



wpd

think energy

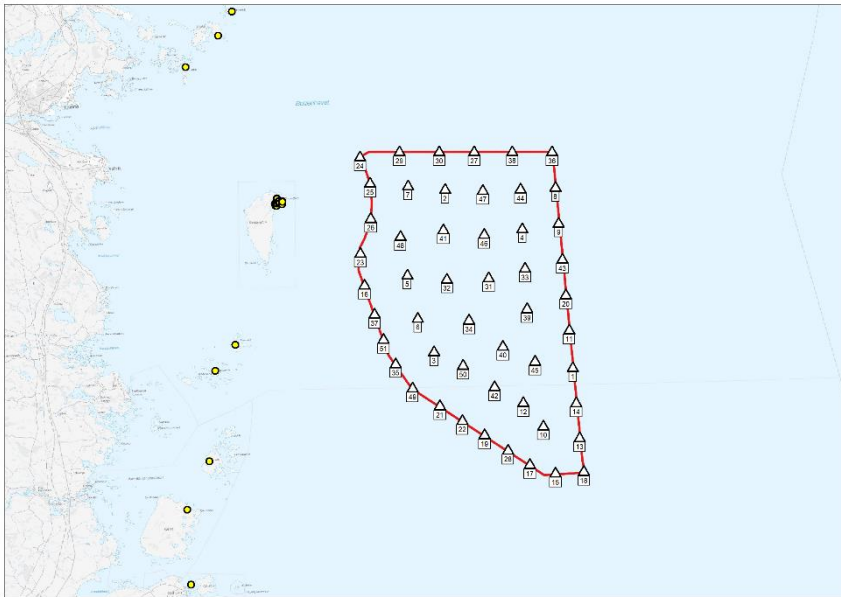
Vindkraftpark Storgrundet

Bilaga M12B

**Ljudimmissionsberäkning av
ljud från vindkraft**

Ljudimmissionsberäkning av ljud från vindkraft

Vindpark Storgundet Offshore - 51 st. GE Haliade-X 12 MW totalhöjd 290 m



Kundinformation

Projekt: Vindpark Storgundet Offshore
Kund: wpd offshore Stockholm AB
Kundreferens: Pär Boquist

Projektinformation

Dokument-ID: 10-20159 A02
Projekt nr: 10-20159
Datum: 2021-01-28

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 offshore Stockholm AB (wpd) planerar för den havsbaserade vindparken, vindpark Storgrundet Offshore, i Gävleborgs län. För att utreda ljudpåverkan, A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus och lågfrekvent ljud inomhus, från vindparken har bolaget anlitat Akustikkonsulten i Sverige AB (Akustikkonsulten) för att utföra ljudberäkningar.

Beräkning av A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus utförs för vindpark Storgrundet Offshore, 51 vindkraftverk av verkstyp GE Haliade-X 12 MW med navhöjd 155 m och totalhöjd 290 m, med den nordiska beräkningsmetoden Nord2000 i enlighet med praxis. Praxis innebär att beräkningarna utförts för medvind 8 m/s på 10 m höjd. Naturvårdsverket rekommenderar i sin vägledning, *Vägledning om buller från vindkraftverk* (2020-12-01), beräkningsmetoden Nord2000 för beräkning av ljud från vindkraftverk. Se närmare beskrivning av beräkningsmetoden på sida 4. 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 punktberäkningar och ljudkartor för ekvivalent ljudnivå utomhus samt lågfrekvent ljud inomhus mellan 31,5-200 Hz. Totalt antas 25 ljudkänsliga punkter i beräkningarna, erhållna av wpd. 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 enligt praxis, 40 dBA. För lågfrekvent ljud inomhus mellan 31,5-200 Hz görs jämförelsen mot riktvärdena i *Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus, FoHMFS 2014:13*. Folkhälsomyndighetens riktvärden redovisas i detalj på sida 5. Beräkning av lågfrekvent ljud inomhus utgår från Akustikkonsultens metod beskriven på sida 6.

Resultatet kan sammanfattas enligt nedan:

Jämförelse mot riktvärdet - Ekvivalent ljudnivå

Riktvärdet för A-vägd ekvivalent ljudnivå, 40 dBA, **innehålls** i samtliga 25 ljudkänsliga punkter. Även ekvivalent ljudnivå 35 dBA **innehålls** i samtliga ljudkänsliga punkter.

Jämförelse mot riktvärden - Lågfrekvent ljud

De rekommenderade riktvärdena inomhus i 1/3-oktavband mellan 31,5-200 Hz, enligt FoHMFS 2014:13, **innehålls** för alla frekvenser i samtliga 25 ljudkänsliga punkter.

Sida	Innehåll
4	Metod havsbaserade vindparker
5	Riktvärden lågfrekvent ljud
6	Metod lågfrekvent ljud
7	Beräkningsförutsättningar
8	Ljuddata
9-10	Verksdata
11	Resultat - Ljudkarta Översikt
12	Resultat - Ljudkarta Detalj Storljungfrun
13-14	Resultat - Ekvivalent ljudnivå
15-20	Resultat - Lågfrekvent ljud

Beskrivning av beräkningsmetoden

I Naturvårdsverkets senaste vägledning *Vägledning av buller från vindkraftverk* (2020-12-01), sägs att:

"Naturvårdsverket rekommenderar alltså att man beräknar vindkraftsbuller med modellen Nord2000".

Man gör ingen uppdelning mellan havsbaserad och landbaserad vindkraft, utan det anges att Nord2000 ska användas för alla ljudberäkningar. Dock skriver man även att:

*"För en **bedömning** av förväntade ljudnivåer från havsbaserad vindkraft kan Naturvårdsverkets modell för havsbaserad vindkraft användas. Den ger dock i normalfallet en **överskattning av de faktiska ljudnivåerna**".*

I Naturvårdsverkets tidigare vägledning var val av beräkningsmetod för havsbaserade vindparker något ottydligt beskrivet, vilket således nu har förtydligats. En anledning till att Nord2000 nu anvisas får antas vara de osäkerheter som föreligger med Naturvårdsverkets beräkningsmetod för havsbaserad vindkraft, där den beräknade ljudnivån troligtvis överskattas. En anledning till denna överskattning är att beräkningsmetoden antar ett sällan förekommande meteorologiskt fenomen kallat "low level jets", vindar med ett stort språng i vindhastighet på några 100 m höjd vilket observerats på vissa platser i Östersjön. För information kring Naturvårdsverkets beräkningsmetoder se vägledningen för mätning och beräkning, *Mätning och beräkning av ljud från vindkraft* (2013-06-10). Denna vägledning hänvisas fortfarande på Naturvårdsverkets hemsida (<https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledningar/Buller/Buller-fran-vindkraft/> avläst 2021-01-28), där det dock förtydligas att:

"Observera att ovanstående dokument är från 2013 och att viss justering har skett i Naturvårdsverkets vägledning sedan dess. Bland annat anges i den nu gällande vägledningen att kontroll av buller från vindkraftverk ska ske vid den vindhastighet där vindkraftverket alstrar högst ljudnivåer, vilket kan vara vid lägre vindhastighet än referensförhållandena med 8 m/s på 10 m höjd."

I enlighet med Naturvårdsverkets nu gällande vägledning används således beräkningsmetoden Nord2000 för vindpark Storgrundet. Nord2000 tar hänsyn till olika parametrar bl.a. vind, temperatur och markegenskaper. När det gäller markegenskaper kan hänsyn tas till vattenytans akustiska egenskaper, med antagande om hård yta för vatten vilket gör att ljudet sprids längre. Om Naturvårdsverkets beräkningsmetod för havsbaserad vindkraft skulle användas, för en bedömning, skulle beräkningsresultatet troligtvis vara högre än det som beräknas med Nord2000.

Här kan även nämnas att beräkningar med Nord2000 har accepterats av svenska miljödomstolar för flera havsbaserade vindparker, bl.a. i Mark- och miljödomstolen dom i mål 2633-05 för vindpark Väneren, Mark- och miljööverdomstolen dom i mål M-1043-06 och M 294-08 för vindpark Skottarrevet samt Mark- och miljödomstolens yttrande i mål M 4234-10 för vindpark Blekinge Offshore. Även i det nu lagakraftvunna tillståndet för vindpark Storgrundet Offshore har tillåtligheten bedömts baserat på ljudberäkningar utförda med Nord2000. Se Mark- och miljödomstolen i Östersund Tingsrätt dom i mål M 2977-08 och Mark- och miljööverdomstolen dom i mål M 8211-10.

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 utredningar av lågfrekvent ljud både genom beräkning och kontrollmätning, 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]
Storgundet Offshore	GE Haliade-X 12 MW	51	155	290	115,0

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	0,01 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 ⁴ /3/s ²
Turbulenta temperaturfluktuationer	0,008 K/s ²
Effektiv flödesresistans mark	Klass D
Effektiv flödesresistans vatten	Klass H
Koordinatsystem	Sweref99 TM
Höjddata	Höjdlinjer 10 m ekvidistans

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]
GE Haliade-X 12 MW	Normal Operation	115,0

Referens ljuddata: Information om ljudeffektnivå och frekvensspektrum i 1/3-oktavband har antagits från leverantörens dokument *WT_Noise_Emission_17_054 = Gxxx & EWA201_Rev02_EN* daterat 2018. Ljudeffektnivån motsvarar angiven ljudeffektnivå för reglerinställning "Normal Operation".

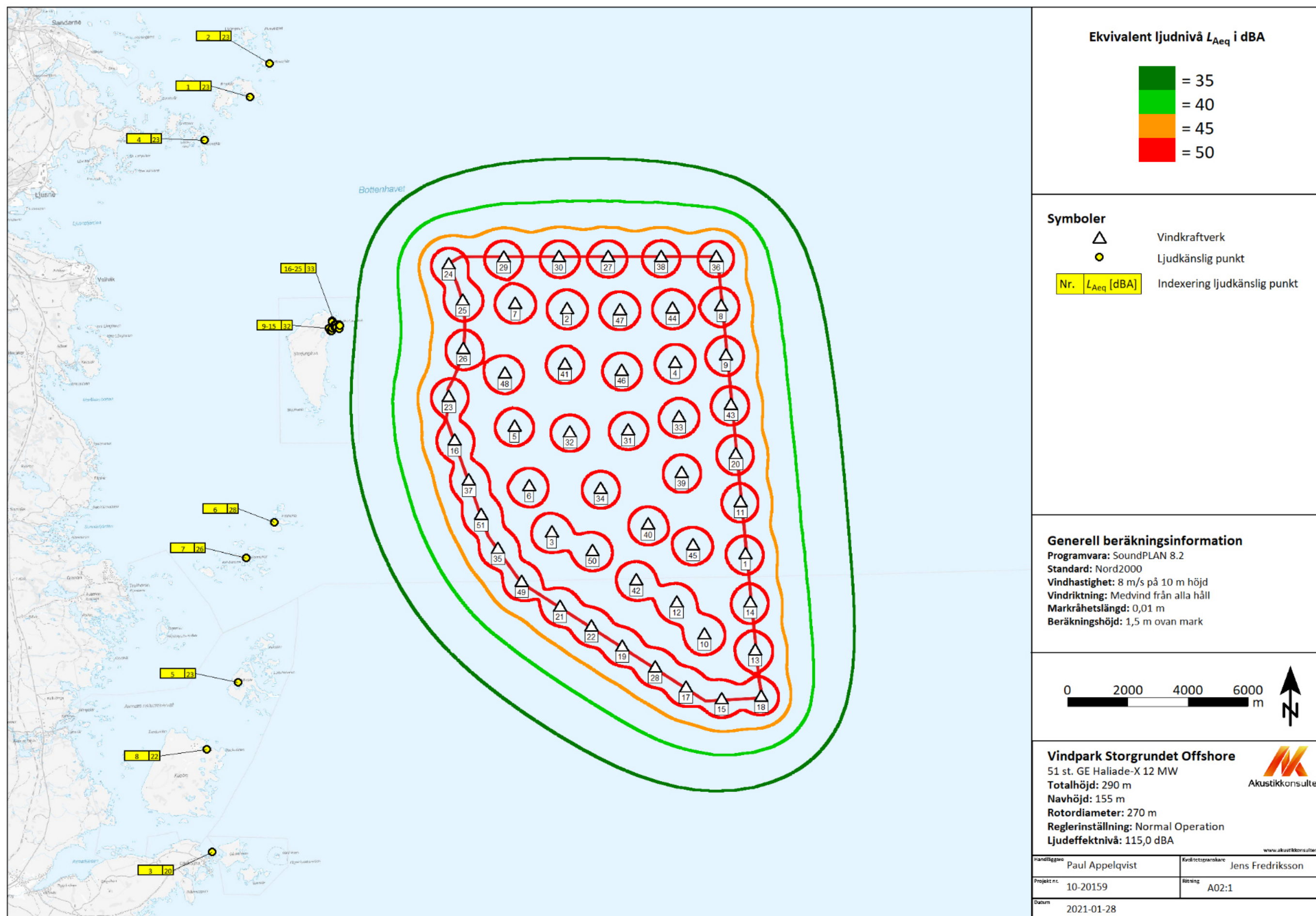
Dokumentet är sekretessbelagd av General Electric Company (GE) och frekvensdata får därvid ej redovisas. Dokumentet har erhållits av wpd.

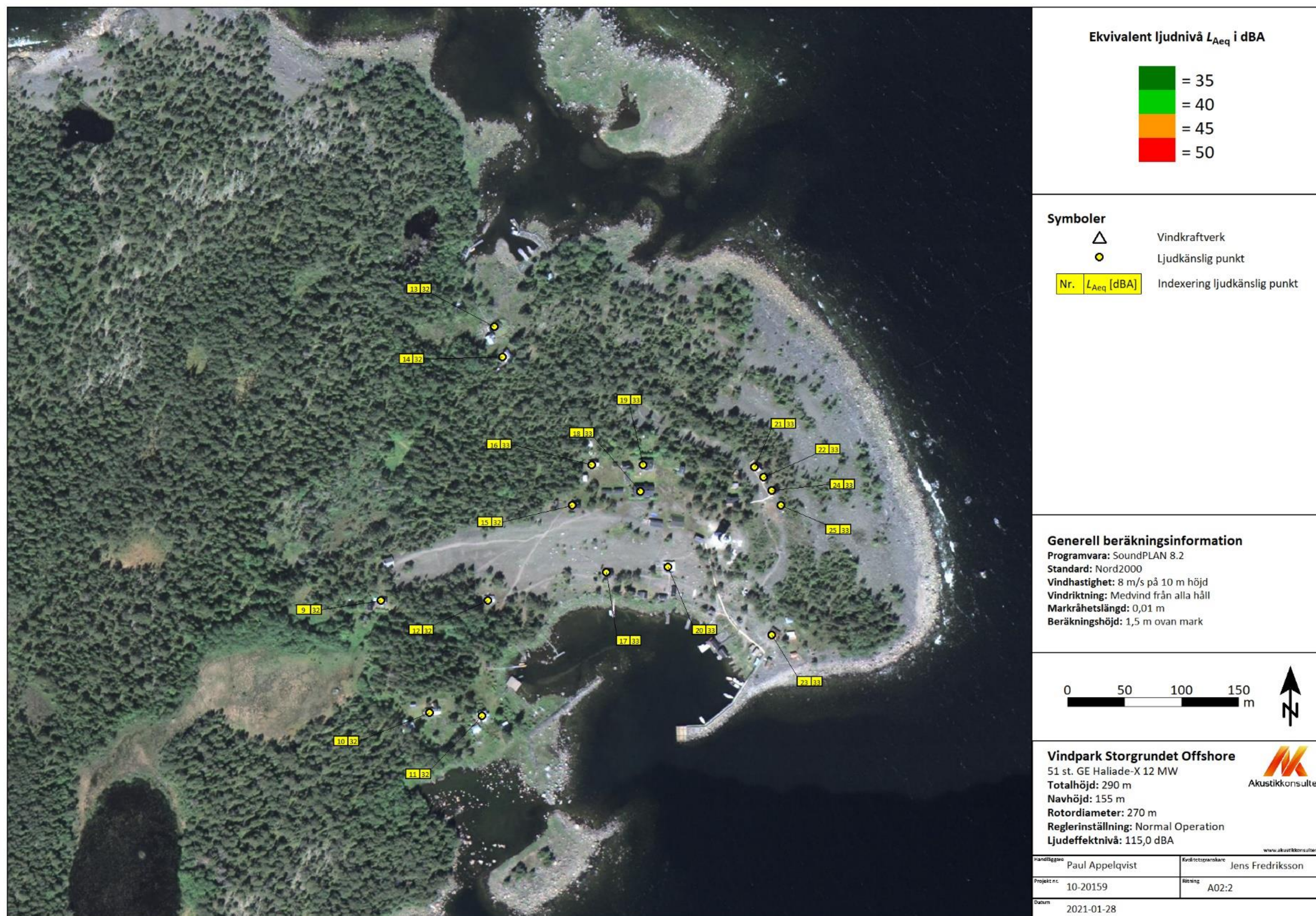
Information om ljuddata

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

Vindpark Storgundet Offshore								
Vindkraftverk	Verkstyp	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]
1	GE Haliade-X 12 MW	639106	6776004	Normal Operation	115,0	155	155	0
2	GE Haliade-X 12 MW	633180	6784276	Normal Operation	115,0	155	155	0
3	GE Haliade-X 12 MW	632669	6776739	Normal Operation	115,0	155	155	0
4	GE Haliade-X 12 MW	636758	6782452	Normal Operation	115,0	155	155	0
5	GE Haliade-X 12 MW	631427	6780304	Normal Operation	115,0	155	155	0
6	GE Haliade-X 12 MW	631916	6778295	Normal Operation	115,0	155	155	0
7	GE Haliade-X 12 MW	631461	6784442	Normal Operation	115,0	155	155	0
8	GE Haliade-X 12 MW	638300	6784372	Normal Operation	115,0	155	155	0
9	GE Haliade-X 12 MW	638454	6782713	Normal Operation	115,0	155	155	0
10	GE Haliade-X 12 MW	637740	6773295	Normal Operation	115,0	155	155	0
11	GE Haliade-X 12 MW	638938	6777750	Normal Operation	115,0	155	155	0
12	GE Haliade-X 12 MW	636812	6774372	Normal Operation	115,0	155	155	0
13	GE Haliade-X 12 MW	639421	6772747	Normal Operation	115,0	155	155	0
14	GE Haliade-X 12 MW	639266	6774367	Normal Operation	115,0	155	155	0
15	GE Haliade-X 12 MW	638305	6771103	Normal Operation	115,0	155	155	0
16	GE Haliade-X 12 MW	629443	6779835	Normal Operation	115,0	155	155	0
17	GE Haliade-X 12 MW	637118	6771499	Normal Operation	115,0	155	155	0
18	GE Haliade-X 12 MW	639626	6771180	Normal Operation	115,0	155	155	0
19	GE Haliade-X 12 MW	635009	6772879	Normal Operation	115,0	155	155	0
20	GE Haliade-X 12 MW	638782	6779377	Normal Operation	115,0	155	155	0
21	GE Haliade-X 12 MW	632939	6774228	Normal Operation	115,0	155	155	0
22	GE Haliade-X 12 MW	633981	6773549	Normal Operation	115,0	155	155	0
23	GE Haliade-X 12 MW	629253	6781307	Normal Operation	115,0	155	155	0
24	GE Haliade-X 12 MW	629242	6785783	Normal Operation	115,0	155	155	0
25	GE Haliade-X 12 MW	629704	6784567	Normal Operation	115,0	155	155	0
26	GE Haliade-X 12 MW	629737	6782923	Normal Operation	115,0	155	155	0
27	GE Haliade-X 12 MW	634532	6786024	Normal Operation	115,0	155	155	0
28	GE Haliade-X 12 MW	636097	6772169	Normal Operation	115,0	155	155	0
29	GE Haliade-X 12 MW	631068	6786020	Normal Operation	115,0	155	155	0

Vindpark Storgundet Offshore								
Vindkraftverk	Verkstyp	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]
30	GE Haliade-X 12 MW	632908	6786021	Normal Operation	115,0	155	155	0
31	GE Haliade-X 12 MW	635205	6780174	Normal Operation	115,0	155	155	0
32	GE Haliade-X 12 MW	633271	6780114	Normal Operation	115,0	155	155	0
33	GE Haliade-X 12 MW	636895	6780620	Normal Operation	115,0	155	155	0
34	GE Haliade-X 12 MW	634298	6778207	Normal Operation	115,0	155	155	0
35	GE Haliade-X 12 MW	630887	6776183	Normal Operation	115,0	155	155	0
36	GE Haliade-X 12 MW	638140	6786026	Normal Operation	115,0	155	155	0
37	GE Haliade-X 12 MW	629917	6778483	Normal Operation	115,0	155	155	0
38	GE Haliade-X 12 MW	636301	6786033	Normal Operation	115,0	155	155	0
39	GE Haliade-X 12 MW	636982	6778735	Normal Operation	115,0	155	155	0
40	GE Haliade-X 12 MW	635863	6776996	Normal Operation	115,0	155	155	0
41	GE Haliade-X 12 MW	633103	6782404	Normal Operation	115,0	155	155	0
42	GE Haliade-X 12 MW	635471	6775114	Normal Operation	115,0	155	155	0
43	GE Haliade-X 12 MW	638621	6781037	Normal Operation	115,0	155	155	0
44	GE Haliade-X 12 MW	636679	6784291	Normal Operation	115,0	155	155	0
45	GE Haliade-X 12 MW	637355	6776299	Normal Operation	115,0	155	155	0
46	GE Haliade-X 12 MW	634989	6782190	Normal Operation	115,0	155	155	0
47	GE Haliade-X 12 MW	634929	6784233	Normal Operation	115,0	155	155	0
48	GE Haliade-X 12 MW	631106	6782094	Normal Operation	115,0	155	155	0
49	GE Haliade-X 12 MW	631670	6775058	Normal Operation	115,0	155	155	0
50	GE Haliade-X 12 MW	634016	6776107	Normal Operation	115,0	155	155	0
51	GE Haliade-X 12 MW	630329	6777316	Normal Operation	115,0	155	155	0





Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet JA/NEJ
1	622658	6791450	0	23	40	JA
2	623300	6792574	0	23	40	JA
3	621407	6765963	0	20	40	JA
4	621141	6789988	0	23	40	JA
5	622256	6771680	1	23	40	JA
6	623466	6777094	0	28	40	JA
7	622532	6775884	0	26	40	JA
8	621228	6769430	0	22	40	JA
9	625284	6783650	0	32	40	JA
10	625327	6783550	0	32	40	JA
11	625373	6783547	0	32	40	JA
12	625378	6783650	0	32	40	JA
13	625384	6783894	0	32	40	JA
14	625391	6783867	0	32	40	JA
15	625452	6783735	0	32	40	JA
16	625469	6783771	0	33	40	JA
17	625482	6783675	0	33	40	JA
18	625512	6783747	0	33	40	JA
19	625514	6783771	0	33	40	JA
20	625536	6783680	0	33	40	JA
21	625612	6783769	0	33	40	JA
22	625620	6783760	0	33	40	JA
23	625627	6783619	0	33	40	JA
24	625627	6783748	0	33	40	JA
25	625635	6783735	0	33	40	JA

Information om resultat

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

Se ljudkartorna för indexering av ljudkänsliga punkter.

Det är punktberäkningen enligt ovan som ger det exakta resultatet. Om resultatet i ljudkartan samt punktberäkningen skiljer åt är det punktberäkningen som ska användas.

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

"Beräknade ljudnivåer ska aldrig redovisas med decimaler då beräkningarna inte har en sådan noggrannhet. Värdena bör istället avrundas till närmaste heltal så att exempelvis 38,49 dBA avrundas nedåt till 38 dBA och 38,50 dBA avrundas uppåt till 39 dBA."

Riktvärdet för A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus, 40 dBA, **innehålls** i samtliga 25 ljudkänsliga punkter. Även ekvivalent ljudnivå 35 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.

	Ljudnivå utomhus i 1/3-oktavband [dB] ¹⁾								
Ljudkänslig punkt	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
1	45	43	40	38	35	33	30	29	25
2	45	43	40	38	35	32	30	29	24
3	44	41	39	36	34	31	28	26	20
4	45	43	40	38	35	32	30	29	24
5	46	43	41	38	36	33	31	28	25
6	48	46	43	41	38	36	34	33	31
7	47	45	42	40	37	35	33	32	29
8	45	42	40	38	36	33	32	27	23
9	50	48	46	43	41	38	37	34	35
10	50	48	46	43	41	38	37	35	35
11	50	48	46	43	41	38	37	35	35
12	50	48	46	43	41	38	37	35	35
13	50	48	46	43	41	38	37	34	35
14	50	48	46	43	41	38	37	34	35
15	51	48	46	44	41	38	38	35	35
16	51	48	46	44	41	38	38	35	35
17	51	48	46	44	41	39	38	35	35
18	51	48	46	44	41	39	38	35	35
19	51	48	46	44	41	39	38	35	35
20	51	49	46	44	41	39	38	35	35
21	51	49	46	44	41	39	38	35	35
22	51	49	46	44	41	39	38	35	35
23	51	49	46	44	41	39	38	35	35
24	51	49	46	44	41	39	38	35	35
25	51	49	46	44	41	39	38	35	35

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.**

	Fasaddämpning [dB] enligt Hoffmeyer och Jakobsen ²⁾								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
	6,7	7,6	10,3	14,2	17,5	18,4	17,5	18,6	22,4
	Ljudnivå inomhus i 1/3-oktavband [dB] ³⁾								
Ljudkänslig punkt	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
1	39	35	30	24	18	14	12	11	2
2	39	35	30	23	18	14	12	10	2
3	37	34	28	22	16	13	11	7	-2
4	38	35	30	23	18	14	12	10	2
5	39	36	30	24	18	15	13	9	2
6	41	38	33	27	21	17	17	15	9
7	40	37	32	26	20	16	15	14	7
8	38	35	29	23	18	15	14	8	1
9	44	41	35	29	23	20	20	16	12
10	44	41	35	29	23	20	20	16	12
11	44	41	36	29	23	20	20	16	12
12	44	41	35	29	23	20	20	16	12
13	44	41	35	29	23	20	20	16	12
14	44	41	35	29	23	20	20	16	12
15	44	41	36	29	24	20	20	16	12
16	44	41	36	29	24	20	20	16	12
17	44	41	36	29	24	20	20	16	12
18	44	41	36	29	24	20	20	16	12
19	44	41	36	29	24	20	20	16	12
20	44	41	36	29	24	20	20	16	12

Ljudkänslig punkt	Ljudnivå inomhus i 1/3-oktavband [dB] ³⁾								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
21	44	41	36	30	24	20	20	16	13
22	44	41	36	30	24	20	20	16	13
23	44	41	36	30	24	20	20	16	13
24	44	41	36	30	24	20	20	16	13
25	44	41	36	30	24	20	20	16	13

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

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

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

Riktvärden [dB] enligt FoHMFS 2014:13 ⁴⁾									
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
	56	49	43	42	40	38	36	34	32
Jämförelse med riktvärden, 1/3-oktavband [dB] ⁵⁾									
Ljudkänslig punkt	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
1	-17	-14	-13	-18	-22	-24	-24	-23	-30
2	-17	-14	-13	-19	-22	-24	-24	-24	-30
3	-19	-15	-15	-20	-24	-25	-25	-27	-34
4	-18	-14	-13	-19	-22	-24	-24	-24	-30
5	-17	-13	-13	-18	-22	-23	-23	-25	-30
6	-15	-11	-10	-15	-19	-21	-19	-19	-23
7	-16	-12	-11	-16	-20	-22	-21	-20	-25
8	-18	-14	-14	-19	-22	-23	-22	-26	-31
9	-12	-8	-8	-13	-17	-18	-16	-18	-20
10	-12	-8	-8	-13	-17	-18	-16	-18	-20
11	-12	-8	-7	-13	-17	-18	-16	-18	-20
12	-12	-8	-8	-13	-17	-18	-16	-18	-20
13	-12	-8	-8	-13	-17	-18	-16	-18	-20
14	-12	-8	-8	-13	-17	-18	-16	-18	-20
15	-12	-8	-7	-13	-16	-18	-16	-18	-20
16	-12	-8	-7	-13	-16	-18	-16	-18	-20
17	-12	-8	-7	-13	-16	-18	-16	-18	-20
18	-12	-8	-7	-13	-16	-18	-16	-18	-20

Ljudkänslig punkt	Riktvärden [dB] enligt FoHMFS 2014:13 ⁴⁾								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
19	-12	-8	-7	-13	-16	-18	-16	-18	-20
20	-12	-8	-7	-13	-16	-18	-16	-18	-20
21	-12	-8	-7	-12	-16	-18	-16	-18	-19
22	-12	-8	-7	-12	-16	-18	-16	-18	-19
23	-12	-8	-7	-12	-16	-18	-16	-18	-19
24	-12	-8	-7	-12	-16	-18	-16	-18	-19
25	-12	-8	-7	-12	-16	-18	-16	-18	-19

