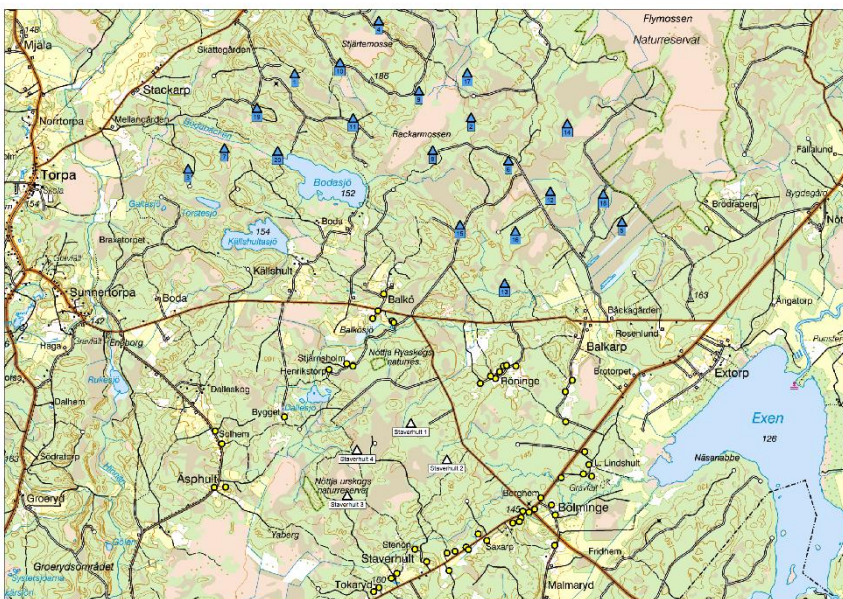


Ljudimmissionsberäkning av ljud från vindkraft

Vindpark Staverhult - 4 st. Vestas V162-5.6 MW med totalhöjd 270 m



Kundinformation

Projekt: Vindpark Staverhult
Kund: Stena Renewable AB
Kundreferens: Frida Gyllensten (WSP Environmental)

Projektinformation

Dokument-ID: 10-20199 A01
Projekt nr: 10-20199
Datum: 2020-12-15

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

Stena Renewable AB (Stena) projekterar för vindpark Staverhult, i Ljungby kommun. I närheten av vindpark Staverhult projekterar Stena även för en närliggande vindpark, vindpark Skäckarp. För att utreda ljudnivån från vindpark Staverhult, med och utan kumulativt ljudbidrag från vindpark Skäckarp, har bolaget anlitat Akustikkonsulten i Sverige AB (Akustikkonsulten) för att utföra beräkning av ekvivalent ljudnivå utomhus och lågfrekvent ljud inomhus.

Beräkning av A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus utförs för vindpark Staverhult, 4 vindkraftverk av verkstyp Vestas V162-5.6 MW med navhöjd 189 m och totalhöjd 270 m, 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. Kumulativt ljudbidrag från vindpark Skäckarp, 20 vindkraftverk av verkstyp Vestas V162-5.6 MW med navhöjd 189 m och totalhöjd 270 m, ingår i beräkningarna.

Beräkningarna redovisas som A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus samt lågfrekvent ljud inomhus mellan 31,5-200 Hz i 51 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.

Resultatet kan sammanfattas enligt nedan:

Jämförelse mot riktvärde - Ekvivalent ljudnivå

Riktvärdet för A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus, 40 dBA, **innehålls** i samtliga ljudkänsliga punkter för vindpark Staverhult, både enskilt samt kumulativt med ljudbidrag från vindpark Skäckarp. Det finns ytterligare 5 reglerinställningar med en lägre ljudeffektnivå ner till 98,0 dBA för vindkraftverken i både vindpark Staverhult och vindpark Skäckarp, vilket gör att det finns en skyddsmarginal på 6,0 dBA för samtliga vindkraftverk. Det är genom beräkningarna visat att det finns faktiska och tekniska möjligheter att innehålla riktvärdet på ekvivalent ljudnivå.

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, både enskilt samt kumulativt med ljudbidrag från vindpark Skäckarp.

Sida	Innehåll
4	Riktvärden lågfrekvent ljud
5	Metod lågfrekvent ljud
6	Beräkningsförutsättningar
7	Ljuddata
8-9	Verksdata
10-12	Resultat - Ljudkartor
13-15	Resultat - Ekvivalent ljudnivå
16-24	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.

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]
Staverhult	Vestas V162-5.6 MW	4	189	270	104,0
Skäckarp	Vestas V162-5.6 MW	20	189	270	104,0

Beräkningsparametrar i programvara	
Beräkningsprogram	SoundPLAN 8.1
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	Punkter 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 förhållanden 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 V162-5.6 MW	Mode 0 STE	104,0

Referens ljuddata: Ljudeffektnivå och frekvensspektrum i 1/3-oktavband har tagits från leverantörens dokument: 0079-5298_01 daterat 2019-01-23. Den angivna ljudeffektnivån för reglerinställning "Mode 0 STE" är 104,0 dBA. Det finns därutöver fem reglerinställningar med en lägre ljudeffektnivå. Det innebär att det finns en skyddsmarginal om ytterligare 6,0 dBA på samtliga vindkraftverk i aktuell beräkning, om en framtida kontroll visar att begränsningsvärdet överskrids.

Dokumentet har erhållits av Vestas Northern Europe AB och enligt sekretessavtal mellan Vestas och Akustikkonsulten i Sverige AB får frekvensdata ej redovisas.

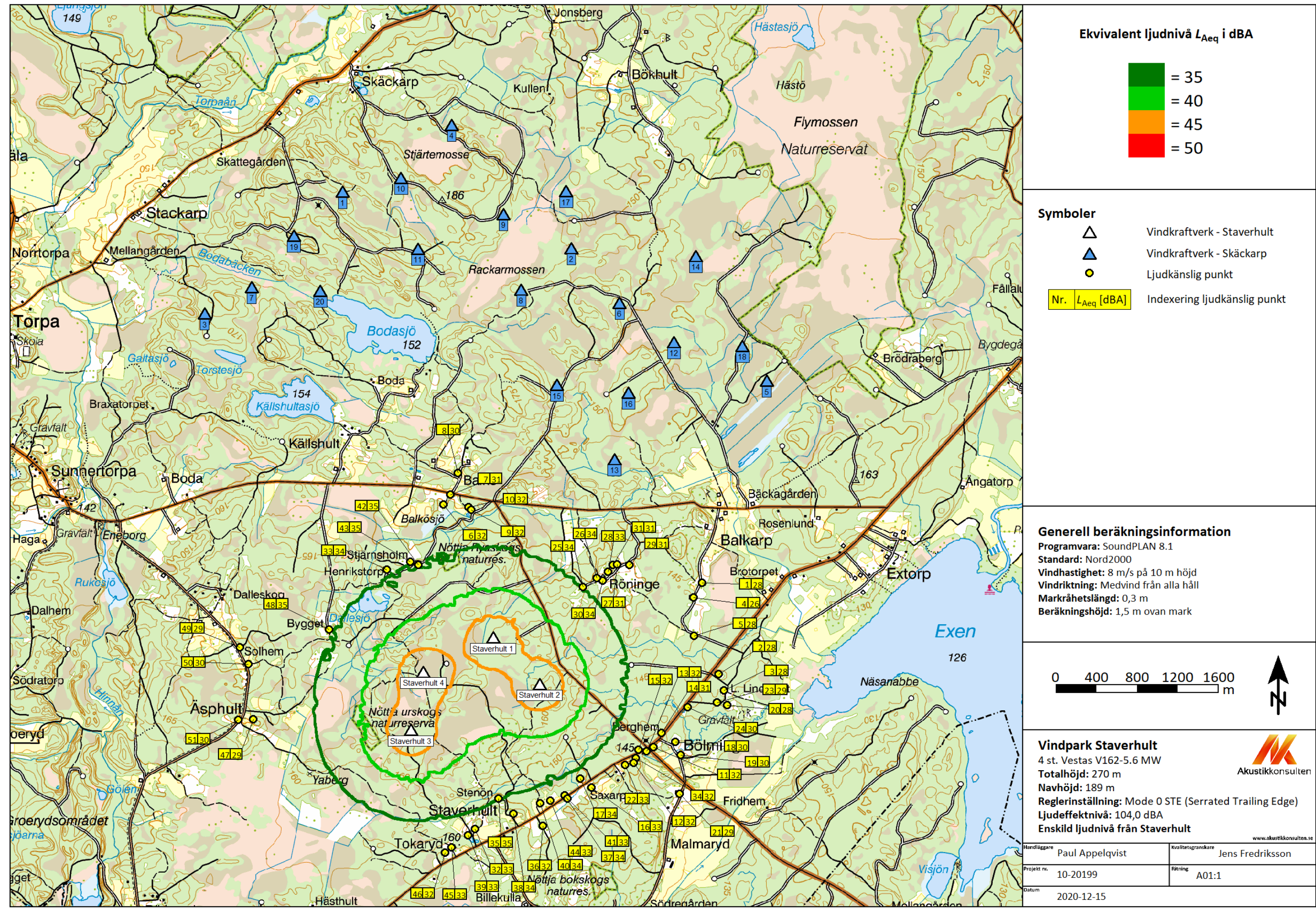
*STE=Blad med Serrated Trailing Edge

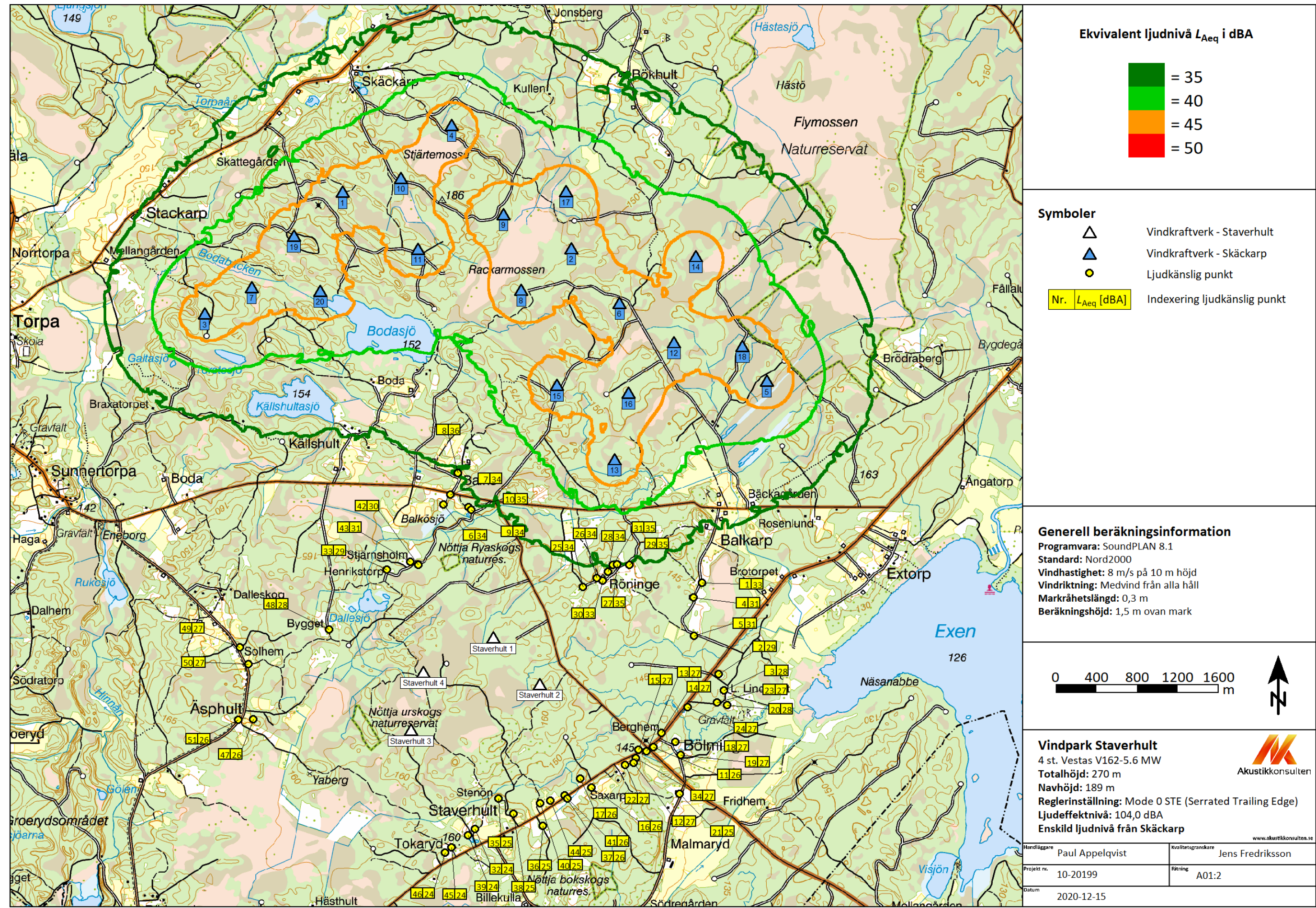
Information om ljuddata

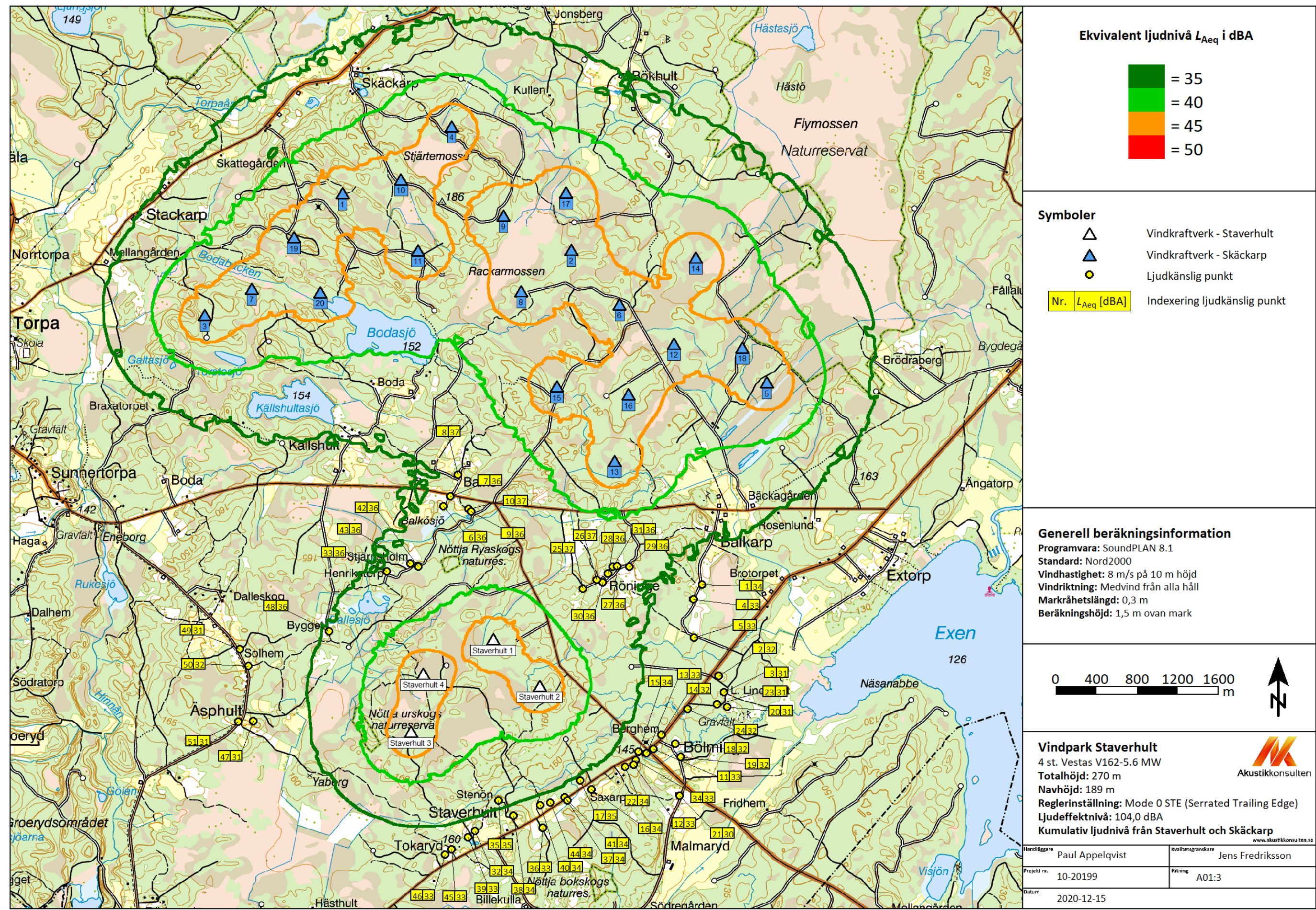
Beräkningar gäller utifrån de använda ljuddata, ljudeffekt samt frekvensspektrum. Dessa ljuddata garanteras inte av Akustikkonsulten i Sverige AB.

Vindpark Staverhult								
Vindkraftverk	Verkstyp	X [m] (Öst)	Y [m] (Nord)	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]
Staverhult 3	Vestas V162-5.6 MW	417964	6281961	Mode 0 STE	104,0	189	362	173
Staverhult 1	Vestas V162-5.6 MW	418772	6282885	Mode 0 STE	104,0	189	356	167
Staverhult 2	Vestas V162-5.6 MW	419230	6282420	Mode 0 STE	104,0	189	352	163
Staverhult 4	Vestas V162-5.6 MW	418087	6282542	Mode 0 STE	104,0	189	356	167

Vindpark Skäckarp								
Vindkraftverk	Verkstyp	X [m] (Öst)	Y [m] (Nord)	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]
1	Vestas V162-5.6 MW	417295	6287341	Mode 0 STE	104,0	189	372	183
2	Vestas V162-5.6 MW	419540	6286778	Mode 0 STE	104,0	189	348	159
3	Vestas V162-5.6 MW	415937	6286125	Mode 0 STE	104,0	189	350	161
4	Vestas V162-5.6 MW	418365	6288011	Mode 0 STE	104,0	189	362	173
5	Vestas V162-5.6 MW	421460	6285452	Mode 0 STE	104,0	189	337	148
6	Vestas V162-5.6 MW	420015	6286231	Mode 0 STE	104,0	189	354	165
7	Vestas V162-5.6 MW	416399	6286388	Mode 0 STE	104,0	189	350	161
8	Vestas V162-5.6 MW	419050	6286363	Mode 0 STE	104,0	189	353	164
9	Vestas V162-5.6 MW	418875	6287118	Mode 0 STE	104,0	189	352	163
10	Vestas V162-5.6 MW	417868	6287480	Mode 0 STE	104,0	189	371	182
11	Vestas V162-5.6 MW	418035	6286771	Mode 0 STE	104,0	189	369	180
12	Vestas V162-5.6 MW	420548	6285839	Mode 0 STE	104,0	189	343	154
13	Vestas V162-5.6 MW	419964	6284668	Mode 0 STE	104,0	189	336	147
14	Vestas V162-5.6 MW	420765	6286700	Mode 0 STE	104,0	189	333	144
15	Vestas V162-5.6 MW	419399	6285410	Mode 0 STE	104,0	189	352	163
16	Vestas V162-5.6 MW	420102	6285331	Mode 0 STE	104,0	189	350	161
17	Vestas V162-5.6 MW	419490	6287348	Mode 0 STE	104,0	189	346	157
18	Vestas V162-5.6 MW	421223	6285801	Mode 0 STE	104,0	189	336	147
19	Vestas V162-5.6 MW	416815	6286901	Mode 0 STE	104,0	189	360	171
20	Vestas V162-5.6 MW	417075	6286351	Mode 0 STE	104,0	189	342	153







Ljudkänslig punkt	Fastighet	X [m] (Öst)	Y [m] (Nord)	Marknivå [möh]	Enskilt bidrag [dBA]		Kumulativt [dBA]	Innehålls 40 dBA
					Staverhult	Skäckarp	Staverhult + Skäckarp	JA/NEJ
1	Ljungby Balkarp 2:10	420829	6283446	141	28	33	34	JA
2	Ljungby Balkarp 3:8	420988	6282536	137	28	29	32	JA
3	Ljungby Balkarp 3:9	421041	6282373	135	28	28	31	JA
4	Ljungby Balkarp 7:1	420742	6283303	142	26	31	33	JA
5	Ljungby Balkarp 7:2	420747	6282917	144	28	31	33	JA
6	Ljungby Balkö 1:13	418286	6284233	151	32	34	36	JA
7	Ljungby Balkö 1:15	418355	6284331	154	31	34	36	JA
8	Ljungby Balkö 1:16	418428	6284548	166	30	36	37	JA
9	Ljungby Balkö 1:24	418558	6284180	152	32	34	36	JA
10	Ljungby Balkö 1:24	418533	6284206	152	32	35	37	JA
11	Ljungby Bölminge 1:12	420348	6281803	142	32	26	33	JA
12	Ljungby Bölminge 1:14	420155	6281647	154	32	27	33	JA
13	Ljungby Bölminge 1:15	420279	6281764	144	32	27	33	JA
14	Ljungby Bölminge 1:16	420428	6281949	143	31	27	32	JA
15	Ljungby Bölminge 1:17	420201	6281780	144	32	27	34	JA
16	Ljungby Bölminge 1:21	419739	6281404	154	33	26	34	JA
17	Ljungby Bölminge 1:22	419632	6281489	153	34	26	35	JA
18	Ljungby Bölminge 2:14	420565	6281856	138	30	27	32	JA
19	Ljungby Bölminge 2:14	420615	6281729	139	30	27	32	JA
20	Ljungby Bölminge 2:19	421075	6282224	136	28	28	31	JA
21	Ljungby Bölminge 2:22	420604	6281340	142	29	25	30	JA
22	Ljungby Bölminge 2:23	420071	6281629	151	33	27	34	JA
23	Ljungby Bölminge 2:28	420972	6282253	138	29	27	31	JA
24	Ljungby Bölminge 2:18	420686	6282205	140	30	27	32	JA
25	Ljungby Röninge 1:5	419658	6283405	158	34	34	37	JA
26	Ljungby Röninge 1:14	419791	6283498	155	34	34	37	JA
27	Ljungby Röninge 1:16	419993	6283634	159	31	35	36	JA
28	Ljungby Röninge 1:17	419906	6283557	162	33	34	36	JA
29	Ljungby Röninge 1:18	420112	6283629	158	31	35	36	JA

Ljudkänslig punkt	Fastighet	X [m] (Öst)	Y [m] (Nord)	Marknivå [möh]	Enskilt bidrag [dBA]		Kumulativt [dBA]	Innehålls 40 dBA
					Staverhult	Skäckarp	Staverhult + Skäckarp	JA/NEJ
30	Ljungby Röninge 1:19	419853	6283467	158	34	33	36	JA
31	Ljungby Röninge 1:20	419951	6283629	162	31	35	36	JA
32	Ljungby Staverhult 1:4	418596	6280986	165	33	24	34	JA
33	Ljungby Staverhult 1:8	417732	6283582	158	34	29	36	JA
34	Ljungby Staverhult 1:8	420178	6281696	144	32	27	33	JA
35	Ljungby Staverhult 1:9	418826	6281293	155	35	25	35	JA
36	Ljungby Staverhult 1:10	419260	6281020	151	32	25	33	JA
37	Ljungby Staverhult 1:12	419477	6281322	152	34	26	34	JA
38	Ljungby Staverhult 1:14	418975	6281136	161	34	25	34	JA
39	Ljungby Staverhult 1:14	418528	6280926	162	33	24	33	JA
40	Ljungby Staverhult 1:15	419237	6281245	153	34	25	34	JA
41	Ljungby Staverhult 1:16	419506	6281290	150	33	26	34	JA
42	Ljungby Staverhult 1:20	418039	6283628	158	35	30	36	JA
43	Ljungby Staverhult 1:21	417959	6283658	155	35	31	36	JA
44	Ljungby Staverhult 1:22	419334	6281269	151	33	25	34	JA
45	Ljungby Tokaryd 1:9	418368	6280803	161	33	24	33	JA
46	Ljungby Tokaryd 1:12	418303	6280750	163	32	24	33	JA
47	Ljungby Äsphult 1:5	416419	6282084	172	29	26	31	JA
48	Ljungby Äsphult 1:6	417165	6282982	165	35	28	36	JA
49	Ljungby Äsphult 1:9	416284	6282801	184	29	27	31	JA
50	Ljungby Äsphult 1:21	416368	6282637	180	30	27	32	JA
51	Ljungby Äsphult 1:23	416271	6282081	179	30	26	31	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.

Beräkning av ekvivalent ljudnivå har utförts enligt följande:

1. Ljudbidrag från vindpark Skarpen (kolumn **Staverhult**) samt de två närliggande vindparkerna Grubban och Våsberget (kolumn **Skäckarp**) redovisas enskilt under rubrik **Enskilt bidrag**.

2. Den kumulativa ljudnivån med ljudbidrag från samtliga vindparker Skarpen, Grubban och Våsberget redovisas under rubrik **Kumulativt** och kolumn **Staverhult + Skäckarp**.

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 samtliga ljudkänsliga punkter både för vindpark Staverhult Enskilt och kumulativt med ljudbidrag från vindpark Skäckarp.

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. Beräkningarna är utförda med kumulativt ljudbidrag från vindpark Staverhult och vindpark Skäckarp.

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

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
26	49	48	46	45	44	42	39	35	35
27	48	47	46	45	44	42	40	36	33
28	48	47	46	45	44	42	39	36	34
29	48	47	46	45	44	42	38	33	35
30	49	48	46	45	44	42	39	35	34
31	48	48	46	45	44	42	39	35	34
32	46	45	43	42	41	39	36	32	31
33	48	47	45	44	43	41	38	34	33
34	46	44	43	42	41	39	36	32	33
35	47	46	45	44	43	41	38	33	32
36	45	44	43	42	40	39	36	31	32
37	46	45	44	43	41	40	36	32	32
38	46	45	44	43	41	39	34	31	32
39	46	45	44	42	41	39	35	32	31
40	46	45	44	43	41	40	36	31	32
41	46	45	43	41	40	39	36	33	32
42	47	46	45	44	43	41	39	37	34
43	48	47	46	44	43	42	39	36	35
44	46	45	44	42	41	40	36	34	32
45	45	44	43	42	40	38	34	30	32
46	45	44	43	42	40	38	33	31	32
47	44	43	42	40	39	37	35	33	32
48	47	46	45	44	43	40	36	32	34
49	45	44	43	41	40	38	34	31	31
50	45	44	42	41	40	38	33	31	32
51	44	43	42	41	39	37	32	31	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:** Ljudnivån inomhus fås genom att subtrahera ljudnivån 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⁾								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
1	40	38	33	28	24	21	20	15	10
2	38	36	32	27	22	19	18	13	11
3	38	36	31	26	21	19	18	12	11
4	38	36	32	26	22	19	19	16	10
5	39	37	32	27	23	21	20	14	10
6	41	39	35	30	26	23	21	15	12
7	41	39	35	30	25	23	20	17	12
8	42	40	36	31	26	24	22	15	12
9	42	40	35	30	26	23	22	17	13
10	42	40	36	31	26	23	22	16	12
11	39	37	32	27	22	20	19	14	9
12	39	37	33	28	23	20	16	13	10
13	39	36	32	26	22	20	20	15	10
14	38	36	31	26	20	19	19	16	10
15	39	37	33	28	23	21	18	13	10
16	39	37	33	28	23	21	18	13	10
17	40	38	34	29	24	21	18	12	10
18	38	36	32	27	22	19	18	14	9
19	38	36	31	26	22	19	17	12	10
20	37	35	31	26	21	19	16	13	10

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
21	37	35	30	25	21	18	17	12	9
22	39	37	33	28	23	21	17	13	10
23	37	35	32	26	22	19	18	13	8
24	38	36	32	27	21	19	18	15	8
25	42	40	36	31	26	24	21	17	13
26	42	40	36	31	26	24	21	17	13
27	41	40	36	31	26	24	22	18	10
28	41	39	36	31	26	23	22	18	12
29	42	40	36	31	26	24	21	15	12
30	42	40	36	31	26	23	21	16	12
31	42	40	36	31	27	24	21	16	12
32	39	37	33	28	23	20	19	13	9
33	41	39	35	30	25	23	21	16	10
34	39	37	33	28	23	21	18	13	10
35	40	39	34	30	25	22	20	14	10
36	38	37	33	27	23	20	18	13	9
37	40	38	34	28	24	21	18	14	10
38	40	38	34	29	24	20	17	12	10
39	39	37	33	28	23	20	18	13	9
40	39	37	33	28	24	21	19	13	9
41	39	37	33	27	23	21	19	15	10
42	41	39	34	30	26	23	22	18	12
43	41	39	36	30	26	23	21	17	13
44	39	37	33	28	23	21	19	15	10
45	39	37	33	28	23	20	17	12	9
46	39	37	33	27	23	20	16	13	9
47	37	36	32	26	21	19	17	14	9
48	41	39	35	30	25	22	18	14	11
49	38	36	32	27	22	19	16	12	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
50	38	36	32	27	22	19	16	13	10
51	37	36	32	26	22	19	14	12	9

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

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	-18	-13	-12	-16	-18	-19	-19	-22	-22
20	-19	-14	-12	-16	-19	-19	-20	-21	-22
21	-19	-14	-13	-17	-19	-20	-19	-22	-23
22	-17	-12	-10	-14	-17	-17	-19	-21	-22
23	-19	-14	-11	-16	-18	-19	-18	-21	-24
24	-18	-13	-11	-15	-19	-19	-18	-19	-24
25	-14	-9	-7	-11	-14	-14	-15	-17	-19
26	-14	-9	-7	-11	-14	-14	-15	-17	-19
27	-15	-9	-7	-11	-14	-14	-14	-16	-22
28	-15	-10	-7	-11	-14	-15	-14	-16	-20
29	-14	-9	-7	-11	-14	-14	-15	-19	-20
30	-14	-9	-7	-11	-14	-15	-15	-18	-20
31	-14	-9	-7	-11	-13	-14	-15	-18	-20
32	-17	-12	-10	-14	-17	-18	-17	-21	-23
33	-15	-10	-8	-12	-15	-15	-15	-18	-22
34	-17	-12	-10	-14	-17	-17	-18	-21	-22
35	-16	-10	-9	-12	-15	-16	-16	-20	-22
39	-17	-12	-10	-14	-17	-18	-18	-21	-23
40	-17	-12	-10	-14	-16	-17	-17	-21	-23
41	-17	-12	-10	-15	-17	-17	-17	-19	-22
42	-15	-10	-9	-12	-14	-15	-14	-16	-20
43	-15	-10	-7	-12	-14	-15	-15	-17	-19
44	-17	-12	-10	-14	-17	-17	-17	-19	-22
45	-17	-12	-10	-14	-17	-18	-19	-22	-23
46	-17	-12	-10	-15	-17	-18	-20	-21	-23
47	-19	-13	-11	-16	-19	-19	-19	-20	-23
48	-15	-10	-8	-12	-15	-16	-18	-20	-21
49	-18	-13	-11	-15	-18	-19	-20	-22	-23
50	-18	-13	-11	-15	-18	-19	-20	-21	-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
51	-19	-13	-11	-16	-18	-19	-22	-22	-23

Lågfrekvent ljudnivå inomhus i ljudkänsliga punkter

