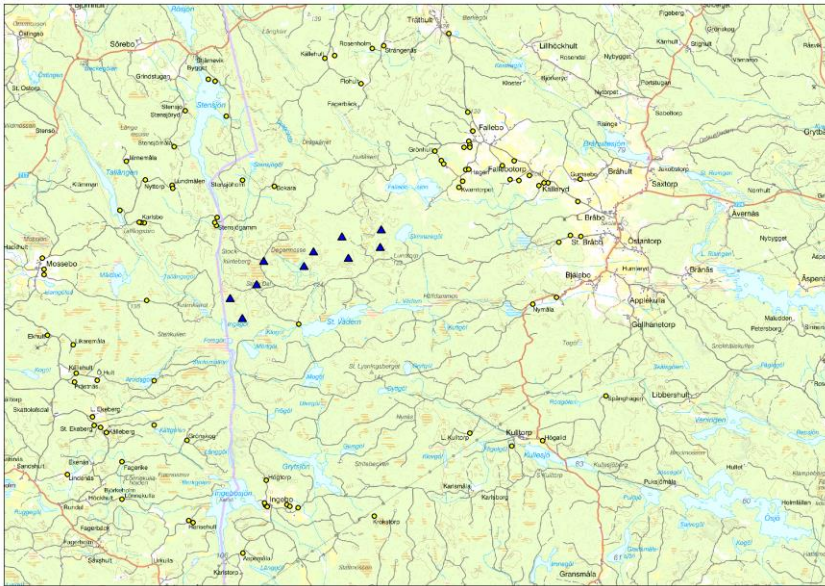


Ljudimmissionsberäkning av ljud från vindkraft

Vindpark Stora Vädern - 10 Siemens Games SG 6.6-170



Kundinformation

Projekt: Vindpark Stora Vädern
Kund: Fred. Olsen Renewables AB
Kundreferens: Staffan Svanberg

Projektinformation

Dokument-ID: 10-23172 A02
Projekt nr: 10-23172
Datum: 2023-09-25

Bolagsinformation

Namn: Akustikkonsulten i Sverige AB
Adress: Ringvägen 45B, 11863 Stockholm
Telefon: +46(0)8-29 89 00
E-post: info@akustikkonsulten.se

Sammanfattning av utförda beräkningar

Fred. Olsen Renewables AB (bolaget) projekterar för vindpark Stora Vädern i Oskarhamns kommun. För att utreda ljudnivån från vindpark Stora Vädern har bolaget anlitat Akustikkonsulten i Sverige AB (Akustikkonsulten) för att utföra beräkning av ekvivalent ljudnivå utomhus och lågfrekvent ljud inomhus vid ljudkänsliga punkter (bostäder).

Beräkning av A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus utförs för vindpark Stora Vädern med 10 vindkraftverk av verkstyp Siemens Gamesa SG 6.6-170 med totalhöjd 270 m, rotordiameter 170 m och navhöjd 185 m. Beräkningarna utförs med den nordiska beräkningsmetoden Nord2000 i enlighet med praxis. Praxis innebär att beräkningarna utförts för medvind 8 m/s på 10 m höjd. Naturvårdsverket rekommenderar i sin vägledning, "Vägledning om buller från vindkraftverk" (2020-12-01), beräkningsmetoden Nord2000 för beräkning av ljud från vindkraftverk. Därutöver beräknas lågfrekvent ljud inomhus mellan 31,5-200 Hz, baserat på beräknad ljudnivå i samma frekvensband utomhus och en antagen konservativ fasaddämpning.

Beräkningarna redovisas som A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus samt lågfrekvent ljud inomhus mellan 31,5-200 Hz i 87 ljudkänsliga punkter (bostäder). Därutöver redovisas ljudkartor med A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus med ISO-linjer i steg om 5 dB. Enligt Naturvårdsverkets vägledning ska ingen hänsyn tas till osäkerheter vid redovisning av ekvivalenta ljudnivåer, *"Enligt praxis ska osäkerheten inte läggas på resultatet som en marginal vid jämförelse med begränsningsvärden i bullervillkor. Inte heller ska bullervillkor genomgående skärpas för att ta hänsyn till osäkerheten."*

För ekvivalent ljudnivå utomhus vid bostadshus jämförs resultatet mot riktvärdet enligt praxis, A-vägd ekvivalent ljudnivå 40 dBA. För lågfrekvent ljud inomhus mellan 31,5-200 Hz vid bostadshus, görs jämförelsen mot riktvärdena i *Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus, FoHMFS 2014:13*. Folkhälsomyndighetens riktvärden på lågfrekvent ljud redovisas i detalj på sida 4. Beräkning av lågfrekvent ljud inomhus utgår från Akustikkonsultens metod beskriven på sida 5. Resultatet kan sammanfattas enligt nedan:

Jämförelse mot riktvärde - Ekvivalent ljudnivå (utomhus)

Riktvärdet för A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus, 40 dBA, **innehålls** i samtliga ljudkänsliga punkter.

Jämförelse mot riktvärden - Lågfrekvent ljud (inomhus)

Riktvärdena inomhus i 1/3-oktavband mellan 31,5-200 Hz, motsvarande Folkhälsomyndighetens riktvärden i FoHMFS 2014:13, **innehålls** för alla frekvenser i samtliga ljudkänsliga punkter.

Sida	Innehåll
4	Riktvärden lågfrekvent ljud
5	Metod lågfrekvent ljud
6	Beräkningsförutsättningar
7	Ljuddata
8	Verksdata
9	Resultat - Ekvivalent ljudnivå (Ljudkarta)
10-13	Resultat - Ekvivalent ljudnivå (Punktberäkning)
13-26	Resultat - Lågfrekvent ljud

Riktvärden lågfrekvent ljud

För riktvärden och bedömning av lågfrekvent ljud hänvisar Naturvårdsverket i sin vägledning till *Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus, FoHMFS 2014:13*. Riktvärdena redovisas i Tabell 1.

I Naturvårdsverkets vägledning anges även:

"Målsättningen inför en vindkraftsetablering bör vara att Folkhälsomyndighetens riktvärden för buller inomhus alltid ska klaras. Om det i efterhand visar sig att riktvärdena överskrids i någon bostad bör man utreda om det är möjligt att åtgärda bullret från vindkraftverket. Om det inte är möjligt eller rimligt att göra sådana åtgärder kan verksamhetsutövaren i stället utföra ljudisolerande åtgärder på den berörda bostaden.

Mark- och miljööverdomstolen har bedömt att ett åtgärdsinriktat villkor utifrån de riktvärden som anges i Folkhälsomyndighetens allmänna råd är den lämpligaste regleringen för att säkerställa att bostäder inte utsätts för oacceptabla nivåer inomhus (se MÖD 2016:4, MÖD 2016:31 och Mark- och miljööverdomstolens avgöranden den 14 december 2016 i mål nr M 4596-15 och M 1344-16)."

Enligt Naturvårdsverket bör således villkor på lågfrekvent ljud konstrueras som ett åtgärdsinriktat villkor, i likhet med de hänvisade domarna.

Tabell 1. Riktvärden för lågfrekvent ljud enligt FoHMFS 2014:13.

Frekvens (Hz)	Ljudtrycksnivå (dB)
31,5	56
40	49
50	43
63	42
80	40
100	38
125	36
160	34
200	32

Metodbeskrivning - Beräkning av lågfrekvent ljud inomhus

Det finns ingen av Naturvårdsverket anvisad metod för beräkning av lågfrekvent ljud inomhus för jämförelse mot Folkhälsomyndighetens riktvärden. Den metod som används i aktuella beräkningar är baserad på Akustikkonsultens erfarenhet, från ett stort antal liknande utredningar, och bedöms ge ett bra underlag för bedömning mot aktuella riktvärden. Metoden redovisas enligt nedan.

Utredningen baseras på beräkning av ljudnivåer utomhus i 1/3-oktavband, mellan 31,5-200 Hz, med den nordiska beräkningsmetoden Nord2000. Därefter beräknas ljudnivåer inomhus i 1/3-oktavband utifrån en antagen konservativ fasaddämpning, för jämförelse mot riktvärdena enligt Tabell 1.

Den fasaddämpning som antas, se Tabell 2, är från en artikel om ljudisolering i bostäder vid låga frekvenser av Hoffmeyer och Jakobsen, *Sound insulation of dwellings at low frequencies, Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, vol 29, no 1, pp 15-23. 2010*. Enligt studien har 80 - 90 % av typiska danska bostäder bättre fasaddämpning. Noterbart är också att fasaddämpningen är uppmätt på hus i Danmark och normalt har bostadshus i Sverige fasader med bättre isolering som dämpar ljudet bättre. Det kan dock också finnas hus med sämre fasaddämpning. Akustikkonsultens bedömning är att dessa värden på fasaddämpningen utgör en rimlig skattning för svenska förhållanden, så länge inga andra rekommendationer finns att tillgå från Naturvårdsverket.

Beräkningsgång för beräkning av lågfrekvent ljud inomhus kan sammanfattas i punktform enligt punkt A-D:

A. Beräkning av ljudnivå mellan 31,5-200 Hz utomhus med Nord2000

B. Antagande av fasaddämpning enligt Tabell 2

C. Beräkning av ljudnivå inomhus mellan 31,5-200 Hz, Punkt A – Punkt B

D. De beräknade ljudnivåerna inomhus i punkt C jämförs mot riktvärden i Tabell 1

Tabell 2. Antagen fasaddämpning enligt Hoffmeyer och Jakobsen.

Frekvens (Hz)	Ljudtrycksnivå (dB)
31,5	6,7
40	7,6
50	10,3
63	14,2
80	17,5
100	18,4
125	17,5
160	18,6
200	22,4

Projekt	Verkstyp	Antal vindkraftverk	Navhöjd [m]	Totalhöjd [m]	Ljudeffektnivå [dBA]
Vindpark Stora Vädern	Siemens Gamesa SG 6.6-170	10	185	270	106,0

Beräkningsparametrar i programvara	
Beräkningsprogram	SoundPLAN 9.0
Beräkningsstandard	Nord2000
Sökradie	30 000 m
Beräkningshöjd	1,5 m
Lufttryck	1013,25 mbar
Relativ luftfuktighet	70 %
Temperatur	15 °C
Temperaturgradient	0,05 °C/m
Råhetslängd enligt NV Rapport 6241	0,3 m
Höjd anemometer	10 m
Vindhastighet	8 m/s
Standardavvikelse vindhastighet	0,5 m/s
Vindriktning	Medvind åt alla håll
Turbulenta vindhastighetsfluktuationer	0,12 m/3/s ²
Turbulenta temperaturfluktuationer	0,008 K/s ²
Effektiv flödesresistans mark	Klass D
Effektiv flödesresistans vatten	Klass H
Koordinatsystem	Sweref99 TM
Höjddata	LAS 1-2 punkter per m ²

Information om beräkningsparametrar

Eftersom vädret under ett normalår är högst varierande i Sverige väljs värden på vädret enligt praxis, vilket även motsvarar värden enligt ISA-Standarden (International Standard Atmosphere) för lufttryck och temperatur. Lufttrycket ska då vara 1013,25 mbar och temperaturen 15°C. Luftfuktigheten 70% och temperaturen 15°C rekommenderas även i de nya finska riktlinjerna för beräkning av ljud från vindkraft med Nord2000 liksom i de danska industribullerföreskrifterna. I beräkningsmetoden för externt industribuller, rapport DAL-32, som brukar användas i Sverige för industribullerberäkningar rekommenderas luftfuktigheten 70% och temperaturen 15°C för planeringsändamål.

Noterbart är också att beräkningarna är utförda för positiv temperaturgradient vilket motsvarar svag inversion. Värdet 0,05 °C/m är det högsta värdet som är godkänt enligt mätmetoden för ljudimmission av vindkraft enligt den av Naturvårdsverket rekommenderade mätmetoden Elforsk 98:24. Ljudnivån vid positiv temperaturgradient blir i regel högre än vid negativ temperaturgradient. I Naturvårdsverkets vägledning förtydligas vilka förhållanden som ska gälla för ljud från vindkraftverk enligt Elforsk 98:24, "De meteorologiska förhållandena som anges i standarden avseende vind- och temperaturprofil bör dock alltid följas vilket innebär exempelvis att kvällar med mycket kraftig inversion ska undvikas.", samt vid jämförelse mot riktvärden, "Det kan dock uppstå för platsen ovanliga väderförhållanden då ljudnivån blir högre än vad standardförhållanden ger upphov till, exempelvis vid kraftig inversion. Högre ljudnivåer som uppstår vid enstaka tillfällen bör inte ses som överskridanden av villkor."

Markens "hårdhet" eller impedans anges i Nord2000 som effektiv flödesresistans. Det finns totalt 8 klasser, A-H, där A är väldigt mjuk mark och H är väldigt hård mark. Klass D klassas som normal mark. I aktuella beräkningar används klass D för normal mark och klass H för vattenytor.

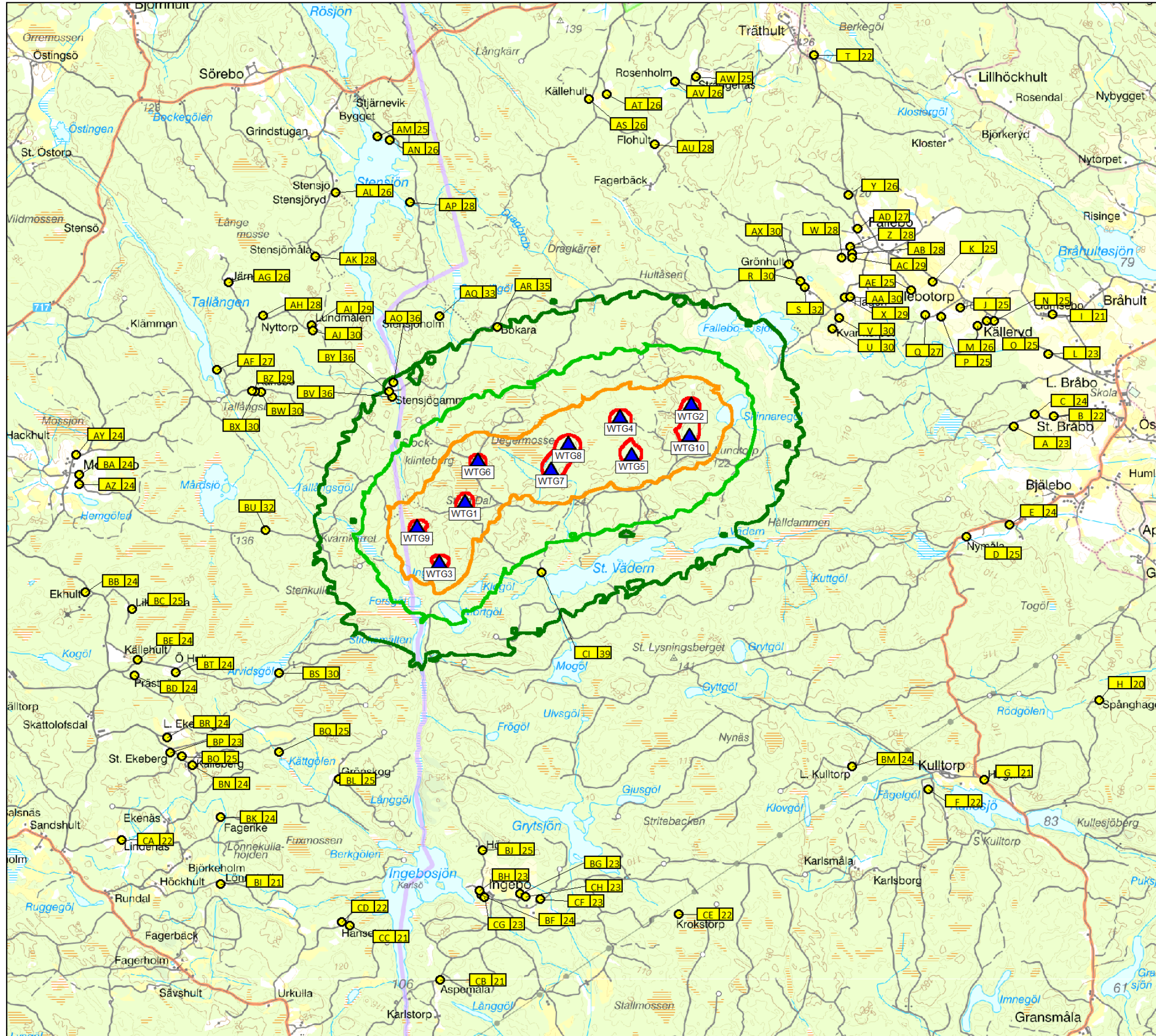
Vindkraftverk	Reglerinställning	Ljudeffektnivå, L_{WA} [dB]
Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0

Referens ljuddata: Ljudeffektnivå och frekvensdata har erhållits av bolaget och motsvarar reglerinställning AM 0, vilket är den högsta reglerinställningen för verkstypen. Ljudeffekt och frekvensdata i 1/3-oktavband har tagits från Siemens Gamesa dokument id: 1234_R00. Dokumentet är sekretessbelagd av Siemens Gamesa och frekvensdata får därvid ej redovisas. Den högsta ljudeffektnivån i dokumentet, oavsett vindhastighet, har antagits.

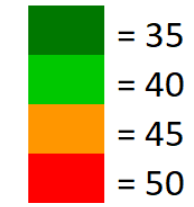
Information om ljuddata

Beräkningar gäller utifrån de använda ljuddata, ljudeffekt samt frekvenspektrum. Dessa ljuddata garanteras inte av Akustikkonsulten i Sverige AB.

Vindkraftverk	X [m] (Öst)	Y [m] (Nord)	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]	Verkstyp	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]
WTG1	563343	6354985	185	313	128	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG2	565669	6356002	185	309	124	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG3	563083	6354352	185	316	131	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG4	564939	6355872	185	314	129	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG5	565057	6355475	185	314	129	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG6	563478	6355420	185	309	124	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG7	564233	6355326	185	310	125	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG8	564407	6355592	185	310	125	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG9	562852	6354726	185	303	118	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG10	565649	6355674	185	314	129	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0



Ekvivalent ljudnivå L_{Aeq} i dBA



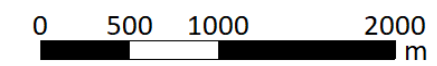
Symboler

- Vindkraftverk - Stora Vädern
- Ljudkänslig punkt

Namn. L_{Aeq} [dBA] Indexering ljudkänslig punkt

Generell beräkningsinformation

Programvara: SoundPLAN 9.0
 Standard: Nord2000
 Vindhastighet: 8 m/s på 10 m höjd
 Vindriktning: Medvind från alla håll
 Markrähetslängd: 0,3 m
 Beräkningshöjd: 1,5 m ovan mark



Vindpark Stora Vädern

10 Siemens Gamesa SG 6.6-170
 Totalhöjd: 270 m
 Navhöjd: 185 m
 Reglerinställningar: AM 0
 Ljudeffektnivå: 106,0 dBA



Handläggare	Aras Wali	Kvalitetsgranskare	Paul Appelqvist
Projekt nr.	10-23172	Ritning	A02
Datum	2023-09-25		

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet JA/NEJ
A	568986	6355787	102	23	40	JA
B	569397	6355889	106	22	40	JA
C	569199	6355912	110	24	40	JA
D	568497	6354627	90	25	40	JA
E	568943	6354753	91	24	40	JA
F	568104	6351982	95	22	40	JA
G	568681	6352087	97	21	40	JA
H	569863	6352919	101	20	40	JA
I	569383	6356956	111	21	40	JA
J	568435	6357025	108	25	40	JA
K	568152	6357299	111	25	40	JA
L	569339	6356540	107	23	40	JA
M	568612	6356837	108	26	40	JA
N	568783	6356886	109	25	40	JA
O	568704	6356886	109	25	40	JA
P	568236	6356936	107	25	40	JA
Q	568076	6356955	108	27	40	JA
R	566793	6357307	118	30	40	JA
S	566835	6357242	118	32	40	JA
T	566935	6359673	128	22	40	JA
U	567123	6356807	120	30	40	JA
V	567192	6356921	116	30	40	JA
W	567219	6357553	116	28	40	JA
X	567250	6357133	113	29	40	JA
Y	567288	6358209	117	26	40	JA
Z	567303	6357663	116	28	40	JA
AA	567307	6357141	111	30	40	JA
AB	567324	6357597	117	28	40	JA
AC	567325	6357552	112	29	40	JA

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet JA/NEJ
AD	567378	6357852	124	27	40	JA
AE	567928	6357213	112	25	40	JA
AF	560801	6356375	128	27	40	JA
AG	560920	6357294	134	26	40	JA
AH	561272	6356948	131	28	40	JA
AI	561775	6356847	125	29	40	JA
AJ	561786	6356787	127	30	40	JA
AK	561813	6357567	127	28	40	JA
AL	562018	6358236	127	26	40	JA
AM	562449	6358819	119	25	40	JA
AN	562574	6358781	117	26	40	JA
AO	562614	6356244	116	36	40	JA
AP	562787	6358133	118	28	40	JA
AQ	563084	6356937	123	33	40	JA
AR	563681	6356823	128	35	40	JA
AS	564619	6359211	136	26	40	JA
AT	564806	6359261	136	26	40	JA
AU	565296	6358736	128	28	40	JA
AV	565507	6359398	127	26	40	JA
AW	565723	6359443	123	25	40	JA
AX	566675	6357483	122	30	40	JA
AY	559355	6355489	133	24	40	JA
AZ	559384	6355179	130	24	40	JA
BA	559387	6355278	131	24	40	JA
BB	559453	6354050	139	24	40	JA
BC	559931	6353870	138	25	40	JA
BD	559956	6353178	139	24	40	JA
BE	559986	6353340	144	24	40	JA
BF	563515	6350879	109	24	40	JA

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet JA/NEJ
BG	563914	6350892	110	23	40	JA
BH	563495	6350923	112	23	40	JA
BI	560838	6350992	121	21	40	JA
BJ	563532	6351348	120	25	40	JA
BK	560842	6351693	122	24	40	JA
BL	562051	6352092	121	25	40	JA
BM	567321	6352222	101	24	40	JA
BN	560548	6352238	129	24	40	JA
BO	560444	6352329	130	25	40	JA
BP	560320	6352368	131	23	40	JA
BQ	561436	6352375	111	25	40	JA
BR	560292	6352529	132	24	40	JA
BS	561438	6353205	119	30	40	JA
BT	560375	6353210	138	24	40	JA
BU	561300	6354700	137	32	40	JA
BV	562603	6356093	119	36	40	JA
BW	561254	6356142	133	30	40	JA
BX	561191	6356147	133	30	40	JA
BY	562570	6356152	120	36	40	JA
BZ	561160	6356158	134	29	40	JA
CA	559821	6351451	125	22	40	JA
CB	563096	6349988	114	21	40	JA
CC	562162	6350556	115	21	40	JA
CD	562083	6350594	118	22	40	JA
CE	565541	6350679	111	22	40	JA
CF	564122	6350834	106	23	40	JA
CG	563550	6350852	109	23	40	JA
CH	563971	6350863	108	23	40	JA
CI	564134	6354255	105	39	40	JA

Information om resultat

Resultatet är redovisat för 1,5 m höjd över mark.

Se ljudkartan för indexering av ljudkänsliga punkter.

Det är punktberäkningen enligt ovan som ger det exakta resultatet. Om resultatet i ljudkartan samt punktberäkningen skiljer åt är det punktberäkningen som ska användas.

Avrundning har utförts i enlighet Naturvårdsverkets vägledning där det anges att avrundning ska göras enligt nedan:

"Beräknade ljudnivåer ska aldrig redovisas med decimaler då beräkningarna inte har en sådan noggrannhet. Värdena bör istället avrundas till närmaste heltal så att exempelvis 38,49 dBA avrundas nedåt till 38 dBA och 38,50 dBA avrundas uppåt till 39 dBA."

Riktvärdet för A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus, 40 dBA, **innehålls** i samtliga ljudkänsliga punkter vid bostadshus.

1) **Punkt A:** Beräknade ljudnivåer utomhus mellan 31,5-200 Hz. Beräkningarna har utförts med den nordiska beräkningsmodellen Nord2000 enligt praxis, vilket innebär att det blåser medvind 8 m/s på 10 m höjd.

Ljudkänslig punkt	Ljudnivå utomhus i 1/3-oktavband [dB] ¹⁾								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
A	41	39	36	34	30	28	29	29	27
B	38	37	36	33	30	32	30	28	24
C	41	40	37	35	34	32	28	28	27
D	41	38	37	37	34	34	32	29	26
E	41	39	36	34	31	33	31	29	26
F	40	39	37	35	33	32	28	25	23
G	39	37	34	34	32	31	30	26	23
H	38	37	34	33	31	30	26	25	23
I	39	39	37	35	33	32	27	23	19
J	40	38	38	37	35	35	29	26	27
K	40	39	39	38	36	35	31	27	20
L	38	38	37	35	32	32	28	27	27
M	40	40	39	37	36	35	26	27	27
N	39	40	39	36	35	34	26	27	27
O	38	40	39	36	35	34	27	26	26
P	42	40	38	37	36	36	32	28	22
Q	43	41	38	38	36	36	30	26	27
R	46	44	42	40	39	39	35	31	27
S	46	45	43	41	39	40	35	29	30
T	38	38	37	35	33	33	27	24	24
U	44	45	44	42	40	39	35	31	27
V	45	44	41	39	37	38	35	32	28
W	45	43	42	41	39	38	31	27	25
X	43	40	40	40	39	37	33	33	26
Y	43	41	39	38	36	35	31	26	28

Ljudkänslig punkt	Ljudnivå utomhus i 1/3-oktavband [dB] ¹⁾								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
Z	44	41	40	39	37	37	31	27	27
AA	45	43	41	39	39	38	35	29	28
AB	42	42	41	39	38	36	28	27	28
AC	44	43	41	39	37	37	32	28	29
AD	44	43	41	38	37	36	32	28	24
AE	41	41	40	39	37	36	31	28	23
AF	43	41	40	38	37	37	33	31	27
AG	41	41	38	37	35	36	29	29	27
AH	44	43	41	39	38	37	31	29	29
AI	45	44	41	38	37	36	34	32	29
AJ	45	42	41	40	38	37	33	32	27
AK	42	42	42	40	38	37	31	26	26
AL	39	40	40	38	36	35	29	27	28
AM	42	41	38	36	35	35	28	28	28
AN	42	41	39	37	35	35	30	28	29
AO	50	49	47	45	43	43	39	33	31
AP	44	43	40	38	37	36	32	29	28
AQ	48	47	44	43	42	42	37	31	30
AR	48	47	46	45	44	43	36	30	31
AS	41	39	38	37	35	36	28	28	28
AT	41	40	39	38	36	36	27	28	28
AU	44	42	40	38	36	37	31	28	29
AV	42	41	39	37	35	36	28	29	28
AW	42	40	38	36	34	34	31	27	27
AX	46	46	44	42	40	39	34	31	26
AY	41	39	37	35	33	34	28	28	27
AZ	41	39	36	35	35	34	31	29	24
BA	41	40	37	34	32	33	29	28	26
BB	41	39	37	35	34	33	29	26	26

Ljudkänslig punkt	Ljudnivå utomhus i 1/3-oktavband [dB] ¹⁾								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
BC	42	39	37	35	35	35	31	26	27
BD	41	39	38	36	34	33	29	27	27
BE	41	40	38	36	34	34	29	25	26
BF	40	38	36	35	34	33	31	28	23
BG	40	38	36	33	33	35	31	26	23
BH	41	40	38	35	34	33	30	25	23
BI	40	38	36	34	33	32	27	25	22
BJ	43	42	40	37	34	30	25	27	27
BK	41	39	37	35	33	34	27	28	27
BL	42	40	38	36	35	35	31	28	25
BM	39	38	36	33	32	34	31	27	24
BN	42	41	39	37	36	32	25	27	27
BO	41	40	38	36	34	34	29	27	27
BP	41	40	38	36	34	33	29	24	24
BQ	42	41	39	37	35	33	29	27	25
BR	42	40	38	36	34	34	30	25	26
BS	45	43	41	39	38	38	34	28	28
BT	42	41	39	37	35	34	30	27	23
BU	46	46	44	42	41	40	33	28	29
BV	51	49	47	45	44	43	38	34	32
BW	45	44	42	40	38	38	33	28	29
BX	45	44	42	40	39	38	32	27	29
BY	50	49	47	45	44	43	39	33	31
BZ	46	44	42	40	39	38	32	30	29
CA	39	38	36	33	31	32	27	27	25
CB	39	38	35	33	31	31	27	27	24
CC	41	39	36	32	28	25	27	28	25
CD	41	40	38	35	33	32	27	26	23
CE	41	39	37	35	34	33	27	26	21

Ljudkänslig punkt	Ljudnivå utomhus i 1/3-oktavband [dB] ¹⁾								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
CF	41	37	37	35	33	32	30	26	24
CG	39	40	37	35	33	32	30	25	24
CH	41	38	38	35	34	32	28	26	26
CI	52	51	49	47	46	45	40	36	34

2) **Punkt B:** Fasaddämpning enligt artikeln *Sound insulation of dwellings at low frequencies, Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, vol 29, no 1, pp 15-23. 2010* av Hoffmeyer och Jakobsen.

3) **Punkt C:** Ljudnivå inomhus fås genom att subtrahera ljudnivå utomhus i varje 1/3-oktavband med motsvarande frekvensband för fasaddämpningen, **Punkt A – Punkt B.**

Fasaddämpning [dB] enligt Hoffmeyer och Jakobsen ²⁾									
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
	6,7	7,6	10,3	14,2	17,5	18,4	17,5	18,6	22,4
Ljudnivå inomhus i 1/3-oktavband [dB] ³⁾									
Ljudkänslig punkt	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
A	34	32	26	20	13	10	11	10	4
B	31	29	25	19	12	13	12	9	2
C	34	32	27	21	16	13	11	9	5
D	34	30	27	22	17	15	14	10	3
E	35	32	26	20	14	15	13	10	3
F	33	31	26	21	16	14	10	7	0
G	32	29	24	20	14	13	12	7	1
H	31	29	24	18	13	12	8	7	1
I	33	32	26	21	16	14	10	5	-4
J	33	31	28	23	18	16	12	8	4
K	33	31	28	24	19	17	13	8	-2
L	31	30	27	20	15	14	11	9	4
M	34	33	29	23	19	16	9	9	5
N	32	32	28	22	18	15	8	9	4
O	32	32	28	22	18	16	9	7	4
P	35	32	28	23	18	17	14	9	0
Q	36	33	28	23	19	18	13	7	5
R	39	37	32	26	22	21	17	12	5
S	39	37	33	27	22	22	17	11	7
T	32	30	27	21	15	14	10	6	1

Ljudkänslig punkt	Ljudnivå inomhus i 1/3-oktavband [dB] ³⁾								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
U	37	37	33	28	22	21	17	12	5
V	39	36	31	24	19	19	17	13	6
W	38	36	32	27	22	20	13	9	3
X	36	33	29	26	22	18	16	14	4
Y	36	34	29	23	18	16	14	7	5
Z	37	34	30	25	20	19	13	9	5
AA	38	35	31	24	21	20	17	11	5
AB	35	34	31	25	21	18	10	8	5
AC	37	35	30	25	19	19	15	10	7
AD	37	35	30	24	19	17	14	9	2
AE	34	33	30	24	19	17	14	9	1
AF	37	33	29	23	19	18	15	12	4
AG	35	33	28	23	18	18	11	10	5
AH	37	35	30	25	20	19	13	10	6
AI	39	36	31	24	20	18	16	13	7
AJ	38	35	31	26	21	19	16	13	5
AK	36	35	31	26	21	19	14	8	4
AL	32	32	29	24	19	17	12	8	5
AM	36	33	28	22	17	17	11	9	6
AN	36	33	28	22	17	17	12	10	6
AO	43	41	37	31	26	25	21	14	8
AP	37	35	30	24	19	18	15	10	6
AQ	41	39	34	29	24	23	19	12	7
AR	41	40	36	31	26	24	18	11	8
AS	34	31	28	23	18	18	11	10	6
AT	34	32	29	23	19	17	9	10	6
AU	37	34	30	24	19	19	13	10	7
AV	36	33	28	22	18	17	11	10	6
AW	35	33	27	21	17	15	13	8	5

Ljudkänslig punkt	Ljudnivå inomhus i 1/3-oktavband [dB] ³⁾								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
AX	40	38	33	27	22	20	17	12	4
AY	34	32	27	21	16	16	11	9	5
AZ	34	31	26	21	18	16	14	10	2
BA	34	32	27	20	15	14	12	9	4
BB	34	32	27	21	16	14	12	7	4
BC	35	31	26	21	18	17	13	7	5
BD	35	32	27	22	16	14	11	8	4
BE	34	33	27	22	17	15	12	7	4
BF	33	30	26	21	17	15	14	9	1
BG	34	30	26	19	16	16	14	7	1
BH	34	33	28	21	16	15	12	6	1
BI	33	30	26	20	15	13	10	6	0
BJ	37	35	30	23	17	12	8	9	5
BK	34	31	27	21	15	16	10	9	4
BL	35	33	28	22	17	16	13	10	3
BM	33	30	25	19	14	16	14	9	2
BN	35	33	28	23	18	14	8	8	4
BO	35	33	28	22	17	16	11	9	5
BP	34	33	27	22	16	15	11	5	1
BQ	36	34	29	22	17	15	12	9	3
BR	35	33	28	22	17	15	13	6	4
BS	38	36	31	25	20	19	16	9	6
BT	35	33	29	23	17	16	12	8	1
BU	40	38	33	28	23	21	16	9	7
BV	44	41	37	31	26	25	21	15	9
BW	38	36	31	26	21	19	15	9	7
BX	38	36	32	26	21	19	15	9	7
BY	43	41	37	31	26	25	22	15	8
BZ	39	36	32	26	21	19	15	11	6

Ljudkänslig punkt	Ljudnivå inomhus i 1/3-oktavband [dB] ³⁾								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
CA	32	30	25	19	14	14	9	8	3
CB	32	30	25	19	14	12	9	9	1
CC	34	31	26	18	10	7	9	9	3
CD	35	32	27	21	16	14	10	7	0
CE	34	31	27	20	17	14	9	7	-1
CF	34	29	26	21	15	14	12	7	1
CG	32	32	26	21	15	13	13	6	1
CH	34	30	27	21	16	14	11	8	3
CI	45	43	39	33	28	27	22	17	11

4) Riktvärden enligt Folkhälsomyndighetens rekommendation för lågfrekvent ljud inomhus, FoHMFS 2014:13.

5) **Punkt D:** Tabellen visar skillnaden mellan ljudnivån inomhus i varje 1/3-oktavband och riktvärden enligt punkt 4) i motsvarande frekvensband. Ett negativt grönt värde indikerar att riktvärdet innehålls medan ett positivt rött värde indikerar ett överskridande.

Detta illustreras även i grafen där den röda streckade linjen utgör riktvärdena för lågfrekvent ljud och de övriga linjerna utgör beräknade ljudnivåer inomhus mellan 31,5-200 Hz. Om linjerna ligger under den röda streckade linjen innehålls riktvärdena.

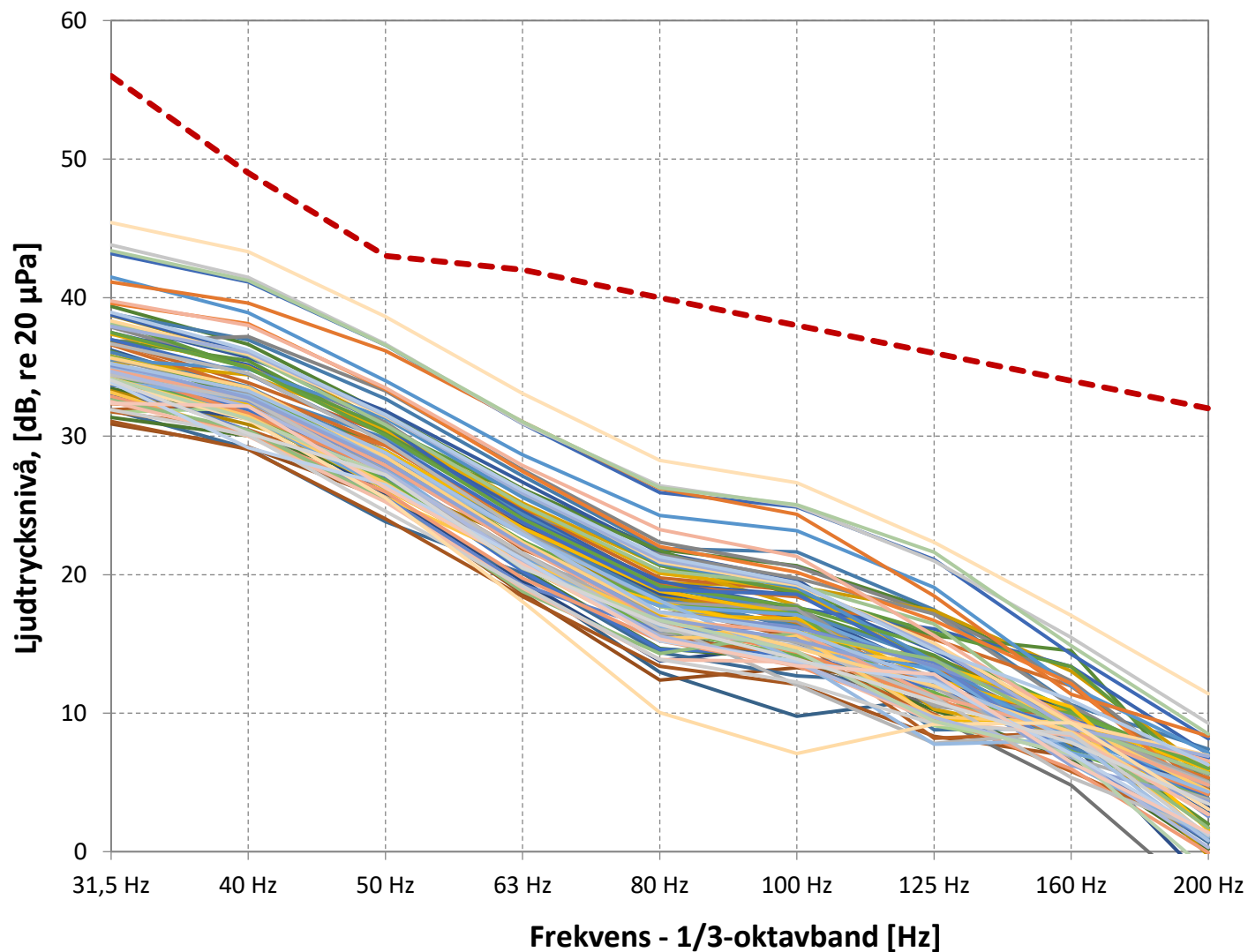
Riktvärden [dB] enligt FoHMFS 2014:13 ⁴⁾									
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
	56	49	43	42	40	38	36	34	32
Jämförelse med riktvärden, 1/3-oktavband [dB] ⁵⁾									
Ljudkänslig punkt	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
A	-22	-17	-17	-22	-27	-28	-25	-24	-28
B	-25	-20	-18	-23	-28	-25	-24	-25	-30
C	-22	-17	-16	-21	-24	-25	-25	-25	-27
D	-22	-19	-16	-20	-23	-23	-22	-24	-29
E	-21	-17	-17	-22	-26	-23	-23	-24	-29
F	-23	-18	-17	-21	-24	-24	-26	-27	-32
G	-24	-20	-19	-22	-26	-25	-24	-27	-31
H	-25	-20	-19	-24	-27	-26	-28	-27	-31
I	-23	-17	-17	-21	-24	-24	-26	-29	-36
J	-23	-18	-15	-19	-22	-22	-24	-26	-28
K	-23	-18	-15	-18	-21	-21	-23	-26	-34
L	-25	-19	-16	-22	-25	-24	-25	-25	-28
M	-22	-16	-14	-19	-21	-22	-27	-25	-27
N	-24	-17	-15	-20	-22	-23	-28	-25	-28
O	-24	-17	-15	-20	-22	-22	-27	-27	-28
P	-21	-17	-15	-19	-22	-21	-22	-25	-32
Q	-20	-16	-15	-19	-21	-20	-23	-27	-27
R	-17	-12	-11	-16	-18	-17	-19	-22	-27

Ljudkänslig punkt	Riktvärden [dB] enligt FoHMFS 2014:13 ⁴⁾								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
S	-17	-12	-10	-15	-18	-16	-19	-23	-25
T	-24	-19	-16	-21	-25	-24	-26	-28	-31
U	-19	-12	-10	-14	-18	-17	-19	-22	-27
V	-17	-13	-12	-18	-21	-19	-19	-21	-26
W	-18	-13	-11	-15	-18	-18	-23	-25	-29
X	-20	-16	-14	-16	-18	-20	-20	-20	-28
Y	-20	-15	-14	-19	-22	-22	-22	-27	-27
Z	-19	-15	-13	-17	-20	-19	-23	-25	-27
AA	-18	-14	-12	-18	-19	-18	-19	-23	-27
AB	-21	-15	-12	-17	-19	-20	-26	-26	-27
AC	-19	-14	-13	-17	-21	-19	-21	-24	-25
AD	-19	-14	-13	-18	-21	-21	-22	-25	-30
AE	-22	-16	-13	-18	-21	-21	-22	-25	-31
AF	-19	-16	-14	-19	-21	-20	-21	-22	-28
AG	-21	-16	-15	-19	-22	-20	-25	-24	-27
AH	-19	-14	-13	-17	-20	-19	-23	-24	-26
AI	-17	-13	-12	-18	-20	-20	-20	-21	-25
AJ	-18	-14	-12	-16	-19	-19	-20	-21	-27
AK	-20	-14	-12	-16	-19	-19	-22	-26	-28
AL	-24	-17	-14	-18	-21	-21	-24	-26	-27
AM	-20	-16	-15	-20	-23	-21	-25	-25	-26
AN	-20	-16	-15	-20	-23	-21	-24	-24	-26
AO	-13	-8	-6	-11	-14	-13	-15	-20	-24
AP	-19	-14	-13	-18	-21	-20	-21	-24	-26
AQ	-15	-10	-9	-13	-16	-15	-17	-22	-25
AR	-15	-9	-7	-11	-14	-14	-18	-23	-24
AS	-22	-18	-15	-19	-22	-20	-25	-24	-26
AT	-22	-17	-14	-19	-21	-21	-27	-24	-26
AU	-19	-15	-13	-18	-21	-19	-23	-24	-25

Ljudkänslig punkt	Riktvärden [dB] enligt FoHMFS 2014:13 ⁴⁾								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
AV	-20	-16	-15	-20	-22	-21	-25	-24	-26
AW	-21	-16	-16	-21	-23	-23	-23	-26	-27
AX	-16	-11	-10	-15	-18	-18	-19	-22	-28
AY	-22	-17	-16	-21	-24	-22	-25	-25	-27
AZ	-22	-18	-17	-21	-22	-22	-22	-24	-30
BA	-22	-17	-16	-22	-25	-24	-24	-25	-28
BB	-22	-17	-16	-21	-24	-24	-24	-27	-28
BC	-21	-18	-17	-21	-22	-21	-23	-27	-27
BD	-21	-17	-16	-20	-24	-24	-25	-26	-28
BE	-22	-16	-16	-20	-23	-23	-24	-27	-28
BF	-23	-19	-17	-21	-23	-23	-22	-25	-31
BG	-22	-19	-17	-23	-24	-22	-22	-27	-31
BH	-22	-16	-15	-21	-24	-23	-24	-28	-31
BI	-23	-19	-17	-22	-25	-25	-26	-28	-32
BJ	-19	-14	-13	-19	-23	-26	-28	-25	-27
BK	-22	-18	-16	-21	-25	-22	-26	-25	-28
BL	-21	-16	-15	-20	-23	-22	-23	-24	-29
BM	-23	-19	-18	-23	-26	-22	-22	-25	-30
BN	-21	-16	-15	-19	-22	-24	-28	-26	-28
BO	-21	-16	-15	-20	-23	-22	-25	-25	-27
BP	-22	-16	-16	-20	-24	-23	-25	-29	-31
BQ	-20	-15	-14	-20	-23	-23	-24	-25	-29
BR	-21	-16	-15	-20	-23	-23	-23	-28	-28
BS	-18	-13	-12	-17	-20	-19	-20	-25	-26
BT	-21	-16	-14	-19	-23	-22	-24	-26	-31
BU	-16	-11	-10	-14	-17	-17	-20	-25	-25
BV	-12	-8	-6	-11	-14	-13	-15	-19	-23
BW	-18	-13	-12	-16	-19	-19	-21	-25	-25
BX	-18	-13	-11	-16	-19	-19	-21	-25	-25

Ljudkänslig punkt	Riktvärden [dB] enligt FoHMFS 2014:13 ⁴⁾								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
BY	-13	-8	-6	-11	-14	-13	-14	-19	-24
BZ	-17	-13	-11	-16	-19	-19	-21	-23	-26
CA	-24	-19	-18	-23	-26	-24	-27	-26	-29
CB	-24	-19	-18	-23	-26	-26	-27	-25	-31
CC	-22	-18	-17	-24	-30	-31	-27	-25	-29
CD	-21	-17	-16	-21	-24	-24	-26	-27	-32
CE	-22	-18	-16	-22	-23	-24	-27	-27	-33
CF	-22	-20	-17	-21	-25	-24	-24	-27	-31
CG	-24	-17	-17	-21	-25	-25	-23	-28	-31
CH	-22	-19	-16	-21	-24	-24	-25	-26	-29
CI	-11	-6	-4	-9	-12	-11	-14	-17	-21

Lågfrekvent ljudnivå inomhus i ljudkänsliga punkter



- - - Riktvärde
- A
- B
- C
- D
- E
- F
- G
- H
- I
- J
- K
- L
- M
- N
- O
- P
- Q
- R
- S
- T
- U
- V
- W
- X
- Y
- Z
- AA
- AB
- AC
- AD
- AE
- AF
- AG
- AH
- AI
- AJ
- AK
- AL
- AM
- AN
- AO
- AP
- AQ
- AR
- AS
- AT
- AU
- AV
- AW
- AX
- AY
- AZ
- BA
- BB
- BC
- BD
- BE
- BF
- BG
- BH
- BL
- BJ
- BH
- BI
- BM
- BK
- BN
- BP
- BK
- BJ
- BO
- BS
- BN
- BU
- BV
- BW
- BX
- BY
- BW
- CA
- CB
- BZ
- CD
- CE
- BZ
- CG
- CH
- CC
- CI