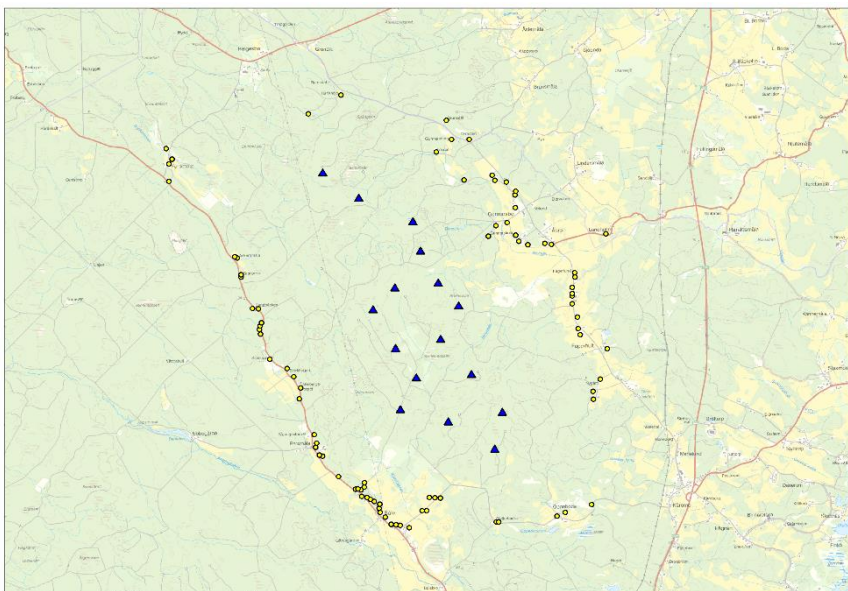


# Ljudimmissionsberäkning av ljud från vindkraft

## Vindpark Nycklemossen - 16 Siemens Gamesa SG 6.6-170



### Kundinformation

**Projekt:** Vindpark Nycklemossen  
**Kund:** Fred. Olsen Renewables AB  
**Kundreferens:** Johan Lindberg

### Projektinformation

**Dokument-ID:** 10-23173 A02  
**Projekt nr:** 10-23173  
**Datum:** 2023-09-19

### 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 Nycklemossen i Kalmar kommun. För att utreda ljudnivån från vindpark Nycklemossen 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 Nycklemossen med 16 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 Nycklemossen	Siemens Gamesa SG 6.6-170	16	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 <sup>2</sup>

#### 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

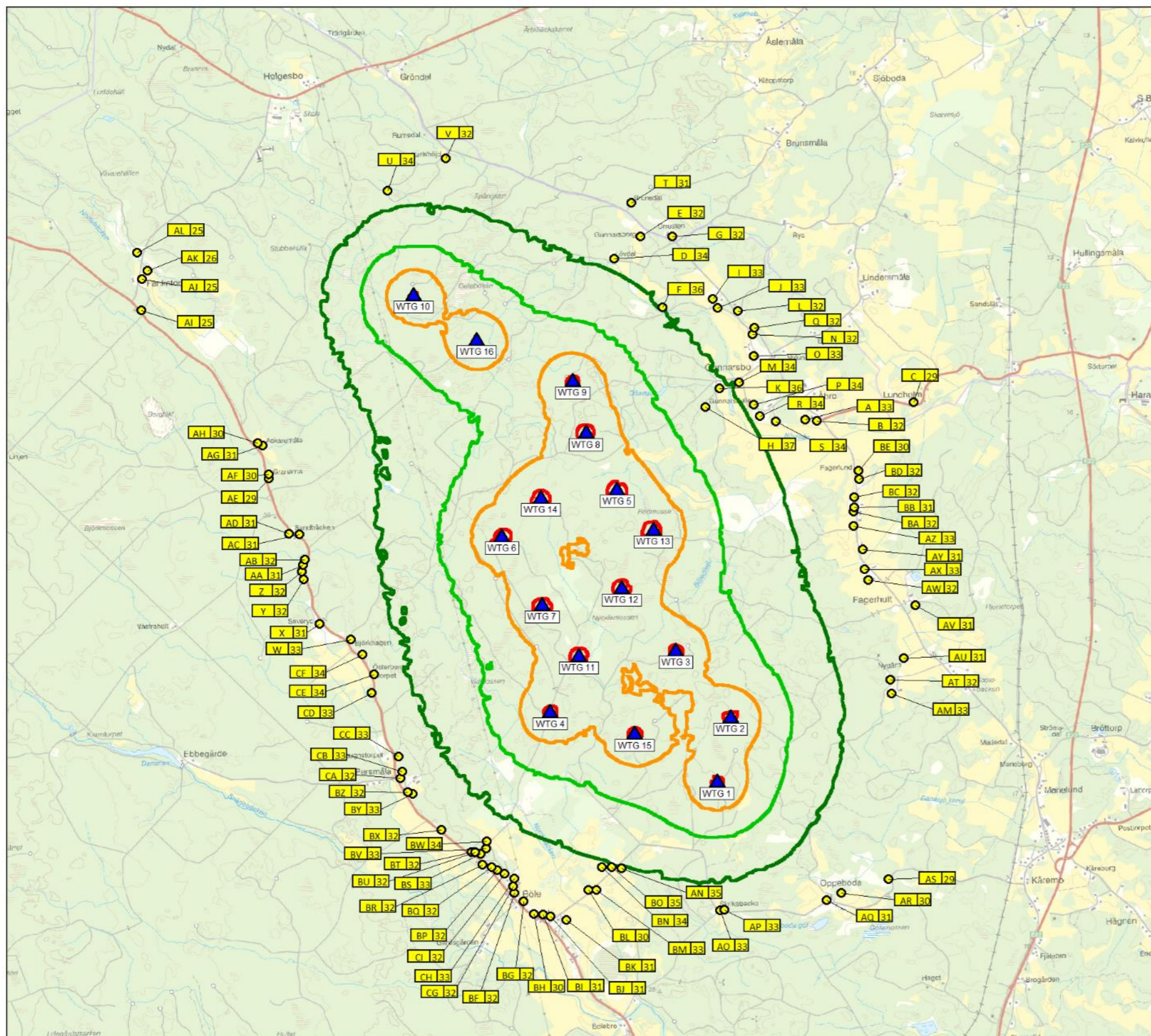
**Referens ljuddata:** Ljudeffektnivå och frekvensdata har erhållits av bolaget och motsvarar reglerinställning AM 0, vilket är den högsta reglerinställningen för verkstypen. Ljudeffekt och frekvensdata i 1/3-oktavband har tagits från Siemens Gamesa dokument id: 1234\_R00. Dokumentet är sekretessbelagd 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)]
WTG 1	580642	6302282	185	209	24	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 2	580772	6302917	185	210	25	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 3	580243	6303575	185	206	21	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 4	579030	6302967	185	205	20	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 5	579676	6305160	185	202	17	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 6	578563	6304698	185	207	22	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 7	578951	6304023	185	202	17	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 8	579375	6305716	185	210	25	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 9	579247	6306228	185	214	29	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 10	577709	6307074	185	217	32	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 11	579306	6303519	185	204	19	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 12	579721	6304187	185	205	20	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 13	580026	6304762	185	202	17	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 14	578939	6305076	185	203	18	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 15	579847	6302754	185	204	19	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0
WTG 16	578320	6306633	185	213	28	Siemens Gamesa SG 6.6-170	AM 0	106,0





**Ekvivalent ljudnivå  $L_{Aeq}$  i dBA**

- = 35
- = 40
- = 45
- = 50

**Symboler**

- ▲ Vindkraftverk - Nycklemossen
- 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

---

0 500 1000 2000 m

---

**Vindpark Nycklemossen**  
 16 Siemens Gamesa SG 6.6-170  
 Totalhöjd: 270 m  
 Navhöjd: 185 m  
 Ljudeffektnivå: 106,0 dBA  
 Reglerinställning: AM 0

---

Handläggare: Aras Wali	Kvalitetsgranskare: Paul Appelqvist
Projekt nr: 10-23173	Rörning: A02
Datum: 2023-09-19	

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet JA/NEJ
A	581498	6305857	18	33	40	JA
B	581609	6305843	17	32	40	JA
C	582542	6306027	18	29	40	JA
D	579649	6307442	26	34	40	JA
E	579904	6307660	29	32	40	JA
F	580120	6306962	28	36	40	JA
G	580211	6307662	27	32	40	JA
H	580533	6305982	19	37	40	JA
I	580600	6307043	25	33	40	JA
J	580648	6306953	22	33	40	JA
K	580667	6306165	18	36	40	JA
L	580843	6306925	21	32	40	JA
M	580854	6306223	17	34	40	JA
N	580988	6306696	22	32	40	JA
O	580998	6306482	22	33	40	JA
P	581002	6306004	21	34	40	JA
Q	581004	6306762	20	32	40	JA
R	581056	6305893	21	34	40	JA
S	581211	6305838	19	34	40	JA
T	579817	6307993	28	31	40	JA
U	577462	6308109	37	34	40	JA
V	578021	6308430	37	32	40	JA
W	577105	6303689	30	33	40	JA
X	576806	6303846	33	31	40	JA
Y	576649	6304284	34	32	40	JA
Z	576632	6304361	34	32	40	JA
AA	576644	6304426	34	31	40	JA
AB	576664	6304480	34	32	40	JA
AC	576611	6304724	35	31	40	JA

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet JA/NEJ
AD	576509	6304729	35	31	40	JA
AE	576316	6305273	37	29	40	JA
AF	576315	6305317	36	30	40	JA
AG	576252	6305603	35	31	40	JA
AH	576208	6305626	35	30	40	JA
AI	575085	6306935	43	25	40	JA
AJ	575088	6307238	43	25	40	JA
AK	575141	6307322	42	26	40	JA
AL	575040	6307502	45	25	40	JA
AM	582330	6303158	18	33	40	JA
AN	579720	6301438	21	35	40	JA
AO	580673	6301024	20	33	40	JA
AP	580712	6301026	18	33	40	JA
AQ	581703	6301126	18	31	40	JA
AR	581847	6301194	20	30	40	JA
AS	582297	6301330	17	29	40	JA
AT	582320	6303295	22	32	40	JA
AU	582446	6303504	19	31	40	JA
AV	582563	6304029	20	31	40	JA
AW	582104	6304276	18	32	40	JA
AX	582070	6304382	17	33	40	JA
AY	582052	6304579	16	31	40	JA
AZ	581965	6304811	16	33	40	JA
BA	581964	6304949	17	32	40	JA
BB	581966	6304991	18	31	40	JA
BC	581966	6305094	19	32	40	JA
BD	582015	6305272	19	32	40	JA
BE	582008	6305353	17	30	40	JA
BF	578688	6301193	21	32	40	JA

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet JA/NEJ
BG	578777	6301109	20	32	40	JA
BH	578877	6300988	24	30	40	JA
BI	578963	6300979	27	31	40	JA
BJ	579033	6300966	24	31	40	JA
BK	579186	6300929	22	31	40	JA
BL	579402	6301224	19	30	40	JA
BM	579479	6301223	19	33	40	JA
BN	579529	6301451	20	34	40	JA
BO	579624	6301449	18	35	40	JA
BP	578521	6301419	23	32	40	JA
BQ	578464	6301450	23	32	40	JA
BR	578377	6301470	24	32	40	JA
BS	578361	6301581	26	33	40	JA
BT	578270	6301595	26	32	40	JA
BU	578308	6301598	27	32	40	JA
BV	578416	6301630	25	33	40	JA
BW	578421	6301705	24	34	40	JA
BX	577980	6301816	22	32	40	JA
BY	577705	6302168	27	33	40	JA
BZ	577655	6302188	27	32	40	JA
CA	577586	6302321	28	32	40	JA
CB	577603	6302390	30	33	40	JA
CC	577566	6302539	28	33	40	JA
CD	577309	6303164	29	33	40	JA
CE	577332	6303350	29	34	40	JA
CF	577216	6303545	29	34	40	JA
CG	578672	6301260	22	32	40	JA
CH	578684	6301336	23	33	40	JA
CI	578589	6301382	25	32	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] <sup>1)</sup>								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
A	47	44	43	43	42	41	35	30	31
B	47	44	42	42	42	41	34	30	31
C	41	39	41	41	39	38	30	29	30
D	49	48	46	44	42	42	38	34	30
E	47	46	44	42	41	41	36	32	29
F	49	48	46	45	43	41	33	30	33
G	47	46	44	42	40	40	36	29	31
H	51	50	48	46	45	44	40	35	33
I	48	46	43	43	42	41	35	30	30
J	48	47	45	43	42	41	35	30	31
K	50	49	47	46	44	44	39	33	32
L	48	46	44	43	41	41	37	31	29
M	50	48	46	45	43	42	37	33	31
N	47	45	43	42	41	41	37	31	30
O	47	45	43	43	42	42	34	30	31
P	47	45	44	44	43	42	38	34	30
Q	48	46	44	42	41	40	36	33	28
R	47	45	45	44	43	42	38	34	31
S	47	44	44	44	43	42	35	30	31
T	47	46	44	42	40	40	36	32	26
U	48	47	44	43	41	41	37	31	29
V	47	44	41	41	40	38	31	30	31
W	48	46	43	41	41	42	36	31	31
X	47	45	43	41	41	40	36	32	28
Y	47	45	43	41	40	40	35	29	31

Ljudkänslig punkt	Ljudnivå utomhus i 1/3-oktavband [dB] <sup>1)</sup>								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
Z	47	46	43	41	40	40	35	30	30
AA	47	45	43	41	40	39	33	31	31
AB	47	45	43	41	40	40	35	29	30
AC	47	45	43	42	41	39	33	28	28
AD	47	45	42	40	40	40	35	29	30
AE	46	43	41	40	40	39	35	31	26
AF	46	43	40	40	39	39	35	29	29
AG	46	45	42	40	39	40	34	30	31
AH	46	44	41	40	38	40	34	30	31
AI	43	41	38	36	36	36	31	24	24
AJ	43	41	39	37	35	36	30	27	25
AK	43	41	39	35	35	37	31	30	28
AL	42	41	39	37	35	35	30	26	26
AM	48	46	44	42	41	40	37	31	31
AN	50	48	45	43	43	43	35	31	32
AO	48	47	45	43	41	41	35	30	31
AP	48	47	45	43	42	41	37	30	31
AQ	47	46	44	42	40	40	34	30	30
AR	46	44	42	41	40	39	35	31	26
AS	46	44	41	39	38	38	34	27	28
AT	47	45	42	41	41	41	36	30	29
AU	47	46	43	41	39	38	35	33	30
AV	46	45	41	39	39	40	35	29	31
AW	48	47	45	43	41	41	37	30	29
AX	48	47	45	43	41	41	35	30	31
AY	48	46	44	42	41	40	37	33	28
AZ	48	46	44	42	41	40	36	30	32
BA	48	46	44	42	41	41	36	29	31
BB	47	46	44	42	41	41	37	33	28

Ljudkänslig punkt	Ljudnivå utomhus i 1/3-oktavband [dB] <sup>1)</sup>								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
BC	47	45	43	42	41	39	32	29	31
BD	45	43	42	42	41	40	31	29	31
BE	46	44	43	42	40	40	36	31	28
BF	46	43	41	41	41	41	34	29	31
BG	46	42	41	41	41	41	33	30	31
BH	42	44	43	41	39	39	35	32	28
BI	44	45	44	42	40	37	30	29	31
BJ	42	44	44	43	40	38	31	29	30
BK	42	40	42	42	41	40	36	30	29
BL	47	45	43	40	39	38	35	33	29
BM	49	47	45	43	42	41	37	32	31
BN	49	48	45	43	42	42	38	34	31
BO	50	48	46	44	43	43	38	32	31
BP	46	43	43	43	41	40	36	32	29
BQ	46	44	43	43	41	41	36	29	31
BR	46	44	43	42	40	40	36	30	31
BS	44	46	45	43	41	41	36	30	31
BT	44	45	44	43	41	41	37	33	27
BU	44	45	45	43	41	41	37	32	29
BV	42	45	45	44	42	40	33	29	31
BW	42	44	45	44	42	40	33	29	31
BX	47	45	44	42	41	41	37	33	28
BY	47	45	44	43	41	41	35	30	32
BZ	47	46	44	42	41	41	36	30	30
CA	47	45	44	43	41	40	36	32	29
CB	47	45	44	43	41	41	36	30	31
CC	48	46	44	43	42	41	37	33	30
CD	48	46	44	43	42	41	37	34	27
CE	48	46	44	42	42	42	38	30	31



Ljudkänslig punkt	Ljudnivå utomhus i 1/3-oktavband [dB] <sup>1)</sup>								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
CF	48	46	43	42	42	42	36	30	32
CG	46	43	42	42	41	40	35	29	30
CH	44	43	43	43	41	41	35	30	31
CI	42	44	44	43	41	41	35	31	30

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 <sup>2)</sup>									
	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] <sup>3)</sup>									
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	11	9
B	40	37	31	28	24	23	16	11	9
C	34	31	31	27	22	19	12	11	8
D	43	40	35	30	25	23	20	16	8
E	41	38	34	28	23	22	19	14	6
F	42	40	36	31	26	22	16	12	11
G	41	38	34	28	23	22	19	11	8
H	45	42	38	32	27	26	23	17	10
I	41	38	33	28	24	23	18	11	7
J	42	39	35	29	24	23	17	12	9
K	44	41	37	31	26	25	22	14	10
L	41	39	34	28	23	22	19	12	7
M	43	41	36	30	25	24	19	15	9
N	41	38	33	28	23	22	19	13	8
O	40	37	33	28	25	23	17	11	9
P	40	37	34	30	25	24	20	16	7
Q	41	39	34	28	23	22	19	15	6
R	40	37	34	30	25	24	21	15	9
S	40	37	33	30	25	23	18	11	9
T	40	38	33	28	23	21	18	13	4

Ljudkänslig punkt	Ljudnivå inomhus i 1/3-oktavband [dB] <sup>3)</sup>								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
U	41	39	34	28	24	22	19	13	7
V	40	37	30	26	23	20	14	11	8
W	41	38	33	27	24	23	19	12	8
X	41	38	33	27	23	22	19	13	6
Y	40	38	33	27	23	22	18	10	9
Z	40	38	33	27	23	22	18	11	7
AA	40	38	33	27	22	21	16	12	9
AB	40	38	32	27	23	21	17	11	8
AC	40	38	33	28	23	21	16	9	6
AD	40	37	32	26	22	22	18	10	8
AE	39	36	31	26	22	21	18	13	3
AF	39	36	30	26	22	20	17	11	7
AG	40	37	32	26	21	21	17	11	8
AH	40	37	31	25	21	21	17	12	8
AI	36	33	28	22	19	17	13	5	2
AJ	36	34	28	23	17	17	13	8	3
AK	36	34	28	21	18	18	13	11	6
AL	36	33	29	23	18	17	13	8	4
AM	41	39	34	28	23	22	19	12	8
AN	43	40	35	29	25	24	18	12	10
AO	41	39	34	29	23	23	18	12	9
AP	42	39	35	29	24	23	19	11	9
AQ	40	38	33	28	23	21	17	12	7
AR	39	37	32	27	22	21	17	12	4
AS	39	36	31	25	21	20	16	9	5
AT	41	38	32	27	23	22	19	12	7
AU	41	38	33	27	21	20	18	14	8
AV	40	37	31	25	21	21	17	11	8
AW	41	39	34	29	23	22	19	12	7

Ljudkänslig punkt	Ljudnivå inomhus i 1/3-oktavband [dB] <sup>3)</sup>								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
AX	41	39	34	29	24	23	17	11	9
AY	41	39	34	28	23	22	19	14	6
AZ	41	39	34	28	23	22	19	12	10
BA	41	39	33	28	23	23	19	11	9
BB	41	38	33	28	23	22	19	14	6
BC	40	37	32	28	24	21	14	10	8
BD	39	36	32	28	24	21	14	10	8
BE	40	36	32	28	23	21	18	13	6
BF	39	36	31	27	23	22	17	11	8
BG	39	35	30	27	23	22	15	11	8
BH	35	36	33	27	22	21	18	14	6
BI	37	38	34	28	22	19	13	10	8
BJ	36	36	34	28	23	20	13	10	8
BK	35	33	32	28	23	22	18	11	7
BL	40	37	32	26	21	20	17	14	7
BM	42	39	35	29	24	23	20	13	8
BN	43	40	35	29	24	24	20	15	8
BO	43	41	36	30	25	24	21	13	9
BP	39	36	33	29	24	22	19	13	6
BQ	40	36	33	29	24	22	18	11	8
BR	40	37	33	28	23	22	18	12	9
BS	37	38	34	29	24	23	19	12	9
BT	38	37	34	29	24	23	19	14	4
BU	37	38	34	29	24	22	20	13	7
BV	36	37	35	30	25	22	15	11	8
BW	35	36	35	30	25	21	15	11	9
BX	40	38	33	28	23	22	19	15	6
BY	40	38	33	29	24	23	18	11	9
BZ	40	38	34	28	23	22	19	12	7

Ljudkänslig punkt	Ljudnivå inomhus i 1/3-oktavband [dB] <sup>3)</sup>								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
CA	40	38	34	28	24	22	19	13	7
CB	40	38	34	29	24	23	18	12	9
CC	41	38	34	28	24	23	20	14	7
CD	41	39	34	28	24	23	20	16	5
CE	42	39	34	28	24	24	20	12	9
CF	42	39	33	28	24	24	18	12	9
CG	39	36	32	28	24	22	18	11	7
CH	37	36	33	29	24	23	17	12	8
CI	35	36	34	29	24	23	18	12	8

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 <sup>4)</sup>									
	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] <sup>5)</sup>									
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	-23	-23
B	-16	-12	-12	-14	-16	-15	-20	-23	-23
C	-22	-18	-12	-15	-18	-19	-24	-23	-24
D	-13	-9	-8	-12	-15	-15	-16	-18	-24
E	-15	-11	-9	-14	-17	-16	-17	-20	-26
F	-14	-9	-7	-11	-14	-16	-20	-22	-21
G	-15	-11	-9	-14	-17	-16	-17	-23	-24
H	-11	-7	-5	-10	-13	-12	-13	-17	-22
I	-15	-11	-10	-14	-16	-15	-18	-23	-25
J	-14	-10	-8	-13	-16	-15	-19	-22	-23
K	-12	-8	-6	-11	-14	-13	-14	-20	-22
L	-15	-10	-9	-14	-17	-16	-17	-22	-25
M	-13	-8	-7	-12	-15	-14	-17	-19	-23
N	-15	-11	-10	-14	-17	-16	-17	-21	-24
O	-16	-12	-10	-14	-15	-15	-19	-23	-23
P	-16	-12	-9	-12	-15	-14	-16	-18	-25
Q	-15	-10	-9	-14	-17	-16	-17	-19	-26
R	-16	-12	-9	-12	-15	-14	-15	-19	-23

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

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



Ljudkänslig punkt	Riktvärden [dB] enligt FoHMFS 2014:13 <sup>4)</sup>								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
BY	-16	-11	-10	-13	-16	-15	-18	-23	-23
BZ	-16	-11	-9	-14	-17	-16	-17	-22	-25
CA	-16	-11	-9	-14	-16	-16	-17	-21	-25
CB	-16	-11	-9	-13	-16	-15	-18	-22	-23
CC	-15	-11	-9	-14	-16	-15	-16	-20	-25
CD	-15	-10	-9	-14	-16	-15	-16	-18	-27
CE	-14	-10	-9	-14	-16	-14	-16	-22	-23
CF	-14	-10	-10	-14	-16	-14	-18	-22	-23
CG	-17	-13	-11	-14	-16	-16	-18	-23	-25
CH	-19	-13	-10	-13	-16	-15	-19	-22	-24
CI	-21	-13	-9	-13	-16	-15	-18	-22	-24

## Lågfrekvent ljudnivå inomhus i ljudkänsliga punkter

