

Uppdaterad 2023-02-28

# LJUD FRÅN VINDKRAFTVERK

*Miljöer med ljudnivåer under 35 dB brukar benämnas ”tysta miljöer” och kring 60 dB motsvarar vanlig samtalston. Människan kan uppfatta ljudnivåer mellan 0–130 dB. Ett ljud som upplevs som oönskat och störande benämns buller. Det finns inget lagstadgat krav på hur mycket en vindpark får låta. Naturvårdsverket har tagit fram riktlinjer för buller från vindkraft som anger att ljudnivån utomhus vid bostäder inte bör vara högre än 40 dBA.*



## Ljud från vindparken vid Östavall

En ljudberäkning har genomförts under 2022 utifrån exempellayouten i ansökan med 17 vindkraftverk med en totalhöjd på 290 meter. Beräkningen visar att riktvärdet på 40 dBA efterlevs för all kringliggande bostadsbebyggelse. Ansökt exempellayout har tagits fram med utgångspunkt att vindens resurser ska nyttjas på bästa sätt, med hänsyn till genomförda utredningar, yttranden från samrådet samt praxis och riktlinjer för påverkan på människor och miljö.

Inför den slutliga layouten för vindparken kommer ytterligare ljudberäkningar att göras. Oavsett hur layouten utformas eller vilken typ av vindkraftverk som används kommer tillämpningen vara att ljudnivån inte ska överstiga 40 dBA vid bostadsbebyggelse, i enlighet med gällande praxis. Skulle begränsningsvärdet riskera att överskridas finns det flera alternativa lösningar. En lösning är att anpassa avståndet mellan vindkraftverk och ljudkänsliga punkter. Vidare är det möjligt att reglera ljudet som vindkraftverken avger genom att sänka varvantalet och därmed bladets hastighet.

## Hur låter ett vindkraftverk och vad avgör ljudstyrkan?

Vindkraftverk alstrar i huvudsak ett ljud av svischande karaktär, som kommer av rotorbladens passage genom luften. Vindkraftverk avger också ett maskinbuller som uppstår i maskinhuset (men som vanligtvis inte uppfattas vid marknivå). Meteorologiska förhållanden, terrängen, markens vegetation och i viss mån vindhastighet påverkar hur ljudet sprider sig. Samtidigt maskeras ljudet från vindkraftverk ju mer det blåser; naturliga ljudkällor så som skogens brus i vinden tar då över och gör det svårt att uppfatta ljudet från vindparken.

### Om ljudberäkningar

I de ljudberäkningar som utförts tillämpas den nordiska beräkningsmetoden Nord2000 som även rekommenderas av Naturvårdsverket. Beräkningarna utgår från att det blåser 8 m/s på 10 meters höjd. Då alstrar vindkraftverken ett så högt ljud som möjligt och kan ha en hög produktion (det blåser då oftast mer på höjden där navet är), samtidigt som ljudet inte försvinner i blåstens övriga ljud. Beräkningarna utgår också från att det är medvind åt alla håll. Eftersom ljud färdas mycket längre i medvind än i motvind visar beräkningarna det maximala ljud som kan tänkas förekomma.

För övriga beräkningsförutsättningar, till exempel olika väderparametrar, följs rekommendationerna i slutrapporten för VindEL-programmet projekt 47072-1, finansierat av Energimyndigheten, med projekttitel *Ljud från vindkraft – Vidareutveckling och verifiering av kontrollmetoder*.



## Amplitudmodulerat ljud

När enskilda blad sveper genom luften och avlöser varandra kan ljudet variera i styrka. Dessa variationer i ljudstyrka benämns som amplitudmodulerat ljud. Hur kraftigt amplitudmodulerat ljudet är beror på hur stora variationerna i ljudstyrkan är, från när bladvischen hörs som mest till att den hörs som minst. Det krävs även att dessa variationer upprepar sig tätt inpå varandra. Det är normalt för ljud från vindkraftverk att till viss mån vara amplitudmodulerat och hänsyn finns tagen till detta i det riktvärde om 40 dBA ekvivalent ljudnivå som normalt sätts för ljud från vindkraft.

Ibland kan det dock uppstå perioder, oftast kortare perioder för enskilda vindkraftverk, då ljudet från bladvischerna blir mycket mer hörbara och kraftigare variationer i ljudets styrka uppstår, vilket benämns som onormal amplitudmodulation. En teori kring varför onormal amplitudmodulation uppstår är att då vindkraftverkens blad skär genom flera olika lager av luft och vinkeln på bladet inte blir optimal i vissa luftlager. Då skapas turbulens runt bladet vilket genererar ökade variationer i ljudet som kan upplevas som ett dunkande ljud på längre avstånd.

Det finns i dagsläget ingen vedertagen metod för hur amplitudmodulerat ljud ska kvantifieras och inte heller några riktvärden att bedöma denna amplitudmodulation mot. Det är inte med dagens kunskapsläge möjligt att i projekteringsfasen prediktera om en plats eller en särskild modell av vindkraftverk kan

få särskilda problem med amplitudmodulerat ljud, då det är ett stort antal faktorer som inverkar på om onormalt amplitudmodulerat ljud alls uppstår, hur ofta och hur kraftigt detta ljud kan bli.

## Decibel och ljudstyrka

Ljud mäts i enheten decibel (dB). För ljud som varierar över tid, till exempel ljudet från vindkraftverk, anges en ekvivalent ljudnivå, det vill säga en genomsnittlig ljudnivå, och den har enheten dBA. Decibel är en logaritmisk skala och inte linjär, vilket innebär att ljudnivån är tio gånger större för varje 10-steg i skalan.

Nedan anges exempel på olika ljud som kan vara enklare att relatera till, anpassat från Trafikverket<sup>1</sup> och Audionova<sup>2</sup>:

**20 dB** — klocka som tickar, prasslande löv

**30 dB** — viskning, andningsljud

**40 dB** — lätt gatutrafik bakom dubbelglasade fönster

**50 dB** — lätt regn, kylskåp på en meters avstånd

**60 dB** — normal samtalston

**70 dB** — normal gatutrafik

**90 dB** — förbipasserande tåg, åskväder

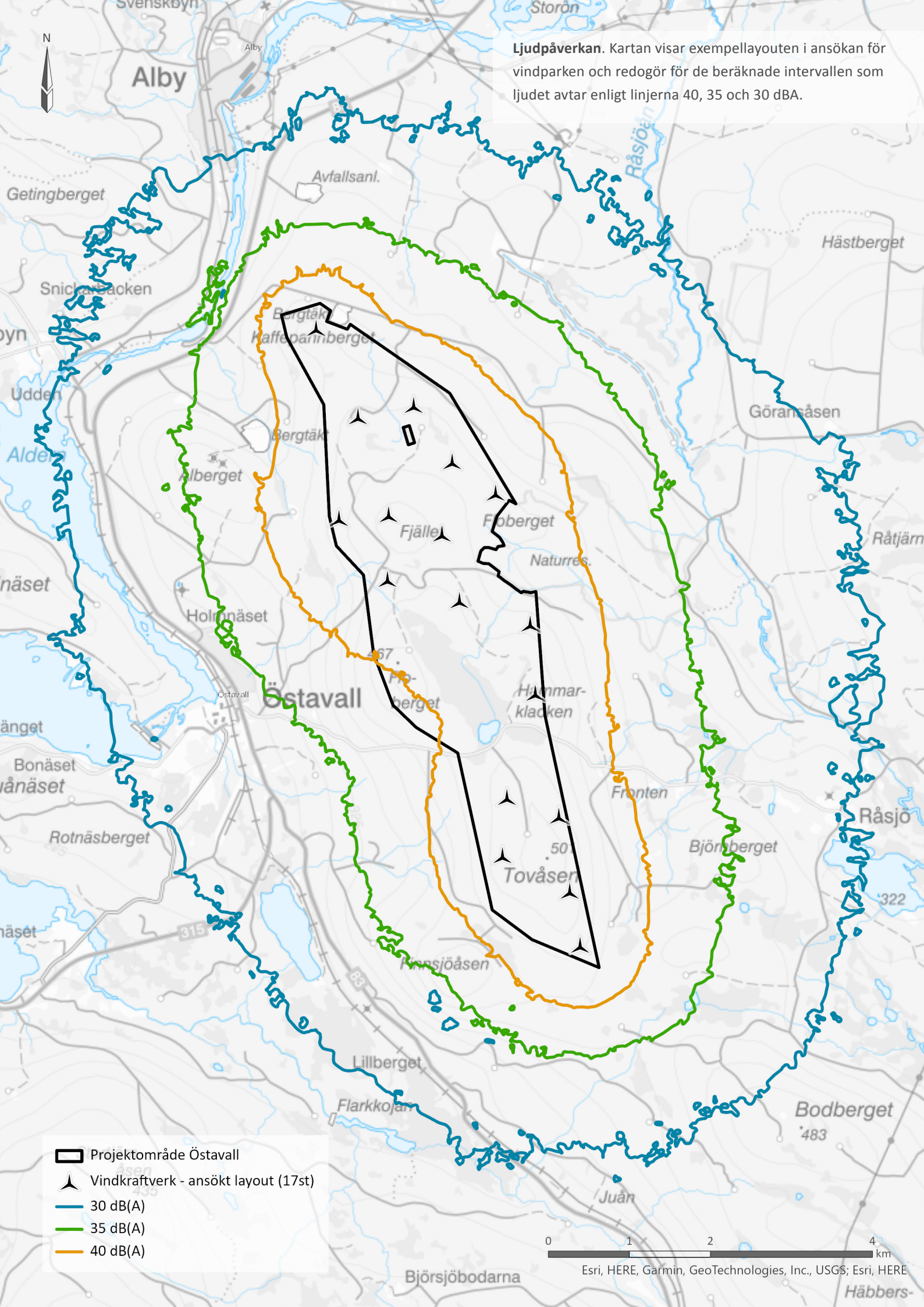
**120 dB** — smärtgräns, vattenfall

1 <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/buller-och-vibrationer---for-dig-i-branschen/Fakta-om-buller-och-vibrationer/matt-for-ljudnivaer/>

2 <https://www.audionova.se/blog/hoerselskydd/ljudniva-och-decibel/>







**Ljudpåverkan.** Kartan visar exempellayouten i ansökan för vindparken och redogör för de beräknade intervallen som ljudet avtar enligt linjerna 40, 35 och 30 dB(A).

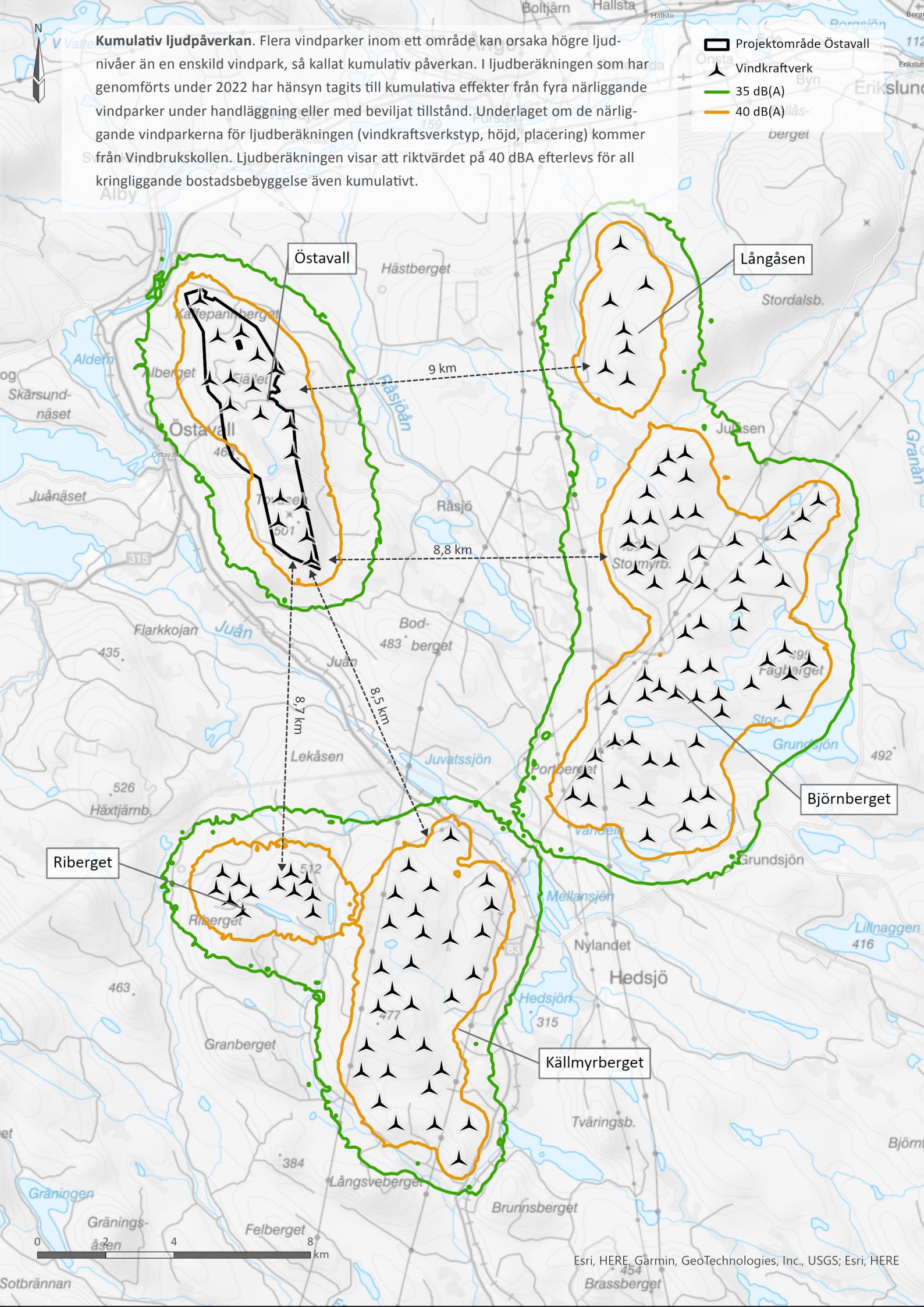


- ▭ Projektområde Östavall
- ▲ Vindkraftverk - ansökt layout (17st)
- 30 dB(A)
- 35 dB(A)
- 40 dB(A)



**Kumulativ ljudpåverkan.** Flera vindparker inom ett område kan orsaka högre ljudnivåer än en enskild vindpark, så kallat kumulativ påverkan. I ljudberäkningen som har genomförts under 2022 har hänsyn tagits till kumulativa effekter från fyra närliggande vindparker under handläggning eller med beviljat tillstånd. Underlaget om de närliggande vindparkerna för ljudberäkningen (vindkraftstyp, höjd, placering) kommer från Vindbrukskollen. Ljudberäkningen visar att riktvärdet på 40 dBA efterlevs för all kringliggande bostadsbebyggelse även kumulativt.

-  Projektområde Östavall
-  Vindkraftverk
-  35 dB(A)
-  40 dB(A)







*på uppdrag av*

**RWE**



# Ljudimmissionsberäkning av ljud från vindkraft

Vindpark Östavall - Exempellayout 17 vindkraftverk med totalhöjd 290 m



## Kundinformation

**Projekt:** Vindpark Östavall  
**Kund:** RWE Renewables Sweden AB  
**Kundreferens:** Claes Hyllienmark

## Projektinformation

**Dokument-ID:** 10-22137 A01  
**Projekt nr:** 10-22137  
**Datum:** 2022-08-18

## 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**

RWE Renewables Sweden AB (RWE) planerar att söka tillstånd för att bygga en vindpark vid Östavall, vindpark Östavall, i Ånge 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 och beräkningsförutsättningar från dessa beräkningar, utförda av Akustikkonsulten på uppdrag av RWE.

Beräkning av A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus utförs för en exempellayout med 17 vindkraftverk. I beräkningarna antas en fiktiv verkstyp motsvarande totalhöjd 290 m, rotordiameter 200 m och navhöjd 190 m. I dagsläget, juli 2022, finns inte så stora vindkraftverk på marknaden för landbaserad vindkraft. Därvid antas ljuddata från ett av de största vindkraftverk som finns på marknaden idag, en Vestas V172-7.2 MW. 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 30 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 för A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus jämförs mot riktvärdet 40 dBA, enligt praxis och i enlighet med Naturvårdsverkets vägledning.

För lågfrekvent ljud inomhus mellan 31,5-200 Hz görs jämförelsen mot riktvärdena i *Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus, FoHMFS 2014:13* i enlighet med Naturvårdsverkets vägledning. 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. Det finns 8 ytterligare reglerinställningar med möjlighet till ljudreglering upp till 8,9 dBA, om en kontroll av ljud efter byggnation skulle visa att riktvärdet överskrids vid någon bostad. Det är genom beräkningarna visat att det finns faktiska och tekniska möjligheter att innehålla ekvivalent ljudnivå 40 dBA.

**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 - Ljudkarta
10-12	Resultat - Ekvivalent ljudnivå
13-19	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]
Östavall	Vestas V172-7.2 MW	17	190	290	106,9

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 5x5 m

## 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 V172-7.2 MW	PO7200 STE*	106,9

**Referens ljuddata:** Ljudeffekt och frekvensdata har tagits från leverantören Vestas dokument 0128-4336\_00, daterat 2022-06-30. Dokumentet är sekretessbelagt av Vestas och frekvensdata får därvid ej redovisas.

Det finns 8 ytterligare reglerinställningar med möjlighet till ljudreglering upp till 8,9 dBA, om en kontroll av ljud efter byggnation skulle visa att riktvärdet överskrids vid någon bostad.

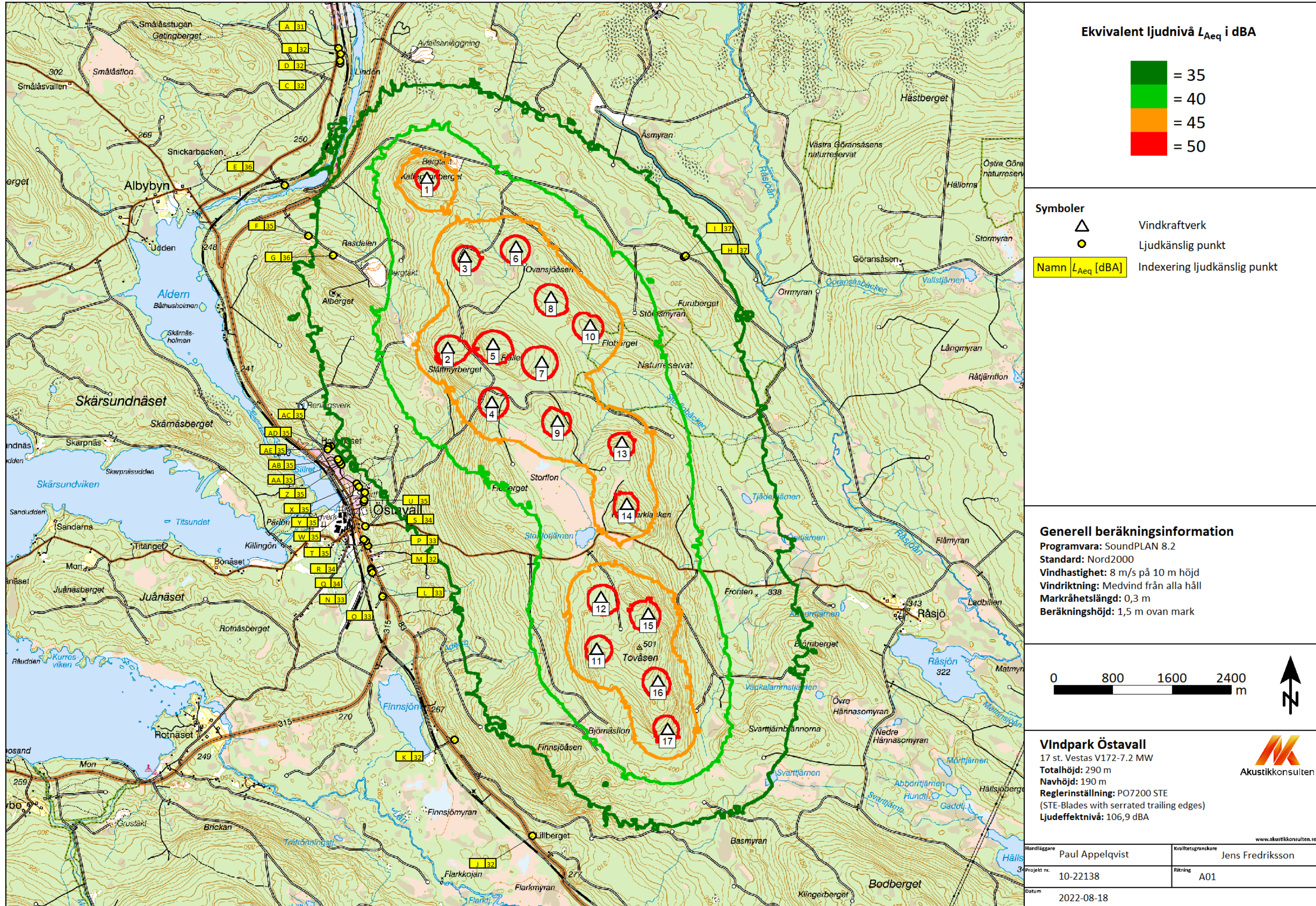
\*STE-Blades with serrated trailing edges

#### Information om ljuddata

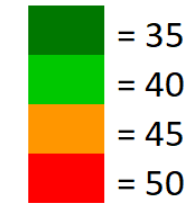
Beräkningar gäller utifrån de använda ljuddata, ljudeffekt samt frekvenspektrum. Dessa ljuddata garanteras inte av Akustikkonsulten i Sverige AB.

Vindpark Östavall								
Vindkraftverk	X [m] (Öst)	Y [m] (Nord)	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]	Verkstyp	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]
1	525720	6926275	190	560	370	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
2	526001	6923928	190	585	395	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
3	526237	6925186	190	585	395	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
4	526600	6923176	190	608	418	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
5	526615	6923977	190	632	442	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
6	526925	6925325	190	573	383	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
7	527273	6923735	190	613	423	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
8	527398	6924630	190	587	397	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
9	527489	6922916	190	621	431	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
10	527934	6924244	190	587	397	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
11	528019	6919769	190	666	476	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
12	528074	6920487	190	645	455	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
13	528362	6922627	190	621	431	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
14	528424	6921772	190	650	460	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
15	528716	6920257	190	651	461	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
16	528849	6919330	190	655	465	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
17	528978	6918662	190	632	442	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9





Ekvivalent ljudnivå  $L_{Aeq}$  i dBA



Symboler

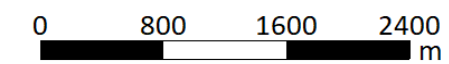
- Vindkraftverk
- Ljudkänslig punkt

Namn  $L_{Aeq}$  [dBA]

Indexering ljudkänslig punkt

### Generell beräkningsinformation

Programvara: SoundPLAN 8.2  
 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 Östavall

17 st. Vestas V172-7.2 MW  
 Totalhöjd: 290 m  
 Navhöjd: 190 m  
 Reglerinställning: PO7200 STE  
 (STE-Blades with serrated trailing edges)  
 Ljudeffektnivå: 106,9 dBA



Handläggare	Paul Appelqvist	Kvalitetsgranskare	Jens Fredriksson
Projekt nr.	10-22138	Ritning	A01
Datum	2022-08-18		



Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet JA/NEJ
A	524525	6928088	224	31	40	JA
AA	524537	6922370	257	35	40	JA
AB	524513	6922405	256	35	40	JA
AC	524419	6922586	259	35	40	JA
AD	524385	6922585	259	35	40	JA
AE	524381	6922544	257	35	40	JA
B	524551	6928004	226	32	40	JA
C	524549	6927876	230	32	40	JA
D	524544	6927914	230	32	40	JA
E	523798	6926190	239	36	40	JA
F	524118	6925494	275	35	40	JA
G	524451	6925224	288	36	40	JA
H	529206	6925204	294	37	40	JA
I	529227	6925221	292	37	40	JA
J	527151	6917205	280	32	40	JA
K	526096	6918533	295	32	40	JA
L	525118	6920514	263	33	40	JA
M	524967	6920904	263	32	40	JA
N	524970	6920875	263	33	40	JA
O	524985	6920843	263	33	40	JA
P	524927	6921217	255	33	40	JA
Q	524892	6921277	255	34	40	JA
R	524868	6921297	255	34	40	JA
S	524890	6921484	262	34	40	JA
T	524868	6921815	262	35	40	JA
U	524871	6921843	263	35	40	JA
W	524877	6921948	265	35	40	JA
X	524772	6922073	267	35	40	JA
Y	524800	6922025	265	35	40	JA

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet JA/NEJ
Z	524558	6922333	257	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 samtliga 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] <sup>1)</sup>								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
A	45	44	43	42	40	37	34	33	34
AA	46	46	45	44	44	43	41	39	35
AB	47	46	46	45	43	41	39	36	37
AC	47	46	46	45	43	41	38	37	36
AD	47	47	47	45	44	40	40	36	36
AE	47	47	46	45	43	41	37	37	37
B	45	44	44	42	40	38	34	33	34
C	45	45	44	43	41	38	34	33	34
D	45	45	44	43	41	38	34	33	34
E	48	46	46	44	40	35	37	40	40
F	47	47	47	46	44	41	38	35	36
G	49	48	48	47	45	43	39	35	35
H	48	48	48	46	45	43	41	39	38
I	48	48	48	47	46	43	40	38	38
J	44	43	43	42	41	40	38	36	33
K	43	43	43	42	42	41	38	38	35
L	46	46	46	44	42	39	35	34	36
M	48	47	46	45	44	42	40	38	34
N	47	46	46	44	42	39	35	34	36
O	47	46	45	44	42	39	35	35	36
P	46	45	45	44	43	41	39	36	34
Q	46	44	44	43	42	39	38	38	37
R	46	45	45	45	44	42	40	39	36
S	47	47	46	45	43	40	36	35	36
T	46	46	46	45	44	43	42	40	37



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
U	47	47	46	45	43	40	40	39	38
W	46	46	46	46	45	44	42	40	37
X	47	47	47	46	44	42	39	36	35
Y	47	47	46	45	44	41	39	37	36
Z	45	46	45	44	44	41	40	41	37

2) **Punkt B:** Fasaddämpning enligt artikeln *Sound insulation of dwellings at low frequencies, Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, vol 29, no 1, pp 15-23. 2010* av Hoffmeyer och Jakobsen.

3) **Punkt C:** Ljudnivå inomhus fås genom att subtrahera ljudnivå utomhus i varje 1/3-oktavband med motsvarande frekvensband för fasaddämpningen, **Punkt A – Punkt B.**

Fasaddämpning [dB] enligt Hoffmeyer och Jakobsen <sup>2)</sup>									
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
	6,7	7,6	10,3	14,2	17,5	18,4	17,5	18,6	22,4
Ljudnivå inomhus i 1/3-oktavband [dB] <sup>3)</sup>									
Ljudkänslig punkt	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
A	38	37	33	28	23	19	17	15	11
AA	40	38	35	30	26	24	23	20	13
AB	40	39	36	31	26	23	21	17	14
AC	40	39	36	31	26	23	20	18	13
AD	40	39	36	31	26	22	22	17	14
AE	40	39	36	31	26	22	20	18	14
B	38	37	33	28	23	19	17	14	11
C	39	37	34	29	24	20	17	15	11
D	38	37	34	29	23	19	17	14	11
E	41	38	36	30	23	17	19	22	18
F	41	39	36	32	26	23	20	16	13
G	42	41	38	33	28	24	21	17	13
H	42	41	37	32	28	25	23	21	16
I	42	40	37	33	28	24	22	19	15
J	37	36	32	28	23	21	21	17	11
K	36	36	32	28	25	23	21	20	13
L	40	39	35	30	25	20	17	16	14
M	41	40	36	31	26	24	23	19	11
N	40	39	35	30	25	21	17	15	13
O	40	39	35	30	24	20	18	16	13

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
P	39	38	34	30	25	22	21	18	12
Q	39	37	34	29	24	21	20	19	14
R	39	38	35	31	26	24	23	20	14
S	40	39	36	31	26	22	18	16	14
T	40	39	35	31	27	25	24	22	14
U	40	39	36	31	25	22	22	21	15
W	39	39	36	32	27	26	25	22	15
X	41	39	36	31	26	23	21	18	13
Y	41	39	36	31	26	23	21	19	14
Z	39	38	35	30	26	23	23	22	15

4) Riktvärden enligt Folkhälsomyndighetens rekommendation för lågfrekvent ljud inomhus, FoHMFS 2014:13.

5) **Punkt D:** Tabellen visar skillnaden mellan ljudnivån inomhus i varje 1/3-oktavband och riktvärden enligt punkt 4) i motsvarande frekvensband. Ett negativt grönt värde indikerar att riktvärdet innehålls medan ett positivt rött värde indikerar ett överskridande.

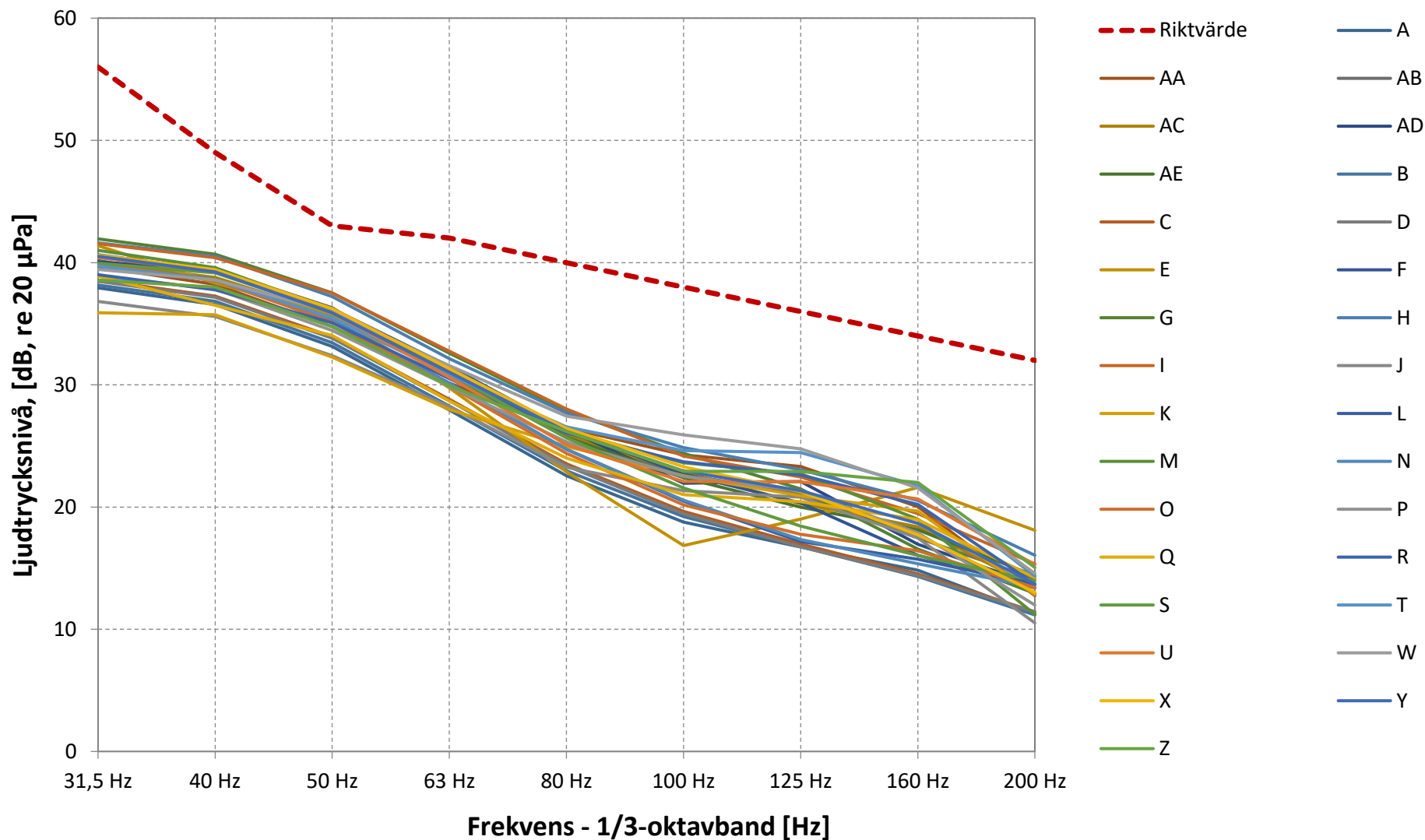
Detta illustreras även i grafen där den röda streckade linjen utgör riktvärdena för lågfrekvent ljud och de övriga linjerna utgör beräknade ljudnivåer inomhus mellan 31,5-200 Hz. Om linjerna ligger under den röda streckade linjen innehålls riktvärdena.

Riktvärden [dB] enligt FoHMFS 2014:13 <sup>4)</sup>									
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
	56	49	43	42	40	38	36	34	32
Jämförelse med riktvärden, 1/3-oktavband [dB] <sup>5)</sup>									
Ljudkänslig punkt	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
A	-18	-12	-10	-14	-17	-19	-19	-19	-21
AA	-16	-11	-8	-12	-14	-14	-13	-14	-19
AB	-16	-10	-7	-11	-14	-15	-15	-17	-18
AC	-16	-10	-7	-11	-14	-15	-16	-16	-19
AD	-16	-10	-7	-11	-14	-16	-14	-17	-18
AE	-16	-10	-7	-11	-14	-16	-16	-16	-18
B	-18	-12	-10	-14	-17	-19	-19	-20	-21
C	-17	-12	-9	-13	-16	-18	-19	-19	-21
D	-18	-12	-9	-13	-17	-19	-19	-20	-21
E	-15	-11	-7	-12	-17	-21	-17	-12	-14
F	-15	-10	-7	-10	-14	-15	-16	-18	-19
G	-14	-8	-5	-9	-12	-14	-15	-17	-19
H	-14	-8	-6	-10	-12	-13	-13	-13	-16
I	-14	-9	-6	-9	-12	-14	-14	-15	-17
J	-19	-13	-11	-14	-17	-17	-15	-17	-21
K	-20	-13	-11	-14	-15	-15	-15	-14	-19
L	-16	-10	-8	-12	-15	-18	-19	-18	-18
M	-15	-9	-7	-11	-14	-14	-13	-15	-21



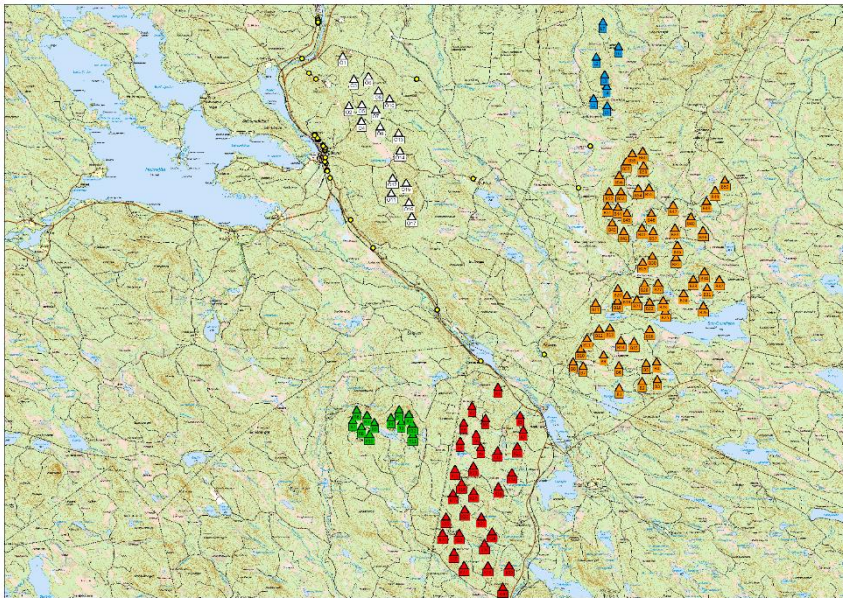
Ljudkänslig punkt	Riktvärden [dB] enligt FoHMFS 2014:13 <sup>4)</sup>								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
N	-16	-10	-8	-12	-15	-17	-19	-19	-19
O	-16	-10	-8	-12	-16	-18	-18	-18	-19
P	-17	-11	-9	-12	-15	-16	-15	-16	-20
Q	-17	-12	-9	-13	-16	-17	-16	-15	-18
R	-17	-11	-8	-11	-14	-14	-13	-14	-18
S	-16	-10	-7	-11	-14	-16	-18	-18	-18
T	-16	-10	-8	-11	-13	-13	-12	-12	-18
U	-16	-10	-7	-11	-15	-16	-14	-13	-17
W	-17	-10	-7	-10	-13	-12	-11	-12	-17
X	-15	-10	-7	-11	-14	-15	-15	-16	-19
Y	-15	-10	-7	-11	-14	-15	-15	-15	-18
Z	-17	-11	-8	-12	-14	-15	-13	-12	-17

## Lågfrekvent ljudnivå inomhus i ljudkänsliga punkter



# Ljudimmissionsberäkning av ljud från vindkraft

Vindpark Östavall - Exempellayout 17 vindkraftverk med totalhöjd 290 m



## Kundinformation

**Projekt:** Vindpark Östavall  
**Kund:** RWE Renewables Sweden AB  
**Kundreferens:** Claes Hyllienmark

## Projektinformation

**Dokument-ID:** 10-22137 A01  
**Projekt nr:** 10-22137  
**Datum:** 2022-10-10

## 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

RWE Renewables Sweden AB (RWE) planerar att söka tillstånd för att bygga en vindpark vid Östavall, vindpark Östavall, i Ånge 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 beräkningarna inkluderas även kumulativt ljudbidrag från 4 närliggande vindparker. I denna beräkningsrapport redovisas resultat och beräkningsförutsättningar från dessa beräkningar, utförda av Akustikkonsulten på uppdrag av RWE.

Beräkning av A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus utförs för en exempellayout med 17 vindkraftverk. I beräkningarna antas en fiktiv verkstyp motsvarande totalhöjd 290 m, rotordiameter 200 m och navhöjd 190 m. I dagsläget, oktober 2022, finns inte så stora vindkraftverk på marknaden för landbaserad vindkraft. Därvid antas ljuddata från ett av de största vindkraftverk som finns på marknaden idag, en Vestas V172-7.2 MW. 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 4 närliggande vindparker ingår enligt nedan, detta underlag har erhållits av RWE:

- Vindpark Långåsen: 7 vindkraftverk med en fiktiv verkstyp motsvarande totalhöjd 290 m, rotordiameter 200 m och navhöjd 190 m
- Vindpark Ribberget: 12 vindkraftverk av verkstyp Vestas V117-4.2 MW motsvarande totalhöjd 198,5 m, rotordiameter 117 m och navhöjd 140 m
- Vindpark Björnberget: 60 vindkraftverk av verkstyp Siemens Gamesa SG 6-0-170 motsvarande totalhöjd 220 m, rotordiameter 170 m och navhöjd 135 m
- Vindpark Källmyrberget: 30 vindkraftverk med en fiktiv verkstyp motsvarande totalhöjd 290 m, rotordiameter 205 m och navhöjd 187,5 m

Beräkningarna redovisas som A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus samt lågfrekvent ljud inomhus mellan 31,5-200 Hz i 36 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 40 dBA för A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus 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*. Notera att lågfrekvent ljud endast redovisas för det kumulativa beräkningsfallet, lågfrekvent ljud från enbart vindpark Östavall är dock lägre än detta resultat. 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 Östavall, både enskilt samt kumulativt med ljudbidrag från 4 närliggande vindparker. För vindkraftverken i vindpark Östavall finns det 8 ytterligare reglerinställningar med möjlighet till ljudreglering med upp till 8,9 dBA, om en kontroll av ljud efter byggnation skulle visa att riktvärdet överskrids vid någon bostad. Det är genom beräkningarna visat att det finns faktiska och tekniska möjligheter att innehålla ekvivalent ljudnivå 40 dBA.



## Sammanfattning av utförda beräkningar

### *Jämförelse mot riktvärden - Lågfrekvent ljud*

Riktvärdena inomhus i 1/3-oktavband mellan 31,5-200 Hz, motsvarande Folkhälsomyndighetens riktvärden i FoHMFS 2014:13, **inhålls** för alla frekvenser i alla ljudkänsliga punkter, både enskilt för vindpark Östavall, både enskilt samt kumulativt med ljudbidrag från 4 närliggande vindparker.

Sida	Innehåll
4-5	Riktvärden lågfrekvent ljud
6	Metod lågfrekvent ljud
7	Beräkningsförutsättningar
8	Ljuddata
9-16	Verksdata
17-19	Resultat - Ekvivalent ljudnivå (Ljudkartor)
20-22	Resultat - Ekvivalent ljudnivå (Punktberäkningar)
23-29	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]
Östavall	Vestas V172-7.2 MW	17	190	220	106,9
Långåsen	Vestas V172-7.2 MW	7	190	220	106,9
Riberget	Vestas V117-4.2 MW	12	140	198,5	106,0
Björnberget	Siemens Gamesa SG 6.0-170	60	135	220	106,0
Källmyrberget	Siemens Gamesa SG 6.0-170	30	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
Höjddata	Höjdpunkter 5x5 m

## 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 <sub>WA</sub> [dBA]
Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE*	106,9

**Referens ljuddata:** Ljudeffekt och frekvensdata har tagits från leverantören Vestas dokument 0128-4336\_00, daterat 2022-06-30. Dokumentet är sekretessbelagt av Vestas och frekvensdata får därvid ej redovisas. Antas även för vindpark Långåsen som fiktiv verkstyp med 200 m rotordiameter.

Det finns 8 ytterligare reglerinställningar med möjlighet till ljudreglering upp till 8,9 dBA, om en kontroll av ljud efter byggnation skulle visa att riktvärdet överskrids vid någon bostad.

\*STE-Blades with serrated trailing edges

Vindkraftverk	Reglerinställning	Ljudeffektnivå, L <sub>WA</sub> [dBA]
Vestas V117-4.2 MW	Mode 0 STE*	106,0

**Referens ljuddata:** Ljudeffekt och frekvensdata har tagits från leverantören Vestas dokument 0067-7587\_02, daterat 2017-12-03. Dokumentet är sekretessbelagt av Vestas och frekvensdata får därvid ej redovisas.

\*STE-Blades with serrated trailing edges

Vindkraftverk	Reglerinställning	Ljudeffektnivå, L <sub>WA</sub> [dBA]
Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0

**Referens ljuddata:** Ljudeffektnivå, frekvensspektrum i 1/3-oktavband mellan 10-160 Hz och oktavband mellan 63-8 000 Hz har tagits från leverantörens dokument D2359593-002 SGRE ON SG 6.0-170 Standard Acoustic Emission, Rev. 0, AM 0 - AM-6, N1 - N7, IEC Ed3 daterat 2020-02-27. Då dokumentet är sekretessbelagt av Siemens Gamesa Renewable Energy A/S kan frekvensdata ej redovisas. Redovisad ljudeffektnivå motsvarar den högsta angivna ljudeffektnivån för samtliga vindhastigheter och reglerinställning "AM 0" med en märkeffekt på 6.2 MW. Antas för vindpark Källmyrberget som fiktiv verkstyp med 205 m rotordiameter.

#### Information om ljuddata

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

Vindpark Östavall								
Vindkraftverk	X [m] (Öst)	Y [m] (Nord)	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]	Verkstyp	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]
Ö1	525720	6926275	190	560	370	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
Ö2	526001	6923928	190	585	395	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
Ö3	526237	6925186	190	585	395	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
Ö4	526600	6923176	190	608	418	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
Ö5	526615	6923977	190	632	442	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
Ö6	526925	6925325	190	573	383	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
Ö7	527273	6923735	190	613	423	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
Ö8	527398	6924630	190	587	397	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
Ö9	527489	6922916	190	621	431	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
Ö10	527934	6924244	190	587	397	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
Ö11	528019	6919769	190	666	476	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
Ö12	528074	6920487	190	645	455	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
Ö13	528362	6922627	190	621	431	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
Ö14	528424	6921772	190	650	460	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
Ö15	528716	6920257	190	651	461	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
Ö16	528849	6919330	190	655	465	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
Ö17	528978	6918662	190	632	442	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9

Vindpark Långåsen								
Vindkraftverk	X [m] (Öst)	Y [m] (Nord)	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]	Verkstyp	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]
L1	537603	6924260	190	640	450	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
L2	537737	6926240	190	586	396	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
L3	538136	6925398	190	660	470	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
L4	538225	6924840	190	694	504	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
L5	538240	6923925	190	617	427	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
L6	538786	6926724	190	637	447	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9
L7	538041	6927903	190	560	370	Vestas V172-7.2 MW	PO7200 STE	106,9



Vindpark Ribberget								
Vindkraftverk	X [m] (Öst)	Y [m] (Nord)	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]	Verkstyp	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]
R1	528853	6909277	140	630	490	Vestas V117-4.2 MW	Mode 0 STE	106,0
R2	528385	6909492	140	647	507	Vestas V117-4.2 MW	Mode 0 STE	106,0
R3	528482	6908932	140	632	492	Vestas V117-4.2 MW	Mode 0 STE	106,0
R4	527995	6909123	140	618	478	Vestas V117-4.2 MW	Mode 0 STE	106,0
R5	526860	6909236	140	605	465	Vestas V117-4.2 MW	Mode 0 STE	106,0
R6	526376	6909481	140	600	460	Vestas V117-4.2 MW	Mode 0 STE	106,0
R7	526190	6908997	140	616	476	Vestas V117-4.2 MW	Mode 0 STE	106,0
R8	526596	6908682	140	602	462	Vestas V117-4.2 MW	Mode 0 STE	106,0
R9	527211	6908889	140	592	452	Vestas V117-4.2 MW	Mode 0 STE	106,0
R10	526976	6908328	140	610	470	Vestas V117-4.2 MW	Mode 0 STE	106,0
R11	529031	6908309	140	621	481	Vestas V117-4.2 MW	Mode 0 STE	106,0
R12	529019	6908810	140	617	477	Vestas V117-4.2 MW	Mode 0 STE	106,0

Vindpark Björnberget								
Vindkraftverk	X [m] (Öst)	Y [m] (Nord)	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]	Verkstyp	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]
B1	538823	6910542	135	535	400	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B2	539909	6910836	135	569	434	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B3	540634	6910923	135	599	464	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B4	540601	6911773	135	580	445	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B5	540096	6911700	135	579	444	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B6	538798	6911593	135	564	429	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B7	537107	6911567	135	563	428	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B8	536641	6911763	135	569	434	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B9	538078	6912095	135	592	457	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B10	537003	6912377	135	610	475	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B11	537300	6912883	135	583	448	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B12	537876	6913328	135	596	461	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B13	538386	6913377	135	594	459	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B14	538904	6912778	135	587	452	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B15	539522	6912743	135	581	446	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B16	540268	6913306	135	551	416	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B17	537706	6914560	135	574	439	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B18	538747	6914656	135	598	463	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B19	539183	6914921	135	617	482	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B20	538753	6915250	135	588	453	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B21	539655	6914728	135	613	478	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B22	540268	6914608	135	596	461	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B23	540912	6914681	135	607	472	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B24	541877	6915011	135	598	463	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B25	541012	6914181	135	601	466	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B26	542806	6914430	135	557	422	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B27	540665	6915519	135	586	451	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B28	540020	6915485	135	597	462	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B29	539939	6916499	135	585	450	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0

Vindpark Björnberget								
Vindkraftverk	X [m] (Öst)	Y [m] (Nord)	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]	Verkstyp	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]
B30	540393	6916781	135	623	488	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B31	543002	6915286	135	581	446	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B32	543566	6915679	135	564	429	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B33	542339	6915688	135	615	480	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B34	542855	6916045	135	625	490	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B35	541515	6916723	135	586	451	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B36	541587	6917297	135	575	440	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B37	540427	6917952	135	591	456	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B38	541470	6918129	135	581	446	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B39	542803	6918002	135	553	418	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B40	542221	6918656	135	561	426	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B41	539910	6918122	135	600	465	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B42	539033	6917956	135	602	467	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B43	538486	6918358	135	619	484	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B44	538763	6919101	135	636	501	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B45	539175	6918826	135	618	483	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B46	540344	6918817	135	589	454	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B47	541384	6919212	135	559	424	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B48	542959	6919379	135	540	405	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B49	543373	6919920	135	556	421	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B50	543837	6920394	135	565	430	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B51	538269	6919170	135	626	491	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B52	538337	6919844	135	611	476	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B53	538911	6919843	135	624	489	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B54	539721	6919992	135	590	455	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B55	540241	6920034	135	573	438	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B56	538814	6920617	135	620	485	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B57	539154	6921255	135	596	461	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B58	539966	6921082	135	633	498	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0

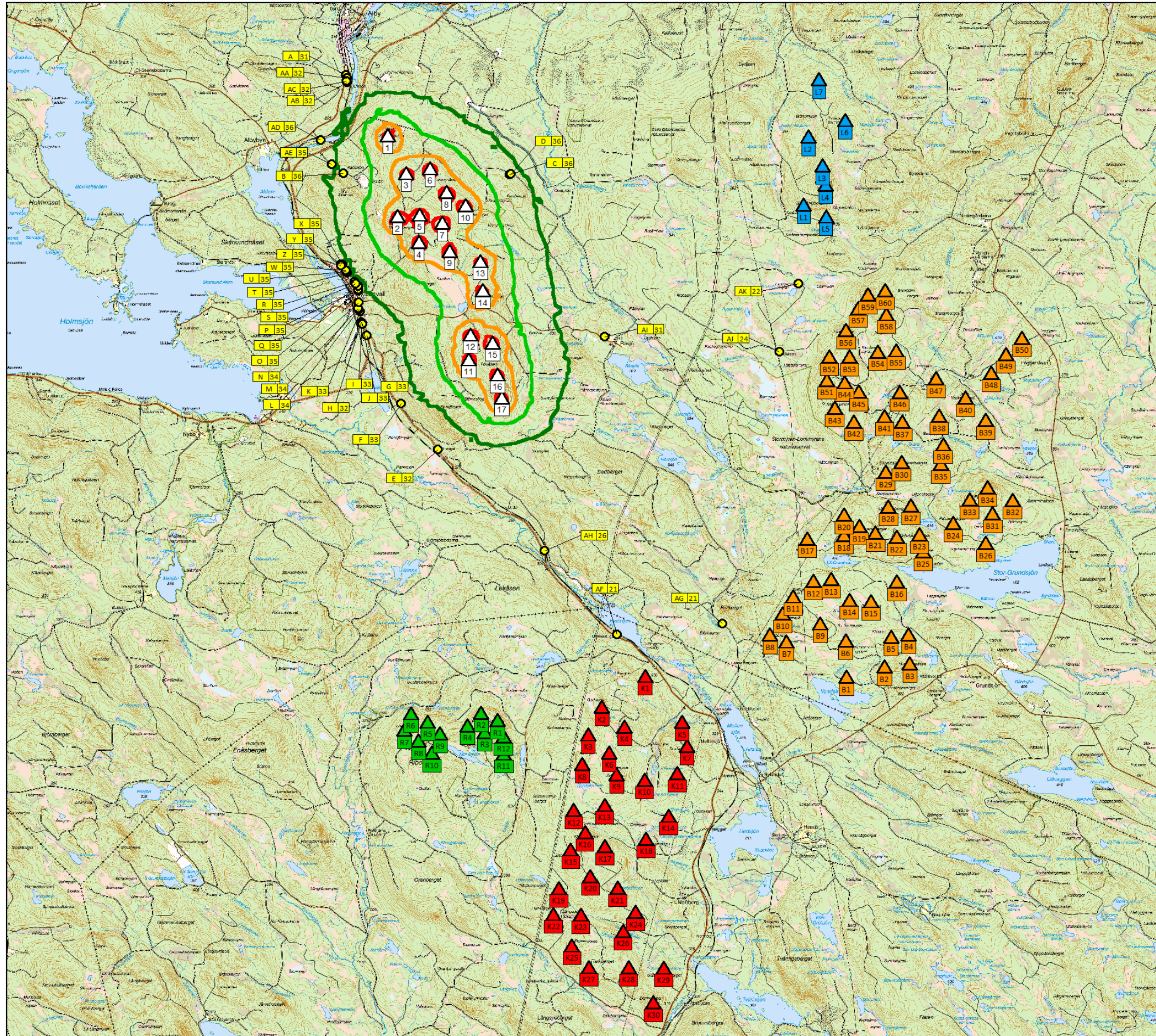
Vindpark Björnberget								
Vindkraftverk	X [m] (Öst)	Y [m] (Nord)	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]	Verkstyp	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]
B59	539439	6921647	135	639	504	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
B60	539932	6921776	135	618	483	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0

Vindpark Källmyrberget								
Vindkraftverk	X [m] (Öst)	Y [m] (Nord)	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]	Verkstyp	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]
K1	533067	6910566	205	554	349	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K2	531836	6909662	205	637	432	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K3	531442	6908869	205	683	478	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K4	532484	6909090	205	639	434	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K5	534122	6909224	205	567	362	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K6	532038	6908337	205	647	442	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K7	534266	6908528	205	618	413	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K8	531276	6908000	205	654	449	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K9	532258	6907705	205	648	443	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K10	533048	6907548	205	577	372	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K11	533989	6907734	205	600	395	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K12	531028	6906669	205	613	408	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K13	531910	6906819	205	610	405	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K14	533736	6906502	205	566	361	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K15	530944	6905523	205	681	476	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K16	531350	6906023	205	647	442	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K17	531919	6905614	205	643	438	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K18	533093	6905830	205	583	378	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K19	530600	6904401	205	617	412	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K20	531503	6904746	205	643	438	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K21	532284	6904406	205	624	419	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K22	530446	6903644	205	601	396	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K23	531229	6903628	205	597	392	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K24	532795	6903703	205	580	375	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K25	530978	6902732	205	596	391	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K26	532435	6903149	205	590	385	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K27	531459	6902104	205	604	399	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K28	532594	6902099	205	589	384	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0
K29	533598	6902087	205	559	354	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0

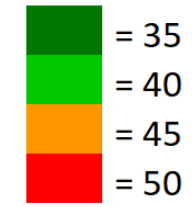


Vindpark Källmyrberget								
Vindkraftverk	X [m] (Öst)	Y [m] (Nord)	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]	Verkstyp	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]
K30	533303	6901072	205	599	394	Siemens Gamesa SG 6.0-170	AM 0	106,0





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



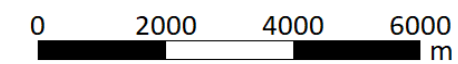
### Symboler

- Vindkraftverk - Östavall
- Vindkraftverk - Långåsen
- Vindkraftverk - Ribberget
- Vindkraftverk - Björnberget
- Vindkraftverk - Källmyrberget
- Ljudkänslig punkt

Namn	$L_{Aeq}$ [dBA]	Indexering ljudkänslig punkt
------	-----------------	------------------------------

### Generell beräkningsinformation

Programvara: SoundPLAN 8.2  
 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 Östavall

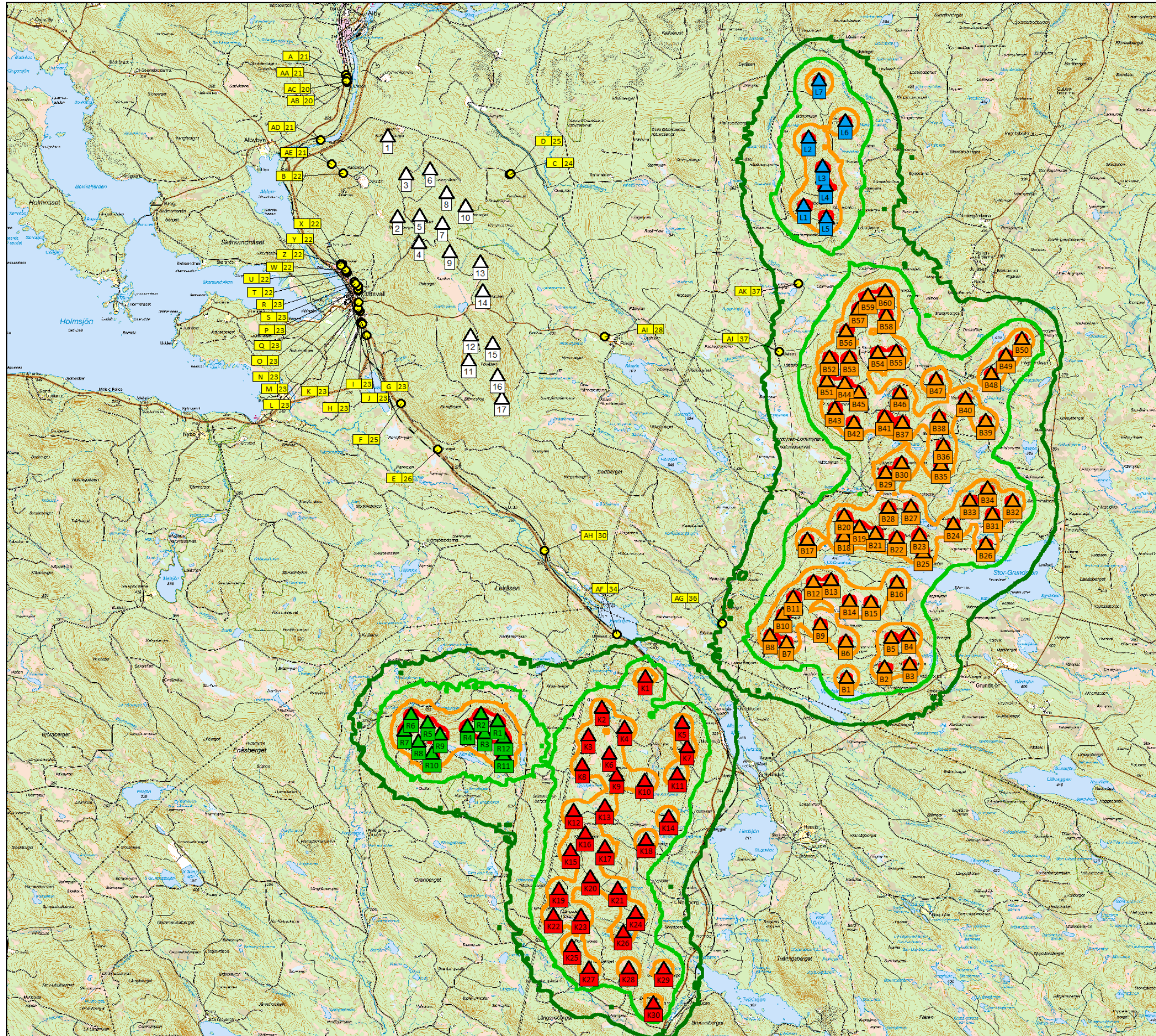
17 st. Vestas V172-7.2 MW  
 Totalhöjd: 290 m  
 Navhöjd: 190 m  
 Reglerinställning: PO7200 STE  
 (STE-Blades with serrated trailing edges)  
 Ljudeffektnivå: 106,9 dBA  
 Enskilt ljudbidrag från vindpark Östavall



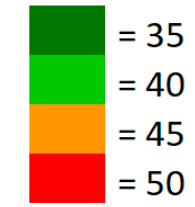
www.akustikkonsulten.se

Handläggare	Paul Appelqvist	Kvalitetsgranskare	Jens Fredriksson
Projekt nr.	10-22137	Ritning	A02:1
Datum	2022-10-10		





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



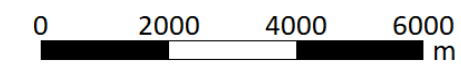
### Symboler

- Vindkraftverk - Östavall
- Vindkraftverk - Långåsen
- Vindkraftverk - Ribberget
- Vindkraftverk - Björnberget
- Vindkraftverk - Källmyrberget
- Ljudkänslig punkt

Namn	$L_{Aeq}$ [dBA]	Indexering ljudkänslig punkt
------	-----------------	------------------------------

### Generell beräkningsinformation

Programvara: SoundPLAN 8.2  
 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



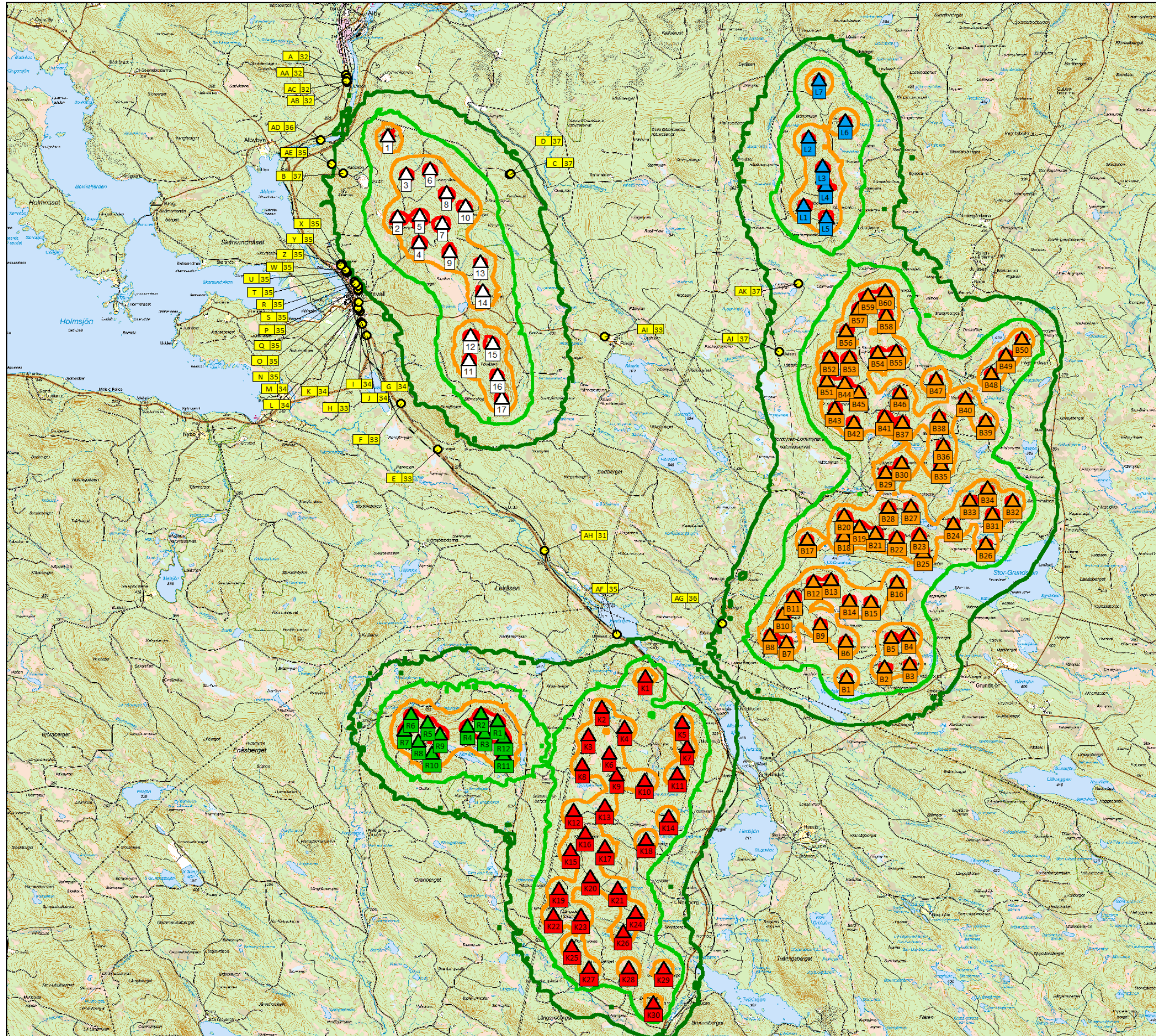
### Vindpark Östavall

17 st. Vestas V172-7.2 MW  
 Totalhöjd: 290 m  
 Navhöjd: 190 m  
 Reglerinställning: PO7200 STE  
 (STE-Blades with serrated trailing edges)  
 Ljudeffektnivå: 106,9 dBA  
 Enskilt ljudbidrag från 4 närliggande vindparker

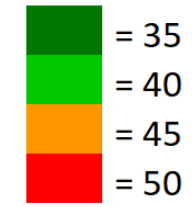


Handläggare	Paul Appelqvist	Kvalitetsgranskare	Jens Fredriksson
Projekt nr.	10-22137	Ritning	A02:2
Datum	2022-10-10		





Ekvivalent ljudnivå  $L_{Aeq}$  i dBA



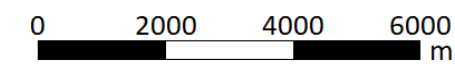
Symboler

- Vindkraftverk - Östavall
- Vindkraftverk - Långåsen
- Vindkraftverk - Ribberget
- Vindkraftverk - Björnberget
- Vindkraftverk - Källmyrberget
- Ljudkänslig punkt

Namn |  $L_{Aeq}$  [dBA] | Indexering ljudkänslig punkt

### Generell beräkningsinformation

Programvara: SoundPLAN 8.2  
 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 Östavall

17 st. Vestas V172-7.2 MW  
 Totalhöjd: 290 m  
 Navhöjd: 190 m  
 Reglerinställning: PO7200 STE  
 (STE-Blades with serrated trailing edges)  
 Ljudeffektnivå: 106,9 dBA  
 Kumulativt ljudbidrag från vindpark Östavall och 4 närliggande vindparker



Handläggare	Paul Appelqvist	Kvalitetsgranskare	Jens Fredriksson
Projekt nr.	10-22137	Ritning	A02:3
Datum	2022-10-10		



Ljudkänslig punkt	X [m] (Öst)	Y [m] (Nord)	Marknivå [möh]	Enskilt bidrag [dBA]		Kumulativt [dBA]	Innehålls 40 dBA
				Östavall	4 närliggande	Östavall + 4 närliggande	JA/NEJ
A	524525	6928088	224	31	21	32	JA
AA	524551	6928004	226	32	21	32	JA
AB	524549	6927876	230	32	20	32	JA
AC	524544	6927914	230	32	20	32	JA
AD	523798	6926190	239	36	21	36	JA
AE	524118	6925494	275	35	21	35	JA
AF	532272	6911826	319	21	34	35	JA
AG	535275	6912145	352	21	36	36	JA
AH	530204	6914264	300	26	30	31	JA
AI	531909	6920481	354	31	28	33	JA
AJ	536905	6920038	400	24	37	37	JA
AK	537460	6922024	388	22	37	37	JA
B	524451	6925224	288	36	22	37	JA
C	529206	6925204	294	36	24	37	JA
D	529227	6925221	292	36	25	37	JA
E	527151	6917205	280	32	26	33	JA
F	526096	6918533	295	33	25	33	JA
G	525118	6920514	263	33	23	34	JA
H	524967	6920904	263	32	23	33	JA
I	524970	6920875	263	33	23	34	JA
J	524985	6920843	263	33	23	34	JA
K	524927	6921217	255	33	23	34	JA
L	524892	6921277	255	34	23	34	JA
M	524868	6921297	255	34	23	34	JA
N	524890	6921484	262	34	23	35	JA
O	524868	6921815	262	35	23	35	JA
P	524871	6921843	263	35	23	35	JA
Q	524877	6921948	265	35	23	35	JA
R	524772	6922073	267	35	23	35	JA



Ljudkänslig punkt	X [m] (Öst)	Y [m] (Nord)	Marknivå [möh]	Enskilt bidrag [dBA]		Kumulativt [dBA]	Innehålls 40 dBA
				Östavall	4 närliggande	Östavall + 4 närliggande	JA/NEJ
S	524800	6922025	265	35	23	35	JA
T	524558	6922333	257	35	22	35	JA
U	524537	6922370	257	35	22	35	JA
W	524513	6922405	256	35	22	35	JA
X	524419	6922586	259	35	22	35	JA
Y	524385	6922585	259	35	22	35	JA
Z	524381	6922544	257	35	22	35	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 Östavall (kolumn **Östavall**) samt de 4 närliggande vindparkerna Långåsen, Björnberget, Ribberget och Källmyrberget (kolumn **4 närliggande**) redovisas enskilt under rubrik **Enskilt bidrag**.
2. Den kumulativa ljudnivån med ljudbidrag från både vindpark Östavall, Långåsen, Björnberget, Ribberget och Källmyrberget redovisas under rubrik **Kumulativt** och kolumn **Östavall + 4 närliggande**.

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 Östavall enskilt och kumulativt med ljudbidrag från de 4 närliggande vindparkerna.

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 Östavall och 4 närliggande vindparker.

Ljudkänslig punkt	Ljudnivå utomhus i 1/3-oktavband [dB] <sup>1)</sup>								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
A	46	45	44	43	41	39	36	34	34
AA	46	45	45	43	41	39	36	34	34
AB	46	46	45	44	42	39	36	34	34
AC	46	45	45	44	42	39	36	34	34
AD	49	47	47	45	41	37	37	40	41
AE	48	47	47	46	44	42	39	35	36
AF	48	46	46	45	44	42	40	39	36
AG	48	46	47	46	45	43	42	40	37
AH	46	45	45	43	41	40	38	37	35
AI	48	47	46	44	42	39	38	38	37
AJ	50	48	48	47	45	43	42	40	39
AK	50	49	49	48	46	44	41	38	37
B	49	49	48	47	46	43	40	36	36
C	49	48	48	47	45	43	42	40	39
D	49	48	48	47	46	43	40	39	38
E	46	45	45	44	43	41	40	38	35
F	45	45	45	44	44	42	40	39	36
G	48	47	46	45	43	40	37	35	36
H	49	48	47	46	44	43	41	38	34
I	48	47	46	45	43	40	37	35	36
J	48	47	46	45	43	40	37	36	36
K	47	46	46	45	44	42	40	37	35
L	47	45	45	44	43	41	39	38	37
M	47	46	46	45	44	43	41	39	36
N	48	47	47	46	44	41	38	36	37

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
O	47	47	47	46	45	44	42	41	37
P	48	48	47	46	44	41	40	40	38
Q	47	47	47	46	46	45	43	40	37
R	48	48	47	46	45	43	40	37	36
S	48	48	47	46	44	42	40	38	36
T	47	46	46	45	44	42	40	40	38
U	47	47	46	45	45	43	41	39	35
W	48	47	47	46	44	42	39	37	37
X	48	47	47	46	44	42	39	37	36
Y	48	48	47	45	45	41	40	36	36
Z	48	48	47	46	44	42	39	37	37

2) **Punkt B:** Fasaddämpning enligt artikeln *Sound insulation of dwellings at low frequencies, Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, vol 29, no 1, pp 15-23. 2010* av Hoffmeyer och Jakobsen.

3) **Punkt C:** Ljudnivå inomhus fås genom att subtrahera ljudnivå utomhus i varje 1/3-oktavband med motsvarande frekvensband för fasaddämpningen, **Punkt A – Punkt B.**

Fasaddämpning [dB] enligt Hoffmeyer och Jakobsen <sup>2)</sup>									
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
	6,7	7,6	10,3	14,2	17,5	18,4	17,5	18,6	22,4
Ljudnivå inomhus i 1/3-oktavband [dB] <sup>3)</sup>									
Ljudkänslig punkt	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
A	39	37	34	29	24	20	18	15	11
AA	39	38	34	29	24	20	18	15	11
AB	40	38	35	30	24	21	18	15	12
AC	40	38	35	29	24	20	18	15	12
AD	42	39	36	30	24	19	20	22	18
AE	41	40	37	32	27	23	21	17	14
AF	41	38	36	31	26	24	23	20	14
AG	42	39	37	32	28	25	25	21	14
AH	40	37	35	29	24	21	21	18	12
AI	41	39	36	30	24	20	21	19	14
AJ	43	40	38	33	28	24	24	21	16
AK	43	41	39	34	29	26	24	19	15
B	42	41	38	33	28	25	22	17	13
C	42	41	38	33	28	25	25	21	16
D	42	41	38	33	29	25	23	21	16
E	40	38	35	30	25	23	22	19	12
F	39	38	35	30	26	24	22	20	14
G	41	39	36	31	26	22	19	17	14
H	42	40	37	32	27	24	23	20	12
I	41	39	36	31	26	22	19	16	14



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
J	41	39	36	31	26	22	20	17	14
K	40	39	36	31	26	23	22	18	12
L	40	37	35	30	25	22	22	19	14
M	40	38	36	31	27	25	24	21	14
N	41	40	37	32	27	23	20	17	14
O	41	39	36	32	27	25	25	22	15
P	41	40	37	31	26	23	23	21	15
Q	40	39	37	32	28	26	25	22	15
R	41	40	37	32	27	24	22	18	13
S	41	40	37	32	27	24	22	19	14
T	40	39	36	31	27	24	23	22	15
U	40	39	36	31	27	25	24	20	13
W	41	39	36	32	27	23	22	18	14
X	41	39	36	32	27	24	21	19	14
Y	41	40	37	31	27	23	23	18	14
Z	41	40	37	32	27	23	21	19	15

4) Riktvärden enligt Folkhälsomyndighetens rekommendation för lågfrekvent ljud inomhus, FoHMFS 2014:13.

5) **Punkt D:** Tabellen visar skillnaden mellan ljudnivån inomhus i varje 1/3-oktavband och riktvärden enligt punkt 4) i motsvarande frekvensband. Ett negativt grönt värde indikerar att riktvärdet innehålls medan ett positivt rött värde indikerar ett överskridande.

Detta illustreras även i grafen där den röda streckade linjen utgör riktvärdena för lågfrekvent ljud och de övriga linjerna utgör beräknade ljudnivåer inomhus mellan 31,5-200 Hz. Om linjerna ligger under den röda streckade linjen innehålls riktvärdena.

Riktvärden [dB] enligt FoHMFS 2014:13 <sup>4)</sup>									
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
	56	49	43	42	40	38	36	34	32
Jämförelse med riktvärden, 1/3-oktavband [dB] <sup>5)</sup>									
Ljudkänslig punkt	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
A	-17	-12	-9	-13	-16	-18	-18	-19	-21
AA	-17	-11	-9	-13	-16	-18	-18	-19	-21
AB	-16	-11	-8	-12	-16	-17	-18	-19	-20
AC	-16	-11	-8	-13	-16	-18	-18	-19	-20
AD	-14	-10	-7	-12	-16	-19	-16	-12	-14
AE	-15	-9	-6	-10	-13	-15	-15	-17	-18
AF	-15	-11	-7	-11	-14	-14	-13	-14	-18
AG	-14	-10	-6	-10	-12	-13	-11	-13	-18
AH	-16	-12	-8	-13	-16	-17	-15	-16	-20
AI	-15	-10	-7	-12	-16	-18	-15	-15	-18
AJ	-13	-9	-5	-9	-12	-14	-12	-13	-16
AK	-13	-8	-4	-8	-11	-12	-12	-15	-17
B	-14	-8	-5	-9	-12	-13	-14	-17	-19
C	-14	-8	-5	-9	-12	-13	-11	-13	-16
D	-14	-8	-5	-9	-11	-13	-13	-13	-16
E	-16	-11	-8	-12	-15	-15	-14	-15	-20
F	-17	-11	-8	-12	-14	-14	-14	-14	-18
G	-15	-10	-7	-11	-14	-16	-17	-17	-18

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
H	-14	-9	-6	-10	-13	-14	-13	-14	-20
I	-15	-10	-7	-11	-14	-16	-17	-18	-18
J	-15	-10	-7	-11	-14	-16	-16	-17	-18
K	-16	-10	-7	-11	-14	-15	-14	-16	-20
L	-16	-12	-8	-12	-15	-16	-14	-15	-18
M	-16	-11	-7	-11	-13	-13	-12	-13	-18
N	-15	-9	-6	-10	-13	-15	-16	-17	-18
O	-15	-10	-7	-10	-13	-13	-11	-12	-17
P	-15	-9	-6	-11	-14	-15	-13	-13	-17
Q	-16	-10	-6	-10	-12	-12	-11	-12	-17
R	-15	-9	-6	-10	-13	-14	-14	-16	-19
S	-15	-9	-6	-10	-13	-14	-14	-15	-18
T	-16	-10	-7	-11	-13	-14	-13	-12	-17
U	-16	-10	-7	-11	-13	-13	-12	-14	-19
W	-15	-10	-7	-10	-13	-15	-14	-16	-18
X	-15	-10	-7	-10	-13	-14	-15	-15	-18
Y	-15	-9	-6	-11	-13	-15	-13	-16	-18
Z	-15	-9	-6	-10	-13	-15	-15	-15	-17

## Lågfrekvent ljudnivå inomhus i ljudkänsliga punkter

