

Ljudimmissionsberäkning av ljud från vindkraft

Vindpark Stora Uvberget - 6 vindkraftverk med totalhöjd 290 m



Kundinformation

Projekt: Vindpark Stora Uvberget
Kund: RES Renewable Norden AB
Kundreferens: Sofia Helge

Projektinformation

Dokument-ID: 10-20085 A04
Projekt nr: 10-20085
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

RES Renewable Norden AB (bolaget) projekterar för vindpark Stora Uvberget i Eskilstuna kommun. I samband med tillståndsprocessen ska ljudberäkningar utföras. Bolaget har därvid anlitat Akustikkonsulten i Sverige AB (Akustikkonsulten) för att utföra ljudberäkningar av A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus samt lågfrekvent ljud inomhus. Beräkningarna utförs för en, ur bullerhänseende, maximerad parklayout med 6 vindkraftverk av verkstyp Siemens Gamesa SG 6.0-170 med navhöjd 205 m och totalhöjd 290 m. Denna parklayout är framtagen av RES för att ge ljudpåverkan vid så många bostäder som möjligt. Detta har gjorts genom att vindkraftverk har flyttats inom projektområdet, för att minimera avståndet till så många bostadsområden/bostäder som möjligt. Det minimerade avståndet ger i sin tur en teoretiskt högre beräknad ljudnivå vid berörda bostadsområden/bostäder.

Beräkningarna av A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus 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 77 ljudkänsliga punkter. Därutöver redovisas ljudkartor med A-vägd ekvivalent ljudnivå 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."*

Resultatet jämförs mot riktvärdet enligt praxis för A-vägd ekvivalent ljudnivå, 40 dBA. För lågfrekvent ljud inomhus mellan 31,5-200 Hz görs jämförelsen mot riktvärdena i *Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus, FoHMFS 2014:13*. Folkhälsomyndighetens riktvärden redovisas i detalj på sida 4. Beräkning av lågfrekvent ljud inomhus utgår från Akustikkonsultens metod beskriven på sida 5. Baserat på resultatet görs även en bedömning jämfört med den beräkning som finns redovisad i Akustikkonsulten rapport 10-20085 A03 *Ljudimmissionsberäkning 221110*. Denna beräkning baseras på en parklayout som är optimerad av RES för att maximera produktionen från vindparken.

Resultatet kan sammanfattas enligt nedan:

Jämförelse mot riktvärde - Ekvivalent ljudnivå

Riktvärdet för A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus, 40 dBA, **innehålls** i samtliga 77 ljudkänsliga punkter. Det finns ytterligare en skyddsmarginal, om en framtida kontroll av ljud visar att riktvärdet överskrids, då det finns reglerinställningar som möjliggör att samtliga vindkraftverk kan ljudregleras med 7,0 dBA. Beräkningarna visar således att det finns faktiska och tekniska möjligheter att innehålla riktvärdet.

Jämförelse mot riktvärden - Lågfrekvent ljud

Riktvärdena inomhus i 1/3-oktavband mellan 31,5-200 Hz, motsvarande Folkhälsomyndighetens riktvärden i FoHMFS 2014:13, **innehålls** för alla frekvenser i samtliga 77 ljudkänsliga punkter.

Jämförelse mot resultatet i 10-20085 A03 Ljudimmissionsberäkning 221110 - Ekvivalent ljudnivå

Som framgår av jämförelsen mot resultatet i 10-20085 A03 Ljudimmissionsberäkning 221110 på sida 11-14 blir det som högst en ökning av den ekvivalenta ljudnivån med 1 dB, i några ljudkänsliga punkter. Flera ljudkänsliga punkter får även en minskning i ekvivalent ljudnivå med upp till 1 dB. Detta då en flytt som ökar ljudnivån på en plats kan innebära en minskning i ljudnivå på en annan plats. Flertalet ljudkänsliga punkter får dock ingen ändring i ljudnivå som heltal (0 dB), utan ändringen är endast på decimalnivå. Sammantaget bedöms ändringen i ljudnivå blir marginell, då en ändring i ljudnivå med 1 dB inte kan uppfattas av en normalt hörande människa enligt Naturvårdsverkets vägledning.

Sida	Innehåll
5	Riktvärden lågfrekvent ljud
6	Metod lågfrekvent ljud
7	Beräkningsförutsättningar
8	Ljuddata
9	Verksdata
10	Resultat - Ljudkarta
11-14	Resultat - Ekvivalent ljudnivå
15-25	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.

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

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.

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

Vindpark	Verkstyp	Antal vindkraftverk	Navhöjd [m]	Totalhöjd [m]	Ljudeffektnivå [dBA]
Stora Uvberget	Siemens Gamesa SG 6.0-170	6	205	290	106,0

Beräkningsparametrar i programvara	
Beräkningsprogram	SoundPLAN 8.2
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 (15°)
Höjddata	Metria Grid2+, 2x2 m rutnät

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 6.0-170	AM 0	106,0

Referens ljuddata: Ljudeffektnivå och frekvensspektrum i 1/3-oktavband har tagits från leverantörens dokument *SGRE ON CRO NE&ME TE SAS N-40-0000---00* daterat 2020-08-26. Den angivna maximala ljudeffektnivån för reglerinställning "AM 0" är 106,0 dBA. Det finns därutöver sju reglerinställningar med en lägre ljudeffektnivå, ner till 99,0 dBA. Det innebär att det finns en skyddsmarginal om ytterligare 7,0 dBA på samtliga vindkraftverk i aktuell beräkning, om en framtida kontroll visar att riktvärdet överskrids.

Dokumentet är sekretessbelagt av Siemens Gamesa och frekvensdata får därvid ej redovisas.

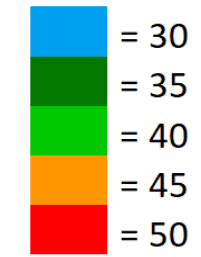
Information om ljuddata

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

Vindpark Stora Uvberget								
Vindkraftverk	Verkstyp	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]
T1	Siemens Gamesa SG 6.0-170	573789	6569109	AM 0	106,0	205	263	58
T2	Siemens Gamesa SG 6.0-170	574431	6569979	AM 0	106,0	205	271	66
T3	Siemens Gamesa SG 6.0-170	574296	6569282	AM 0	106,0	205	269	64
T4	Siemens Gamesa SG 6.0-170	574093	6568611	AM 0	106,0	205	260	55
T5	Siemens Gamesa SG 6.0-170	575225	6569215	AM 0	106,0	205	265	60
T6	Siemens Gamesa SG 6.0-170	574983	6569695	AM 0	106,0	205	274	69



Ekvivalent ljudnivå L_{Aeq} i dBA

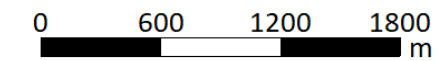


Symboler

- Vindkraftverk
- Ljudkänslig punkt
- Nr L_{Aeq} [dBA] Indexering ljudkänslig punkt

Generell beräkningsinformation

Programvara: SoundPLAN 8.2 uppdatering 2023-06-20
 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 Uvberget

6 st. Siemens Gamesa SG 6.0-170
 Totalhöjd: 290 m
 Navhöjd: 205 m
 Reglerinställning: AM 0
 Ljudeffektnivå: 106,0 dBA



Handläggare	Paul Appelqvist	Kvalitetssynskare	Aras Wali
Projekt nr.	10-20085	Ritning	A04
Datum	2023-09-11		

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]			Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet för A04 JA/NEJ
				A04	A03 2022-11-10	Skillnad A04-A03		
1	572920	6568316	37	36	35	1	40	JA
2	573546	6571018	22	34	34	0	40	JA
3	576123	6570075	44	34	34	0	40	JA
4	576187	6570924	55	31	30	0	40	JA
5	576195	6569519	47	36	35	1	40	JA
6	576405	6570555	49	31	31	0	40	JA
7	576435	6570532	48	31	31	0	40	JA
8	576511	6570431	41	31	31	0	40	JA
9	573976	6571043	28	31	30	0	40	JA
10	574326	6571062	38	35	35	-1	40	JA
11	574005	6571069	28	33	33	0	40	JA
12	574371	6571074	36	35	35	-1	40	JA
13	574458	6571089	35	34	34	0	40	JA
14	574029	6571097	29	33	33	0	40	JA
15	574337	6571128	31	34	34	0	40	JA
16	574110	6571136	28	33	33	0	40	JA
17	574286	6571142	29	31	31	0	40	JA
18	574372	6571143	29	33	33	-1	40	JA
19	574159	6571168	28	33	34	0	40	JA
20	574246	6571175	29	34	34	0	40	JA
21	574199	6571186	27	32	32	0	40	JA
22	574397	6571188	27	34	34	0	40	JA
23	574445	6571189	28	33	33	0	40	JA
24	574477	6571219	27	33	33	0	40	JA
25	574510	6571298	25	32	33	0	40	JA
26	574560	6571334	29	32	32	0	40	JA
27	574452	6571828	28	30	30	0	40	JA
28	575512	6572231	28	27	27	0	40	JA
29	572835	6568437	44	35	35	0	40	JA

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]			Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet för A04 JA/NEJ
				A04	A03 2022-11-10	Skillnad A04-A03		
30	572821	6568479	34	35	34	1	40	JA
31	572859	6568526	26	33	32	0	40	JA
32	572830	6568648	27	34	34	1	40	JA
33	572531	6568725	34	32	32	0	40	JA
34	572279	6568738	31	30	30	0	40	JA
35	573264	6567609	42	33	33	1	40	JA
36	573351	6567609	43	33	33	0	40	JA
37	574971	6567758	49	34	35	0	40	JA
38	573270	6567909	41	36	35	1	40	JA
39	575642	6568198	55	34	34	0	40	JA
40	575497	6568238	56	36	36	0	40	JA
41	573051	6568377	43	36	36	1	40	JA
42	573003	6568415	43	35	35	0	40	JA
43	573040	6568417	44	35	34	1	40	JA
44	573013	6568449	48	35	35	1	40	JA
45	573191	6570189	38	34	34	-1	40	JA
46	573218	6570233	35	30	30	0	40	JA
47	573319	6570420	23	35	35	-1	40	JA
48	573403	6570486	26	34	35	0	40	JA
49	573433	6570514	24	34	34	0	40	JA
50	573469	6570547	26	35	35	0	40	JA
51	573521	6570572	28	35	36	0	40	JA
52	573534	6570628	24	35	35	0	40	JA
53	575906	6570906	49	32	32	0	40	JA
54	573791	6570919	31	32	32	0	40	JA
55	573821	6570942	32	30	31	0	40	JA
56	575960	6570960	53	32	32	0	40	JA
57	575925	6570960	52	32	32	0	40	JA
58	573410	6570967	31	33	33	0	40	JA

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]			Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet för A04 JA/NEJ
				A04	A03 2022-11-10	Skillnad A04-A03		
59	574516	6571006	41	35	35	0	40	JA
60	576558	6568279	57	30	30	0	40	JA
61	576173	6568337	62	32	32	0	40	JA
62	574471	6567059	42	30	31	0	40	JA
63	574415	6567116	45	30	30	0	40	JA
64	575098	6567298	47	31	31	0	40	JA
65	575593	6567307	47	30	30	0	40	JA
66	573978	6567341	47	32	33	-1	40	JA
67	575690	6567347	52	30	30	0	40	JA
68	573439	6567353	42	31	31	0	40	JA
69	573846	6567400	44	33	33	0	40	JA
70	573860	6567441	48	32	33	0	40	JA
71	573326	6567487	41	31	31	0	40	JA
72	573902	6567499	51	34	34	0	40	JA
73	573397	6567565	42	32	32	0	40	JA
74	575328	6567607	49	32	33	-1	40	JA
75	572331	6568360	53	31	30	1	40	JA
76	572357	6568379	54	32	31	0	40	JA
77	572987	6568276	38	35	34	1	40	JA

Information om resultat

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

Se ljudkartorna 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 77 ljudkänsliga punkter. Utöver jämförelsen mot riktvärdet jämförs även resultatet för A04 mot det resultat som redovisas i Akustikkonsulten rapport 10-20085 A03 Ljudimmissionsberäkning 221110. Som framgår är det små eller inga skillnader mellan resultaten.

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
1	48	47	45	43	40	38	35	34	37
2	48	47	45	43	41	40	34	28	28
3	48	47	45	43	42	41	36	29	31
4	46	45	42	41	39	39	35	28	29
5	49	48	46	44	43	41	33	28	32
6	46	45	43	42	40	37	30	26	29
7	45	45	43	42	39	37	30	26	29
8	45	44	43	41	40	39	32	26	29
9	43	41	38	36	35	36	34	33	32
10	46	46	44	44	42	41	37	33	31
11	44	42	40	37	37	38	37	35	32
12	49	48	45	43	42	41	37	33	32
13	47	46	44	42	41	40	37	33	32
14	43	41	40	40	40	40	38	34	33
15	45	44	42	41	39	38	36	34	34
16	43	42	41	41	40	38	37	34	32
17	44	43	40	38	38	37	35	33	31
18	46	44	42	40	38	38	35	34	32
19	44	44	43	41	38	40	37	35	31
20	45	45	43	41	41	40	36	33	31
21	45	43	41	39	38	38	35	34	32
22	47	45	44	42	41	41	37	31	31
23	46	44	42	41	39	37	35	34	33
24	46	45	43	40	38	38	36	34	31
25	45	44	41	38	35	38	36	34	31

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
26	46	45	43	41	40	39	33	30	30
27	45	44	42	40	39	37	28	25	29
28	43	42	40	38	36	36	30	25	28
29	49	47	45	43	39	34	28	34	37
30	49	48	46	44	42	39	31	29	33
31	44	43	41	39	37	36	33	31	30
32	48	46	44	42	41	40	37	34	32
33	47	46	44	42	40	40	36	32	30
34	45	44	42	40	39	38	35	32	29
35	47	46	44	43	41	41	35	28	29
36	48	46	44	43	41	41	36	29	30
37	48	46	44	42	40	41	38	35	31
38	47	47	47	46	43	39	33	31	36
39	48	47	44	42	40	40	36	34	32
40	49	48	46	44	43	42	37	33	31
41	49	48	46	44	42	43	39	34	29
42	49	48	46	45	43	41	36	32	32
43	48	47	45	43	41	41	38	35	33
44	48	47	45	44	42	42	38	34	33
45	46	44	42	40	38	38	34	33	31
46	45	44	42	40	39	38	35	33	31
47	47	46	43	42	41	40	37	35	32
48	47	46	44	43	41	42	37	34	31
49	44	43	42	42	41	40	38	36	33
50	48	47	45	43	42	42	38	33	33
51	48	46	45	43	41	43	38	35	33
52	47	45	42	41	41	41	37	34	34
53	47	46	44	42	40	39	34	29	30
54	43	42	40	38	36	36	33	32	32

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
55	44	42	40	38	36	36	33	31	31
56	47	46	44	42	40	37	30	26	30
57	47	46	44	42	40	37	30	27	31
58	47	47	45	43	41	41	35	28	30
59	49	48	46	44	42	42	36	30	32
60	44	43	42	40	39	36	35	30	31
61	47	46	44	42	41	40	34	28	30
62	45	43	41	39	38	38	34	31	30
63	43	41	39	37	36	35	32	29	28
64	46	45	43	41	40	39	35	31	29
65	45	44	41	38	37	38	35	31	29
66	43	42	42	41	39	38	37	32	32
67	45	44	43	41	39	37	34	30	30
68	46	45	43	41	40	39	34	28	29
69	45	44	41	39	39	40	37	33	34
70	45	44	42	40	38	38	34	32	31
71	47	46	44	42	40	39	35	32	29
72	47	46	44	42	40	40	37	33	31
73	47	46	43	42	40	40	36	33	30
74	47	46	43	41	39	39	36	32	29
75	46	44	42	41	39	39	35	31	30
76	47	46	44	42	40	39	33	26	28
77	47	46	44	42	40	40	37	35	32

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
1	42	40	35	29	23	20	18	16	14
2	41	39	34	29	23	21	17	10	6
3	42	40	35	29	24	23	18	11	8
4	39	37	32	27	22	20	17	10	6
5	43	40	36	30	25	23	16	9	10
6	39	37	33	27	22	19	12	7	7
7	39	37	33	27	22	19	12	7	7
8	39	36	32	27	22	21	15	8	7
9	36	33	28	22	18	17	16	14	10
10	40	38	34	29	25	22	20	14	8
11	38	35	29	23	19	20	19	16	9
12	42	40	35	29	24	23	19	14	9
13	41	38	34	28	24	22	20	14	9
14	37	33	29	26	22	21	20	15	11
15	38	36	32	27	21	19	18	15	12
16	36	34	31	26	22	19	20	16	9
17	37	35	30	24	20	19	17	14	9
18	39	37	32	26	21	20	18	15	10
19	37	36	32	27	20	22	19	16	9
20	38	37	33	27	24	21	19	14	9

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
21	38	36	31	25	20	20	18	15	10
22	40	38	33	28	23	23	19	12	8
23	39	37	32	27	21	19	17	15	10
24	40	37	33	26	21	20	18	15	9
25	39	36	31	24	18	19	19	16	8
26	39	38	33	27	22	20	16	11	7
27	38	36	32	26	21	18	11	7	6
28	36	34	29	24	19	18	12	6	5
29	42	40	35	29	21	16	10	15	15
30	42	40	35	30	24	20	14	10	11
31	38	35	30	24	19	18	16	12	7
32	41	39	34	28	23	22	19	15	10
33	41	38	34	28	23	21	19	14	8
34	39	37	32	26	21	20	17	13	7
35	41	39	34	28	24	22	17	9	7
36	41	39	34	28	24	22	19	11	8
37	41	39	34	28	22	22	20	16	9
38	40	39	36	32	25	20	15	12	13
39	41	39	34	28	23	21	19	16	9
40	42	40	36	30	25	24	20	14	8
41	43	40	36	29	25	24	21	15	7
42	43	40	36	30	25	23	19	13	9
43	42	39	34	29	24	23	20	17	11
44	42	39	35	29	24	23	20	16	10
45	39	36	31	26	20	19	17	14	9
46	38	36	32	26	21	20	17	14	9
47	40	38	33	28	24	22	19	16	10
48	41	39	34	29	24	23	20	16	9
49	38	35	32	28	24	21	20	17	11

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
50	41	40	34	29	24	23	20	14	10
51	41	38	34	28	24	24	20	16	11
52	40	37	32	26	23	23	20	16	12
53	40	38	33	28	23	21	17	10	8
54	37	34	29	23	19	18	16	14	9
55	37	35	30	24	19	18	16	13	8
56	40	38	33	28	22	19	13	8	8
57	40	38	34	28	22	19	13	8	8
58	40	39	35	29	23	22	18	9	7
59	42	40	36	30	25	23	19	12	9
60	37	35	31	26	22	17	18	11	9
61	41	38	34	28	23	21	17	9	7
62	38	36	31	25	21	20	17	12	7
63	36	34	29	23	18	17	14	11	5
64	39	37	33	27	22	21	18	12	6
65	39	36	31	24	19	19	17	13	7
66	37	35	32	26	22	20	19	14	9
67	39	36	32	27	21	19	17	11	7
68	40	37	33	27	22	21	16	9	7
69	39	36	31	25	22	22	19	14	12
70	38	36	31	26	20	19	17	13	9
71	41	38	33	28	22	21	18	13	6
72	40	39	34	28	23	22	20	15	9
73	40	38	33	27	23	22	19	15	7
74	40	38	33	27	21	21	18	14	7
75	39	37	32	27	22	21	18	12	7
76	40	38	33	28	23	21	15	8	5
77	41	38	34	28	23	21	20	17	10

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
1	-14	-9	-8	-13	-17	-18	-18	-18	-18
2	-15	-10	-9	-13	-17	-17	-19	-24	-26
3	-14	-9	-8	-13	-16	-15	-18	-23	-24
4	-17	-12	-11	-15	-18	-18	-19	-24	-26
5	-13	-9	-7	-12	-15	-15	-20	-25	-22
6	-17	-12	-10	-15	-18	-19	-24	-27	-25
7	-17	-12	-10	-15	-18	-19	-24	-27	-25
8	-17	-13	-11	-15	-18	-17	-21	-26	-25
9	-20	-16	-15	-20	-22	-21	-20	-20	-22
10	-16	-11	-9	-13	-15	-16	-16	-20	-24
11	-18	-14	-14	-19	-21	-18	-17	-18	-23
12	-14	-9	-8	-13	-16	-15	-17	-20	-23
13	-15	-11	-9	-14	-16	-16	-16	-20	-23
14	-19	-16	-14	-16	-18	-17	-16	-19	-21
15	-18	-13	-11	-15	-19	-19	-18	-19	-20
16	-20	-15	-12	-16	-18	-19	-16	-18	-23
17	-19	-14	-13	-18	-20	-19	-19	-20	-23
18	-17	-12	-11	-16	-19	-18	-18	-19	-22

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
19	-19	-13	-11	-15	-20	-16	-17	-18	-23
20	-18	-12	-10	-15	-16	-17	-17	-20	-23
21	-18	-13	-12	-17	-20	-18	-18	-19	-22
22	-16	-11	-10	-14	-17	-15	-17	-22	-24
23	-17	-12	-11	-15	-19	-19	-19	-19	-22
24	-16	-12	-10	-16	-19	-18	-18	-19	-23
25	-17	-13	-12	-18	-22	-19	-17	-18	-24
26	-17	-11	-10	-15	-18	-18	-20	-23	-25
27	-18	-13	-11	-16	-19	-20	-25	-27	-26
28	-20	-15	-14	-18	-21	-20	-24	-28	-27
29	-14	-9	-8	-13	-19	-22	-26	-19	-17
30	-14	-9	-8	-12	-16	-18	-22	-24	-21
31	-18	-14	-13	-18	-21	-20	-20	-22	-25
32	-15	-10	-9	-14	-17	-16	-17	-19	-22
33	-15	-11	-9	-14	-17	-17	-17	-20	-24
34	-17	-12	-11	-16	-19	-18	-19	-21	-25
35	-15	-10	-9	-14	-16	-16	-19	-25	-25
36	-15	-10	-9	-14	-16	-16	-17	-23	-24
37	-15	-10	-9	-14	-18	-16	-16	-18	-23
38	-16	-10	-7	-10	-15	-18	-21	-22	-19
39	-15	-10	-9	-14	-17	-17	-17	-18	-23
40	-14	-9	-7	-12	-15	-14	-16	-20	-24
41	-13	-9	-7	-13	-15	-14	-15	-19	-25
42	-13	-9	-7	-12	-15	-15	-17	-21	-23
43	-14	-10	-9	-13	-16	-15	-16	-17	-21
44	-14	-10	-8	-13	-16	-15	-16	-18	-22
45	-17	-13	-12	-16	-20	-19	-19	-20	-23
46	-18	-13	-11	-16	-19	-18	-19	-20	-23
47	-16	-11	-10	-14	-16	-16	-17	-18	-22

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
48	-15	-10	-9	-13	-16	-15	-16	-18	-23
49	-18	-14	-11	-14	-16	-17	-16	-17	-21
50	-15	-9	-9	-13	-16	-15	-16	-20	-22
51	-15	-11	-9	-14	-16	-14	-16	-18	-21
52	-16	-12	-11	-16	-17	-15	-16	-18	-20
53	-16	-11	-10	-14	-17	-17	-19	-24	-24
54	-19	-15	-14	-19	-21	-20	-20	-20	-23
55	-19	-14	-13	-18	-21	-20	-20	-21	-24
56	-16	-11	-10	-14	-18	-19	-23	-26	-24
57	-16	-11	-9	-14	-18	-19	-23	-26	-24
58	-16	-10	-8	-13	-17	-16	-18	-25	-25
59	-14	-9	-7	-12	-15	-15	-17	-22	-23
60	-19	-14	-12	-16	-18	-21	-18	-23	-23
61	-15	-11	-9	-14	-17	-17	-19	-25	-25
62	-18	-13	-12	-17	-19	-18	-19	-22	-25
63	-20	-15	-14	-19	-22	-21	-22	-23	-27
64	-17	-12	-10	-15	-18	-17	-18	-22	-26
65	-17	-13	-12	-18	-21	-19	-19	-21	-25
66	-19	-14	-11	-16	-18	-18	-17	-20	-23
67	-17	-13	-11	-15	-19	-19	-19	-23	-25
68	-16	-12	-10	-15	-18	-17	-20	-25	-25
69	-17	-13	-12	-17	-18	-16	-17	-20	-20
70	-18	-13	-12	-16	-20	-19	-19	-21	-23
71	-15	-11	-10	-14	-18	-17	-18	-21	-26
72	-16	-10	-9	-14	-17	-16	-16	-19	-23
73	-16	-11	-10	-15	-17	-16	-17	-19	-25
74	-16	-11	-10	-15	-19	-17	-18	-20	-25
75	-17	-12	-11	-15	-18	-17	-18	-22	-25
76	-16	-11	-10	-14	-17	-17	-21	-26	-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
77	-15	-11	-9	-14	-17	-17	-16	-17	-22

