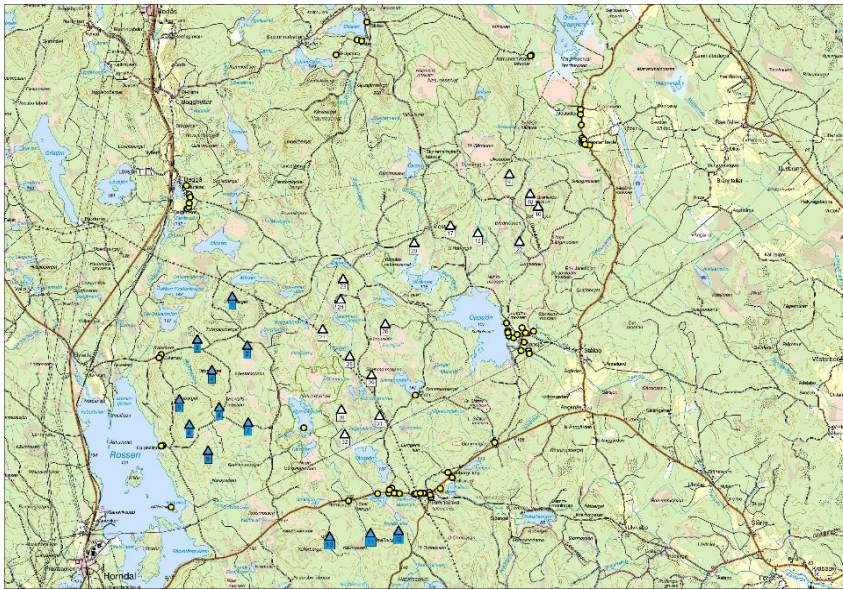


# Ljudimmissionsberäkning av ljud från vindkraft

Vindpark Stormossen - 16 vindkraftverk med totalhöjd 290 m



## Kundinformation

**Projekt:** Vindpark Stormossen

**Kund:** wpd Scandinavia AB

**Kundreferens:** Mia Johansson

## Projektinformation

**Dokument-ID:** 10-22074-A02

**Projekt nr:** 10-22074

**Datum:** 2025-02-25

## 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

wpd Scandinavia AB (wpd) undersöker möjligheterna att uppföra en vindpark, vindpark Stormossen, i Sandviken, Hofors och Avesta kommuner. I samband med detta ska beräkningar av ljud utföras, A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus samt lågfrekvent ljud inomhus mellan 31,5 -200 Hz. I denna beräkningsrapport redovisas resultat inklusive kumulativt ljudbidrag från 12 närliggande vindkraftverk, vindpark Skallberget och Utterberget.

Beräkning av A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus utförs för vindpark Stormossen, 16 vindkraftverk med rotordiameter 200 m, totalhöjd 290 m och navhöjd 190 m. Då det inte finns vindkraftverk med 200 m rotordiameter på marknaden i februari 2025 antas ljuddata för ett av de största vindkraftverken som finns tillgängligt idag, verkstyp Vestas V162-6.2MW, enligt instruktion från bolaget. 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. Kumulativt ljudbidrag från vindpark Skallberget och Utterberget, 12 vindkraftverk av verkstyp Siemens Gamesa SG 6.0-170 med navhöjd 115 m och totalhöjd 200 m, ingår i beräkningarna. Indata för vindpark Skallberget och Utterberget har erhållits av wpd. Lågfrekvent ljud inomhus beräknas endast med kumulativt ljudbidrag från vindpark Skallberget och Utterberget, lågfrekvent ljud från endast vindpark Stormossen är lägre än detta resultat.

Beräkningarna redovisas som A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus samt lågfrekvent ljud inomhus mellan 31,5-200 Hz i 67 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 på A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus jämförs mot riktvärdet 40 dBA enligt praxis. 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 Stormossen, både enskilt samt kumulativt med ljudbidrag från vindpark Skallberget och Utterberget.

#### 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 för vindpark Stormossen, både enskilt samt kumulativt med ljudbidrag från vindpark Skallberget och Utterberget.

Sida	Innehåll
4	Riktvärden lågfrekvent ljud
5	Metod lågfrekvent ljud
6	Beräkningsförutsättningar
7	Ljuddata
8-10	Verksdata
11-13	Resultat - Ekvivalent ljudnivå (Ljudkarta)
14-17	Resultat - Ekvivalent ljudnivå (Punktberäkning)
18-26	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

Vindpark	Verkstyp	Antal vindkraftverk	Totalhöjd [m]	Ljudeffektnivå, $L_w$ [dBA]
Stormossen	Rotordiameter 200 m	16	290	104,8
Skallberget och Utterberget	Siemens Gamesa SG 6.0-170	12	200	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 m <sup>4</sup> /3/s <sup>2</sup>
Turbulenta temperaturfluktuationer	0,008 K/s <sup>2</sup>
Effektiv flödesresistans mark	Klass D
Effektiv flödesresistans vatten	Klass H
Koordinatsystem	Sweref99 TM
Höjddata	grid1+ och grid50+

#### Information om beräkningsparametrar

Eftersom vädret under ett normalår är högst varierande i Sverige väljs värden på vädret enligt praxis, vilket även motsvarar värden enligt ISA-Standarden (International Standard Atmosphere) för lufttryck och temperatur. Lufttrycket ska då vara 1013,25 mbar och temperaturen 15°C. Luftfuktigheten 70% och temperaturen 15°C rekommenderas även i de nya finska riktlinjerna för beräkning av ljud från vindkraft med Nord2000 liksom i de danska industribullerföreskrifterna. I beräkningsmetoden för externt industribuller, rapport DAL-32, som brukar användas i Sverige för industribullerberäkningar rekommenderas luftfuktigheten 70% och temperaturen 15°C för planeringsändamål.

Noterbart är också att beräkningarna är utförda för positiv temperaturgradient vilket motsvarar svag inversion. Värdet 0,05 °C/m är det högsta värdet som är godkänt enligt mätmetoden för ljudimmission av vindkraft enligt den av Naturvårdsverket rekommenderade mätmetoden Elforsk 98:24. Ljudnivån vid positiv temperaturgradient blir i regel högre än vid negativ temperaturgradient. I Naturvårdsverkets vägledning förtydligas vilka förhållanden som ska gälla för ljud från vindkraftverk enligt Elforsk 98:24, "*De meteorologiska förhållandena som anges i standarden avseende vind- och temperaturprofil bör dock alltid följas vilket innebär exempelvis att kvällar med mycket kraftig inversion ska undvikas.*", samt vid jämförelse mot riktvärden, "*Det kan dock uppstå för platsen ovanliga väderförhållanden då ljudnivån blir högre än vad standardförhållanden ger upphov till, exempelvis vid kraftig inversion. Högre ljudnivåer som uppstår vid enstaka tillfällen bör inte ses som överskridanden av villkor.*".

Markens "hårdhet" eller impedans anges i Nord2000 som effektiv flödesresistans. Det finns totalt 8 klasser, A-H, där A är väldigt mjuk mark och H är väldigt hård mark. Klass D klassas som normal mark. I aktuella beräkningar används klass D för normal mark och klass H för vattenytor.

Vindkraftverk	Reglerinställning	Ljudeffektnivå, $L_w$ [dBA]
Vestas V162-6.2MW	PO6200 STE*	104,8

**Referens ljuddata:** Då det inte finns landbaserade vindkraftverk med 200 m rotordiameter på marknaden, i februari 2025, antas ljuddata för ett av de största vindkraftverk som finns tillgängligt idag, verkstyp Vestas V162-6.2MW, enligt instruktion från wpd. Ljudeffektnivå och frekvensspektrum i 1/3-oktavband har tagits från leverantörens dokument daterat 2021-04-21. Reglerinställningen "PO6200 STE" är den högsta reglerinställningen för verkstypen motsvarande märkeffekten 6.2 MW. Antagen ljudeffektnivå motsvarar den högsta angivna ljudeffektnivån för samtliga vindhastigheter. Då dokumentet är sekretessbelagt av Vestas Wind Systems A/S kan frekvensdata ej redovisas.

\*STE-Blades with serrated trailing edges

Vindkraftverk	Reglerinställning	Ljudeffektnivå, $L_w$ [dBA]
Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0

**Referens ljuddata:** Ljudeffektnivå och frekvensspektrum i 1/3-oktavband mellan 10-160 Hz och oktavband mellan 63-8000 Hz har tagits från leverantörens dokument daterat 2020-02-27. Då dokumentet är sekretessbelagt av Siemens Gamesa Renewable Energy kan frekvensdata ej redovisas. Redovisad ljudeffektnivå motsvarar den högsta angivna ljudeffektnivån för samtliga vindhastigheter för använd reglerinställning "AM 0".

#### Information om ljuddata

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

Vindpark Stormossen								
Vindkraftverk	Verkstyp	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Reglerinställning	Ljudeffektnivå, $L_w$ [dBA]	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]
9	Rotordiameter 200 m	588494	6695747	-	104,8	190	324	134
10	Rotordiameter 200 m	589006	6695252	-	104,8	190	317	127
16	Rotordiameter 200 m	589206	6694937	-	104,8	190	325	135
17	Rotordiameter 200 m	587050	6694460	-	104,8	190	318	128
18	Rotordiameter 200 m	587720	6694277	-	104,8	190	309	119
20	Rotordiameter 200 m	586152	6694024	-	104,8	190	308	118
22	Rotordiameter 200 m	588741	6694058	-	104,8	190	305	115
23	Rotordiameter 200 m	584409	6693123	-	104,8	190	339	149
24	Rotordiameter 200 m	584348	6692613	-	104,8	190	334	144
26	Rotordiameter 200 m	585445	6691999	-	104,8	190	333	143
27	Rotordiameter 200 m	583900	6691867	-	104,8	190	338	148
28	Rotordiameter 200 m	584564	6691187	-	104,8	190	342	152
29	Rotordiameter 200 m	585101	6690725	-	104,8	190	337	147
30	Rotordiameter 200 m	584363	6689852	-	104,8	190	337	147
31	Rotordiameter 200 m	585303	6689700	-	104,8	190	333	143
32	Rotordiameter 200 m	584451	6689240	-	104,8	190	332	142



Vindpark Skallberget och Utterberget								
Vindkraftverk	Verkstyp	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Reglerinställning	Ljudeffektnivå, $L_w$ [dBA]	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]
1	Siemens Gamesa SG 6.0-170	581680	6692680	AM 0	106,0	115	287	172
2	Siemens Gamesa SG 6.0-170	582043	6691452	AM 0	106,0	115	276	161
3	Siemens Gamesa SG 6.0-170	580816	6691606	AM 0	106,0	115	274	159
4	Siemens Gamesa SG 6.0-170	581175	6690837	AM 0	106,0	115	310	195
5	Siemens Gamesa SG 6.0-170	580375	6690107	AM 0	106,0	115	298	183
6	Siemens Gamesa SG 6.0-170	581354	6689914	AM 0	106,0	115	295	180
7	Siemens Gamesa SG 6.0-170	582067	6689525	AM 0	106,0	115	284	169
8	Siemens Gamesa SG 6.0-170	580624	6689475	AM 0	106,0	115	290	175
9	Siemens Gamesa SG 6.0-170	581084	6688825	AM 0	106,0	115	276	161
10	Siemens Gamesa SG 6.0-170	584075	6686676	AM 0	106,0	115	272	157
11	Siemens Gamesa SG 6.0-170	585083	6686756	AM 0	106,0	115	268	153
12	Siemens Gamesa SG 6.0-170	585771	6686821	AM 0	106,0	115	264	149

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Enskilt bidrag [dBA]		Kumulativt [dBA]	Innehålls 40 dBA
				Stormossen	Skallberget-Utterberget	Stormossen + Skallberget-Utterberget	JA/NEJ
1	584995	6699573	106	21	16	22	JA
2	584756	6699128	112	22	17	23	JA
3	584865	6699110	106	22	17	23	JA
4	584235	6698759	115	23	18	24	JA
5	589040	6698745	82	25	15	26	JA
6	589018	6698731	82	26	16	26	JA
7	590250	6697397	78	28	15	28	JA
9	590256	6697262	77	29	15	29	JA
10	590269	6697001	80	30	15	30	JA
11	590293	6696681	84	31	15	31	JA
12	590340	6696634	86	30	16	31	JA
13	590341	6696582	88	31	15	31	JA
14	590334	6696564	88	31	16	31	JA
15	590291	6696561	88	31	15	31	JA
16	590364	6696516	88	31	15	31	JA
17	590383	6696511	88	31	15	31	JA
18	590472	6696501	83	30	15	30	JA
19	580554	6695487	139	22	23	26	JA
20	580618	6695261	136	23	26	28	JA
21	580629	6695228	135	23	26	27	JA
22	580648	6695196	134	23	24	27	JA
23	580625	6695043	134	23	26	28	JA
24	580611	6694951	134	23	26	28	JA
25	580567	6694909	134	23	26	28	JA
26	588432	6692040	108	31	21	32	JA
27	588810	6691923	98	30	20	30	JA
28	588465	6691849	108	31	21	31	JA
29	589091	6691835	92	29	20	30	JA
30	588461	6691803	109	31	21	31	JA

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Enskilt bidrag [dBA]		Kumulativt [dBA]	Innehålls 40 dBA
				Stormossen	Skallberget-Utterberget	Stormossen + Skallberget-Utterberget	JA/NEJ
31	588899	6691796	95	29	21	30	JA
41	588697	6691749	102	30	21	30	JA
42	588489	6691714	108	30	21	31	JA
43	588605	6691675	106	29	20	30	JA
44	588866	6691562	103	29	20	30	JA
45	588974	6691348	102	28	20	29	JA
46	588790	6691348	104	29	21	30	JA
47	588992	6691279	99	28	20	29	JA
48	579934	6691247	145	24	37	37	JA
49	579882	6691173	144	24	37	37	JA
50	586189	6690235	142	37	26	37	JA
51	583443	6689420	144	37	33	38	JA
52	588139	6689051	110	27	24	29	JA
53	579976	6688976	132	22	38	38	JA
54	579933	6688969	131	22	38	38	JA
55	586988	6688300	113	29	28	31	JA
56	587094	6688175	105	28	28	31	JA
57	585605	6687911	132	31	34	36	JA
58	586805	6687904	111	28	30	32	JA
59	585552	6687866	131	31	35	36	JA
60	586531	6687803	117	28	32	33	JA
61	585664	6687780	126	30	35	36	JA
62	585535	6687779	128	30	36	37	JA
63	586314	6687778	122	28	33	34	JA
64	586383	6687778	118	28	33	34	JA
65	586406	6687778	117	28	33	34	JA
66	585710	6687777	126	30	35	36	JA
67	586307	6687777	122	29	33	34	JA
68	586406	6687775	117	29	33	34	JA

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Enskilt bidrag [dBA]		Kumulativt [dBA]	Innehålls 40 dBA
				Stormossen	Skallberget-Utterberget	Stormossen + Skallberget-Utterberget	JA/NEJ
69	585754	6687774	125	30	35	36	JA
70	585258	6687772	127	31	36	37	JA
71	585797	6687772	125	30	35	36	JA
72	586216	6687771	126	29	34	35	JA
73	586164	6687757	126	29	34	35	JA
74	586553	6687742	115	28	32	34	JA
75	586568	6687678	113	28	32	34	JA
76	584540	6687596	132	31	36	37	JA
77	580180	6687431	131	21	31	32	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.

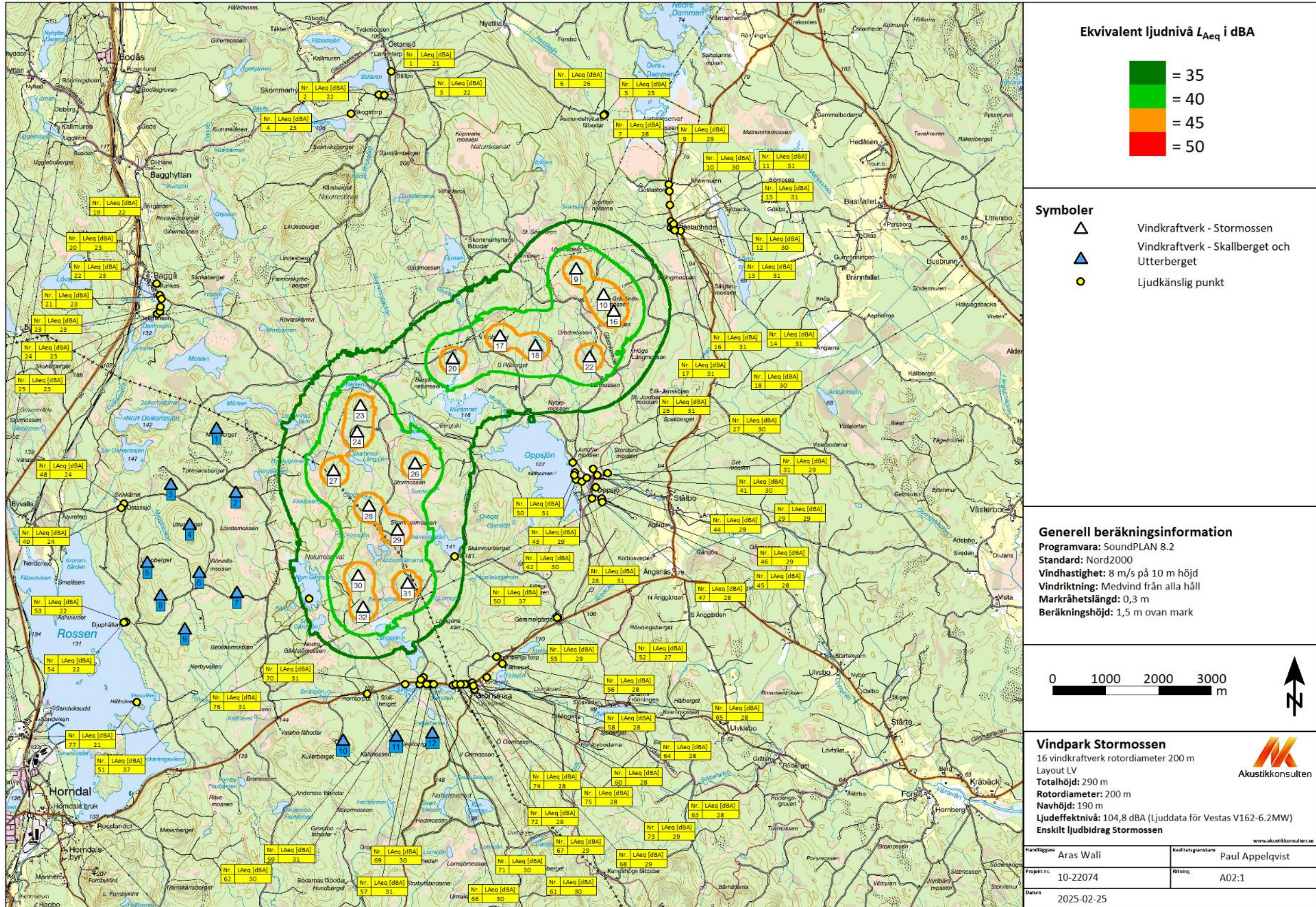
Beräkning av ekvivalent ljudnivå har utförts enligt följande:

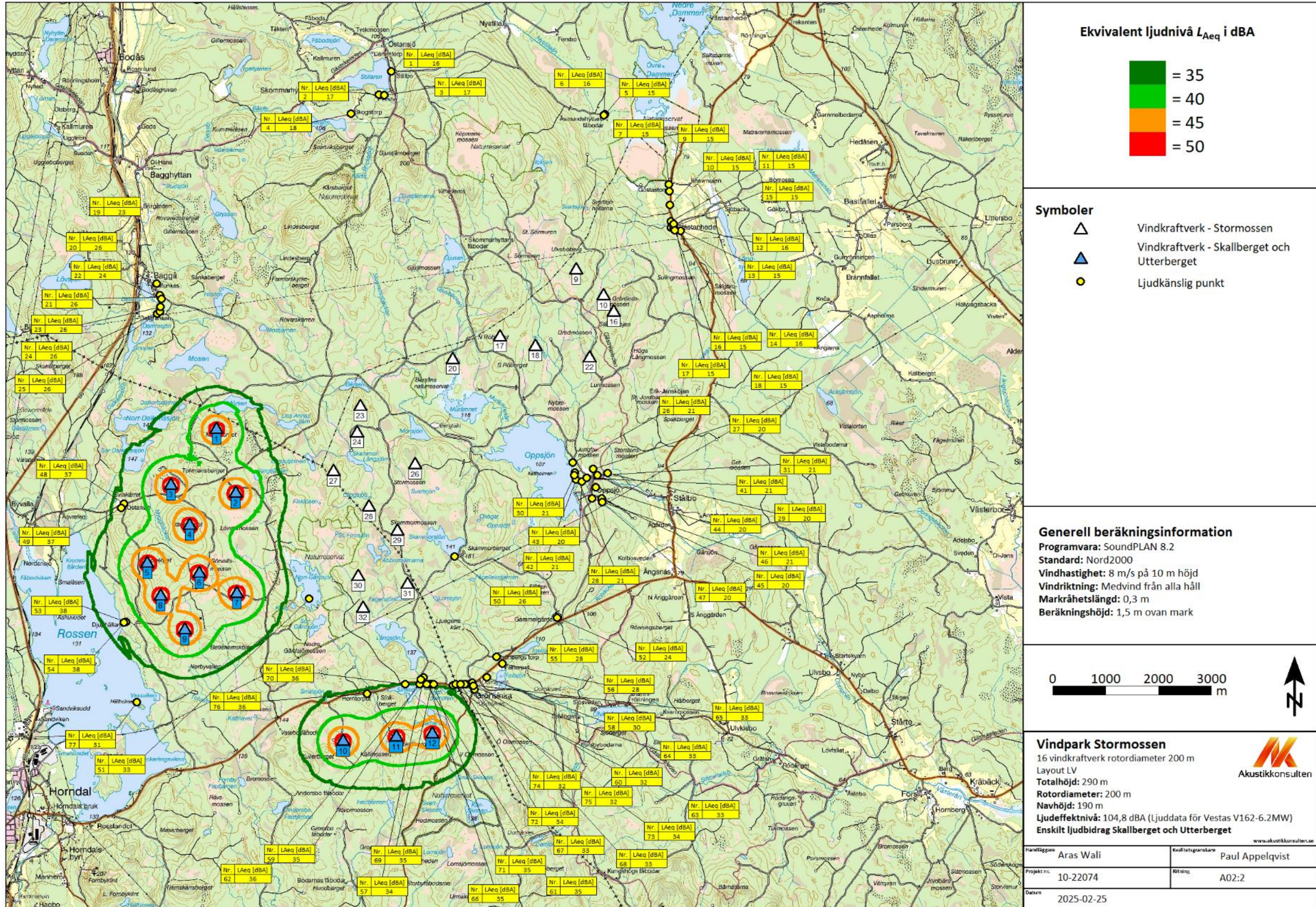
1. Ljudbidrag från vindpark Stormossen (kolumn **Stormossen**) och vindpark Skallberget-Utterberget (kolumn **Skallberget-Utterberget**) redovisas enskilt under rubrik **Enskilt bidrag**.
2. Den kumulativa ljudnivån med ljudbidrag från både vindpark Stormossen och vindpark Skallberget-Utterberget redovisas under rubrik **Kumulativt** och kolumn **Stormossen + Skallberget-Utterberget**.

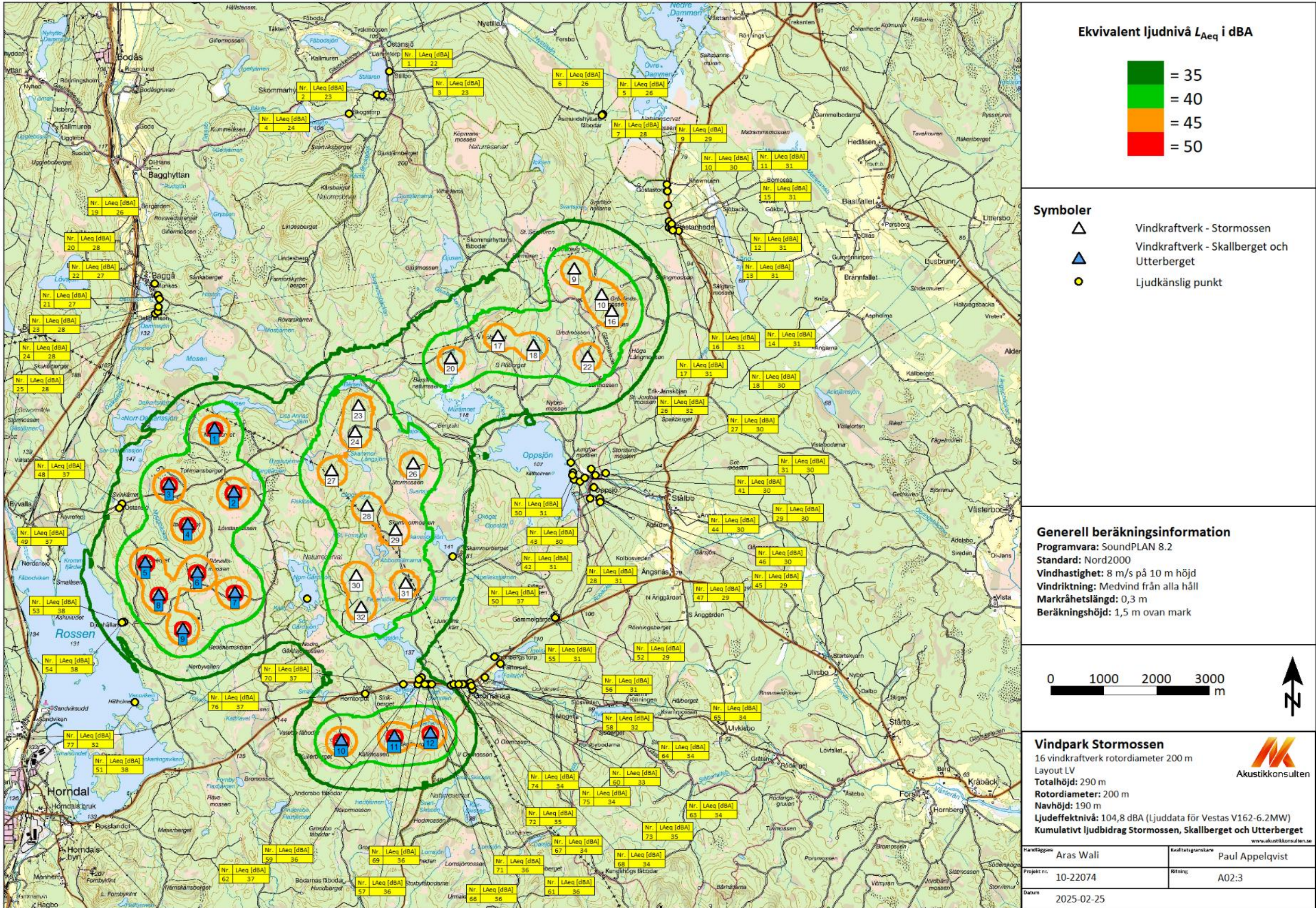
Avrundning har utförts i enlighet Naturvårdsverkets vägledning där det anges att avrundning ska göras enligt nedan:

*"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 Stormossen enskilt och kumulativt med ljudbidrag från vindpark Skallberget och Utterberget.









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 Stormossen och vindpark Skallberget och Utterberget.

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
1	38	36	36	35	32	31	30	28	26
2	39	38	36	37	33	32	29	28	27
3	38	37	36	36	34	33	30	29	26
4	40	38	37	36	36	31	30	30	28
5	40	39	37	36	35	34	29	29	28
6	40	39	37	36	35	34	30	30	29
7	41	39	38	38	37	35	32	27	29
9	41	40	39	38	36	36	31	29	30
10	42	41	40	39	38	36	34	30	29
11	43	42	40	40	39	37	35	30	30
12	43	42	41	40	39	37	34	31	29
13	43	42	41	40	38	37	34	30	30
14	43	42	41	40	39	38	34	30	30
15	44	43	41	39	38	37	35	31	30
16	43	42	40	40	39	38	35	30	30
17	43	42	41	40	39	37	34	30	29
18	43	41	39	36	37	37	36	33	30
19	41	38	39	38	36	34	32	30	29
20	42	39	40	39	38	36	34	32	31
21	42	39	39	39	37	36	34	31	31
22	41	39	39	39	38	35	33	31	29
23	42	40	40	38	37	36	34	30	31
24	42	39	40	39	38	35	34	31	30
25	42	40	39	39	38	36	33	32	30
26	44	43	42	41	40	39	34	33	33

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
27	44	43	41	39	39	37	35	33	31
28	43	42	42	41	40	38	33	33	33
29	44	42	41	39	38	37	35	33	32
30	43	42	42	41	40	38	33	33	33
31	44	42	40	39	38	37	36	34	31
41	43	42	40	39	38	37	35	33	32
42	43	42	42	41	39	38	33	33	33
43	43	42	41	40	39	36	34	31	32
44	43	41	41	40	38	36	33	31	33
45	42	41	40	39	38	36	33	31	31
46	43	41	40	39	38	37	34	32	33
47	42	40	39	37	36	36	36	32	31
48	47	45	46	45	45	43	42	39	36
49	48	46	46	46	46	43	42	38	33
50	49	47	46	45	44	42	38	33	35
51	49	48	47	46	45	44	40	35	36
52	43	41	40	39	38	36	34	32	32
53	48	46	47	47	46	44	42	38	34
54	48	46	47	47	46	44	42	38	33
55	44	42	41	41	40	38	37	33	33
56	43	41	42	40	40	39	36	34	32
57	47	46	46	45	45	43	40	34	33
58	45	43	43	42	41	40	37	32	32
59	48	46	46	45	44	43	40	36	34
60	46	44	44	43	43	40	38	32	33
61	49	46	46	45	45	43	39	34	36
62	47	45	46	46	45	43	41	36	33
63	46	44	45	44	43	41	38	35	32
64	45	44	44	44	42	41	39	36	32

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
65	46	44	44	43	43	41	39	35	32
66	48	46	46	46	45	43	39	35	34
67	46	44	45	44	43	41	38	35	33
68	45	44	44	43	43	41	39	35	31
69	47	45	46	46	45	43	40	36	33
70	47	46	47	46	45	43	41	36	34
71	48	46	46	46	44	43	40	36	34
72	46	44	45	45	44	42	39	33	33
73	46	45	45	45	44	42	39	34	33
74	45	43	44	43	42	40	38	35	32
75	45	43	44	43	43	40	37	34	32
76	48	47	47	47	46	44	41	37	34
77	43	41	42	42	41	40	37	32	33

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 <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>									
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
1	31	29	25	20	15	13	13	10	4
2	33	30	26	22	16	14	12	9	5
3	31	30	25	22	17	15	12	10	4
4	33	30	27	22	18	13	12	12	6
5	34	31	27	22	18	15	12	10	6
6	34	31	27	22	17	16	13	11	6
7	34	31	28	24	19	17	14	9	7
9	35	32	29	24	19	17	13	10	7
10	35	33	30	25	20	18	16	11	7
11	37	34	30	25	21	19	17	12	8
12	36	34	30	26	22	19	16	12	7
13	37	34	31	26	21	19	17	11	7
14	36	35	31	26	22	19	17	11	7
15	37	35	30	25	20	18	18	13	8
16	37	34	30	26	22	19	17	11	7
17	37	34	31	26	21	19	17	12	7
18	36	34	28	22	19	19	19	14	7
19	34	31	28	24	19	15	14	12	6
20	35	32	29	24	20	18	16	13	9
21	35	32	29	24	19	17	16	13	9

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
22	35	32	29	24	21	17	16	12	6
23	35	32	29	24	20	17	17	12	8
24	35	32	29	25	20	17	17	13	8
25	35	32	29	25	20	18	16	13	8
26	37	35	31	27	22	20	16	14	11
27	37	35	31	25	21	19	18	14	9
28	37	35	31	27	22	20	15	14	11
29	37	34	31	25	21	18	18	15	9
30	36	34	31	26	22	20	15	14	11
31	37	35	30	25	20	18	18	15	9
41	37	34	30	24	20	18	18	14	9
42	36	34	31	26	22	20	15	14	11
43	36	34	31	26	21	18	16	12	9
44	36	34	30	25	21	18	16	13	10
45	35	33	29	25	21	18	16	12	9
46	36	34	30	25	21	19	17	13	10
47	36	33	28	23	19	18	18	14	8
48	40	37	36	31	28	25	24	20	13
49	41	38	36	32	28	25	24	20	11
50	42	40	36	31	26	24	21	15	13
51	43	40	37	32	28	25	23	16	14
52	36	34	30	25	20	18	17	13	9
53	42	38	37	33	29	26	24	20	12
54	41	38	37	33	28	26	24	19	11
55	37	34	31	27	23	20	19	14	10
56	37	33	32	26	23	20	19	15	9
57	41	38	36	31	27	24	22	16	10
58	38	35	32	28	24	21	19	14	10
59	41	38	36	31	27	24	23	18	11

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
60	39	36	34	29	25	22	20	14	10
61	42	38	35	31	27	24	21	16	13
62	41	38	36	32	27	25	23	18	11
63	40	37	34	30	26	22	21	16	10
64	39	36	34	29	25	22	21	18	10
65	39	36	34	29	25	23	21	16	9
66	42	38	36	31	27	24	22	16	12
67	40	37	34	30	25	23	21	16	10
68	39	36	34	29	25	23	22	17	9
69	41	37	35	32	28	24	22	17	10
70	41	38	36	32	28	25	23	17	11
71	41	38	36	31	26	24	22	18	11
72	40	37	35	30	26	23	21	14	10
73	40	38	35	30	26	23	21	15	10
74	38	36	34	29	25	22	21	16	9
75	39	36	34	29	25	22	20	15	10
76	42	39	37	33	28	25	23	19	11
77	37	33	32	28	24	21	20	13	11

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
1	-25	-20	-18	-22	-25	-25	-23	-24	-28
2	-23	-19	-17	-20	-24	-24	-24	-25	-27
3	-25	-19	-18	-20	-23	-23	-24	-24	-28
4	-23	-19	-16	-20	-22	-25	-24	-22	-26
5	-22	-18	-16	-20	-22	-23	-24	-24	-26
6	-22	-18	-16	-20	-23	-22	-23	-23	-26
7	-22	-18	-15	-18	-21	-21	-22	-25	-25
9	-21	-17	-14	-18	-21	-21	-23	-24	-25
10	-21	-16	-13	-17	-20	-20	-20	-23	-25
11	-19	-15	-13	-17	-19	-19	-19	-22	-24
12	-20	-15	-13	-16	-18	-19	-20	-22	-25
13	-19	-15	-12	-16	-19	-19	-19	-23	-25
14	-20	-14	-12	-16	-18	-19	-19	-23	-25
15	-19	-14	-13	-17	-20	-20	-18	-21	-24
16	-19	-15	-13	-16	-18	-19	-19	-23	-25
17	-19	-15	-12	-16	-19	-19	-19	-22	-25
18	-20	-15	-15	-20	-21	-19	-17	-20	-25
19	-22	-18	-15	-18	-21	-23	-22	-22	-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
20	-21	-17	-14	-18	-20	-20	-20	-21	-23
21	-21	-17	-14	-18	-21	-21	-20	-21	-23
22	-21	-17	-14	-18	-19	-21	-20	-22	-26
23	-21	-17	-14	-18	-20	-21	-19	-22	-24
24	-21	-17	-14	-17	-20	-21	-19	-21	-24
25	-21	-17	-14	-17	-20	-20	-20	-21	-24
26	-19	-14	-12	-15	-18	-18	-20	-20	-21
27	-19	-14	-12	-17	-19	-19	-18	-20	-23
28	-19	-14	-12	-15	-18	-18	-21	-20	-21
29	-19	-15	-12	-17	-19	-20	-18	-19	-23
30	-20	-15	-12	-16	-18	-18	-21	-20	-21
31	-19	-14	-13	-17	-20	-20	-18	-19	-23
41	-19	-15	-13	-18	-20	-20	-18	-20	-23
42	-20	-15	-12	-16	-18	-18	-21	-20	-21
43	-20	-15	-12	-16	-19	-20	-20	-22	-23
44	-20	-15	-13	-17	-19	-20	-20	-21	-22
45	-21	-16	-14	-17	-19	-20	-20	-22	-23
49	-15	-11	-7	-10	-12	-13	-12	-14	-21
50	-14	-9	-7	-11	-14	-14	-15	-19	-19
51	-13	-9	-6	-10	-12	-13	-13	-18	-18
52	-20	-15	-13	-17	-20	-20	-19	-21	-23
53	-14	-11	-6	-9	-11	-12	-12	-14	-20
54	-15	-11	-6	-9	-12	-12	-12	-15	-21
55	-19	-15	-12	-15	-17	-18	-17	-20	-22
56	-19	-16	-11	-16	-17	-18	-17	-19	-23
57	-15	-11	-7	-11	-13	-14	-14	-18	-22
58	-18	-14	-11	-14	-16	-17	-17	-20	-22
59	-15	-11	-7	-11	-13	-14	-13	-16	-21
60	-17	-13	-9	-13	-15	-16	-16	-20	-22



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
61	-14	-11	-8	-11	-13	-14	-15	-18	-19
62	-15	-11	-7	-10	-13	-13	-13	-16	-21
63	-16	-12	-9	-12	-14	-16	-15	-18	-22
64	-17	-13	-9	-13	-15	-16	-15	-16	-22
65	-17	-13	-9	-13	-15	-15	-15	-18	-23
66	-14	-11	-7	-11	-13	-14	-14	-18	-20
67	-16	-12	-9	-12	-15	-15	-15	-18	-22
68	-17	-13	-9	-13	-15	-15	-14	-17	-23
69	-15	-12	-8	-10	-12	-14	-14	-17	-22
70	-15	-11	-7	-10	-12	-13	-13	-17	-21
71	-15	-11	-7	-11	-14	-14	-14	-16	-21
72	-16	-12	-8	-12	-14	-15	-15	-20	-22
73	-16	-11	-8	-12	-14	-15	-15	-19	-22
74	-18	-13	-9	-13	-15	-16	-15	-18	-23
75	-17	-13	-9	-13	-15	-16	-16	-19	-22
76	-14	-10	-6	-9	-12	-13	-13	-15	-21
77	-19	-16	-11	-14	-16	-17	-16	-21	-21

## Lågfrekvent ljudnivå inomhus i ljudkänsliga punkter

