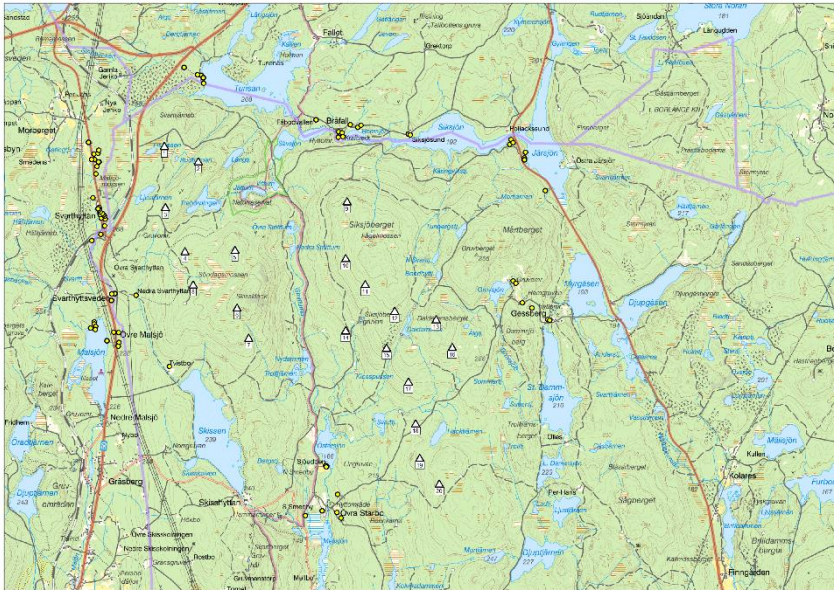


Ljudimmissionsberäkning av ljud från vindkraft

Vindpark Siksberget - 20 vindkraftverk med totalhöjd 270 m



Kundinformation

Projekt: Vindpark Siksberget

Kund: SR Energy AB

Kundreferens: Ellen Thersthol

Projektinformation

Dokument-ID: 10-21237 A01

Projekt nr: 10-21237

Datum: 2023-02-16

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

SR Energy AB (SR Energy) kommer ansöka om tillstånd enligt miljöbalken för vindpark Siksberget, i Smedjebackens kommun. I samband med tillståndsansökan ska beräkningar av ljud utföras, A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus samt lågfrekvent ljud inomhus mellan 31,5-200 Hz. I denna beräkningsrapport redovisas resultat från dessa beräkningar utförda av Akustikkonsulten i Sverige AB (Akustikkonsulten) på uppdrag av SR Energy.

Beräkning av A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus utförs för vindpark Siksberget, 20 vindkraftverk av verkstyp Vestas V162-6.2 MW med totalhöjd 270 m, rotordiameter 162 m och navhöjd 189 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 närliggande ljudkänsliga punkter vid bostadshus. 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.

Resultatet kan sammanfattas enligt nedan:

Jämförelse mot riktvärde - Ekvivalent ljudnivå

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

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 alla 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
14-23	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

Vindpark	Verkstyp	Antal vindkraftverk	Navhöjd [m]	Totalhöjd [m]	Ljudeffektnivå [dBA]
Siksberget	Vestas V162-6.2 MW	20	189	270	104,8

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
Höjddata	Grid 2+ (punkthöjder 2m grid)

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]
Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE*	104,8

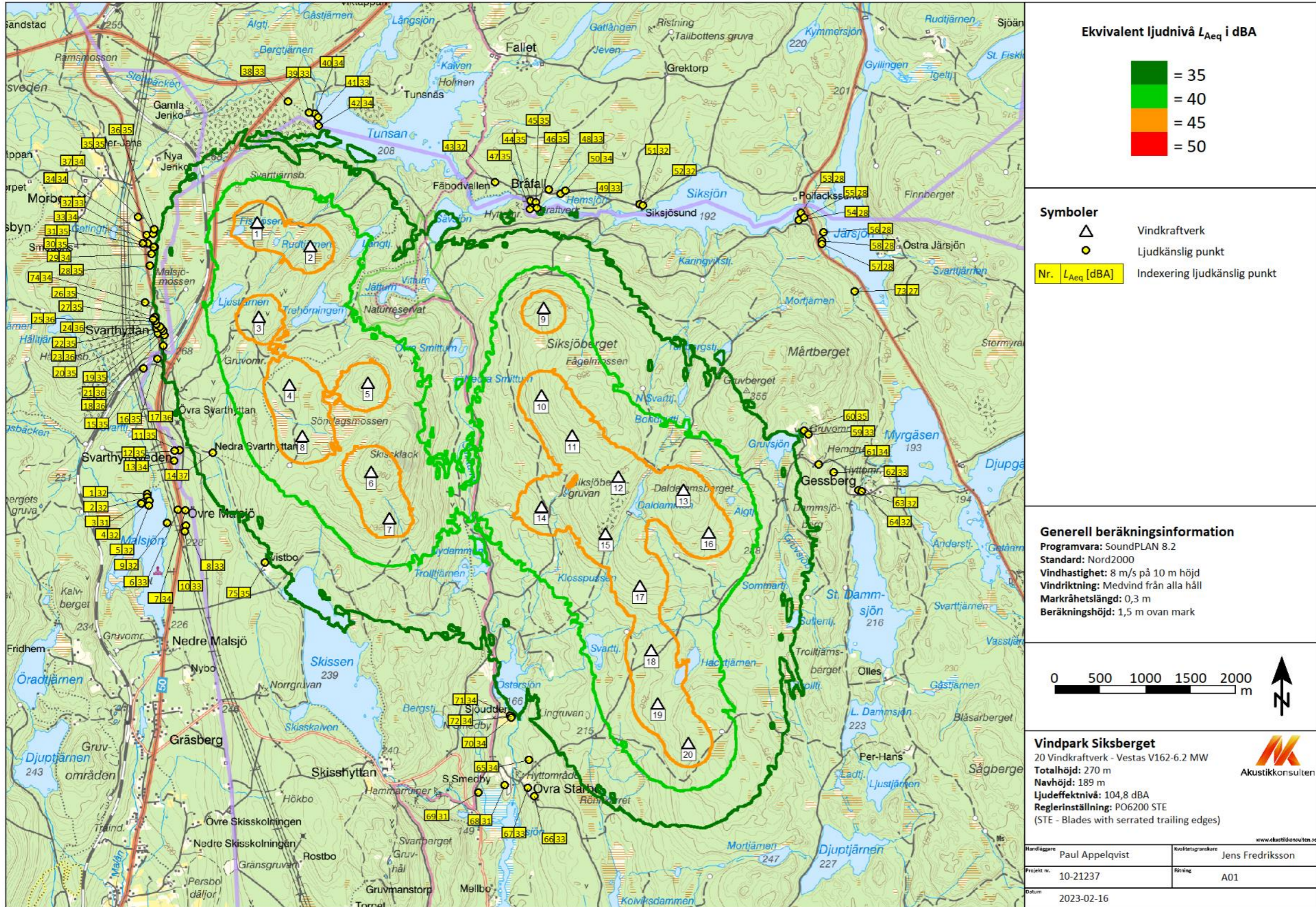
Referens ljuddata: Ljudeffektnivå och frekvensspektrum i 1/3-oktavband har tagits från leverantörens dokument 0105-5200_00 daterat 2021-04-21. Då dokumentet är sekretessbelagt av Vestas Wind Systems A/S kan frekvensdata ej redovisas. Redovisad ljudeffektnivå motsvarar den högsta angivna ljudeffektnivån för samtliga vindhastigheter för använd reglerinställning "PO6200 STE".

*STE-Blades with serrated trailing edges

Information om ljuddata

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

Vindpark Siksberget								
Vindkraftverk	X [m] (Öst)	Y [m] (Nord)	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]	Verkstyp	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]
1	513799	6682179	189	469	280	Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE	104,8
2	514389	6681913	189	480	291	Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE	104,8
3	513819	6681119	189	503	314	Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE	104,8
4	514159	6680359	189	504	315	Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE	104,8
5	515019	6680379	189	545	356	Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE	104,8
6	515059	6679379	189	555	366	Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE	104,8
7	515259	6678859	189	524	335	Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE	104,8
8	514299	6679779	189	510	321	Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE	104,8
9	516959	6681219	189	523	334	Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE	104,8
10	516935	6680237	189	514	325	Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE	104,8
11	517274	6679786	189	524	335	Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE	104,8
12	517781	6679325	189	511	322	Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE	104,8
13	518499	6679179	189	535	346	Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE	104,8
14	516934	6678984	189	441	252	Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE	104,8
15	517643	6678682	189	488	299	Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE	104,8
16	518779	6678699	189	507	318	Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE	104,8
17	518019	6678099	189	464	275	Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE	104,8
18	518146	6677376	189	436	247	Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE	104,8
19	518219	6676779	189	451	262	Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE	104,8
20	518555	6676331	189	472	283	Vestas V162-6.2 MW	PO6200 STE	104,8



Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Fastighet	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet? JA/NEJ
1	512591	6679145	PERSBO 3:23	231	32	40	JA
2	512589	6679110	PERSBO 41:6	229	32	40	JA
3	512525	6679038	PERSBO 41:8	225	31	40	JA
4	512613	6679068	PERSBO 41:9	225	32	40	JA
5	512609	6679016	PERSBO 41:10	224	32	40	JA
6	512926	6678969	PERSBO 8:20	230	33	40	JA
7	513011	6678966	PERSBO 8:2	236	34	40	JA
8	513019	6678789	PERSBO 8:3	234	33	40	JA
9	512811	6678818	PERSBO 9:6	225	32	40	JA
10	513004	6678728	PERSBO 8:19	232	33	40	JA
11	512945	6679637	PERSBO 23:1	255	35	40	JA
12	512892	6679633	PERSBO 24:2	251	35	40	JA
13	512886	6679519	PERSBO 24:3	246	34	40	JA
14	513312	6679611	SKISSHYTTAN 1:27	267	37	40	JA
15	512548	6680559	PERSBO 3:12	269	35	40	JA
16	512701	6680664	SKISSHYTTAN 1:20	270	35	40	JA
17	512770	6680815	PERSBO 16:3	271	36	40	JA
18	512782	6680933	PERSBO 19:7	277	36	40	JA
19	512707	6680946	PERSBO 19:6	278	35	40	JA
20	512753	6681003	PERSBO 6:6	283	35	40	JA
21	512766	6680977	PERSBO 6:6	281	36	40	JA
22	512692	6681008	PERSBO 6:2	283	35	40	JA
23	512734	6681028	PERSBO 20:13	286	36	40	JA
24	512692	6681054	PERSBO 20:9	287	36	40	JA
25	512677	6681089	PERSBO 21:5	289	36	40	JA
26	512673	6681135	PERSBO 10:5	291	35	40	JA
27	512657	6681110	PERSBO 10:5	290	35	40	JA
28	512622	6681712	PERSBO 53:1	292	35	40	JA
29	512639	6681844	MORBERGET 11:2	297	34	40	JA

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Fastighet	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet? JA/NEJ
30	512659	6681923	MORBERGET 11:6	297	35	40	JA
31	512675	6681918	MORBERGET 11:6	295	35	40	JA
32	512597	6681960	MORBERGET 10:2	299	33	40	JA
33	512541	6681961	MORBERGET 11:5	298	34	40	JA
34	512588	6682054	MORBERGET 12:3	299	34	40	JA
35	512657	6682068	MORBERGET 10:3	296	35	40	JA
36	512666	6682119	MORBERGET 10:4	295	35	40	JA
37	512492	6682256	MORBERGET 5:2	300	34	40	JA
38	514142	6683556	ULVSHYTTAN 12:2	220	33	40	JA
39	514373	6683431	SVARTBÄCKEN 1:1	214	33	40	JA
40	514439	6683422	SVARTBÄCKEN 1:1	211	34	40	JA
41	514473	6683380	ULVSHYTTAN 11:1	208	33	40	JA
42	514479	6683282	ULVSHYTTAN 11:1	210	34	40	JA
43	516424	6682648	ULVSHYTTAN 7:67	213	32	40	JA
44	516819	6682441	ULVSHYTTAN 7:56	206	35	40	JA
45	516878	6682427	ULVSHYTTAN 7:57	203	35	40	JA
46	516888	6682359	ULVSHYTTAN 7:68	194	35	40	JA
47	516810	6682348	ULVSHYTTAN 7:68	196	35	40	JA
48	517020	6682569	ULVSHYTTAN 7:75	205	33	40	JA
49	517150	6682520	ULVSHYTTAN 7:17	201	33	40	JA
50	517200	6682555	ULVSHYTTAN 7:66	205	34	40	JA
51	518018	6682403	ULVSHYTTAN 7:71	202	32	40	JA
52	518056	6682390	ULVSHYTTAN 7:70	200	32	40	JA
53	519797	6682306	GESSBERG 3:16	201	28	40	JA
54	519774	6682223	GESSBERG 3:13	208	28	40	JA
55	519834	6682251	GESSBERG 3:15	209	28	40	JA
56	520048	6682088	GESSBERG 3:14	197	28	40	JA
57	520031	6681954	GESSBERG 3:11	196	28	40	JA
58	520033	6681994	GESSBERG 3:11	198	28	40	JA

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Fastighet	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet? JA/NEJ
59	519881	6679818	GUBBO 1:32	289	33	40	JA
60	519837	6679860	GUBBO 1:32	299	35	40	JA
61	519996	6679478	STARBOGÅRD 2:9	275	34	40	JA
62	520160	6679387	STARBOGÅRD 2:8	257	33	40	JA
63	520431	6679190	SKISSHYTTAN 1:81	216	32	40	JA
64	520469	6679179	SKISSHYTTAN 1:75	216	32	40	JA
65	516798	6676161	GUBBO 1:28	171	34	40	JA
66	516858	6675754	SKISSHYTTAN 1:74	171	33	40	JA
67	516787	6675847	SKISSHYTTAN 1:73	172	33	40	JA
68	516534	6675876	SKISSHYTTAN 1:27	161	31	40	JA
69	516240	6675793	SKISSHYTTAN 1:27	151	31	40	JA
70	516601	6676634	GUBBO 1:31	168	34	40	JA
71	516594	6676656	GUBBO 1:31	169	34	40	JA
72	516607	6676647	GUBBO 1:31	168	34	40	JA
73	520391	6681423	SKISSHYTTAN 1:40	207	27	40	JA
74	512568	6681296	PERSBO 11:10	300	34	40	JA
75	513887	6678377	SKISSHYTTAN 1:2	266	35	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 40 dBA **innehålls** i alla ljudkänsliga punkter.

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

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	47	46	45	44	42	39	35	31	33
27	48	47	45	44	42	39	35	32	34
28	47	46	45	44	42	39	35	32	33
29	47	47	45	44	42	40	36	32	31
30	47	47	45	44	42	38	33	32	34
31	47	46	45	44	42	39	36	33	34
32	47	46	44	43	41	39	37	34	33
33	47	46	44	43	41	39	36	32	33
34	47	46	45	43	42	39	35	33	33
35	47	46	45	44	42	38	33	32	34
36	47	46	45	44	42	38	33	32	34
37	46	45	44	43	41	39	34	32	32
38	45	44	42	42	41	38	34	30	33
39	46	45	44	42	41	39	35	31	32
40	46	45	44	43	41	38	33	31	33
41	46	45	44	43	41	38	34	31	32
42	46	45	44	43	42	39	34	32	33
43	47	46	44	43	41	37	33	31	32
44	47	47	45	43	40	35	31	33	37
45	49	47	46	44	41	38	34	33	36
46	48	47	45	44	42	37	32	32	36
47	47	46	45	43	41	37	34	34	36
48	47	46	44	43	40	36	31	31	34
49	47	46	44	43	40	35	30	32	35
50	47	46	44	43	40	35	30	32	35
51	46	45	44	42	39	35	29	30	33
52	46	45	43	42	39	36	32	31	33
53	43	42	40	38	37	35	33	31	31
54	44	43	41	39	37	34	30	29	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
55	43	42	40	38	36	35	33	31	29
56	42	40	38	37	37	36	31	31	31
57	42	40	39	36	35	35	35	32	30
58	42	41	40	39	38	36	32	30	30
59	46	45	44	43	41	40	38	34	30
60	49	47	45	44	40	35	30	34	37
61	46	45	43	42	41	40	38	34	33
62	44	44	43	41	40	39	36	34	33
63	42	42	41	40	39	38	36	33	32
64	44	43	41	40	40	38	35	33	32
65	47	46	45	44	42	38	33	31	33
66	46	45	43	42	40	38	35	31	33
67	46	45	44	43	40	36	31	31	34
68	46	45	43	42	40	38	36	33	29
69	45	44	43	42	40	36	32	30	32
70	47	46	45	44	42	38	33	31	34
71	47	46	45	44	42	38	34	31	34
72	47	46	45	44	42	39	37	34	33
73	40	40	38	38	36	34	33	31	29
74	47	46	45	43	42	40	37	33	32
75	47	46	45	44	43	41	39	35	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 (värdet vid 200 Hz har i en revidering korrigerats från 22,4 till 17,7 dB).

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

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

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

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	-17	-12	-10	-14	-18	-20	-21	-21	-16
2	-17	-12	-10	-14	-17	-19	-20	-21	-17
3	-17	-12	-10	-15	-18	-19	-18	-21	-19
4	-17	-12	-10	-14	-17	-19	-21	-22	-17
5	-17	-12	-10	-14	-17	-19	-20	-22	-18
6	-18	-13	-11	-15	-17	-19	-17	-17	-17
7	-17	-12	-10	-14	-16	-17	-16	-20	-17
8	-17	-12	-10	-14	-17	-17	-17	-19	-18
9	-17	-12	-10	-14	-17	-18	-19	-21	-17
10	-17	-12	-10	-14	-17	-18	-16	-19	-17
11	-16	-10	-9	-13	-15	-16	-16	-19	-17
12	-17	-12	-9	-13	-17	-16	-16	-17	-16
13	-16	-11	-9	-13	-16	-16	-17	-20	-17
14	-13	-8	-7	-11	-14	-16	-17	-19	-14
15	-15	-10	-9	-12	-16	-19	-20	-21	-15
16	-15	-10	-8	-13	-15	-16	-17	-20	-16
17	-15	-10	-8	-12	-15	-17	-17	-20	-16
18	-14	-9	-7	-11	-15	-17	-18	-20	-15

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

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

Lågfrekvent ljudnivå inomhus i ljudkänsliga punkter

