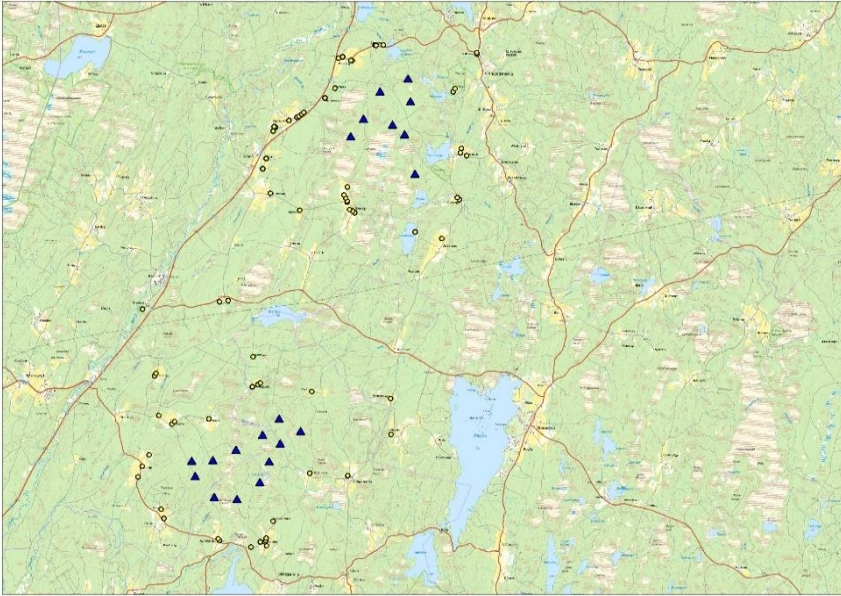


Ljudimmissionsberäkning av ljud från vindkraft

Vindpark Långhult - 20 Siemens Games SG 6.6-170



Kundinformation

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

Projektinformation

Dokument-ID: 10-23221 A03
Projekt nr: 10-23221
Datum: 2025-05-26

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 Långhult i Jönköping och Gislaveds kommuner. För att utreda ljudnivån från vindpark Långhult 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 Långhult med 20 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 74 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.

Paul Appelqvist, Handläggare och uppdragsledare:

Paul har en teknologie kandidatexamen (BSc) från KTH med inriktning mot akustik. Paul arbetar sedan 2007 som akustikkonsult och har specialiserat sig på ljud från vindkraft, industrier, tåkter och hamnar. Han har genom åren varit uppdragsledare för hundratal uppdrag som rör ljud från vindkraft och är en av de ledande experterna i Sverige. Pauls arbetsområden rör allt från ljudberäkningar och ljudmätningar till att vara expert vid provningar i olika instanser både som expertvittne och sakkunnig inom primärt externa bullerfrågor. Paul har även medverkat i ett antal forskningsprojekt rörande ljud från vindkraft.

Jens Fredriksson, Kvalitetsgranskare:

Jens är civilingenjör från KTH med 14 års erfarenhet som akustikkonsult. Jens har under dessa år arbetat primärt med buller från industrier och vindkraftverk, men även byggbuller, väg- och spårtrafikbuller. Jens har väldigt stor erfarenhet av ljud från vindkraftverk och har bland annat utfört ackrediterade kontroller av ett hundratal vindparker i Norden. Han har även varit med i flera forskningsprojekt, bland annat rörande kontrollmetoder av ljud från vindkraftverk. Jens har även utfört hundratal ljudberäkningar av ljud från vindkraftverk och har omfattande kunskaper om de beräkningsmetoder som ska användas i Sverige.

Innehållsförteckning

Sida	Innehåll
5	Riktvärden lågfrekvent ljud
6	Metod lågfrekvent ljud
7	Beräkningsförutsättningar
8	Ljuddata
9	Verksdata
10	Resultat - Ekvivalent ljudnivå (Ljudkarta)
11-14	Resultat - Ekvivalent ljudnivå (Punktberäkning)
15-24	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, L_w [dBA]
Vindpark Långhult	Siemens Gamesa SG 6.6-170	20	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 ⁴ /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.

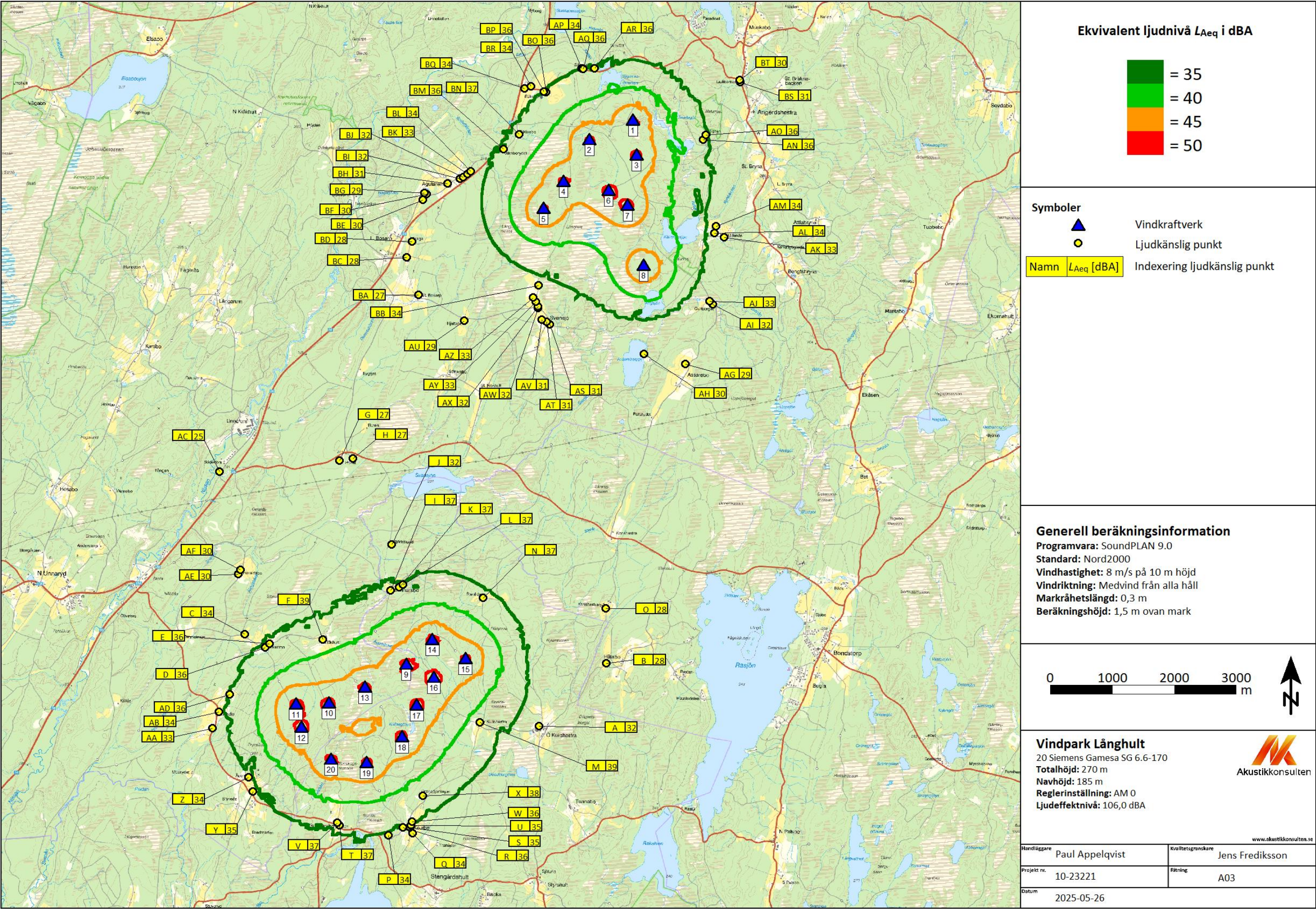
Vindkraftverk	Reglerinställning	Ljudeffektnivå, L_w [dBA]
Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0

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 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(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]	Verkstyp	Reglerinställning	Ljudeffektnivå, L_w [dBA]
1	432664	6392224	185	417	232	SG 6.6-170	AM 0	106,0
2	431960	6391906	185	417	232	SG 6.6-170	AM 0	106,0
3	432718	6391653	185	419	234	SG 6.6-170	AM 0	106,0
4	431538	6391219	185	424	239	SG 6.6-170	AM 0	106,0
5	431219	6390773	185	419	234	SG 6.6-170	AM 0	106,0
6	432272	6391070	185	416	231	SG 6.6-170	AM 0	106,0
7	432577	6390823	185	415	230	SG 6.6-170	AM 0	106,0
8	432834	6389836	185	412	227	SG 6.6-170	AM 0	106,0
9	429001	6383273	185	424	239	SG 6.6-170	AM 0	106,0
10	427749	6382636	185	436	251	SG 6.6-170	AM 0	106,0
11	427218	6382617	185	449	264	SG 6.6-170	AM 0	106,0
12	427309	6382232	185	455	270	SG 6.6-170	AM 0	106,0
13	428338	6382893	185	420	235	SG 6.6-170	AM 0	106,0
14	429424	6383678	185	422	237	SG 6.6-170	AM 0	106,0
15	429956	6383364	185	447	262	SG 6.6-170	AM 0	106,0
16	429444	6383055	185	429	244	SG 6.6-170	AM 0	106,0
17	429172	6382599	185	431	246	SG 6.6-170	AM 0	106,0
18	428933	6382076	185	431	246	SG 6.6-170	AM 0	106,0
19	428361	6381653	185	427	242	SG 6.6-170	AM 0	106,0
20	427788	6381710	185	415	230	SG 6.6-170	AM 0	106,0



Resultat - Punktberäkning

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet JA/NEJ
A	431147	6382274	280	32	40	JA
B	432230	6383307	289	28	40	JA
C	426398	6383781	217	34	40	JA
D	426725	6383568	217	36	40	JA
E	426792	6383629	219	36	40	JA
F	427661	6383699	232	39	40	JA
G	427924	6386639	219	27	40	JA
H	428141	6386677	221	27	40	JA
I	428748	6384500	227	37	40	JA
J	428765	6385259	217	32	40	JA
K	428891	6384558	229	37	40	JA
L	428951	6384599	227	37	40	JA
M	430193	6382328	280	39	40	JA
N	430248	6384386	253	37	40	JA
O	432225	6384205	261	28	40	JA
P	428718	6380473	234	34	40	JA
Q	429104	6380508	272	34	40	JA
R	428952	6380600	256	36	40	JA
S	429065	6380604	267	35	40	JA
T	427926	6380637	237	37	40	JA
U	429083	6380638	269	35	40	JA
V	427893	6380679	243	37	40	JA
W	429100	6380699	270	36	40	JA
X	429273	6381125	271	38	40	JA
Y	426529	6381198	252	35	40	JA
Z	426455	6381430	265	34	40	JA
AA	425880	6382238	215	33	40	JA
AB	425976	6382505	217	34	40	JA
AC	425992	6386454	184	25	40	JA

Resultat - Punktberäkning

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet JA/NEJ
AD	426152	6382794	225	36	40	JA
AE	426296	6384774	211	30	40	JA
AF	426323	6384838	210	30	40	JA
AG	433511	6388232	247	29	40	JA
AH	432844	6388399	223	30	40	JA
AI	433953	6389212	226	32	40	JA
AJ	433907	6389261	226	33	40	JA
AK	434140	6390314	239	33	40	JA
AL	433978	6390382	230	34	40	JA
AM	434007	6390500	232	34	40	JA
AN	433798	6391920	228	36	40	JA
AO	433838	6391997	232	36	40	JA
AP	431831	6393090	221	34	40	JA
AQ	431865	6393083	219	36	40	JA
AR	432045	6393091	215	36	40	JA
AS	431320	6388884	240	31	40	JA
AT	431266	6388928	240	31	40	JA
AU	429942	6388944	231	29	40	JA
AV	431195	6388963	241	31	40	JA
AW	431135	6389147	238	32	40	JA
AX	431129	6389172	239	32	40	JA
AY	431100	6389257	239	33	40	JA
AZ	431050	6389328	239	33	40	JA
BA	429207	6389371	230	27	40	JA
BB	431144	6389525	239	34	40	JA
BC	429013	6389982	217	28	40	JA
BD	429094	6390244	217	28	40	JA
BE	429272	6390929	231	30	40	JA
BF	429334	6391028	232	30	40	JA

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet JA/NEJ
BG	429296	6391042	232	29	40	JA
BH	429675	6391196	235	31	40	JA
BI	429873	6391277	234	32	40	JA
BJ	429926	6391306	233	32	40	JA
BK	429998	6391353	233	33	40	JA
BL	430045	6391400	231	34	40	JA
BM	430574	6391766	222	36	40	JA
BN	430829	6392004	225	37	40	JA
BO	431258	6392700	237	36	40	JA
BP	431227	6392711	236	36	40	JA
BQ	430919	6392762	223	34	40	JA
BR	431015	6392795	228	34	40	JA
BS	434394	6392867	238	31	40	JA
BT	434388	6392904	239	30	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 med 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.

	Ljudnivå utomhus i 1/3-oktavband [dB] ¹⁾								
Ljudkänslig punkt	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
A	47	45	43	42	41	41	35	34	31
B	45	44	42	40	39	38	34	30	25
C	49	48	46	44	42	39	31	29	32
D	51	49	47	46	44	43	36	31	32
E	50	50	47	45	44	42	37	31	33
F	52	51	49	47	45	45	40	34	32
G	44	43	41	39	38	36	29	28	28
H	45	43	41	39	37	36	31	30	29
I	51	50	48	47	45	43	36	31	33
J	47	46	45	43	42	40	35	30	30
K	51	49	48	46	44	41	33	32	35
L	50	49	47	46	44	43	38	33	32
M	52	51	49	47	46	45	41	35	33
N	50	49	47	45	44	43	39	34	32
O	46	44	42	41	37	34	28	28	29
P	49	48	46	44	42	42	38	35	31
Q	49	48	46	44	42	41	36	32	31
R	50	49	47	45	43	41	35	31	32
S	49	48	46	45	43	42	37	32	31
T	50	49	47	45	43	43	37	35	33
U	50	48	47	45	43	42	37	30	31
V	51	49	47	45	44	43	39	34	33
W	50	49	47	45	44	43	37	32	31
X	51	50	48	47	45	44	38	32	32
Y	48	47	45	44	42	42	39	36	30

Resultat - Lågfrekvent ljud

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

Resultat - Lågfrekvent ljud

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	44	43	41	39	37	37	30	28	28
BD	44	43	41	40	36	37	34	31	27
BE	45	44	42	41	38	38	32	29	29
BF	46	44	42	41	39	38	31	29	28
BG	45	44	42	40	38	38	34	29	28
BH	46	44	42	40	39	39	36	31	30
BI	46	46	44	42	41	40	36	33	28
BJ	45	45	43	42	40	40	36	34	30
BK	46	46	45	43	41	41	36	31	30
BL	46	46	45	43	42	41	35	29	30
BM	50	49	46	45	44	43	38	32	31
BN	50	49	47	46	43	43	40	35	32
BO	49	48	46	45	43	42	38	32	31
BP	50	48	46	45	43	43	37	31	30
BQ	48	47	44	43	42	41	35	33	30
BR	48	47	45	43	41	41	37	32	31
BS	46	45	43	41	40	39	31	27	29
BT	46	45	43	41	40	37	30	27	28

- 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.**

Ljudkänslig punkt	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	40	37	33	28	24	23	18	15	9
B	38	36	32	26	21	20	16	12	3
C	42	40	36	30	24	20	14	10	9
D	44	42	37	31	26	24	19	12	10
E	44	42	37	31	26	24	19	12	11
F	46	43	38	33	28	27	23	15	10
G	38	36	31	25	20	17	12	10	6
H	38	36	30	25	20	18	14	11	7
I	44	42	38	32	27	25	18	12	10
J	41	39	34	29	24	22	17	11	8
K	44	42	38	32	26	22	16	14	13
L	43	42	37	31	26	25	20	14	10
M	45	43	39	33	28	27	24	17	10
N	44	41	37	31	26	25	22	15	10
O	39	37	32	26	20	16	10	9	7
P	42	40	36	30	25	23	21	16	8
Q	42	40	36	30	25	23	19	13	8
R	43	41	37	31	26	23	17	12	10
S	43	40	36	31	26	24	20	13	9
T	43	42	37	31	26	25	19	16	11

Resultat - Lågfrekvent ljud

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	43	41	36	31	26	24	19	12	9
V	44	42	37	31	26	24	21	15	11
W	43	41	37	31	26	24	20	13	8
X	45	43	38	32	28	26	21	13	10
Y	41	39	34	29	24	23	21	17	7
Z	40	37	33	27	22	21	19	17	11
AA	42	40	35	29	24	23	20	14	7
AB	43	41	36	30	25	24	20	14	8
AC	35	33	30	24	18	16	16	10	4
AD	44	41	37	31	26	22	15	12	11
AE	39	37	32	27	22	21	16	11	8
AF	39	37	33	27	22	21	17	10	7
AG	39	37	32	26	21	20	15	9	7
AH	40	37	32	26	21	20	17	14	6
AI	40	37	33	28	23	22	16	10	7
AJ	41	38	33	28	23	21	17	11	7
AK	42	40	35	29	24	20	15	10	8
AL	41	40	35	29	24	23	19	13	8
AM	41	39	34	29	25	24	19	13	8
AN	43	41	37	31	25	23	17	12	11
AO	43	41	37	31	26	23	17	11	9
AP	43	40	36	30	25	23	20	16	8
AQ	43	41	36	31	25	24	21	13	8
AR	43	41	36	30	25	25	20	14	9
AS	35	35	33	28	23	21	16	12	7
AT	38	36	33	27	23	20	15	10	7
AU	38	36	31	25	20	19	13	10	7
AV	37	35	32	28	23	21	15	11	7
AW	40	37	32	27	23	22	19	11	7

Resultat - Lågfrekvent ljud

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	37	31	27	23	22	19	11	7
AY	40	37	32	27	23	22	19	13	8
AZ	41	38	33	28	24	23	18	11	8
BA	38	35	29	22	18	18	16	13	4
BB	40	36	31	28	25	23	18	13	8
BC	38	35	30	25	20	18	12	10	5
BD	37	35	31	25	19	19	16	13	5
BE	39	37	32	26	21	20	15	10	7
BF	39	37	32	26	21	20	14	10	6
BG	39	36	32	26	21	20	17	11	5
BH	39	37	32	26	21	21	19	12	7
BI	40	38	34	28	23	22	19	14	5
BJ	39	37	33	27	23	21	19	15	7
BK	40	39	34	29	24	22	19	13	7
BL	40	38	34	29	24	23	18	11	7
BM	43	41	36	31	26	25	21	14	9
BN	44	41	37	31	26	25	22	16	9
BO	43	40	36	30	25	24	20	13	8
BP	43	41	36	31	26	24	20	12	8
BQ	42	39	33	28	24	23	18	14	8
BR	42	40	35	29	24	23	20	13	8
BS	39	37	33	27	23	20	13	9	6
BT	39	37	32	27	22	19	13	9	6

4) Riktvärden enligt Folkhälsomyndighetens rekommendation för lågfrekvent ljud inomhus, FoHMF 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 FoHMF 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	-16	-12	-10	-14	-16	-15	-18	-19	-23
B	-18	-13	-11	-16	-19	-18	-20	-22	-29
C	-14	-9	-7	-12	-16	-18	-22	-24	-23
D	-12	-7	-6	-11	-14	-14	-17	-22	-22
E	-12	-7	-6	-11	-14	-14	-17	-22	-21
F	-10	-6	-5	-9	-12	-11	-13	-19	-22
G	-18	-13	-12	-17	-20	-21	-24	-24	-26
H	-18	-13	-13	-17	-20	-20	-22	-23	-25
I	-12	-7	-5	-10	-13	-13	-18	-22	-22
J	-15	-10	-9	-13	-16	-16	-19	-23	-24
K	-12	-7	-5	-10	-14	-16	-20	-20	-19
L	-13	-7	-6	-11	-14	-13	-16	-20	-22
M	-11	-6	-4	-9	-12	-11	-12	-17	-22
N	-12	-8	-6	-11	-14	-13	-14	-19	-22
O	-17	-12	-11	-16	-20	-22	-26	-25	-25
P	-14	-9	-7	-12	-15	-15	-15	-18	-24
Q	-14	-9	-7	-12	-15	-15	-17	-21	-24
R	-13	-8	-6	-11	-14	-15	-19	-22	-22

Resultat - Lågfrekvent ljud

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	-13	-9	-7	-11	-14	-14	-16	-21	-23
T	-13	-7	-6	-11	-14	-13	-17	-18	-21
U	-13	-8	-7	-11	-14	-14	-17	-22	-23
V	-12	-7	-6	-11	-14	-14	-15	-19	-21
W	-13	-8	-6	-11	-14	-14	-16	-21	-24
X	-11	-6	-5	-10	-12	-12	-15	-21	-22
Y	-15	-10	-9	-13	-16	-15	-15	-17	-25
Z	-16	-12	-10	-15	-18	-17	-17	-17	-21
AA	-14	-9	-8	-13	-16	-15	-16	-20	-25
AB	-13	-8	-7	-12	-15	-14	-16	-20	-24
AC	-21	-16	-13	-18	-22	-22	-20	-24	-28
AD	-12	-8	-6	-11	-14	-16	-21	-22	-21
AE	-17	-12	-11	-15	-18	-17	-20	-23	-24
AF	-17	-12	-10	-15	-18	-17	-19	-24	-25
AG	-17	-12	-11	-16	-19	-18	-21	-25	-25
AH	-16	-12	-11	-16	-19	-18	-19	-20	-26
AI	-16	-12	-10	-14	-17	-16	-20	-24	-25
AJ	-15	-11	-10	-14	-17	-17	-19	-23	-25
AK	-14	-9	-8	-13	-16	-18	-21	-24	-24
AL	-15	-9	-8	-13	-16	-15	-17	-21	-24
AM	-15	-10	-9	-13	-15	-14	-17	-21	-24
AN	-13	-8	-6	-11	-15	-15	-19	-22	-21
AO	-13	-8	-6	-11	-14	-15	-19	-23	-23
AP	-13	-9	-7	-12	-15	-15	-16	-18	-24
AQ	-13	-8	-7	-11	-15	-14	-15	-21	-24
AR	-13	-8	-7	-12	-15	-13	-16	-20	-23
AS	-21	-14	-10	-14	-17	-17	-20	-22	-25
AT	-18	-13	-10	-15	-17	-18	-21	-24	-25
AU	-18	-13	-12	-17	-20	-19	-23	-24	-25

Resultat - Lågfrekvent ljud

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	-19	-14	-11	-14	-17	-17	-21	-23	-25
AW	-16	-12	-11	-15	-17	-16	-17	-23	-25
AX	-16	-12	-12	-15	-17	-16	-17	-23	-25
AY	-16	-12	-11	-15	-17	-16	-17	-21	-24
AZ	-15	-11	-10	-14	-16	-15	-18	-23	-24
BA	-18	-14	-14	-20	-22	-20	-20	-21	-28
BB	-16	-13	-12	-14	-15	-15	-18	-21	-24
BC	-18	-14	-13	-17	-20	-20	-24	-24	-27
BD	-19	-14	-12	-17	-21	-19	-20	-21	-27
BE	-17	-12	-11	-16	-19	-18	-21	-24	-25
BF	-17	-12	-11	-16	-19	-18	-22	-24	-26
BG	-17	-13	-11	-16	-19	-18	-19	-23	-27
BH	-17	-12	-11	-16	-19	-17	-17	-22	-25
BI	-16	-11	-9	-14	-17	-16	-17	-20	-27
BJ	-17	-12	-10	-15	-17	-17	-17	-19	-25
BK	-16	-10	-9	-13	-16	-16	-17	-21	-25
BL	-16	-11	-9	-13	-16	-15	-18	-23	-25
BM	-13	-8	-7	-11	-14	-13	-15	-20	-23
BN	-12	-8	-6	-11	-14	-13	-14	-18	-23
BO	-13	-9	-7	-12	-15	-14	-16	-21	-24
BP	-13	-8	-7	-11	-14	-14	-16	-22	-24
BQ	-14	-10	-10	-14	-16	-15	-18	-20	-24
BR	-14	-9	-8	-13	-16	-15	-16	-21	-24
BS	-17	-12	-10	-15	-17	-18	-23	-25	-26
BT	-17	-12	-11	-15	-18	-19	-23	-25	-26

