 kW

Klassen indeholder 8 datasæt fordelt ligeligt på 2 vindmølletyper. Der er lille spredning og lille forskel på max-spektrum og 90%-spektrum. Der er en tendens til variation i det højfrekvente område som beskrevet i effektklasse 8.

	Energi-middelværdi	90% percentil	Maximal værdi	Standard-afvigelse
L_{WA}	104,9	106,7	107,1	1,5
L_{WALF}	93,7	95,2	95,6	1,0

3.4 Samlet vurdering

På baggrund af gennemgangen af data for de enkelte effektklasser vurderes, at max-spektret er for grov en metode til at vælge standardiserede spektre ud fra. Risikoen for at enkelte vindmøller, som ikke er typiske for vindmølletypen, dominerer enten med toner eller med bredbåndet støj, er stor for enkelte af klasserne. Max-spektret opstår som en kombination af flere spektre og vil kunne være væsentligt højere end de enkelte spektre i klassen. Dette kan føre til u hensigtsmæssige restriktioner på opstilling af nye vindmølleprojekter. Det er ligeledes tydeligt at middelspektret vil føre til en betydelig risiko for at støjbelastningen undervurderes. Anvendes i stedet 90%-percentilen opnås et statistisk mere balanceret udtryk for kildestyrken for en klasse af vindmøller. Der vil kunne optræde enkelttilfælde, hvor denne værdi vil være lavere end den reelle kildestyrke men det må forventes at 90%-percentilen i langt de fleste tilfælde ikke vil føre til undervurdering af støjbelastningen.

For effektklasserne med få datasæt kan det virke kunstigt at anvende en statistisk parameter, der virker bedst på større datamængder. Det kan dog ses, at for små grupper vil 90% percentilen ligge tæt på max-værdien med mindre der er tale om et enkelt datasæt, der skiller sig ud. Der kan argumenteres for at anvende 95% percentilen i stedet, for at opnå en højere grad af beskyttelse, men for de små grupper vil denne værdi ofte være lig med max-værdien med de ulemper der følger af dette.

Det er på denne baggrund valgt at foreslå 90% percentilen som grundlag for de standardiserede spektre.

4 Vurdering af kvaliteten af den lavfrekvente del af resultaterne

For en del af målingerne findes der ikke støjdata ned til 20 Hz og næsten ingen målinger indeholder data ned til 10 Hz. De standardiserede spektre bør indeholde data ved alle frekvenser, så det skal overvejes hvordan disse data bedst kan etableres. I afsnit 3.1 er beskrevet en følsomhedsanalyse, der viser at data under 50 Hz kan påvirke den lavfrekvente støjbelastning med ca. 1 dB samt at hvis der er data ned til 31,5 Hz vil den lavfrekvente støjbelastning være velbeskrevet. Det er således ikke uden betydning, hvorledes disse data fastlægges. For samtlige effektklasser findes dog data ned til 25 Hz, som er baseret på mere end 3 datasæt bortset fra effektklasse 3, 300-600 kW, hvor der kun er et enkelt datasæt ved 25 Hz. For denne klasse er der dog ved 31,5 Hz hele 5 gældende datasæt. Med de tilgængelige data vurderes at det ikke er så kritisk, hvorledes spektret fastlægges ved de laveste frekvenser, i de tilfælde, hvor der ikke findes måleresultater.

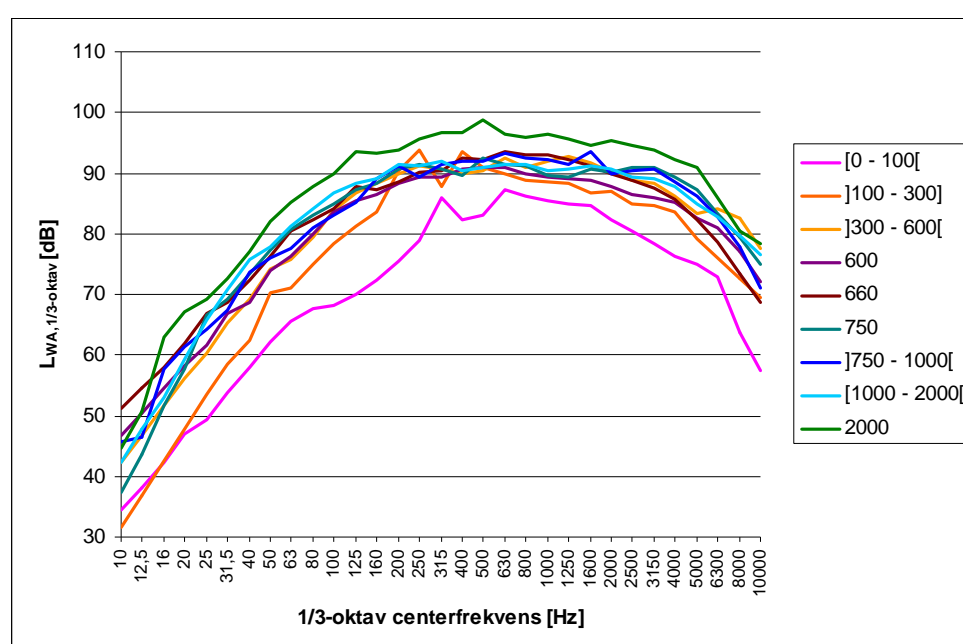
Specielt for effektklasse 1, 0 – 100 kW, ser det ud til at kildestyrken i det lavfrekvente område er påvirket af baggrundsstøjen under målingerne. Der kan således argumenteres for at standardspektret for denne klasse bør korrigeres i dette frekvensområde, så støjen ikke overvurderes. En beregning af den lavfrekvente støjbelastning i minimumsafstanden defineret som 4 gange totalhøjden af vindmøllen fører til værdier af $L_{pA,LF}$ fra 3 – 12 dB. Anvendes 90%-percentilen vil resultatet blive ca. 9 dB. De små vindmøller bidrager således ikke meget til den lavfrekvente støjbelastning og vil med udgangspunkt i 90%-percentilen kun sjældent være begrænsende for udvikling af nye projekter

Andre klasser kan også være påvirket af baggrundsstøj. Typisk ser det ud til, at samtlige klasser er påvirket af baggrundsstøj i forskellig grad under 25 Hz. Der er således basis for at diskutere om det er rigtigt at tilføje kunstige data i ved frekvenser, hvor baggrundsstøjen forventes at være dominerende samtidig med, at det ikke har konsekvenser for støjbelastningen. Det er valgt som en pragmatisk løsning og for fuldstændighedens skyld, at lave en regression gennem data fra 25 Hz til 50 Hz for hver enkelt klasse baseret på 90%-percentil spektret og anvende denne regression til at bestemme de manglende data ned til 10 Hz.

5 Fastlæggelse af standardiserede spektre

På baggrund af de analyser og overvejelser, der er gjort i kapitel 3 og 4, foreslås de standardiserede spektre for hver enkelt effektklasse fastlagt som 90%-percentilen. Manglende data ved de laveste frekvenser, typisk 25 Hz bestemmes ud fra en lineær regression gennem eksisterende data under 50 Hz. Regressionsanalysen er baseret på lydtrykniveauerne omregnet til lydtryk i Pa.

Dette fører til spektrene vist i Figur 8 og Tabel 3.



Figur 8 Forslag til standardiserede spektre for kildestyrken for de enkelte effektklasser ved 8 m/s baseret på 90% percentilen

Frekvens	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5	Klasse 6	Klasse 7	Klasse 8	Klasse 9
	0-100 kW	100-300 kW	300-600 kW	600 kW	660 kW	750 kW	750-1000 kW	1000-2000 kW	2000 kW
10	34,4	31,6	42,4	46,8	51,1	37,3	42,6	42,3	50,2
12,5	38,2	36,8	46,8	50,5	54,6	43,5	46,4	47,8	54,4
16	42,2	42,5	51,6	54,6	57,8	51,6	52,5	53,0	59,0
20	47,0	47,8	56,0	58,3	61,8	57,8	58,2	59,4	63,2
25	49,3	53,4	60,3	61,8	67,0	66,5	63,5	65,9	67,7
31,5	53,9	58,5	65,4	66,9	68,7	69,3	67,5	70,9	71,5
40	58,0	62,3	69,3	68,7	72,3	73,3	71,3	75,7	76,1
50	62,0	70,3	74,3	74,0	76,2	77,3	76,8	77,8	80,7
63	65,5	71,1	75,7	76,4	80,6	80,6	77,9	81,2	83,6
80	67,7	75,0	79,3	80,0	82,3	83,0	80,8	84,1	85,8
100	68,2	78,5	83,8	83,6	84,1	84,9	83,6	86,9	87,6
125	70,0	81,2	86,7	85,4	87,7	87,3	85,6	88,3	90,2
160	72,4	83,6	88,3	86,5	87,2	88,4	88,5	89,0	89,5
200	75,6	90,5	89,8	88,4	88,5	90,7	92,0	91,4	89,9
250	78,9	93,7	91,2	89,4	90,1	91,3	89,7	91,1	92,7
315	86,1	87,7	90,7	89,2	90,4	90,6	91,8	91,9	94,2
400	82,3	93,5	89,9	90,8	92,4	89,6	92,7	90,4	94,0
500	83,1	90,8	90,3	91,0	92,3	92,5	92,9	91,0	95,7
630	87,2	89,9	92,6	90,9	93,4	91,4	93,6	91,6	96,1
800	86,1	88,8	91,0	90,0	93,0	91,1	93,1	91,4	96,0
1000	85,5	88,5	92,0	89,3	93,0	89,5	92,2	90,3	97,2
1250	84,8	88,4	92,7	89,0	92,2	89,5	91,8	90,6	95,6
1600	84,5	86,8	91,8	88,7	91,1	90,6	93,7	91,2	95,5
2000	82,2	86,9	90,0	87,8	89,8	90,0	90,7	90,6	95,4
2500	80,5	85,0	88,8	86,6	88,8	90,9	90,7	89,4	94,8
3150	78,5	84,6	88,2	86,0	87,6	91,0	90,9	89,0	93,4
4000	76,2	83,6	86,3	85,2	85,6	89,4	89,0	87,7	91,1
5000	74,8	79,0	83,4	82,5	82,4	87,3	86,6	85,0	88,7
6300	72,8	75,9	84,2	80,9	78,7	83,3	82,8	82,8	84,2
8000	63,8	72,6	82,5	77,0	73,5	79,5	77,8	79,6	78,2
10000	57,4	69,4	77,7	72,1	68,6	75,0	71,0	76,6	72,9
L_{WA}	95,1	101,1	102,7	101,1	103,0	102,8	103,9	102,9	106,7
$L_{WA,LF}$	76,6	86,9	91,9	90,8	92,4	92,9	91,9	93,9	95,2

Tabel 3 Forslag til standardiserede kildestyrkespektre L_{WA} [dB re 1 pW] ved 8 m/s for de enkelte effektklasser baseret på 90% percentilen.

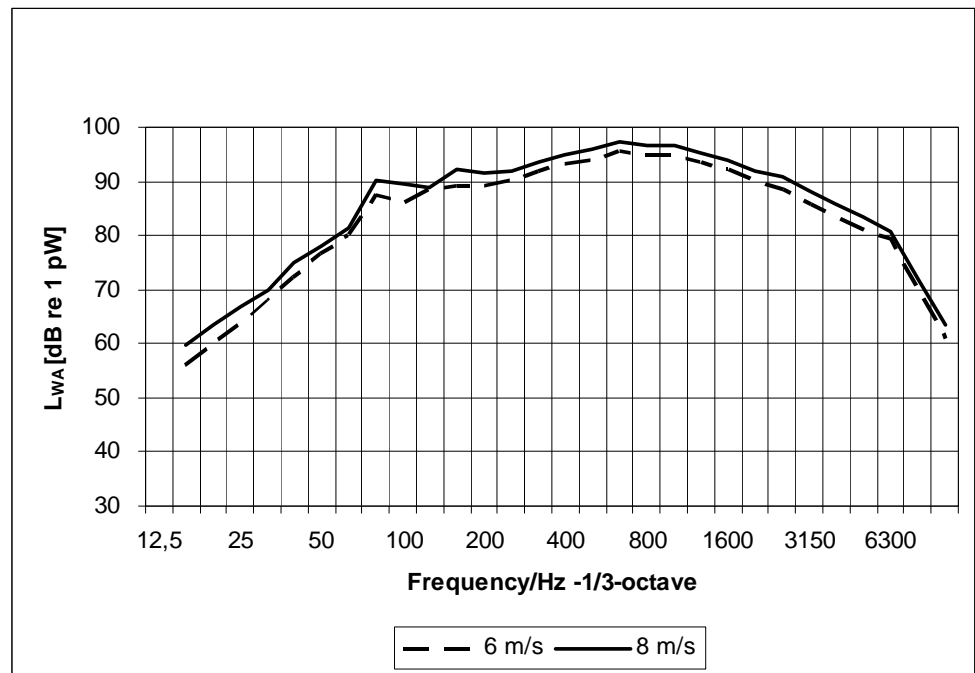
6 Standardiserede spektre ved 6 m/s

Samtlige de anvendte målerapporter indeholder et kildespektrum ved 8 m/s. Enkelte indeholder også kildespektret ved 6 m/s, men for flertallet gælder at det A-vægtede støjniveau's afhængighed af vindhastigheden er rapporteret som hældningen af den bedste rette linje gennem måleresultaterne for totalstøjen, jvnf. Figur 3. Denne afhængighed varierer mellem 0,04 dB/m/s og 2,2 dB/m/s med et gennemsnit på 0,68 dB/m/s. Enkelte målerapporter indeholder ikke denne information og der er derfor lidt færre data tilgængelige ved 6 m/s end ved 8 m/s. Hvis støjens afhængighed af vindhastigheden antages at gælde for hele spektret er det muligt i de enkelte 1/3-oktaver at beregne støjspektret ved 6 m/s som støjspektret ved 8 m/s fratrukket 2 gange hældningskoefficienten for den rette linje gennem måleresultaterne. Dette kan gøres på flere måder:

- Ved i hver enkelt effektklasse at anvende middelværdien af hældningskoefficienten på middelspektret ved 8 m/s.
- Ved i hver enkelt effektklasse at anvende middelværdien af hældningskoefficienten på de enkelte spektre ved 8 m/s.
- Ved at anvende hældningskoefficienten for hver enkelt måling på det tilhørende spektrum ved 8 m/s.

Det er i denne sammenhæng vurderet, at hældningskoefficienten er en reel målt parameter, som har en fysisk sammenhæng til den pågældende vindmølle og derfor at den tredje metode nævnt ovenfor er den mest relevante.

Ud fra de forholdsvis få målinger, hvor der er rapporteret data ved flere vindhastigheder kan det ses, at det er en rimelig antagelse som vist i Figur 9 hvor det er tydeligt at der er en forskel på kildespektrene ved 6 m/s og 8 m/s ved alle frekvenser. For målinger hvor der er stor indflydelse fra baggrundsstøjen, typisk ved de højeste og laveste frekvenser ville et målt kilde spektrum ved 6 m/s ikke ligge så konsekvent lavere end kildespektret ved 8 m/s. Dette er specielt relevant for støjen i det lavfrekvente område idet de højeste frekvenser har meget lidt betydning i større afstande og mellemfrekvensområdet, der dominerer den udendørs støjbelastning sjældent er påvirket af baggrundsstøj. Men et frekvensområde, der er påvirket af baggrundsstøj er ved 8 m/s anført med værdier, der er højere end den rene vindmøllestøj, så det vurderes at det er rimeligt at reducere støjen i dette område sammen med den øvrige del af spektret. Der er typisk tale om, at spektrene ved 6 m/s er omkring 1,5 til 2 dB lavere end ved 8 m/s.



Figur 9 Eksempel måleresultater, hvor der er tydelig forskel på resultaterne ved 6 m/s og 8 m/s ved alle frekvenser

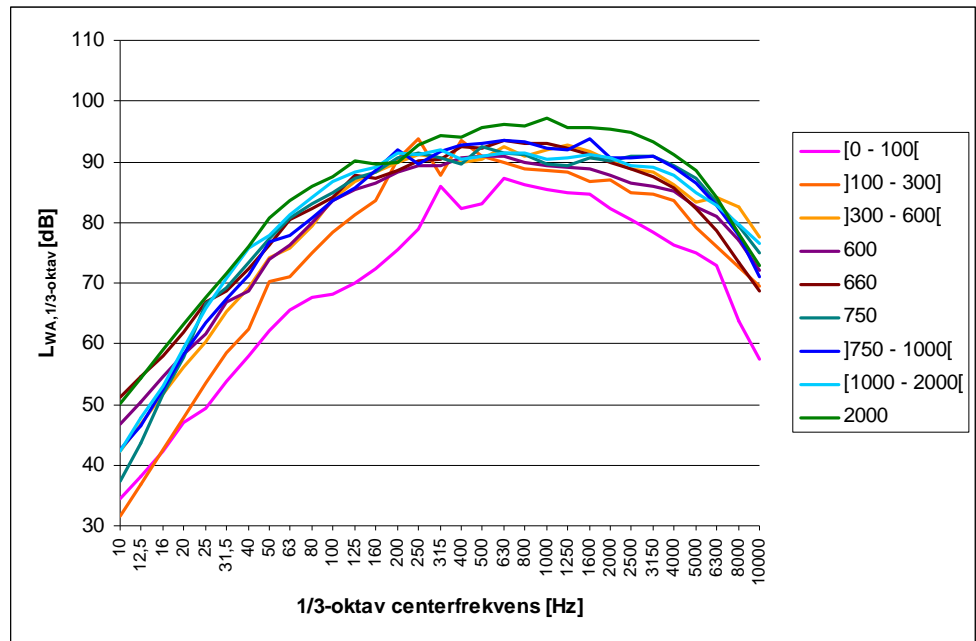
De detaljerede resultater af analyserne er vist i Bilag B. Generelt gælder samme kommentarer som for resultaterne ved 8 m/s, men der kan knyttes følgende kommentarer til resultaterne for 6 m/s:

300-600 kW: Der er en kraftig tonekomponent ved 50 Hz for en af målingerne. Spektret er målt og tonen fremstår tilsyneladende tydeligere ved 6 m/s end ved 8 m/s. Målingen er fra en tysk vindmølletype, der ikke er opstillet i Danmark i øjeblikket. Målingen er inkluderet alligevel, da der kan forekomme kraftige toner i denne klasse af vindmøller. 90% percentilen er påvirket af målingen, men det vurderes at det sker på et rimeligt niveau, som er repræsentativt for disse vindmøller.

750 kW: I modsætning til ved 8 m/s er der ikke data ned til 10 Hz, men kun til 16 Hz. Dette skyldes at der hverken er målte værdier for spektret ved 6 m/s eller opgivelse af støjens afhængighed af vindhastigheden for den pågældende vindmølle. Værdien ved 10 Hz bestemmes ud fra en regression som beskrevet tidligere.

1000-2000 kW: Et enkelt spektrum dominerer i mellemfrekvensområdet. Spektret er beregnet ud fra et tilsvarende spektrum ved 8 m/s. Den målte sammenhæng til vindhastigheden er 0,02, hvilket betyder at spektrene ved 6 m/s og 8 m/s er stort set identiske. Der er ikke grundlag for at tage resultatet ud af analysen. 90% percentilen er ikke væsentligt påvirket, da der indgår hele 32 datasæt i klassen.

Dette fører til et forslag til standardiserede spektre vist i Figur 10 og Tabel 4. Typisk ligger de standardiserede spektre ved 6 m/s ca. 2 dB lavere end ved 8 m/s med en variation fra 0,4 dB til 2,9 dB på den A-vægtede kildestyrke L_{WA} .



Figur 10 Forslag til standardiserede spektre for kildestyrken for de enkelte effektklasser ved 6 m/s på 90% percentilen

Frekvens	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5	Klasse 6	Klasse 7	Klasse 8	Klasse 9
	0-100 kW	100-300 kW	300-600 kW	600 kW	660 kW	750 kW	750-1000 kW	1000-2000 kW	2000 kW
10	27,8	30,1	39,3	44,4	48,5	40,4	37,8	37,6	50,8
12,5	32,4	35,3	43,8	48,4	52,3	45,5	40,9	44,1	54,5
16	37,8	41,2	48,8	52,8	56,1	48,5	47,7	50,3	58,6
20	41,5	46,4	53,3	56,9	59,7	54,8	52,9	57,1	62,3
25	47,0	52,1	57,7	60,3	65,4	66,0	58,1	62,1	66,2
31,5	51,7	57,3	63,0	66,5	68,3	68,1	62,0	65,7	69,7
40	56,9	60,9	66,9	68,2	71,7	70,9	67,5	70,2	74,0
50	60,7	69,1	72,1	73,6	75,5	74,6	72,6	75,2	77,6
63	64,5	69,7	73,3	74,9	80,9	78,5	73,0	78,9	80,5
80	67,3	73,8	77,4	78,5	81,9	81,9	76,9	81,4	82,5
100	66,2	76,9	84,9	82,1	83,2	84,1	81,3	83,9	84,4
125	68,4	79,7	84,3	83,8	87,2	87,0	82,0	86,3	88,5
160	71,2	82,1	86,3	84,9	86,8	87,1	85,8	87,4	87,5
200	74,9	88,9	86,7	86,6	88,0	88,8	88,5	89,3	88,5
250	77,9	92,2	88,7	88,1	89,2	90,1	86,8	89,0	91,3
315	85,3	86,5	88,5	88,5	90,1	89,1	87,5	89,6	93,0
400	81,5	92,5	88,4	89,9	92,0	88,4	88,7	88,8	92,2
500	81,9	90,1	88,0	89,6	91,7	90,9	90,5	88,6	94,5
630	85,1	89,2	89,9	89,8	93,0	89,6	91,4	89,5	94,8
800	83,0	87,9	88,0	89,5	92,5	89,6	90,8	89,5	94,8
1000	82,3	87,3	88,7	88,7	92,8	88,1	90,3	87,8	96,5
1250	81,7	87,2	89,2	87,8	91,9	88,1	90,2	88,8	93,3
1600	83,4	85,6	88,8	87,7	90,8	87,5	90,2	89,0	92,8
2000	80,6	85,7	87,4	86,7	89,6	88,2	87,1	88,2	92,0
2500	77,7	83,8	86,2	85,9	88,7	88,1	86,8	87,8	90,8
3150	76,6	83,3	85,1	84,3	87,3	88,1	87,5	86,7	89,7
4000	75,1	82,3	83,7	85,3	85,7	86,8	86,7	84,7	88,3
5000	73,7	77,7	81,1	81,9	81,1	84,4	84,3	82,8	85,5
6300	70,7	74,6	82,9	79,2	75,9	80,6	80,3	80,3	81,5
8000	61,9	71,3	80,6	75,3	72,0	77,9	75,4	77,1	76,8
10000	52,8	68,1	76,5	70,8	69,6	74,0	68,6	75,1	69,6
L_{WA}	93,3	100,0	100,1	100,0	102,6	101,0	101,0	100,7	104,8
$L_{WA,LF}$	75,4	85,4	90,4	89,3	91,9	91,9	88,9	91,7	92,9

Tabel 4. Forslag til standardiserede kildestyrkespektre L_{WA} [dB re 1 pW] ved 6 m/s for de enkelte effektklasser baseret på 90% percentilen.

7 Referencer

- [1] Miljøministeriets Bekendtgørelse nr. 1518 af 14. december 2006, "Bekendtgørelse om støj fra vindmøller"
- [2] Miljøministeriets Bekendtgørelse nr. 304 af 14. maj 1991, "Bekendtgørelse om støj fra vindmøller"
- [3] Orientering nr. 22 fra Miljøstyrelsens Referencelaboratorium: "Støj fra vindmøller" 1994-02-10.
- [4] Brev af 1995-08-29 fra Miljøstyrelsens Referencelaboratorium: "Måling af støj fra vindmøller, korrektion for baggrundsstøj"
- [5] Jakobsen J. Andersen B. "Noise Emission from Wind Turbine Generators — A measurement method" Danish Acoustical Institute. Report No 109 1983
- [6] IEC 61400-11:1998 "Wind turbine generator systems. Part 11: Acoustic noise measurement techniques"
- [7] IEC 61400-11:2002 edition 2 "Wind turbine generator systems. Part 11: Acoustic noise measurement techniques" 2002-12
- [8] IEC 61400-11:2006 edition 2.1 "Wind turbine generator systems. Part 11: Acoustic noise measurement techniques" 2006-11
- [9] IEA-recommendation: "Recommended Practices for Wind Turbine Testing, 4. Acoustics. Measurement of Noise from Wind Turbines", IEA Expert Group Study 3. Edition. Dato
- [10] Nordtest NT ACOU 089: "Wind Turbines – Noise: Performance" 1993-11
- [11] Notat af 23. maj 2011 "Revision af vindmøllebekendtgørelsen 2011" fra Miljøstyrelsen.
- [12] Jakobsen J. Andersen B. "Aerodynamical noise from wind turbine generators – Experiments with modification of full scale rotors" EFP j.nr. 1364/89-5, LI 464/793+D/70.89.464.1 1993-06.

Bilag A Analyseresultater ved 8 m/s

For de enkelte energiklasser er beregnet følgende:

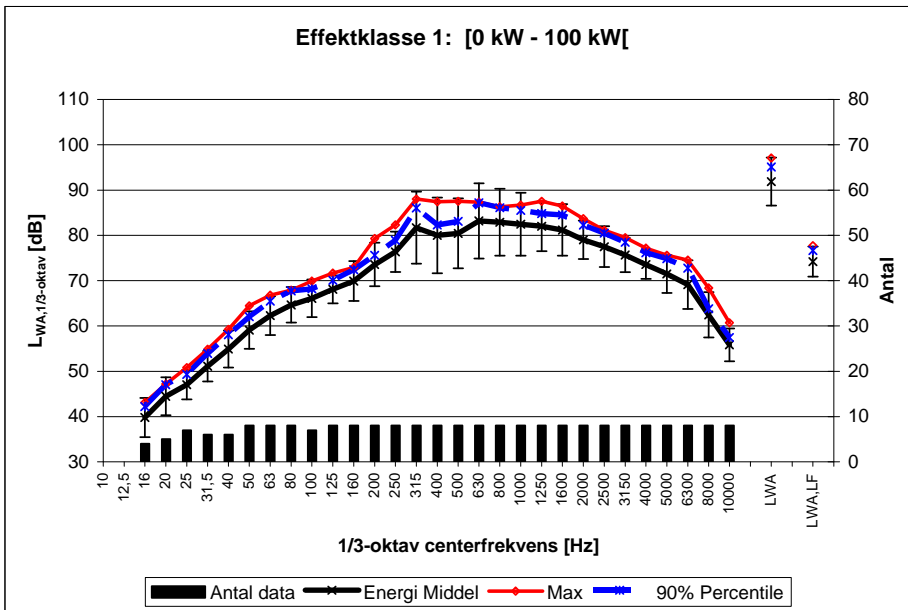
et middelspektrum på energi basis,

et spektrum givet som maksimum for de enkelte 1/3-oktaver,

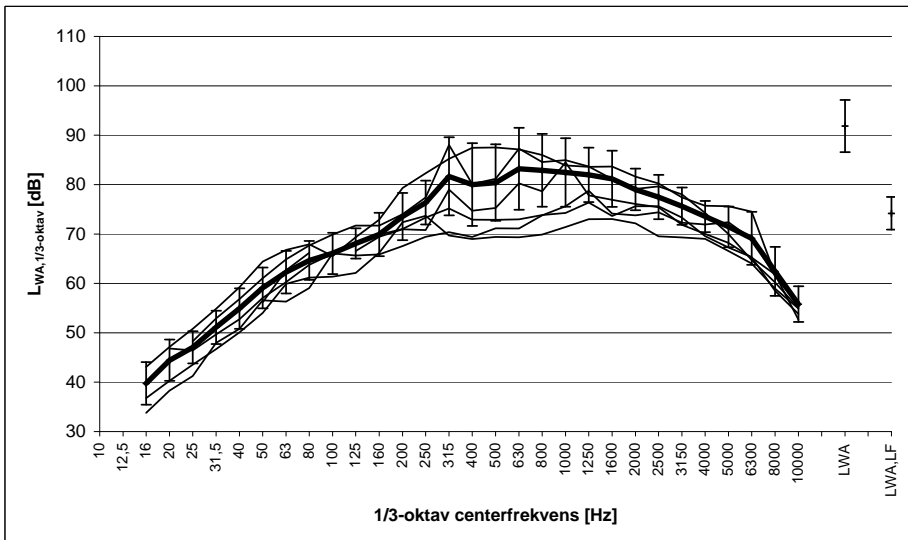
samt et spektrum baseret på 90% percentilen for de enkelte 1/3-oktaver. 90% percentilen angiver skillelinjen mellem de 90% laveste og de 10% højeste værdier.

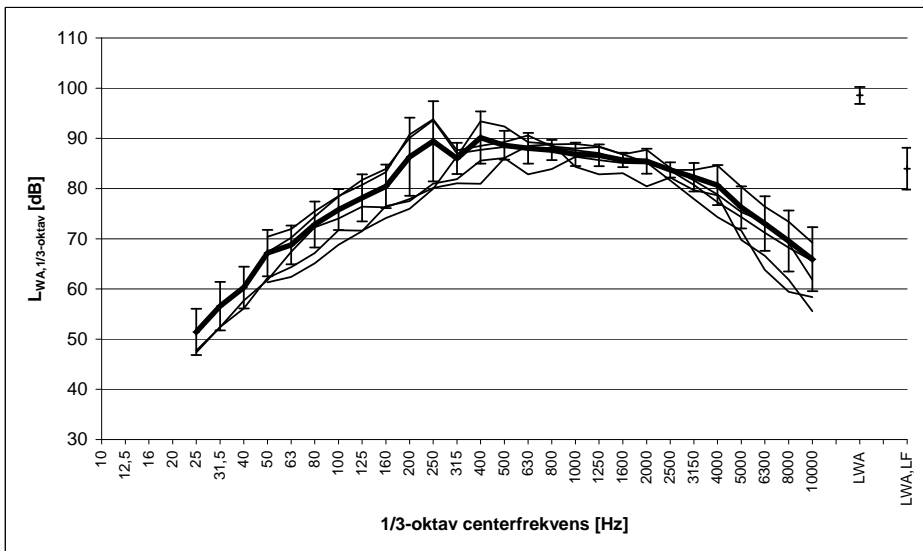
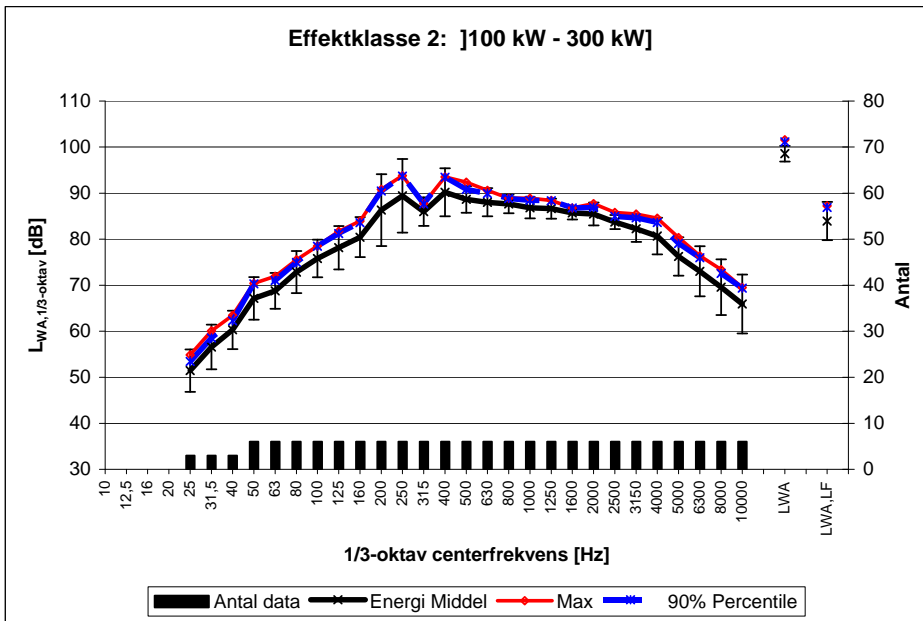
Derudover er standardafvigelsen omkring energimiddelværdien for de enkelte 1/3-oktaver beregnet.

På de følgende sider er vist analyseresultaterne for de enkelte effektklasser, dels som en graf med samtlige spektre, en graf med de overordnede beregnede spektre og dels som tabelværdier. I graferne er der anført et usikkerhedsinterval om middelspektret. Usikkerhedsintervallet er standardafvigelsen omkring energimiddelværdien.

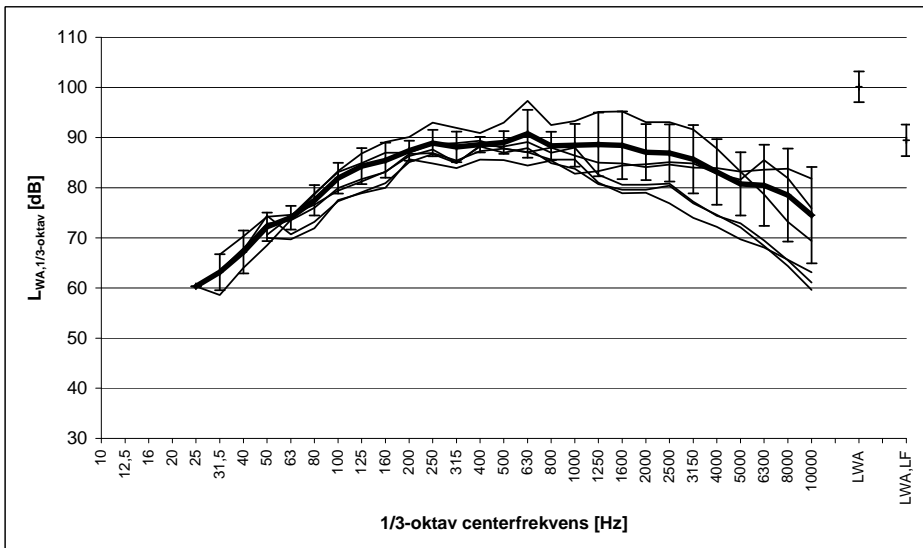
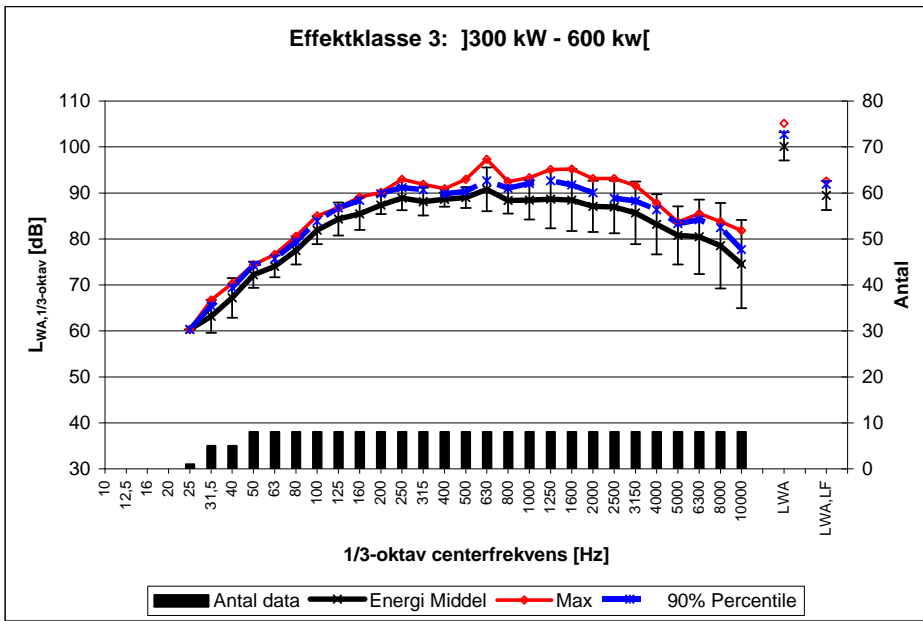


Frekvens	Energi Middel	Max	90% Percentile	Energi Std. Afv.
10				
12,5				
16	39,8	43,1	42,2	4,3
20	44,5	47,1	47,0	4,2
25	47,0	50,8	49,3	3,2
31,5	51,1	54,9	53,9	3,4
40	54,9	59,2	58,0	4,1
50	59,1	64,4	62,0	4,1
63	62,3	66,8	65,5	4,3
80	64,7	67,9	67,7	3,9
100	66,1	69,9	68,2	4,2
125	68,1	71,7	70,0	3,1
160	69,9	72,9	72,4	4,4
200	73,5	79,3	75,6	4,8
250	76,4	82,3	78,9	4,5
315	81,7	88,0	86,1	7,9
400	80,0	87,4	82,3	8,4
500	80,4	87,5	83,1	7,7
630	83,2	87,3	87,2	8,3
800	82,9	86,3	86,1	7,4
1000	82,5	86,7	85,5	6,9
1250	82,0	87,5	84,8	5,5
1600	81,2	86,5	84,5	5,7
2000	79,0	83,7	82,2	4,2
2500	77,5	81,1	80,5	4,5
3150	75,6	79,5	78,5	3,8
4000	73,6	77,2	76,2	3,2
5000	71,5	75,6	74,8	4,1
6300	69,1	74,5	72,8	5,3
8000	62,4	68,4	63,8	5,0
10000	55,8	60,7	57,4	3,6
LWA	91,9	97,1	95,1	5,3
LWA,LF	74,2	77,7	76,6	3,3

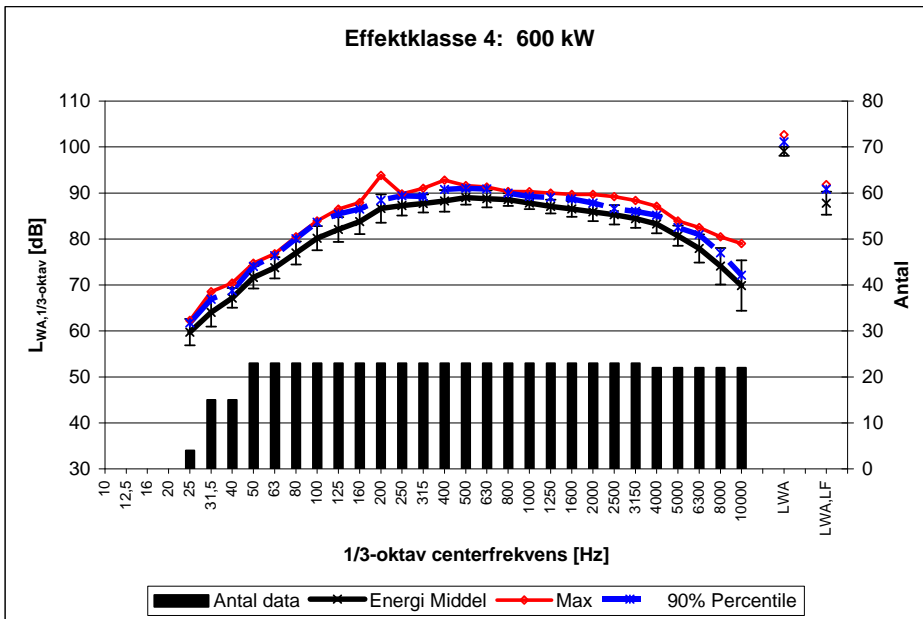




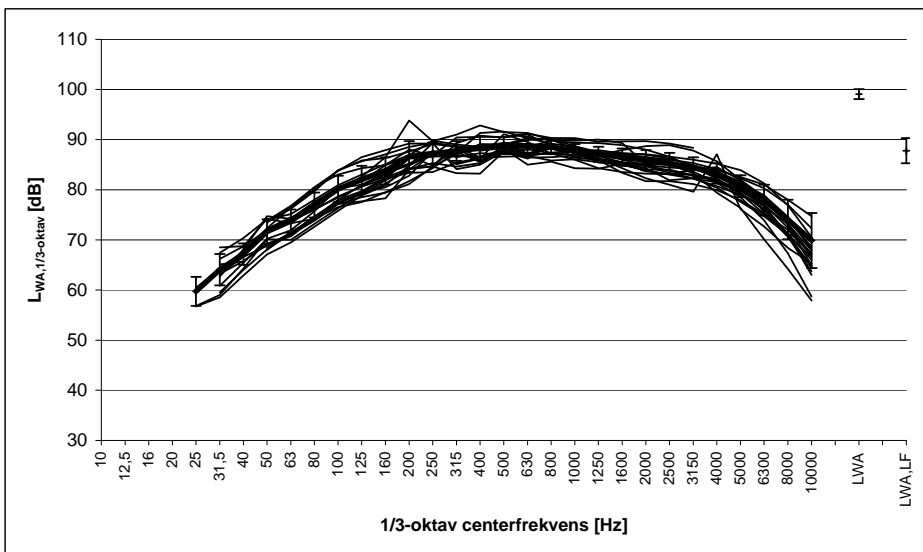
Frekvens	Energi Middel	Max	90% Percentile	Energi Std. Afv.
10				
12,5				
16				
20				
25	51,4	54,8	53,4	4,6
31,5	56,6	60,1	58,5	4,8
40	60,3	63,5	62,3	4,1
50	67,2	70,4	70,3	4,6
63	68,8	71,9	71,1	3,9
80	72,9	75,5	75,0	4,6
100	75,8	78,5	78,5	4,1
125	78,2	81,7	81,2	4,7
160	80,5	83,9	83,6	4,3
200	86,3	90,8	90,5	7,8
250	89,4	93,8	93,7	8,0
315	86,0	87,7	87,7	3,1
400	90,2	93,5	93,5	5,2
500	88,6	92,4	90,8	2,9
630	88,0	90,6	89,9	3,1
800	87,7	88,9	88,8	2,0
1000	86,8	88,9	88,5	2,3
1250	86,6	88,4	88,4	2,2
1600	85,7	86,8	86,8	1,4
2000	85,5	87,7	86,9	2,5
2500	83,7	85,8	85,0	1,5
3150	82,2	85,5	84,6	2,9
4000	80,7	84,6	83,6	4,0
5000	76,2	80,4	79,0	4,2
6300	73,0	76,4	75,9	5,4
8000	69,5	73,4	72,6	6,1
10000	65,9	69,5	69,4	6,4
LWA	98,6	101,6	101,1	1,7
LWA,LF	83,9	87,2	86,9	4,1

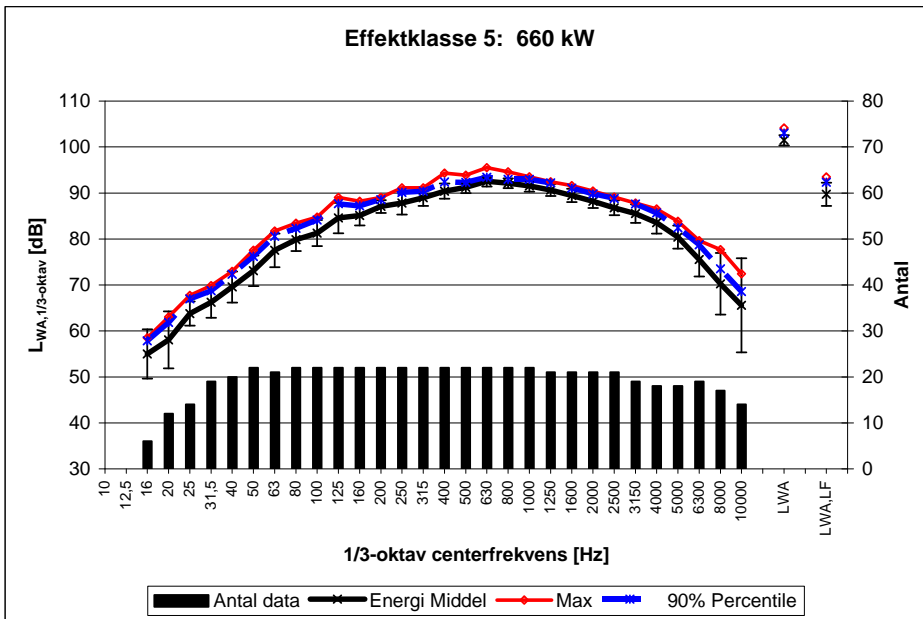


Frekvens	Energi Middel	Max	90% Percentile	Energi Std. Afv.
10				
12,5				
16				
20				
25	60,3	60,3	60,3	
31,5	63,1	66,7	65,4	3,6
40	67,2	70,3	69,3	4,3
50	72,2	74,4	74,3	2,8
63	74,0	76,6	75,7	2,4
80	77,5	80,6	79,3	3,1
100	81,9	85,0	83,8	3,1
125	84,3	86,8	86,7	3,6
160	85,5	89,1	88,3	3,5
200	87,4	90,1	89,8	2,0
250	88,9	93,0	91,2	2,6
315	88,1	91,9	90,7	3,0
400	88,6	90,9	89,9	1,6
500	89,0	93,0	90,3	2,3
630	90,8	97,3	92,6	4,7
800	88,3	92,5	91,0	2,8
1000	88,5	93,3	92,0	4,3
1250	88,6	95,1	92,7	6,3
1600	88,4	95,2	91,8	6,7
2000	87,1	93,1	90,0	5,6
2500	86,9	93,1	88,8	5,7
3150	85,7	91,6	88,2	6,8
4000	83,2	87,8	86,3	6,5
5000	80,8	83,7	83,4	6,3
6300	80,5	85,5	84,2	8,1
8000	78,5	83,8	82,5	9,3
10000	74,5	81,8	77,7	9,6
LWA	100,1	105,1	102,7	3,1
LWA,LF	89,5	92,6	91,9	3,1

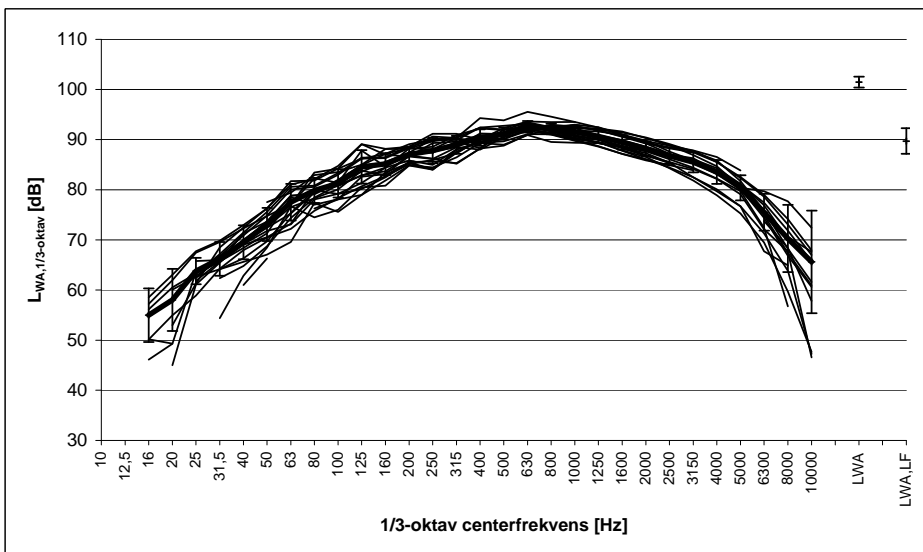


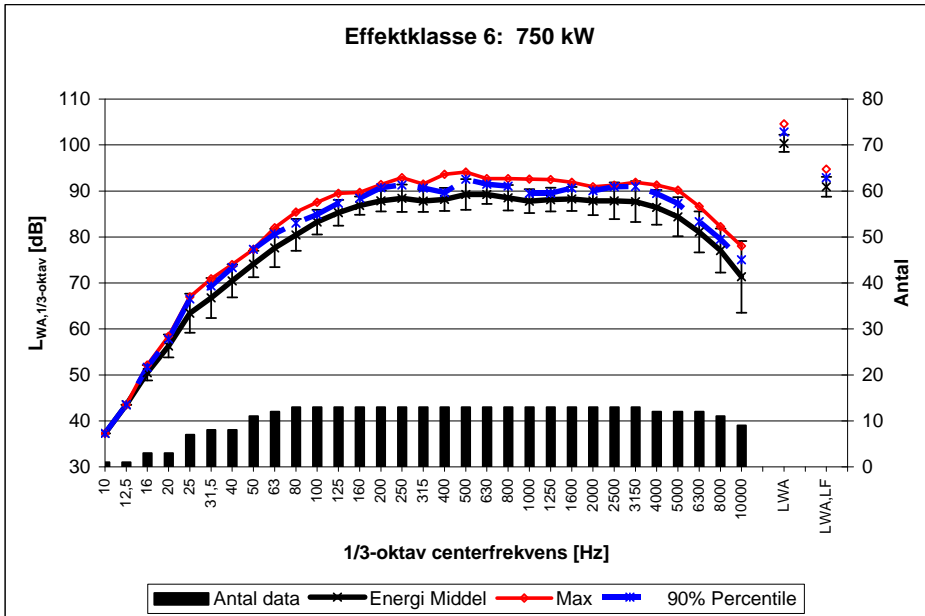
Frekvens	Energi Middel	Max	90% Percentile	Energi Std. Afv.
10				
12,5				
16				
20				
25	59,7	62,3	61,8	2,9
31,5	64,0	68,5	66,9	3,1
40	67,2	70,4	68,7	2,1
50	71,6	74,7	74,0	2,4
63	73,8	76,8	76,4	2,3
80	76,9	80,5	80,0	2,5
100	80,2	83,9	83,6	2,6
125	82,0	86,5	85,4	2,7
160	83,8	87,9	86,5	2,7
200	86,6	93,8	88,4	3,1
250	87,3	89,8	89,4	2,1
315	87,7	91,0	89,2	2,0
400	88,3	92,8	90,8	2,3
500	89,0	91,6	91,0	1,5
630	88,7	91,3	90,9	1,8
800	88,5	90,3	90,0	1,4
1000	87,8	90,3	89,3	1,3
1250	87,1	90,0	89,0	1,5
1600	86,5	89,7	88,7	1,7
2000	85,9	89,7	87,8	2,0
2500	85,2	89,2	86,6	2,1
3150	84,4	88,4	86,0	2,0
4000	83,2	87,1	85,2	2,0
5000	80,7	83,9	82,5	2,2
6300	77,9	82,5	80,9	3,1
8000	74,1	80,5	77,0	3,9
10000	69,9	79,0	72,1	5,5
LWA	99,1	102,7	101,1	1,0
LWA,LF	87,8	91,8	90,8	2,5



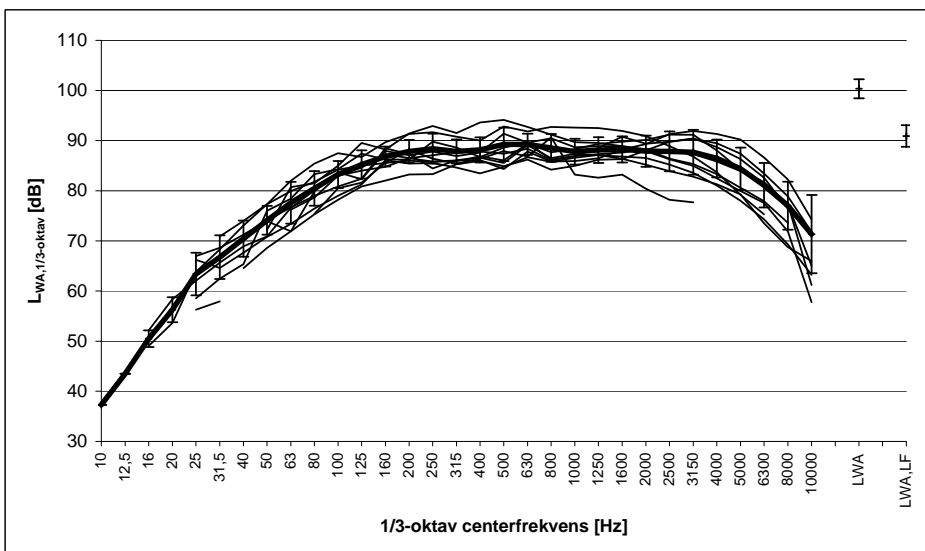


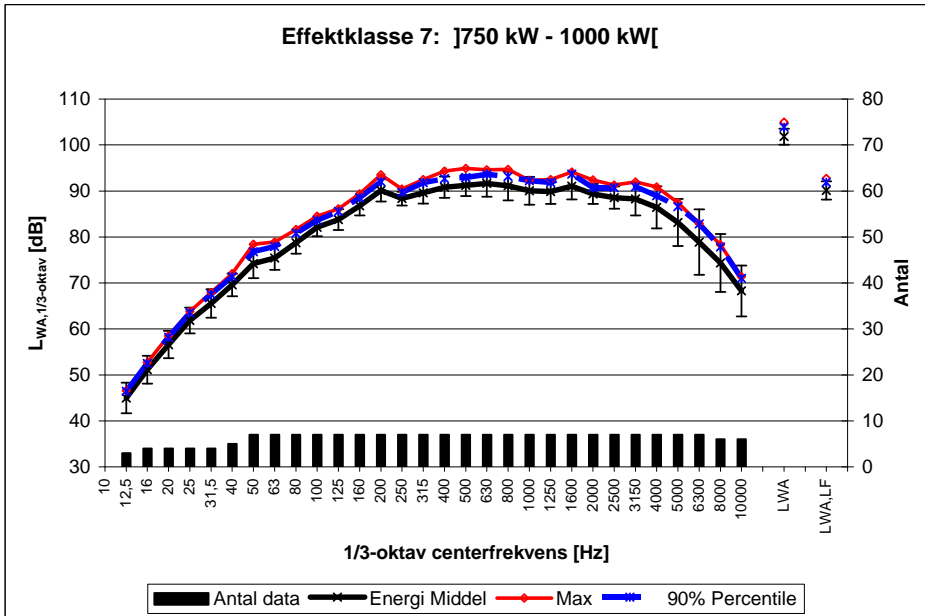
Frekvens	Energi Middel	Max	90% Percentile	Energi Std. Afv.
10				
12,5				
16	55,0	58,5	57,8	5,4
20	58,0	63,0	61,8	6,2
25	63,8	67,7	67,0	2,6
31,5	66,2	69,8	68,7	3,4
40	69,5	73,0	72,3	3,4
50	73,1	77,5	76,2	3,3
63	77,5	81,7	80,6	3,7
80	79,9	83,4	82,3	2,5
100	81,3	84,8	84,1	2,8
125	84,6	89,0	87,7	3,3
160	85,1	88,2	87,2	2,2
200	87,1	89,0	88,5	1,4
250	87,8	91,1	90,1	2,5
315	89,0	91,1	90,4	1,8
400	90,4	94,3	92,4	1,6
500	91,2	93,9	92,3	1,2
630	92,5	95,5	93,4	1,1
800	92,1	94,6	93,0	1,1
1000	91,5	93,5	93,0	1,3
1250	90,6	92,4	92,2	1,3
1600	89,5	91,6	91,1	1,5
2000	88,2	90,4	89,8	1,5
2500	86,8	89,1	88,8	1,6
3150	85,5	87,8	87,6	2,0
4000	83,5	86,5	85,6	2,4
5000	80,4	83,8	82,4	2,5
6300	75,5	79,7	78,7	3,7
8000	70,3	77,7	73,5	6,7
10000	65,6	72,4	68,6	10,2
LWA	101,5	104,1	103,0	1,1
LWA,LF	89,7	93,5	92,4	2,5



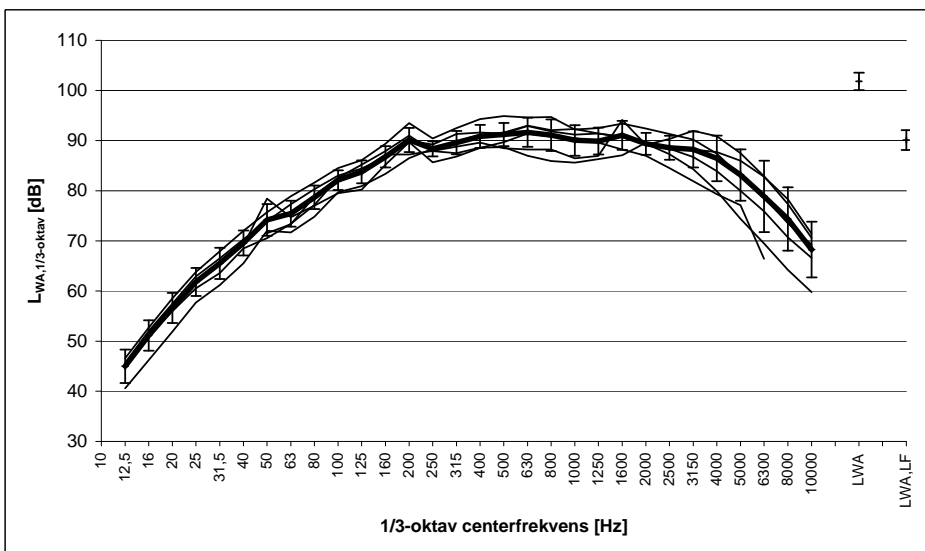


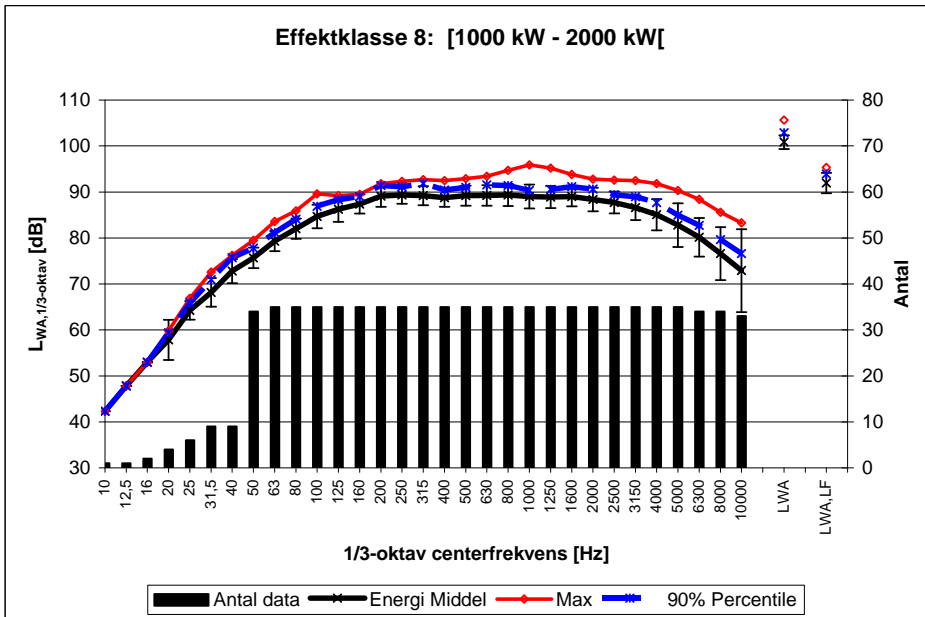
Frekvens	Energi Middel	Max	90% Percentile	Energi Std. Afv.
10	37,3	37,3	37,3	
12,5	43,5	43,5	43,5	
16	50,5	52,1	51,6	1,7
20	56,3	58,4	57,8	2,5
25	63,4	67,0	66,5	4,2
31,5	66,7	70,9	69,3	4,3
40	70,4	74,0	73,3	3,6
50	74,1	77,3	77,3	2,9
63	77,6	82,0	80,6	4,1
80	80,4	85,4	83,0	3,5
100	83,2	87,5	84,9	2,7
125	85,2	89,5	87,3	2,8
160	86,8	89,7	88,4	2,0
200	87,9	91,4	90,7	2,3
250	88,4	92,9	91,3	3,0
315	87,8	91,5	90,6	2,4
400	88,2	93,6	89,6	2,5
500	89,2	94,1	92,5	3,3
630	89,3	92,7	91,4	2,1
800	88,5	92,7	91,1	2,8
1000	87,8	92,6	89,5	2,6
1250	88,1	92,5	89,5	2,6
1600	88,2	91,9	90,6	2,6
2000	87,9	90,9	90,0	3,1
2500	87,8	91,3	90,9	4,0
3150	87,7	91,9	91,0	4,5
4000	86,4	91,3	89,4	3,8
5000	84,4	90,2	87,3	4,2
6300	81,1	86,6	83,3	4,4
8000	77,0	82,2	79,5	4,8
10000	71,3	78,0	75,0	7,8
LWA	100,3	104,6	102,8	1,9
LWA,LF	90,9	94,8	92,9	2,2



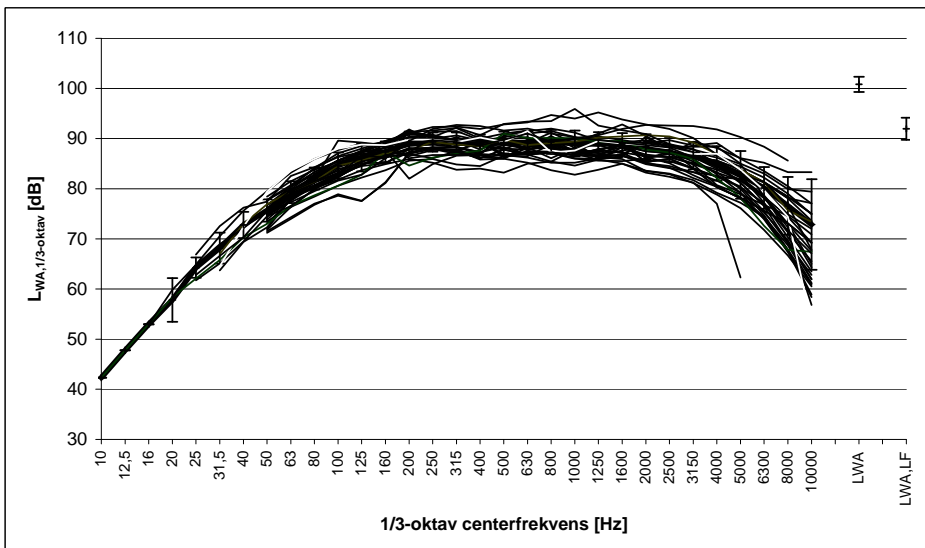


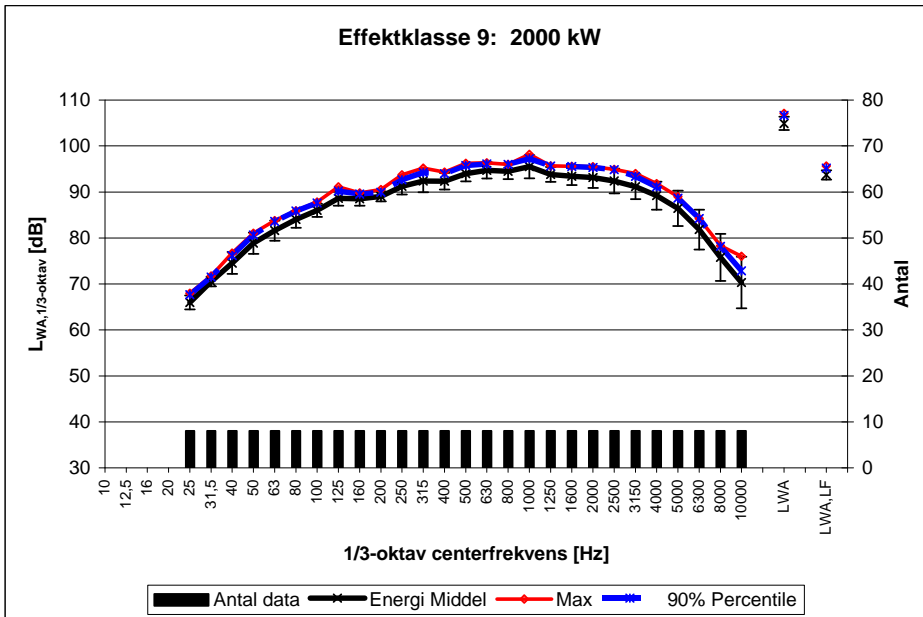
Frekvens	Energi Middel	Max	90% Percentile	Energi Std. Afv.
10				
12,5	45,0	46,6	46,4	3,3
16	51,1	52,7	52,5	3,0
20	56,6	58,5	58,2	3,0
25	61,8	63,8	63,5	2,8
31,5	65,5	67,9	67,5	3,1
40	69,6	72,0	71,3	2,5
50	74,2	78,4	76,8	3,2
63	75,4	78,9	77,9	2,6
80	78,7	81,6	80,8	2,3
100	82,1	84,5	83,6	1,9
125	83,8	86,1	85,6	2,3
160	86,8	89,4	88,5	2,1
200	90,1	93,5	92,0	2,4
250	88,3	90,4	89,7	1,5
315	89,6	92,5	91,8	2,3
400	90,8	94,3	92,7	2,3
500	91,2	94,9	92,9	2,3
630	91,6	94,6	93,6	2,9
800	91,1	94,7	93,1	3,1
1000	90,0	92,3	92,2	3,0
1250	89,9	92,5	91,8	2,7
1600	91,0	94,1	93,7	2,9
2000	89,4	92,4	90,7	2,2
2500	88,5	91,3	90,7	2,4
3150	88,2	92,0	90,9	3,6
4000	86,4	90,9	89,0	4,6
5000	83,1	87,5	86,6	5,1
6300	78,9	82,9	82,8	7,1
8000	74,3	78,3	77,8	6,3
10000	68,3	71,4	71,0	5,5
LWA	101,8	105,0	103,9	1,8
LWA,LF	90,1	92,7	91,9	2,0



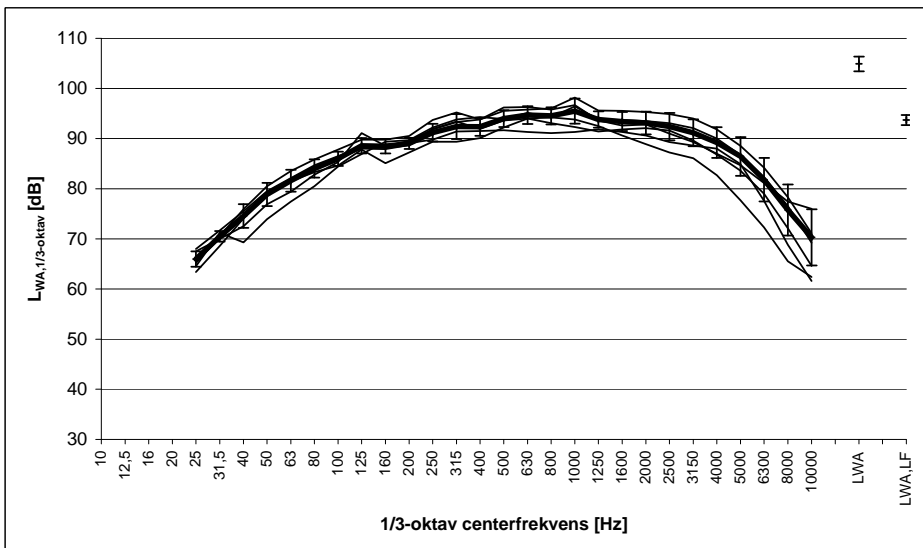


Frekvens	Energi Middel	Max	90% Percentile	Energi Std. Afv.
10	42,3	42,3	42,3	
12,5	47,8	47,8	47,8	
16	53,0	53,0	53,0	0,1
20	57,8	59,8	59,4	4,4
25	64,2	66,9	65,9	2,0
31,5	68,2	72,6	70,9	3,1
40	72,8	76,2	75,7	2,6
50	75,7	79,5	77,8	2,2
63	79,3	83,6	81,2	2,2
80	82,0	85,9	84,1	2,2
100	84,6	89,6	86,9	2,6
125	86,2	89,2	88,3	2,7
160	87,4	89,5	89,0	2,1
200	89,1	91,8	91,4	2,3
250	89,3	92,3	91,1	1,9
315	89,2	92,7	91,9	2,1
400	88,8	92,5	90,4	2,0
500	89,2	92,9	91,0	2,2
630	89,3	93,4	91,6	2,2
800	89,3	94,7	91,4	2,4
1000	89,0	95,9	90,3	2,6
1250	88,9	95,2	90,6	2,4
1600	89,0	93,8	91,2	2,1
2000	88,3	92,8	90,6	2,5
2500	87,7	92,6	89,4	2,4
3150	86,6	92,5	89,0	2,7
4000	85,1	91,8	87,7	3,4
5000	82,8	90,3	85,0	4,8
6300	80,1	88,4	82,8	4,2
8000	76,6	85,6	79,6	5,8
10000	72,9	83,3	76,6	9,0
LWA	100,8	105,6	102,9	1,5
LWA,LF	91,9	95,3	93,9	2,2





Frekvens	Energi Middel	Max	90% Percentile	Energi Std. Afv.
10				
12,5				
16				
20				
25	66,0	68,0	67,7	1,5
31,5	70,5	71,7	71,5	1,0
40	74,5	76,7	76,1	2,4
50	78,9	81,0	80,7	2,3
63	81,6	83,8	83,6	2,2
80	84,0	85,9	85,8	1,8
100	86,0	87,8	87,6	1,4
125	88,6	91,1	90,2	1,5
160	88,5	89,8	89,5	1,4
200	89,0	90,5	89,9	1,1
250	91,2	93,7	92,7	1,8
315	92,4	95,2	94,2	2,5
400	92,4	94,3	94,0	1,8
500	94,0	96,2	95,7	1,7
630	94,7	96,3	96,1	1,8
800	94,5	96,0	96,0	1,7
1000	95,5	98,2	97,2	2,5
1250	93,8	95,7	95,6	1,6
1600	93,4	95,6	95,5	1,9
2000	93,1	95,5	95,4	2,3
2500	92,4	94,9	94,8	2,7
3150	91,2	94,0	93,4	2,7
4000	89,2	91,8	91,1	3,1
5000	86,4	89,0	88,7	3,9
6300	81,8	84,2	84,2	4,3
8000	75,8	78,3	78,2	5,1
10000	70,3	76,0	72,9	5,6
LWA	104,9	107,1	106,7	1,5
LWA,LF	93,7	95,6	95,2	1,0



Bilag B Analyseresultater ved 6 m/s

Samtlige de anvendte målerapporter indeholder et kildespektrum ved 8 m/s. Enkelte indeholder også kildespektret ved 6 m/s, men for flertallet gælder at det A-vægtede støjniveau's afhængighed af vindhastigheden er rapporteret som hældningen af den bedste rette linje gennem måleresultaterne. Ved at anvende hældningskoefficienten for hver enkelt måling på det tilhørende spektrum ved 8 m/s er kildespektret ved 6 m/s beregnet.

For de enkelte energiklasser er beregnet følgende:

et middelspektrum på energi basis,

et aritmetisk middel spektrum,

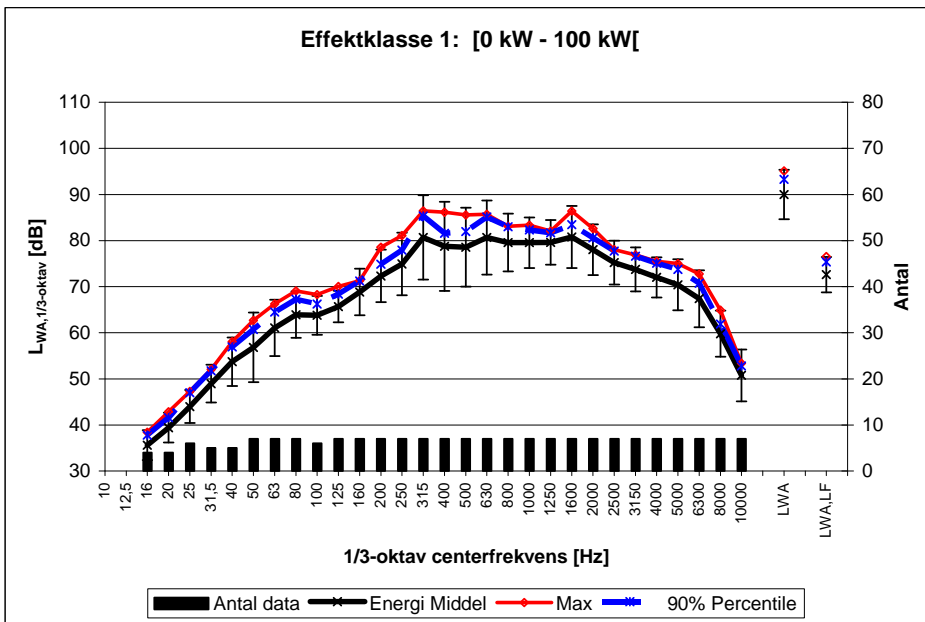
et spektrum givet som maksimum for de enkelte 1/3-oktaver,

et spektrum givet som minimum for de enkelte 1/3-oktaver,

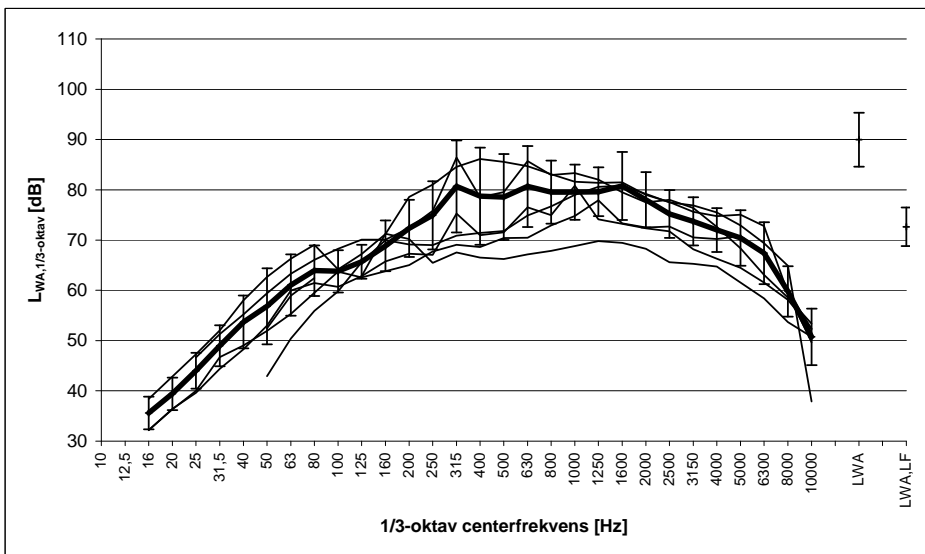
samt et spektrum baseret på 90% percentilen for de enkelte 1/3-oktaver. 90% percentilen angiver skillelinjen mellem de 90% laveste og de 10% højeste værdier.

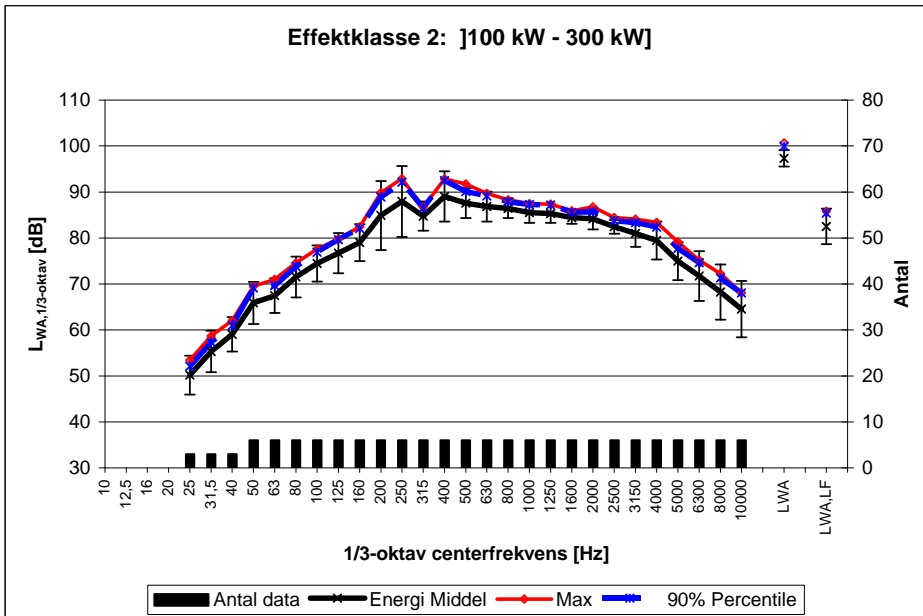
Derudover er standardafvigelsen omkring den aritmetiske middelværdi og standardafvigelsen omkring energimiddelværdien for de enkelte 1/3-oktaver beregnet.

På de følgende sider er vist analyseresultaterne for de enkelte effektklasser, dels som en graf med samtlige spektre, en graf med de overordnede beregnede spektre og dels som tabelværdier. I graferne er der anført et usikkerhedsinterval om middelspektret. Usikkerhedsintervallet er standardafvigelsen omkring energimiddelværdien.

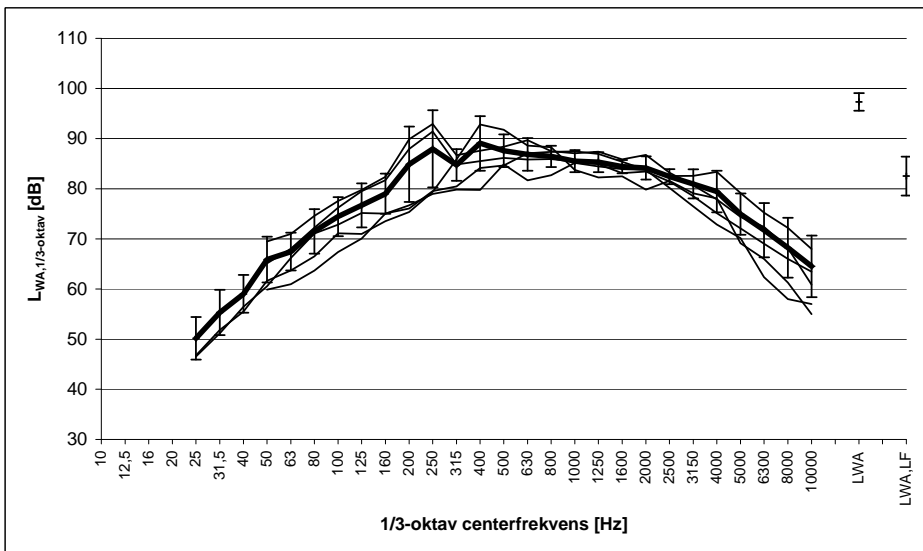


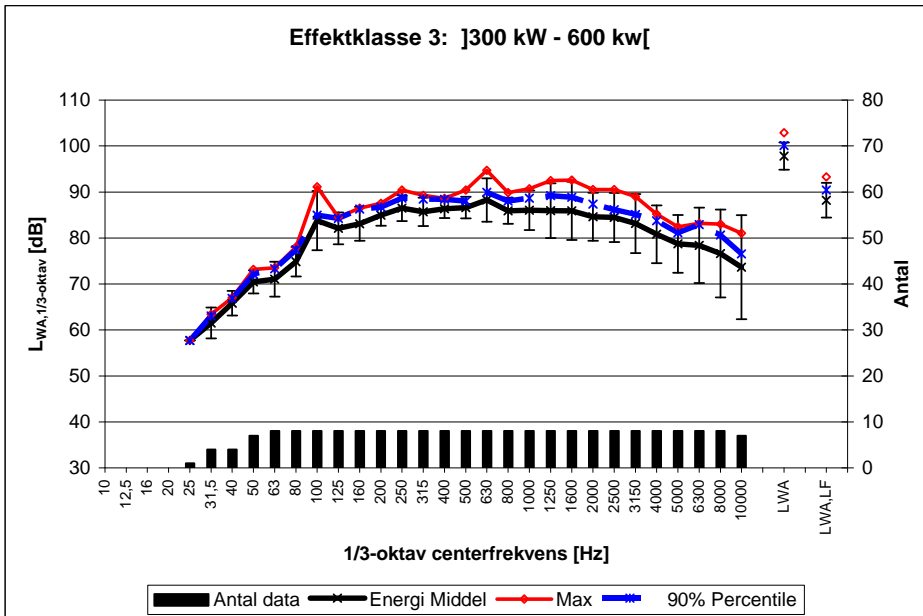
Frekvens	Energi Middel	Max	90% Percentile	Energi Std. Afv.
10				
12,5				
16	35,6	38,4	37,8	3,3
20	39,4	42,8	41,5	3,2
25	44,0	47,3	47,0	3,6
31,5	49,0	52,0	51,7	4,1
40	53,7	58,0	56,9	5,3
50	56,8	62,7	60,7	7,5
63	61,0	66,3	64,5	6,1
80	63,9	69,1	67,3	5,0
100	63,8	68,3	66,2	4,2
125	65,7	70,1	68,4	3,4
160	68,8	71,3	71,2	5,1
200	72,3	78,6	74,9	5,7
250	74,9	81,0	77,9	6,8
315	80,7	86,4	85,3	9,2
400	78,7	86,1	81,5	9,7
500	78,6	85,6	81,9	8,6
630	80,7	85,7	85,1	8,1
800	79,6	83,1	83,0	6,3
1000	79,5	83,3	82,3	5,5
1250	79,6	82,0	81,7	4,9
1600	80,8	86,4	83,4	6,8
2000	78,0	82,6	80,6	5,5
2500	75,2	78,0	77,7	4,8
3150	73,7	76,9	76,6	4,8
4000	72,0	75,5	75,1	4,4
5000	70,4	75,0	73,7	5,5
6300	67,4	72,8	70,7	6,2
8000	59,8	64,9	61,9	5,0
10000	50,7	53,4	52,8	5,6
LWA	90,0	95,1	93,3	5,4
LWA,LF	72,6	76,6	75,4	3,8



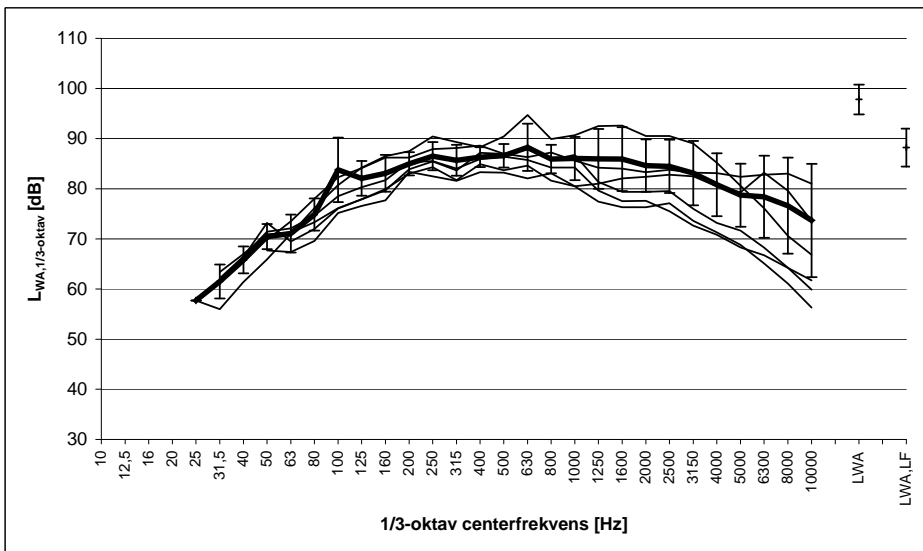


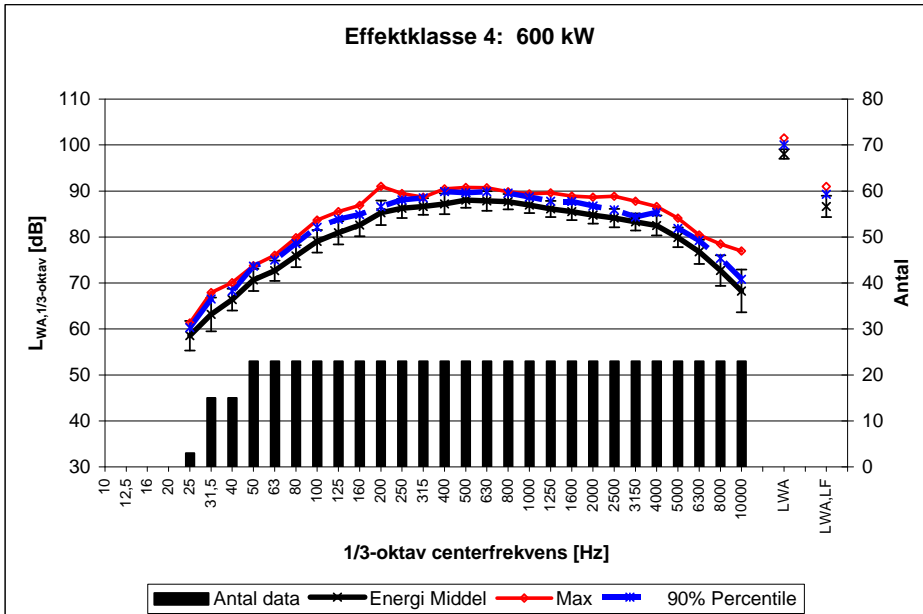
Frekvens	Energi Middel	Max	90% Percentile	Energi Std. Afv.
10				
12,5				
16				
20				
25	50,2	53,4	52,1	4,2
31,5	55,3	58,7	57,3	4,5
40	59,0	62,1	60,9	3,8
50	65,9	69,5	69,1	4,6
63	67,5	71,0	69,7	3,8
80	71,5	74,6	73,8	4,4
100	74,4	77,6	76,9	3,9
125	76,7	79,8	79,7	4,4
160	79,0	82,4	82,1	4,0
200	84,9	89,9	88,9	7,5
250	88,0	92,9	92,2	7,7
315	84,7	86,7	86,5	3,2
400	89,1	92,8	92,5	5,4
500	87,6	91,8	90,1	3,2
630	86,8	89,7	89,2	3,3
800	86,4	88,3	87,9	2,1
1000	85,5	87,5	87,3	2,2
1250	85,3	87,4	87,2	2,0
1600	84,4	85,9	85,6	1,3
2000	84,2	86,8	85,7	2,3
2500	82,4	84,4	83,8	1,5
3150	81,0	84,1	83,3	2,9
4000	79,5	83,4	82,3	4,1
5000	75,0	79,2	77,7	4,1
6300	71,7	75,2	74,6	5,4
8000	68,2	72,2	71,3	6,0
10000	64,5	68,1	68,1	6,1
LWA	97,3	100,7	100,0	1,8
LWA,LF	82,5	85,8	85,4	3,9



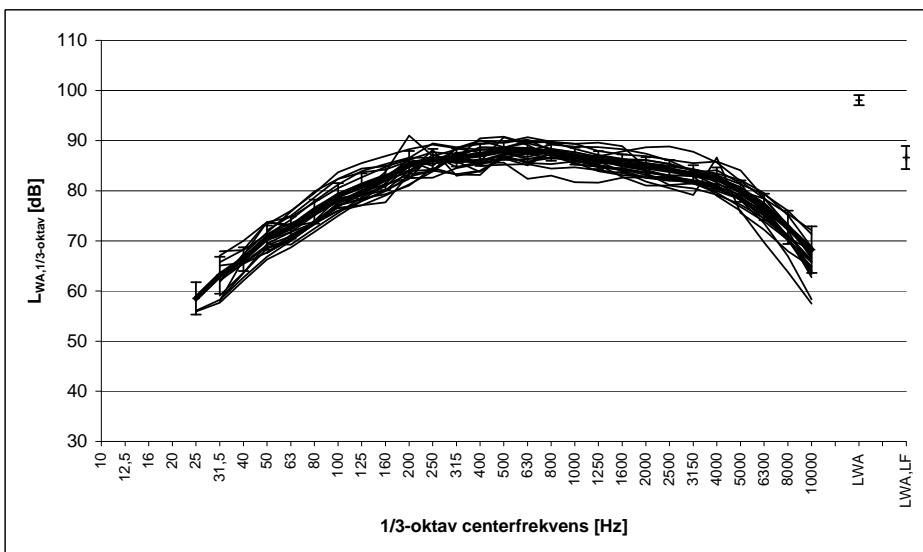


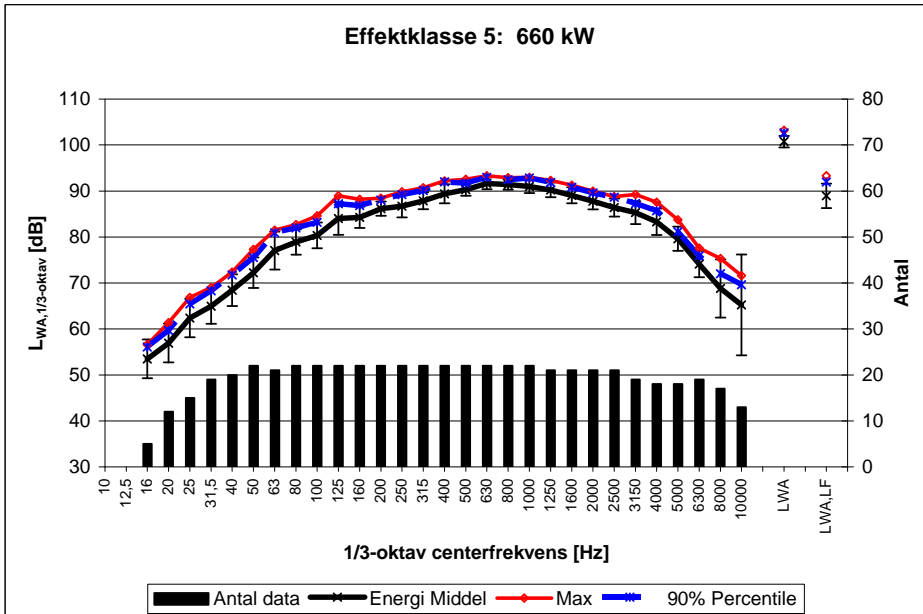
Frekvens	Energi Middel	Max	90% Percentile	Energi Std. Afv.
10				
12,5				
16				
20				
25	57,7	57,7	57,7	
31,5	61,5	63,4	63,0	3,4
40	65,8	67,0	66,9	2,7
50	70,5	73,2	72,1	2,5
63	71,0	73,5	73,3	3,8
80	74,8	78,0	77,4	3,2
100	83,8	91,1	84,9	6,4
125	82,1	84,5	84,3	3,5
160	83,1	86,5	86,3	3,7
200	85,0	87,5	86,7	2,3
250	86,5	90,4	88,7	2,8
315	85,7	89,3	88,5	3,1
400	86,3	88,6	88,4	2,0
500	86,6	90,4	88,0	2,3
630	88,3	94,7	89,9	4,7
800	85,9	89,9	88,0	2,8
1000	86,0	90,7	88,7	4,3
1250	85,9	92,5	89,2	5,9
1600	85,9	92,6	88,8	6,4
2000	84,6	90,5	87,4	5,2
2500	84,4	90,5	86,2	5,3
3150	83,1	89,0	85,1	6,4
4000	80,8	85,2	83,7	6,3
5000	78,7	82,4	81,1	6,3
6300	78,4	83,2	82,9	8,2
8000	76,6	83,0	80,6	9,6
10000	73,7	81,0	76,5	11,3
LWA	97,8	102,8	100,1	3,0
LWA,LF	88,2	93,3	90,4	3,8



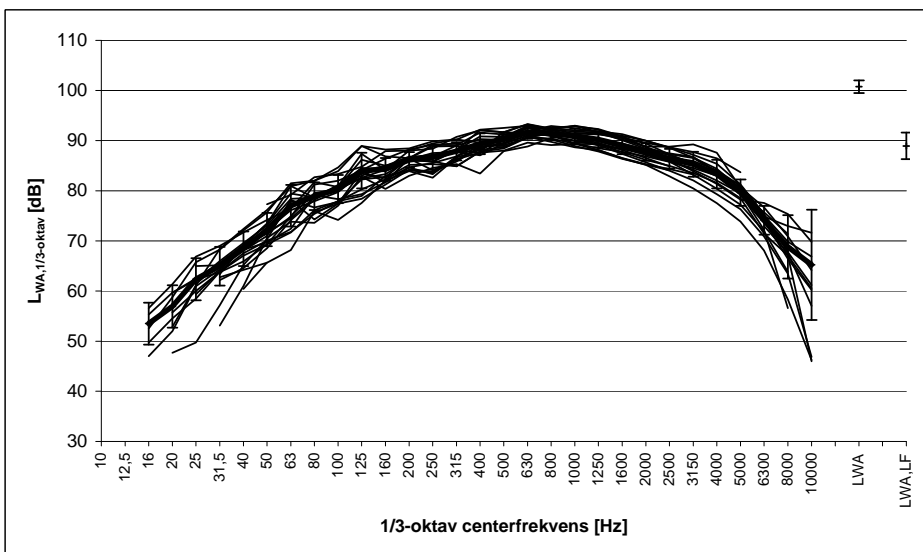


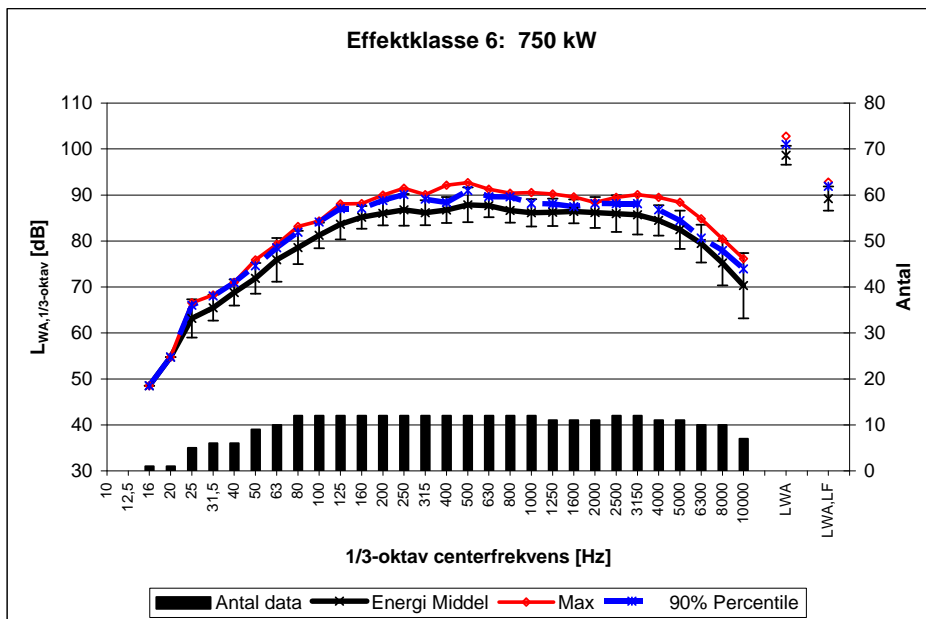
Frekvens	Energi Middel	Max	90% Percentile	Energi Std. Afv.
10				
12,5				
16				
20				
25	58,5	61,3	60,3	3,2
31,5	63,2	67,9	66,5	3,7
40	66,4	70,0	68,2	2,4
50	70,6	73,7	73,6	2,4
63	72,7	76,0	74,9	2,2
80	75,8	79,8	78,5	2,4
100	79,1	83,7	82,1	2,5
125	80,9	85,5	83,8	2,5
160	82,6	86,9	84,9	2,4
200	85,3	91,0	86,6	2,7
250	86,2	89,4	88,1	2,1
315	86,6	88,6	88,5	1,8
400	87,2	90,5	89,9	2,2
500	88,0	90,8	89,6	1,7
630	87,8	90,7	89,8	2,1
800	87,6	89,8	89,5	1,7
1000	86,9	89,4	88,7	1,7
1250	86,1	89,6	87,8	1,8
1600	85,5	88,9	87,7	1,8
2000	84,8	88,6	86,7	1,9
2500	84,1	88,8	85,9	2,0
3150	83,3	87,7	84,3	1,8
4000	82,5	86,6	85,3	2,1
5000	79,9	84,1	81,9	2,1
6300	76,8	80,4	79,2	2,6
8000	72,7	78,4	75,3	3,3
10000	68,2	76,9	70,8	4,6
LWA	98,1	101,5	100,0	1,0
LWA,LF	86,6	91,0	89,3	2,3



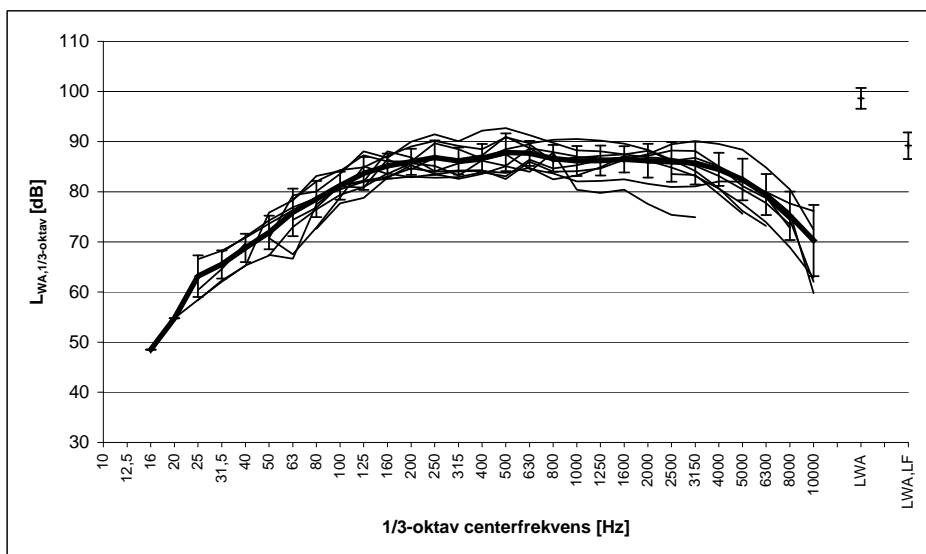


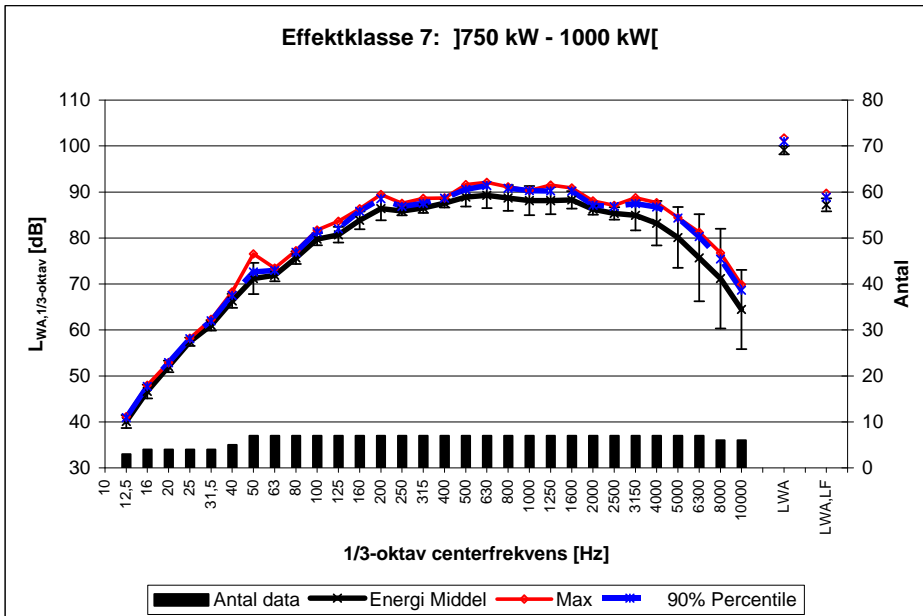
Frekvens	Energi Middel	Max	90% Percentile	Energi Std. Afv.
10				
12,5				
16		56,6		4,2
20	53,5	61,4	59,7	4,2
25	56,9	66,9	65,4	4,2
31,5	62,4	69,0	68,3	3,9
40	65,0	72,4	71,7	3,5
50	68,4	77,3	75,5	3,3
63	72,2	81,5	80,9	4,1
80	77,0	82,7	81,9	2,7
100	78,9	84,6	83,2	2,8
125	80,3	88,9	87,2	3,6
160	84,0	88,2	86,8	2,3
200	84,3	88,4	88,0	1,6
250	86,2	89,8	89,2	2,4
315	86,7	90,7	90,1	1,8
400	87,9	92,2	92,0	2,1
500	89,4	92,5	91,7	1,3
630	90,2	93,3	93,0	1,3
800	91,7	93,0	92,8	1,4
1000	91,4	92,3	91,9	1,6
1250	90,9	91,3	90,8	1,7
1600	87,7	90,0	89,6	1,7
2000	86,4	88,8	88,7	2,0
2500	86,4	89,2	87,3	2,5
3150	85,3	87,6	85,7	2,9
4000	83,3	83,7	81,1	2,6
5000	79,6	77,6	75,9	2,9
6300	74,1	75,3	72,0	6,3
8000	68,8	71,6	69,6	11,0
10000	65,2			
LWA	100,7	103,2	102,6	1,3
LWA,LF	88,9	93,3	91,9	2,6



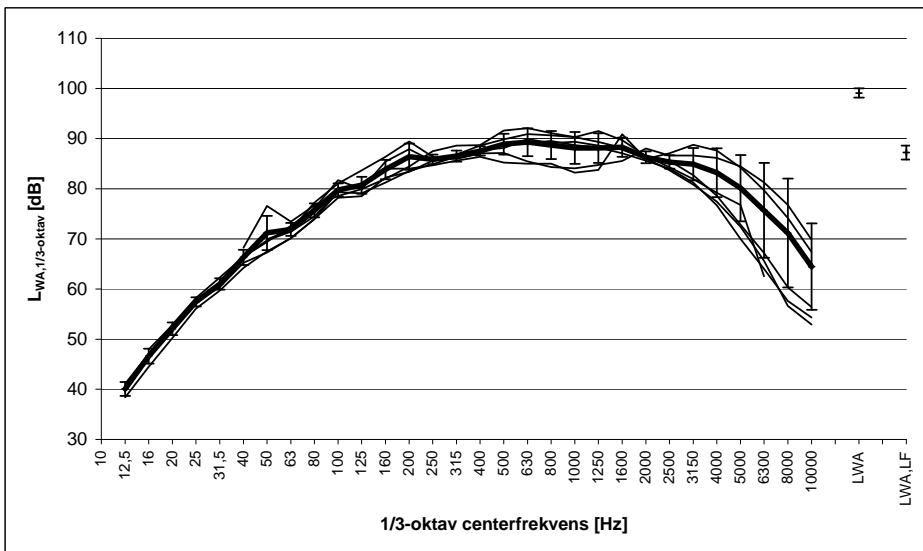


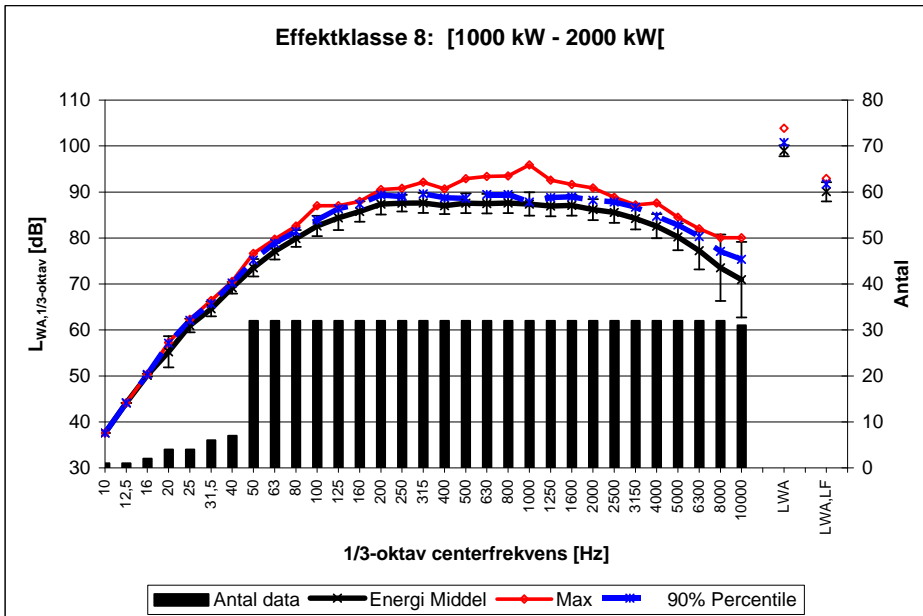
Frekvens	Energi Middel	Max	90% Percentile	Energi Std. Afv.
10				
12,5				
16	48,5	48,5	48,5	
20	54,8	54,8	54,8	
25	63,1	66,6	66,0	4,2
31,5	65,5	68,2	68,1	2,8
40	68,8	71,0	70,9	2,8
50	71,9	75,9	74,6	3,4
63	75,9	79,3	78,5	4,7
80	78,6	83,2	81,9	3,6
100	81,2	84,3	84,1	2,8
125	83,6	88,1	87,0	3,3
160	85,1	88,1	87,1	2,5
200	86,0	90,0	88,8	2,6
250	86,8	91,5	90,1	3,4
315	86,1	90,1	89,1	2,7
400	86,7	92,2	88,4	2,8
500	87,9	92,7	90,9	3,8
630	87,7	91,3	89,6	2,5
800	86,6	90,4	89,6	2,7
1000	86,1	90,5	88,1	3,0
1250	86,2	90,2	88,1	3,0
1600	86,4	89,6	87,5	2,6
2000	86,2	88,3	88,2	3,3
2500	85,9	89,5	88,1	4,0
3150	85,7	90,1	88,1	4,3
4000	84,5	89,5	86,8	3,3
5000	82,4	88,4	84,4	4,1
6300	79,4	84,8	80,6	4,1
8000	75,2	80,4	77,9	4,8
10000	70,3	76,2	74,0	7,1
LWA	98,6	102,8	101,0	2,1
LWA,LF	89,2	92,8	91,9	2,6



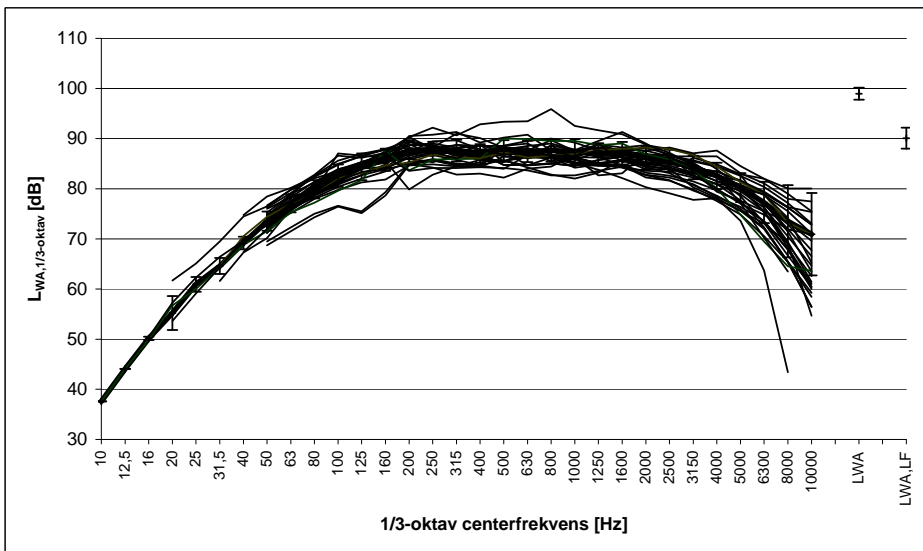


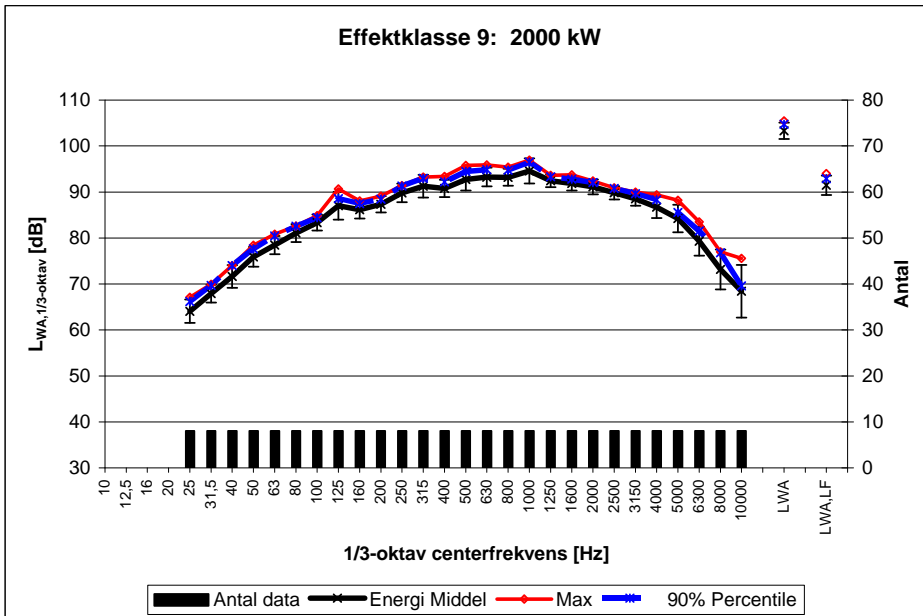
Frekvens	Energi Middel	Max	90% Percentile	Energi Std. Afv.
10				
12,5	40,1	41,1	40,9	1,4
16	46,6	47,9	47,7	1,5
20	52,0	52,9	52,9	1,3
25	57,4	58,2	58,1	0,9
31,5	61,0	62,3	62,0	1,1
40	66,3	68,2	67,5	1,5
50	71,2	76,6	72,6	3,4
63	71,9	73,5	73,0	1,3
80	75,7	77,2	76,9	1,4
100	79,8	81,7	81,3	1,3
125	80,7	83,6	82,0	1,7
160	83,8	86,3	85,8	1,9
200	86,4	89,4	88,5	2,6
250	85,9	87,5	86,8	0,9
315	86,5	88,6	87,5	1,1
400	87,5	88,7	88,7	0,9
500	88,9	91,6	90,5	2,1
630	89,3	92,1	91,4	2,8
800	88,7	91,1	90,8	2,8
1000	88,1	90,3	90,3	3,2
1250	88,1	91,5	90,2	3,0
1600	88,3	90,9	90,2	1,9
2000	86,3	88,0	87,1	1,2
2500	85,3	87,1	86,8	1,3
3150	84,9	88,7	87,5	3,2
4000	83,2	87,6	86,7	4,9
5000	80,1	84,4	84,3	6,6
6300	75,7	81,2	80,3	9,5
8000	71,2	76,7	75,4	10,8
10000	64,5	69,8	68,6	8,6
LWA	99,1	101,7	101,0	0,9
LWA,LF	87,2	89,7	88,9	1,4





Frekvens	Energi Middel	Max	90% Percentile	Energi Std. Afv.
10	37,6	37,6	37,6	
12,5	44,1	44,1	44,1	
16	50,1	50,4	50,3	0,3
20	55,2	57,3	57,1	3,4
25	60,9	62,3	62,1	1,5
31,5	64,6	66,4	65,7	1,6
40	69,2	70,5	70,2	1,3
50	73,5	76,7	75,2	1,9
63	77,1	79,8	78,9	1,8
80	79,9	82,6	81,4	1,8
100	82,6	87,0	83,9	2,2
125	84,4	87,0	86,3	2,7
160	85,8	87,9	87,4	2,2
200	87,4	90,5	89,3	2,3
250	87,6	90,8	89,0	1,8
315	87,6	92,2	89,6	2,2
400	87,0	90,7	88,8	1,8
500	87,5	92,9	88,6	2,1
630	87,5	93,4	89,5	2,1
800	87,6	93,5	89,5	2,2
1000	87,4	95,9	87,8	2,5
1250	86,9	92,6	88,8	2,2
1600	87,1	91,7	89,0	2,2
2000	86,2	90,9	88,2	2,3
2500	85,5	88,9	87,8	2,2
3150	84,2	87,2	86,7	2,4
4000	82,6	87,6	84,7	2,6
5000	80,2	84,5	82,8	2,9
6300	77,3	82,0	80,3	4,1
8000	73,5	80,1	77,1	7,2
10000	70,9	80,1	75,4	8,2
LWA	99,0	103,9	100,7	1,2
LWA,LF	90,1	92,9	91,7	2,1





Frekvens	Energi Middel	Max	90% Percentile	Energi Std. Afv.
10				
12,5				
16				
20				
25	64,1	67,1	66,2	2,5
31,5	67,9	69,9	69,7	1,9
40	71,6	74,0	74,0	2,5
50	75,9	78,4	77,6	2,1
63	78,4	80,8	80,5	2,0
80	81,1	82,6	82,5	1,9
100	83,4	84,9	84,4	1,7
125	87,0	90,7	88,5	3,0
160	86,2	88,1	87,5	1,9
200	87,3	89,1	88,5	1,8
250	89,8	91,4	91,3	2,0
315	91,3	93,2	93,0	2,5
400	90,8	93,4	92,2	1,9
500	92,8	95,8	94,5	2,4
630	93,2	95,9	94,8	2,1
800	93,2	95,4	94,8	1,9
1000	94,6	96,9	96,5	2,7
1250	92,4	93,6	93,3	1,4
1600	91,8	93,7	92,8	1,5
2000	91,1	92,4	92,0	1,6
2500	89,8	90,9	90,8	1,5
3150	88,5	90,0	89,7	1,5
4000	86,7	89,4	88,3	2,3
5000	84,2	88,2	85,5	3,0
6300	79,3	83,5	81,5	3,2
8000	73,2	77,0	76,8	4,3
10000	68,4	75,6	69,6	5,7
LWA	103,3	105,5	104,8	1,8
LWA,LF	91,4	94,0	92,9	2,1

