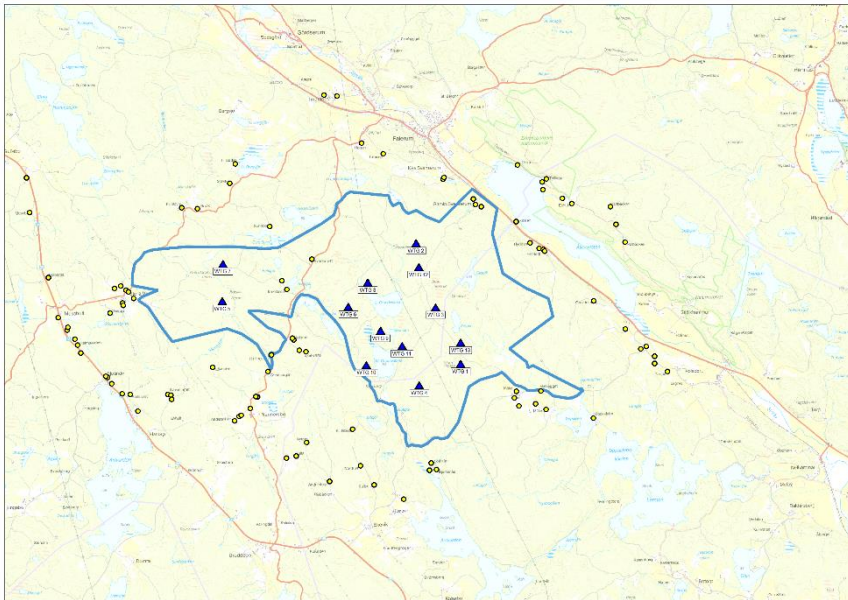


Ljudimmissionsberäkning av ljud från vindkraft

Vindpark Orreklint - 13 Siemens Games SG 6.6-170



Kundinformation

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

Projektinformation

Dokument-ID: 10-23171 A01
Projekt nr: 10-23171
Datum: 2023-09-11

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 Orreklint i Åtvidaberg och Västerviks kommuner. För att utreda ljudnivån från vindpark Orreklint 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 Orreklint med 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 95 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)
10-14	Resultat - Ekvivalent ljudnivå (Punktberäkning)
15-27	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 Orreklint	Siemens Gamesa SG 6.6-170	13	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 m4/3/s2
Turbulenta temperaturfluktuationer	0,008 K/s2
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.

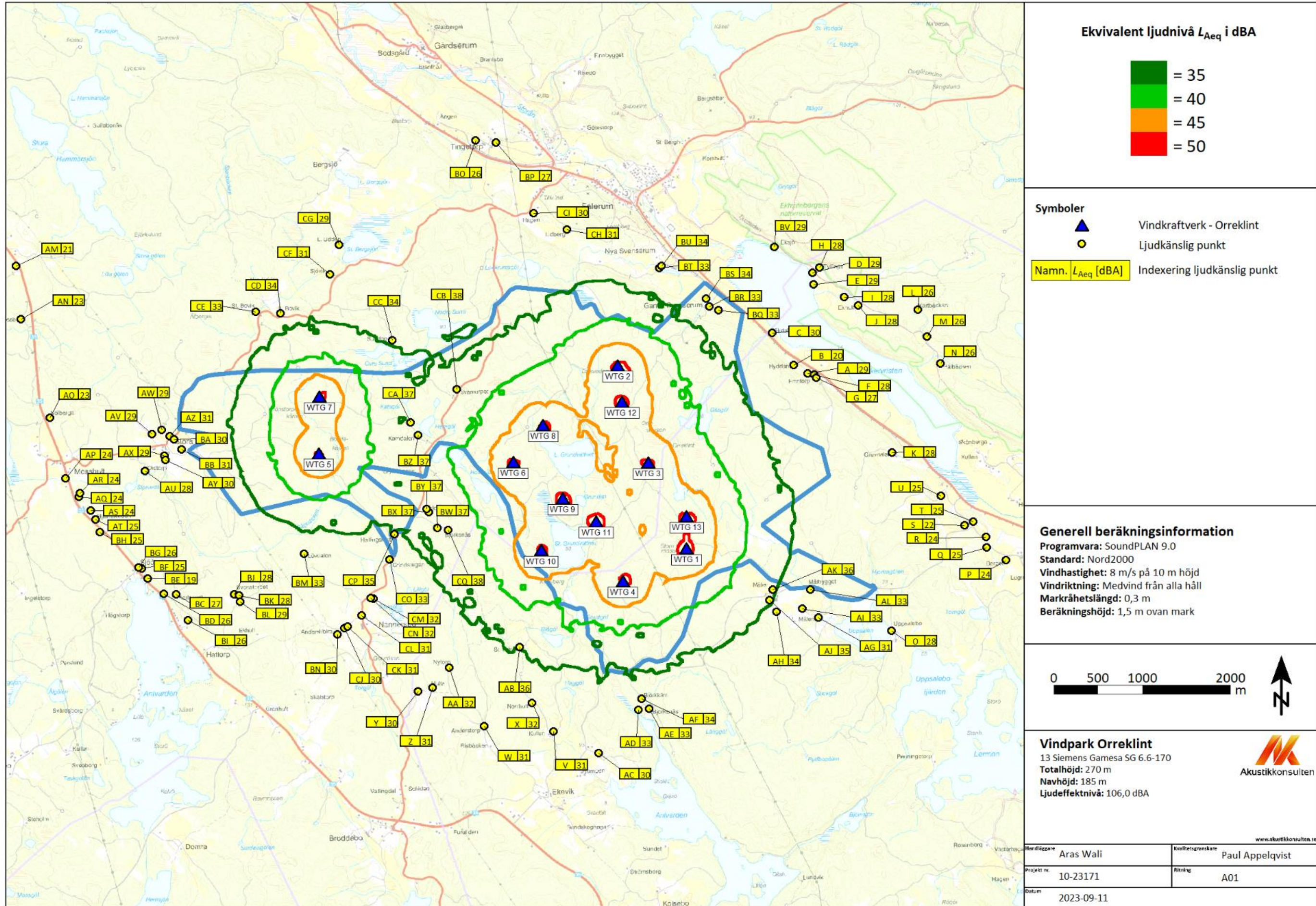
Vindkraftverk	Reglerinställning	Ljudeffektnivå, L_{WA} [dBA]
Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0

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. 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)]
WTG 1	571750	6441228	185	303	118	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 2	570970	6443343	185	300	115	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 3	571315	6442220	185	312	127	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 4	571027	6440851	185	303	118	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 5	567579	6442325	185	292	107	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 6	569786	6442227	185	303	118	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 7	567588	6442981	185	290	105	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 8	570125	6442653	185	297	112	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 9	570346	6441807	185	292	107	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 10	570102	6441206	185	287	102	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 11	570726	6441540	185	286	101	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 12	571016	6442922	185	314	129	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 13	571751	6441599	185	312	127	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0



Ekvivalent ljudnivå L_{Aeq} i dBA



Symboler

▲ Vindkraftverk - Orreklint



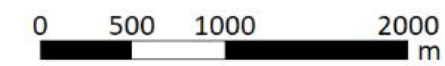
● Ljudkänslig punkt

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 Orreklint

13 Siemens Gamesa SG 6.6-170
 Totalhöjd: 270 m
 Navhöjd: 185 m
 Ljudeffektivnivå: 106,0 dBA



Handläggare	Aras Wali	Kvalitetsgranskare	Paul Appelqvist
Projekt nr.	10-23171	Ritning	A01
Datum	2023-09-11		

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet JA/NEJ
A	573127	6443268	37	29	40	JA
B	572970	6443368	34	20	40	JA
C	572723	6443737	17	30	40	JA
D	573183	6444432	15	29	40	JA
E	573193	6444298	17	29	40	JA
F	573200	6443254	33	28	40	JA
G	573222	6443220	34	27	40	JA
H	573257	6444491	29	28	40	JA
I	573537	6444148	34	28	40	JA
J	573697	6444055	52	28	40	JA
K	574084	6442353	66	28	40	JA
L	574376	6444003	83	26	40	JA
M	574476	6443692	67	26	40	JA
N	574629	6443383	51	26	40	JA
O	574074	6440298	64	28	40	JA
P	575373	6441112	58	24	40	JA
Q	575151	6441255	49	25	40	JA
R	575148	6441381	53	24	40	JA
S	574906	6441512	51	22	40	JA
T	575003	6441555	51	25	40	JA
U	574638	6441857	37	25	40	JA
V	570242	6439131	97	31	40	JA
W	569458	6439191	127	31	40	JA
X	569999	6439461	109	32	40	JA
Y	568707	6439596	130	30	40	JA
Z	568873	6439636	129	31	40	JA
AA	569060	6439872	119	32	40	JA
AB	569860	6440104	102	36	40	JA
AC	570758	6438882	106	30	40	JA

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet JA/NEJ
AD	571209	6439383	78	33	40	JA
AE	571328	6439394	78	33	40	JA
AF	571240	6439512	85	34	40	JA
AG	573248	6440450	73	31	40	JA
AH	572771	6440513	88	34	40	JA
AI	573063	6440551	84	33	40	JA
AJ	572696	6440650	88	35	40	JA
AK	572729	6440768	87	36	40	JA
AL	573157	6440771	78	33	40	JA
AM	564154	6444507	137	21	40	JA
AN	564207	6443896	132	23	40	JA
AO	564538	6442758	131	23	40	JA
AP	564711	6442057	128	24	40	JA
AQ	564866	6441841	133	24	40	JA
AR	564878	6441886	135	24	40	JA
AS	565002	6441681	129	24	40	JA
AT	565053	6441578	128	25	40	JA
AU	565617	6442139	130	28	40	JA
AV	565694	6442568	133	29	40	JA
AW	565805	6442613	137	29	40	JA
AX	565835	6442315	134	29	40	JA
AY	565847	6442270	132	30	40	JA
AZ	565898	6442541	143	31	40	JA
BA	565941	6442509	137	30	40	JA
BB	566029	6442392	137	31	40	JA
BC	565968	6440715	144	27	40	JA
BD	565830	6440722	132	26	40	JA
BE	565646	6440900	134	19	40	JA
BF	565576	6441012	130	25	40	JA

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet JA/NEJ
BG	565542	6441027	129	26	40	JA
BH	565104	6441435	131	25	40	JA
BI	566104	6440419	151	26	40	JA
BJ	566626	6440714	136	28	40	JA
BK	566679	6440703	140	28	40	JA
BL	566692	6440628	140	29	40	JA
BM	567416	6441185	124	33	40	JA
BN	567796	6440252	127	30	40	JA
BO	569360	6445958	61	26	40	JA
BP	569591	6445937	59	27	40	JA
BQ	572115	6444000	41	33	40	JA
BR	572011	6444039	44	33	40	JA
BS	571974	6444134	40	34	40	JA
BT	571444	6444483	24	33	40	JA
BU	571466	6444511	30	34	40	JA
BV	572747	6444730	21	29	40	JA
BW	568928	6441485	103	37	40	JA
BX	568830	6441667	106	37	40	JA
BY	568809	6441699	107	37	40	JA
BZ	568709	6442552	102	37	40	JA
CA	568625	6442701	97	37	40	JA
CB	569146	6443082	106	38	40	JA
CC	568415	6443653	95	34	40	JA
CD	567147	6443962	106	34	40	JA
CE	566868	6443983	106	33	40	JA
CF	567712	6444410	86	31	40	JA
CG	567812	6444753	85	29	40	JA
CH	570398	6444930	74	31	40	JA
CI	570019	6445117	70	30	40	JA

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet JA/NEJ
CJ	567875	6440327	125	30	40	JA
CK	567914	6440345	124	31	40	JA
CL	568070	6440470	123	31	40	JA
CM	568201	6440669	115	32	40	JA
CN	568170	6440675	118	32	40	JA
CO	568384	6441116	119	33	40	JA
CP	568440	6441409	120	35	40	JA
CQ	569048	6441460	104	38	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	40	38	37	36	36	33	32	29
B	40	38	36	34	32	31	27	24	20
C	43	42	40	39	38	38	35	33	30
D	45	44	42	40	39	37	29	29	29
E	46	44	42	40	39	38	30	28	29
F	41	40	38	37	36	37	33	32	29
G	40	39	38	36	35	34	32	30	27
H	46	44	42	40	37	35	30	29	29
I	45	44	42	40	38	35	30	28	29
J	45	44	42	40	37	35	27	28	29
K	44	41	41	38	38	37	34	31	29
L	42	39	34	32	33	36	33	31	26
M	42	40	37	35	35	36	33	28	27
N	44	43	41	39	36	33	26	27	28
O	45	43	41	39	38	37	29	28	29
P	42	40	39	37	35	35	30	26	22
Q	43	41	39	37	36	34	27	28	27
R	43	42	40	38	36	35	30	25	20
S	41	39	37	36	34	33	29	25	21
T	43	41	38	36	34	34	31	28	27
U	40	38	36	34	33	33	31	28	26
V	47	46	44	42	40	40	36	32	28
W	47	46	44	42	40	40	36	29	28
X	46	45	44	43	41	39	37	33	31
Y	47	46	44	43	41	40	32	27	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
Z	47	46	44	42	40	39	32	29	30
AA	47	46	44	42	41	41	36	30	31
AB	50	49	47	45	43	43	39	36	32
AC	46	45	43	41	40	38	31	28	30
AD	47	46	44	42	40	40	37	34	30
AE	48	46	43	42	41	41	36	32	30
AF	48	47	45	44	42	40	35	31	32
AG	46	44	41	40	39	39	35	31	30
AH	49	48	46	44	42	42	35	29	31
AI	48	47	45	43	41	40	34	29	31
AJ	50	49	47	45	43	43	39	34	31
AK	50	49	47	45	43	43	37	30	32
AL	48	47	45	43	41	41	36	30	31
AM	39	38	36	33	30	30	28	26	23
AN	40	38	37	35	34	32	27	28	25
AO	41	40	39	37	34	34	29	25	22
AP	40	38	36	36	35	33	31	28	24
AQ	42	41	39	37	35	34	29	24	22
AR	43	41	39	37	34	33	29	27	23
AS	43	41	38	36	34	34	30	27	26
AT	42	40	38	37	35	34	30	29	26
AU	44	42	41	39	37	36	30	29	28
AV	43	41	40	39	37	38	32	33	28
AW	45	44	41	39	36	37	34	30	28
AX	44	43	41	40	38	38	34	31	27
AY	45	43	41	40	38	38	34	29	29
AZ	46	46	44	42	40	39	34	29	26
BA	45	43	40	38	37	37	35	31	30
BB	46	45	42	40	38	38	34	30	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
BC	42	41	40	38	36	36	32	30	28
BD	43	41	39	37	34	33	30	29	27
BE	39	37	34	32	30	30	26	23	19
BF	41	40	38	36	35	34	31	29	25
BG	42	41	38	36	33	35	32	30	24
BH	42	41	38	36	35	34	30	27	26
BI	43	42	40	39	37	36	32	28	23
BJ	45	44	42	41	39	37	32	26	24
BK	44	44	42	40	39	38	34	30	25
BL	45	44	42	40	38	38	33	30	29
BM	48	47	45	43	42	41	35	32	31
BN	48	47	45	43	41	40	33	28	26
BO	44	43	41	39	35	32	26	27	28
BP	45	43	41	40	36	33	27	27	28
BQ	44	42	42	40	39	39	36	35	32
BR	44	43	41	40	39	39	36	35	32
BS	48	46	44	42	41	41	36	32	31
BT	46	45	43	42	40	40	36	33	31
BU	48	48	46	43	41	39	32	32	34
BV	46	44	42	40	39	36	28	28	30
BW	51	50	48	46	45	44	39	32	32
BX	51	50	48	46	45	44	38	33	33
BY	51	50	48	46	45	44	39	33	33
BZ	51	50	48	47	45	44	40	36	33
CA	51	49	47	45	45	44	39	37	33
CB	52	50	48	47	45	44	37	33	33
CC	49	48	46	44	42	42	38	33	30
CD	47	45	43	41	40	40	37	33	31
CE	47	46	44	42	41	40	35	31	30

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	46	44	43	41	39	39	36	32	29
CG	45	43	41	40	38	38	33	30	26
CH	48	46	44	43	40	37	30	28	30
CI	46	45	43	41	40	38	31	29	30
CJ	45	44	43	42	40	39	33	29	30
CK	45	44	43	42	40	39	35	28	30
CL	47	45	44	42	40	40	35	31	30
CM	48	46	44	43	41	41	36	30	31
CN	47	46	44	43	41	41	35	29	31
CO	48	47	45	43	41	40	36	34	31
CP	49	48	46	44	43	42	39	33	32
CQ	51	50	48	45	45	44	41	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	35	33	28	23	19	18	16	13	7
B	34	31	26	20	14	13	9	5	-2
C	36	34	30	25	20	20	17	15	8
D	39	36	32	26	22	19	11	10	7
E	39	37	32	26	21	19	12	10	7
F	35	32	28	23	19	18	16	13	6
G	34	32	28	22	18	16	15	11	5
H	39	37	32	26	19	16	13	10	7
I	38	36	32	26	20	16	12	9	7
J	38	36	31	26	20	16	10	9	6
K	38	34	31	23	20	18	16	13	6
L	35	31	24	18	16	18	16	12	4
M	35	32	27	21	17	18	15	10	5
N	37	35	30	24	19	15	9	9	5
O	38	36	31	25	21	18	11	9	7
P	35	33	29	23	18	16	13	8	0
Q	36	33	28	23	19	15	10	10	5
R	36	34	29	24	18	16	12	6	-2
S	34	32	27	22	17	15	12	7	-1
T	36	33	28	22	17	15	13	10	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
U	33	31	26	20	15	15	13	9	3
V	41	38	33	27	23	21	18	14	6
W	41	38	33	27	23	22	18	10	6
X	39	37	33	29	24	21	20	14	8
Y	41	39	34	28	24	22	15	9	4
Z	40	38	34	28	23	21	14	10	8
AA	40	38	34	28	23	22	19	12	9
AB	44	41	36	31	26	25	22	17	9
AC	40	37	33	27	22	19	14	9	7
AD	40	38	33	27	22	22	20	15	8
AE	41	39	33	28	24	22	19	13	8
AF	41	39	35	30	24	22	18	12	9
AG	39	36	31	26	22	21	17	12	8
AH	42	40	35	30	25	23	18	11	9
AI	41	39	35	29	24	22	17	11	8
AJ	43	41	36	31	26	24	21	15	9
AK	43	41	36	31	26	24	19	11	9
AL	41	39	34	29	24	23	18	11	8
AM	33	31	25	19	12	11	10	8	0
AN	33	31	26	21	17	14	9	9	3
AO	34	32	28	22	17	16	11	7	-1
AP	34	30	26	22	17	15	13	9	1
AQ	35	33	29	23	18	16	12	5	-1
AR	36	33	28	22	17	15	12	8	1
AS	36	33	28	22	17	16	13	9	3
AT	35	33	28	23	17	16	13	10	3
AU	37	35	30	25	20	18	13	10	6
AV	36	34	30	25	20	20	15	14	5
AW	39	36	31	25	19	18	17	12	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
AX	37	35	30	25	20	20	16	12	4
AY	38	35	31	25	21	20	17	10	6
AZ	39	38	34	28	23	21	16	10	4
BA	39	36	30	23	20	19	17	13	7
BB	39	37	32	26	21	20	17	11	6
BC	35	34	29	24	18	18	14	11	6
BD	36	34	29	23	17	15	13	11	5
BE	32	29	24	18	13	11	8	4	-3
BF	35	32	28	22	17	16	14	10	3
BG	35	33	28	21	15	16	14	11	2
BH	36	33	28	22	17	16	12	8	4
BI	37	35	30	24	19	18	14	9	1
BJ	38	37	32	26	21	19	14	7	2
BK	38	36	31	26	21	20	16	12	3
BL	38	36	32	26	21	20	15	12	7
BM	41	39	35	29	25	22	18	13	9
BN	41	39	34	29	23	21	16	10	4
BO	38	36	31	25	18	14	9	8	6
BP	38	36	31	25	19	15	9	8	6
BQ	37	35	32	26	22	21	19	16	9
BR	38	35	31	26	22	21	19	16	10
BS	41	38	34	28	24	22	19	14	8
BT	40	37	33	27	22	21	19	14	8
BU	42	41	36	29	23	20	14	14	12
BV	39	37	32	26	21	17	11	10	7
BW	44	42	38	32	27	26	22	14	10
BX	44	42	38	32	27	25	21	14	11
BY	45	42	38	32	27	26	22	14	10
BZ	45	43	38	32	28	26	22	18	10

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	44	41	36	31	27	26	22	18	11
CB	45	43	38	33	28	25	20	15	11
CC	43	40	36	30	25	23	20	15	8
CD	40	38	33	27	23	22	19	14	9
CE	40	39	34	28	23	22	17	12	8
CF	39	37	33	27	22	21	18	13	6
CG	38	36	31	26	21	19	16	11	4
CH	41	39	34	28	23	19	13	10	8
CI	40	37	33	27	22	20	14	10	8
CJ	38	36	33	27	22	21	16	11	8
CK	38	36	33	27	22	21	17	10	8
CL	40	38	33	28	23	22	18	12	8
CM	41	39	34	28	23	22	19	11	9
CN	41	38	34	28	24	22	17	11	9
CO	42	39	34	29	23	22	19	15	8
CP	43	40	36	30	25	24	21	15	10
CQ	44	42	37	31	27	26	24	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.

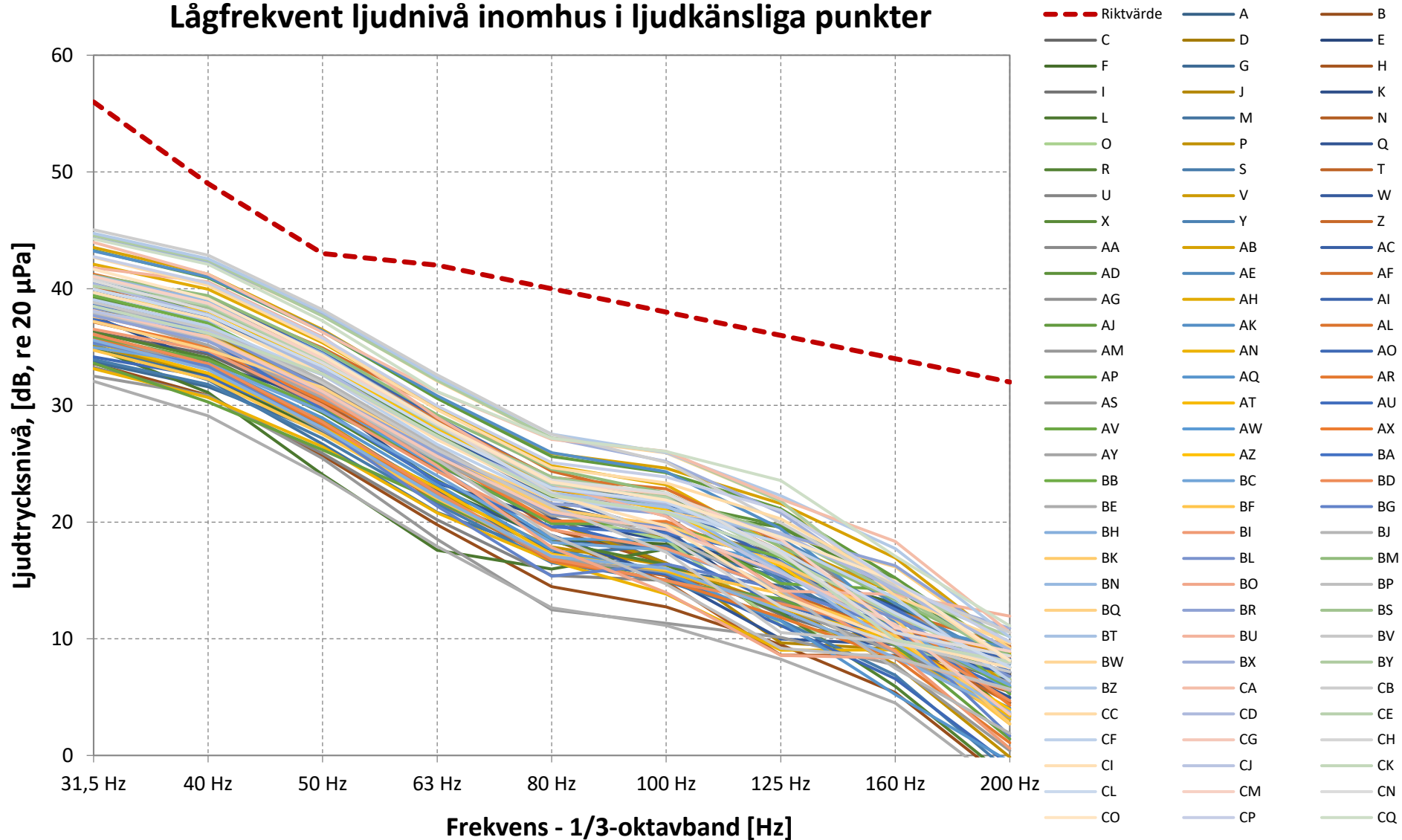
Riktvärden [dB] enligt FoHMFS 2014:13 ⁴⁾									
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
	56	49	43	42	40	38	36	34	32
Jämförelse med riktvärden, 1/3-oktavband [dB] ⁵⁾									
Ljudkänslig punkt	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
A	-21	-16	-15	-19	-21	-20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

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	-22	-17	-16	-20	-23	-23	-24	-27	-33
T	-20	-16	-15	-20	-23	-23	-23	-24	-27
U	-23	-18	-17	-22	-25	-23	-23	-25	-29
V	-15	-11	-10	-15	-17	-17	-18	-20	-26
W	-15	-11	-10	-15	-17	-16	-18	-24	-26
X	-17	-12	-10	-13	-16	-17	-16	-20	-24
Y	-15	-10	-9	-14	-16	-16	-21	-25	-28
Z	-16	-11	-9	-14	-17	-17	-22	-24	-24
AA	-16	-11	-9	-14	-17	-16	-17	-22	-23
AB	-12	-8	-7	-11	-14	-13	-14	-17	-23
AC	-16	-12	-10	-15	-18	-19	-22	-25	-25
AD	-16	-11	-10	-15	-18	-16	-16	-19	-24
AE	-15	-10	-10	-14	-16	-16	-17	-21	-24
AF	-15	-10	-8	-12	-16	-16	-18	-22	-23
AG	-17	-13	-12	-16	-18	-17	-19	-22	-24
AH	-14	-9	-8	-12	-15	-15	-18	-23	-23
AI	-15	-10	-8	-13	-16	-16	-19	-23	-24
AJ	-13	-8	-7	-11	-14	-14	-15	-19	-23
AK	-13	-8	-7	-11	-14	-14	-17	-23	-23
AL	-15	-10	-9	-13	-16	-15	-18	-23	-24
AM	-23	-18	-18	-23	-28	-27	-26	-26	-32
AN	-23	-18	-17	-21	-23	-24	-27	-25	-29
AO	-22	-17	-15	-20	-23	-22	-25	-27	-33
AP	-22	-19	-17	-20	-23	-23	-23	-25	-31
AQ	-21	-16	-14	-19	-22	-22	-24	-29	-33
AR	-20	-16	-15	-20	-23	-23	-24	-26	-31
AS	-20	-16	-15	-20	-23	-22	-23	-25	-29
AT	-21	-16	-15	-19	-23	-22	-23	-24	-29
AU	-19	-14	-13	-17	-20	-20	-23	-24	-26

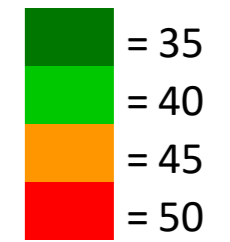
Ljudkänslig punkt	Riktvärden [dB] enligt FoHMFS 2014:13 ⁴⁾								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
AV	-20	-15	-13	-17	-20	-18	-21	-20	-27
AW	-17	-13	-12	-17	-21	-20	-19	-22	-26
AX	-19	-14	-13	-17	-20	-18	-20	-22	-28
AY	-18	-14	-12	-17	-19	-18	-19	-24	-26
AZ	-17	-11	-9	-14	-17	-17	-20	-24	-28
BA	-17	-13	-13	-19	-20	-19	-19	-21	-25
BB	-17	-12	-11	-16	-19	-18	-19	-23	-26
BC	-21	-15	-14	-18	-22	-20	-22	-23	-26
BD	-20	-15	-14	-19	-23	-23	-23	-23	-27
BE	-24	-20	-19	-24	-27	-27	-28	-30	-35
BF	-21	-17	-15	-20	-23	-22	-22	-24	-29
BG	-21	-16	-15	-21	-25	-22	-22	-23	-30
BH	-20	-16	-15	-20	-23	-22	-24	-26	-28
BI	-19	-14	-13	-18	-21	-20	-22	-25	-31
BJ	-18	-12	-11	-16	-19	-19	-22	-27	-30
BK	-18	-13	-12	-16	-19	-18	-20	-22	-29
BL	-18	-13	-11	-16	-19	-18	-21	-22	-25
BM	-15	-10	-8	-13	-15	-16	-18	-21	-23
BN	-15	-10	-9	-13	-17	-17	-20	-24	-28
BO	-18	-13	-12	-17	-22	-24	-27	-26	-26
BP	-18	-13	-12	-17	-21	-23	-27	-26	-26
BQ	-19	-14	-11	-16	-18	-17	-17	-18	-23
BR	-18	-14	-12	-16	-18	-17	-17	-18	-22
BS	-15	-11	-9	-14	-16	-16	-17	-20	-24
BT	-16	-12	-10	-15	-18	-17	-17	-20	-24
BU	-14	-8	-7	-13	-17	-18	-22	-20	-20
BV	-17	-12	-11	-16	-19	-21	-25	-24	-25
BW	-12	-7	-5	-10	-13	-12	-14	-20	-22
BX	-12	-7	-5	-10	-13	-13	-15	-20	-21

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	-11	-7	-5	-10	-13	-12	-14	-20	-22
BZ	-11	-6	-5	-10	-12	-12	-14	-16	-22
CA	-12	-8	-7	-11	-13	-12	-14	-16	-21
CB	-11	-6	-5	-9	-12	-13	-16	-19	-21
CC	-13	-9	-7	-12	-15	-15	-16	-19	-24
CD	-16	-11	-10	-15	-17	-16	-17	-20	-23
CE	-16	-10	-9	-14	-17	-16	-19	-22	-24
CF	-17	-12	-10	-15	-18	-17	-18	-21	-26
CG	-18	-13	-12	-16	-19	-19	-20	-23	-28
CH	-15	-10	-9	-14	-17	-19	-23	-24	-24
CI	-16	-12	-10	-15	-18	-18	-22	-24	-24
CJ	-18	-13	-10	-15	-18	-17	-20	-23	-24
CK	-18	-13	-10	-15	-18	-17	-19	-24	-24
CL	-16	-11	-10	-14	-17	-16	-18	-22	-24
CM	-15	-10	-9	-14	-17	-16	-17	-23	-23
CN	-15	-11	-9	-14	-16	-16	-19	-23	-23
CO	-14	-10	-9	-13	-17	-16	-17	-19	-24
CP	-13	-9	-7	-12	-15	-14	-15	-19	-22
CQ	-12	-7	-6	-11	-13	-12	-12	-17	-21

Lågfrekvent ljudnivå inomhus i ljudkänsliga punkter



Ekvivalent ljudnivå L_{Aeq} i dBA

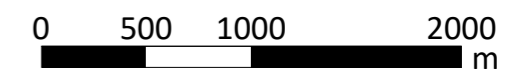


Symboler

- Vindkraftverk - Orreklint
- 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 Orreklint

13 Siemens Gamesa SG 6.6-170
Totalhöjd: 270 m
Navhöjd: 185 m
Ljudeffektivnivå: 106,0 dBA



Handläggare	Aras Wali	Kvalitetsgranskare	Paul Appelqvist
Projekt nr.	10-23171	Ritning	A01
Datum	2023-09-11		

