



wpd

think energy

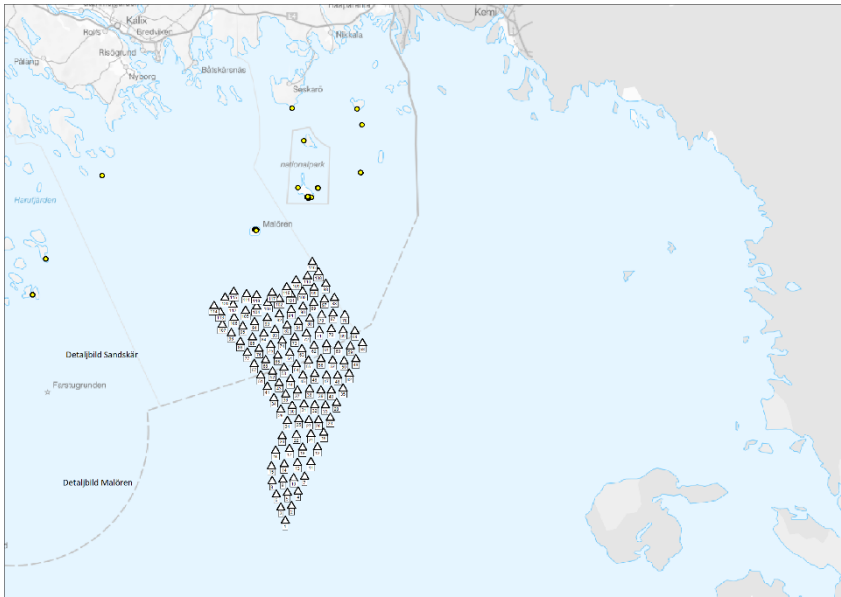
Vindkraftpark Polargrund

Bilaga 2b

Ljudberäkning - rapport

Ljudimmissionsberäkning av ljud från vindkraft

Polargrund Offshore - 120 st. vindkraftverk med totalhöjd 350 m



Kundinformation

Projekt: Polargrund Offshore
Kund: Polargrund Offshore AB
Kundreferens: Mona Date

Projektinformation

Dokument-ID: 10-22006 A01
Projekt nr: 10-22006
Datum: 2022-03-11

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

Polargrund Offshore AB (bolaget) planerar för en havsbaserade vindpark, Polargrund Offshore, i norra Bottenviken. 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 Polargrund Offshore, 120 vindkraftverk med en antagen rotordiameter om 330 m, navhöjd 185 m och totalhöjd 350 m. Då det inte finns vindkraftverk med 330 m rotordiameter på marknaden i mars 2022 antas ljuddata för ett av de största vindkraftverken som finns tillgängligt idag, verkstyp Vestas V236-15 MW, enligt instruktion från bolaget. Beräkningarna utförs med den nordiska beräkningsmetoden Nord2000 i enlighet med praxis, vilket 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 41 ljudkänsliga punkter i beräkningarna, erhållna av bolaget. 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, **inhålls** i samtliga 41 ljudkänsliga punkter. Även ekvivalent ljudnivå 35 dBA **inhålls** 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, **inhålls** för alla frekvenser i samtliga 41 ljudkänsliga punkter.

Sida	Innehåll
4	Metod havsbaserade vindparker
5	Riktvärden lågfrekvent ljud
6	Metod lågfrekvent ljud
7	Beräkningsförutsättningar
8	Ljuddata
9-13	Verksdata
14	Resultat - Ljudkarta Översikt
15-17	Resultat - Ekvivalent ljudnivå
18-24	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. 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 genom åren, bl.a. i Mark- och miljödomstolen dom i mål M 2633-05 för vindpark Väneren, Mark- och miljööverdomstolen dom i mål M 1043-06 och M 294-08 för vindpark Skottarrevet, Mark- och miljödomstolens yttrande i mål M 4234-10 för vindpark Blekinge Offshore samt i Östersund Tingsrätt dom i mål M 2977-08 och Mark- och miljööverdomstolen dom i mål M 8211-10 för vindpark Storgrundet.

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]
Polargrund Offshore	Rotordiameter 330 m	120	185	350	118,0

Beräkningsparametrar i programvara	
Beräkningsprogram	SoundPLAN 8.2
Beräkningsstandard	Nord2000
Sökradie	90 000 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 m4/3/s2
Turbulenta temperaturfluktuationer	0,008 K/s2
Effektiv flödesresistans mark	Klass D
Effektiv flödesresistans vatten	Klass H
Koordinatsystem	Sweref99 TM
Höjddata	Metria 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_{WA} [dBA]
Rotordiameter 330 m	15 MW	115,0

Referens ljuddata: Då det inte finns vindkraftverk med 330 m rotordiameter på marknaden i mars 2022 antas ljuddata för ett av de största vindkraftverken som finns tillgängligt idag, verkstyp Vestas V236-15 MW, enligt instruktion från bolaget. Ljudeffektnivå och frekvensspektrum i 1/3-oktavband har antagits från leverantören Vestas dokument *DMS 0105-2594_00, V236-15 MW Third octave noise emission* daterat 2021-04-14. Ljudeffektnivån motsvarar angiven ljudeffektnivå för märkeffekten 15 MW. Vindkraftverket har inte ljuddämpande så kallade "serrated trailing edges" installerade.

Dokumentet är sekretessbelagd av Vestas Wind Systems A/S och frekvensdata får därvid ej redovisas. Dokumentet har erhållits av bolaget.

Information om ljuddata

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

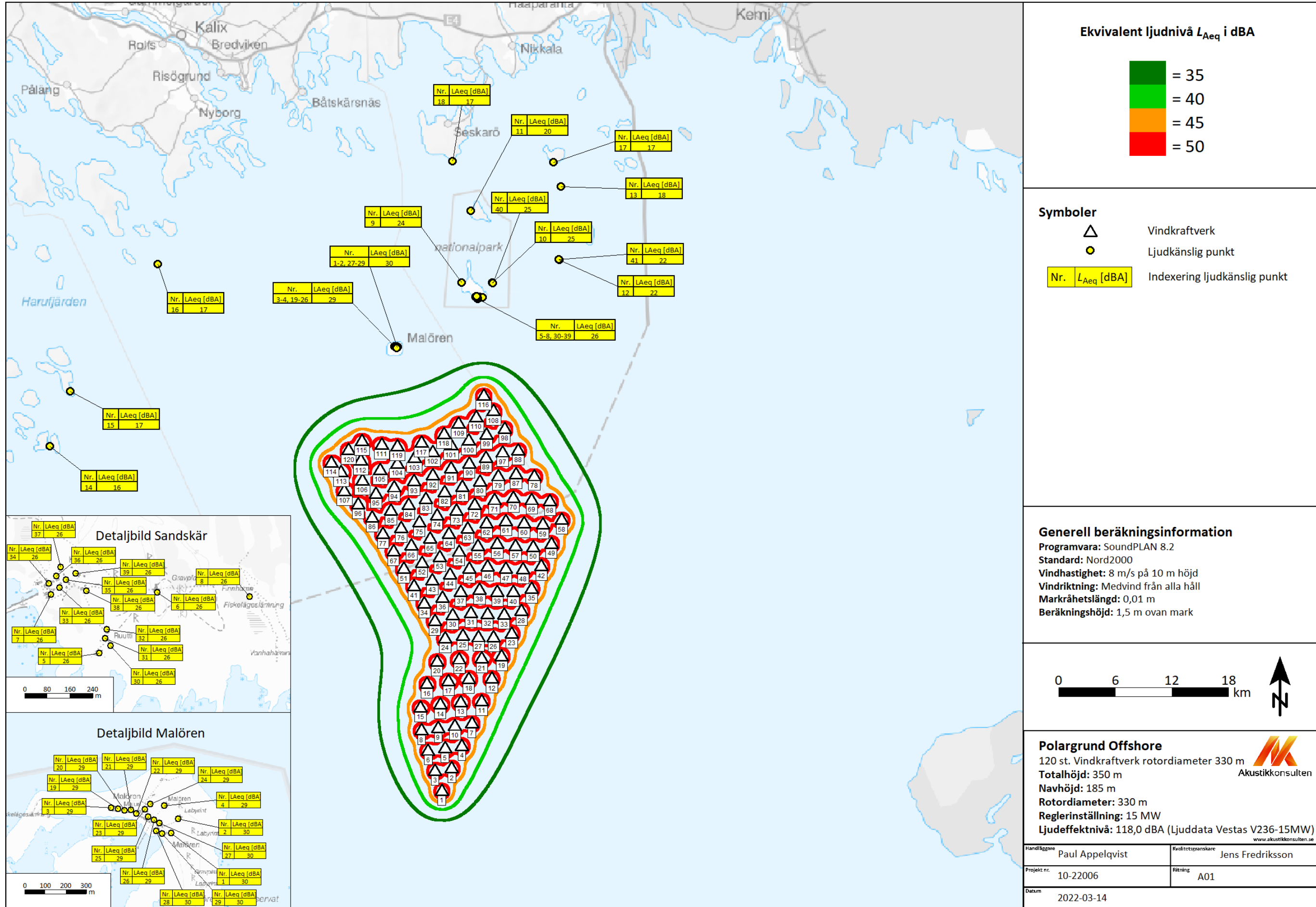
Polargrund Offshore								
Vindkraftverk	Verkstyp	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]
1	Rotordiameter 330 m	899299	7246237	15 MW	118,0	185	185	0
2	Rotordiameter 330 m	900362	7248654	15 MW	118,0	185	185	0
3	Rotordiameter 330 m	898578	7248410	15 MW	118,0	185	185	0
4	Rotordiameter 330 m	901423	7251072	15 MW	118,0	185	185	0
5	Rotordiameter 330 m	899640	7250830	15 MW	118,0	185	185	0
6	Rotordiameter 330 m	897856	7250583	15 MW	118,0	185	185	0
7	Rotordiameter 330 m	902478	7253488	15 MW	118,0	185	185	0
8	Rotordiameter 330 m	897142	7252761	15 MW	118,0	185	185	0
9	Rotordiameter 330 m	898914	7253006	15 MW	118,0	185	185	0
10	Rotordiameter 330 m	900702	7253255	15 MW	118,0	185	185	0
11	Rotordiameter 330 m	903540	7255909	15 MW	118,0	185	185	0
12	Rotordiameter 330 m	904604	7258332	15 MW	118,0	185	185	0
13	Rotordiameter 330 m	901323	7255802	15 MW	118,0	185	185	0
14	Rotordiameter 330 m	899130	7255553	15 MW	118,0	185	185	0
15	Rotordiameter 330 m	897027	7255230	15 MW	118,0	185	185	0
16	Rotordiameter 330 m	897728	7257758	15 MW	118,0	185	185	0
17	Rotordiameter 330 m	900022	7258043	15 MW	118,0	185	185	0
18	Rotordiameter 330 m	902137	7258312	15 MW	118,0	185	185	0
19	Rotordiameter 330 m	905656	7260757	15 MW	118,0	185	185	0
20	Rotordiameter 330 m	898780	7260184	15 MW	118,0	185	185	0
21	Rotordiameter 330 m	903547	7260487	15 MW	118,0	185	185	0
22	Rotordiameter 330 m	901163	7260426	15 MW	118,0	185	185	0
23	Rotordiameter 330 m	906703	7263185	15 MW	118,0	185	185	0
24	Rotordiameter 330 m	899653	7262680	15 MW	118,0	185	185	0
25	Rotordiameter 330 m	901515	7262958	15 MW	118,0	185	185	0
26	Rotordiameter 330 m	904801	7262793	15 MW	118,0	185	185	0
27	Rotordiameter 330 m	903214	7262816	15 MW	118,0	185	185	0
28	Rotordiameter 330 m	907755	7265605	15 MW	118,0	185	185	0
29	Rotordiameter 330 m	898554	7264544	15 MW	118,0	185	185	0

Polargrund Offshore								
Vindkraftverk	Verkstyp	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]
30	Rotordiameter 330 m	900468	7265190	15 MW	118,0	185	185	0
31	Rotordiameter 330 m	902402	7265426	15 MW	118,0	185	185	0
32	Rotordiameter 330 m	904131	7265297	15 MW	118,0	185	185	0
33	Rotordiameter 330 m	905896	7265220	15 MW	118,0	185	185	0
34	Rotordiameter 330 m	897465	7266428	15 MW	118,0	185	185	0
35	Rotordiameter 330 m	908807	7268028	15 MW	118,0	185	185	0
36	Rotordiameter 330 m	899370	7267054	15 MW	118,0	185	185	0
37	Rotordiameter 330 m	901281	7267700	15 MW	118,0	185	185	0
38	Rotordiameter 330 m	903305	7267907	15 MW	118,0	185	185	0
39	Rotordiameter 330 m	905204	7267688	15 MW	118,0	185	185	0
40	Rotordiameter 330 m	906890	7267671	15 MW	118,0	185	185	0
41	Rotordiameter 330 m	896371	7268306	15 MW	118,0	185	185	0
42	Rotordiameter 330 m	909859	7270452	15 MW	118,0	185	185	0
43	Rotordiameter 330 m	898281	7268937	15 MW	118,0	185	185	0
44	Rotordiameter 330 m	900184	7269563	15 MW	118,0	185	185	0
45	Rotordiameter 330 m	902209	7270161	15 MW	118,0	185	185	0
46	Rotordiameter 330 m	904167	7270402	15 MW	118,0	185	185	0
47	Rotordiameter 330 m	906116	7270166	15 MW	118,0	185	185	0
48	Rotordiameter 330 m	907937	7270102	15 MW	118,0	185	185	0
49	Rotordiameter 330 m	910909	7272876	15 MW	118,0	185	185	0
50	Rotordiameter 330 m	908992	7272524	15 MW	118,0	185	185	0
51	Rotordiameter 330 m	895270	7270165	15 MW	118,0	185	185	0
52	Rotordiameter 330 m	897188	7270815	15 MW	118,0	185	185	0
53	Rotordiameter 330 m	899096	7271447	15 MW	118,0	185	185	0
54	Rotordiameter 330 m	901120	7272033	15 MW	118,0	185	185	0
55	Rotordiameter 330 m	903139	7272620	15 MW	118,0	185	185	0
56	Rotordiameter 330 m	905180	7272843	15 MW	118,0	185	185	0
57	Rotordiameter 330 m	907110	7272616	15 MW	118,0	185	185	0
58	Rotordiameter 330 m	912031	7275462	15 MW	118,0	185	185	0

Polargrund Offshore								
Vindkraftverk	Verkstyp	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]
59	Rotordiameter 330 m	910040	7274949	15 MW	118,0	185	185	0
60	Rotordiameter 330 m	908031	7275096	15 MW	118,0	185	185	0
61	Rotordiameter 330 m	906104	7275318	15 MW	118,0	185	185	0
62	Rotordiameter 330 m	904061	7275094	15 MW	118,0	185	185	0
63	Rotordiameter 330 m	902065	7274510	15 MW	118,0	185	185	0
64	Rotordiameter 330 m	900041	7273916	15 MW	118,0	185	185	0
65	Rotordiameter 330 m	898090	7273400	15 MW	118,0	185	185	0
66	Rotordiameter 330 m	896088	7272674	15 MW	118,0	185	185	0
67	Rotordiameter 330 m	894178	7272037	15 MW	118,0	185	185	0
68	Rotordiameter 330 m	910774	7277477	15 MW	118,0	185	185	0
69	Rotordiameter 330 m	908837	7277608	15 MW	118,0	185	185	0
70	Rotordiameter 330 m	906911	7277831	15 MW	118,0	185	185	0
71	Rotordiameter 330 m	904870	7277605	15 MW	118,0	185	185	0
72	Rotordiameter 330 m	902799	7277040	15 MW	118,0	185	185	0
73	Rotordiameter 330 m	900853	7276426	15 MW	118,0	185	185	0
74	Rotordiameter 330 m	898788	7275938	15 MW	118,0	185	185	0
75	Rotordiameter 330 m	896904	7275183	15 MW	118,0	185	185	0
76	Rotordiameter 330 m	894996	7274546	15 MW	118,0	185	185	0
77	Rotordiameter 330 m	893082	7273911	15 MW	118,0	185	185	0
78	Rotordiameter 330 m	909111	7280164	15 MW	118,0	185	185	0
79	Rotordiameter 330 m	905283	7280167	15 MW	118,0	185	185	0
80	Rotordiameter 330 m	903352	7279594	15 MW	118,0	185	185	0
81	Rotordiameter 330 m	901471	7278974	15 MW	118,0	185	185	0
82	Rotordiameter 330 m	899602	7278448	15 MW	118,0	185	185	0
83	Rotordiameter 330 m	897604	7277715	15 MW	118,0	185	185	0
84	Rotordiameter 330 m	895816	7277054	15 MW	118,0	185	185	0
85	Rotordiameter 330 m	893908	7276417	15 MW	118,0	185	185	0
86	Rotordiameter 330 m	891919	7275707	15 MW	118,0	185	185	0
87	Rotordiameter 330 m	907174	7280387	15 MW	118,0	185	185	0

Polargrund Offshore								
Vindkraftverk	Verkstyp	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]
88	Rotordiameter 330 m	907395	7282938	12 MW	118,0	185	185	0
89	Rotordiameter 330 m	904011	7282134	13 MW	118,0	185	185	0
90	Rotordiameter 330 m	902196	7281505	14 MW	118,0	185	185	0
91	Rotordiameter 330 m	900281	7280977	15 MW	118,0	185	185	0
92	Rotordiameter 330 m	898322	7280246	15 MW	118,0	185	185	0
93	Rotordiameter 330 m	896349	7279601	15 MW	118,0	185	185	0
94	Rotordiameter 330 m	894277	7278972	15 MW	118,0	185	185	0
95	Rotordiameter 330 m	892344	7278267	15 MW	118,0	185	185	0
96	Rotordiameter 330 m	890452	7277131	15 MW	118,0	185	185	0
97	Rotordiameter 330 m	905746	7282724	15 MW	118,0	185	185	0
98	Rotordiameter 330 m	905951	7285272	15 MW	118,0	185	185	0
99	Rotordiameter 330 m	904053	7284642	15 MW	118,0	185	185	0
100	Rotordiameter 330 m	902149	7283998	15 MW	118,0	185	185	0
101	Rotordiameter 330 m	900283	7283487	15 MW	118,0	185	185	0
102	Rotordiameter 330 m	898326	7282756	15 MW	118,0	185	185	0
103	Rotordiameter 330 m	896399	7282116	15 MW	118,0	185	185	0
104	Rotordiameter 330 m	894569	7281520	15 MW	118,0	185	185	0
105	Rotordiameter 330 m	892768	7280826	15 MW	118,0	185	185	0
106	Rotordiameter 330 m	890877	7279690	15 MW	118,0	185	185	0
107	Rotordiameter 330 m	888985	7278554	15 MW	118,0	185	185	0
108	Rotordiameter 330 m	904774	7287173	15 MW	118,0	185	185	0
109	Rotordiameter 330 m	901096	7285802	15 MW	118,0	185	185	0
110	Rotordiameter 330 m	902958	7286509	15 MW	118,0	185	185	0
111	Rotordiameter 330 m	892934	7283568	15 MW	118,0	185	185	0
112	Rotordiameter 330 m	890723	7281834	15 MW	118,0	185	185	0
113	Rotordiameter 330 m	888640	7280610	15 MW	118,0	185	185	0
114	Rotordiameter 330 m	887567	7281642	15 MW	118,0	185	185	0
115	Rotordiameter 330 m	890831	7283968	15 MW	118,0	185	185	0
116	Rotordiameter 330 m	903728	7288864	15 MW	118,0	185	185	0

Polargrund Offshore								
Vindkraftverk	Verkstyp	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Reglerinställning	Ljudeffekt [dB(A)]	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]
117	Rotordiameter 330 m	897142	7283772	15 MW	118,0	185	185	0
118	Rotordiameter 330 m	899542	7284698	15 MW	118,0	185	185	0
119	Rotordiameter 330 m	894588	7283387	15 MW	118,0	185	185	0
120	Rotordiameter 330 m	889427	7282966	15 MW	118,0	185	185	0



Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet JA/NEJ
1	894590	7294055	5	30	40	JA
2	894625	7294126	5	30	40	JA
3	894296	7294181	5	29	40	JA
4	894557	7294191	5	29	40	JA
5	903104	7299301	2	26	40	JA
6	903309	7299520	6	26	40	JA
7	902933	7299511	1	26	40	JA
8	903634	7299505	3	26	40	JA
9	901410	7301055	0	24	40	JA
10	904684	7301066	2	25	40	JA
11	902412	7308812	3	20	40	JA
12	911759	7303539	0	22	40	JA
13	911977	7311451	4	18	40	JA
14	857768	7283436	2	16	40	JA
15	859939	7289372	12	17	40	JA
16	869212	7303080	5	17	40	JA
17	911157	7314041	2	17	40	JA
18	900440	7314161	1	17	40	JA
19	894331	7294176	5	29	40	JA
20	894361	7294166	5	29	40	JA
21	894394	7294169	5	29	40	JA
22	894421	7294151	5	29	40	JA
23	894463	7294172	5	29	40	JA
24	894488	7294198	5	29	40	JA
25	894477	7294135	5	29	40	JA
26	894506	7294121	5	29	40	JA
27	894532	7294105	5	30	40	JA
28	894518	7294065	3	30	40	JA
29	894546	7294051	3	30	40	JA

Ljudkänslig punkt	X(Öst) [m]	Y(Nord) [m]	Marknivå [möh]	Ekvivalent ljudnivå [dBA]	Riktvärde [dBA]	Innehålls riktvärdet JA/NEJ
30	903143	7299328	3	26	40	JA
31	903124	7299354	3	26	40	JA
32	903131	7299387	3	26	40	JA
33	902962	7299537	2	26	40	JA
34	902925	7299553	1	26	40	JA
35	902986	7299565	3	26	40	JA
36	902951	7299579	3	26	40	JA
37	902966	7299611	4	26	40	JA
38	903057	7299525	3	26	40	JA
39	903020	7299588	4	26	40	JA
40	904733	7301048	2	25	40	JA
41	911730	7303564	1	22	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 41 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.

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

Ljudkänslig punkt	Ljudnivå utomhus i 1/3-oktavband [dB] ¹⁾								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
26	45	46	44	43	43	41	38	35	31
27	45	46	44	43	43	41	38	35	31
28	46	44	45	44	42	41	38	35	31
29	45	45	44	45	42	40	38	35	31
30	43	42	43	42	40	38	35	31	27
31	43	42	43	42	40	38	35	31	27
32	43	42	43	42	40	38	35	31	27
33	43	44	41	42	40	38	35	31	27
34	43	42	43	41	41	38	35	31	27
35	44	43	43	41	40	38	35	31	27
36	44	43	43	41	40	38	35	31	26
37	43	44	42	41	40	38	35	31	26
38	45	43	43	41	40	38	35	31	27
39	42	44	42	41	40	38	35	31	26
40	43	41	41	42	39	36	34	30	25
41	41	40	38	38	38	34	31	26	20

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	38	39	34	29	25	22	21	17	9
2	38	39	34	29	25	22	21	17	9
3	38	39	34	29	25	22	21	17	9
4	38	39	34	29	25	22	21	17	9
5	37	34	31	28	23	19	18	13	4
6	38	36	32	27	23	19	17	13	4
7	36	34	30	26	24	19	17	13	4
8	36	35	33	28	22	19	18	13	4
9	36	34	29	24	21	18	17	11	2
10	36	34	30	27	22	18	16	11	2
11	34	33	29	23	18	14	11	4	-6
12	35	32	28	23	20	16	14	7	-3
13	34	32	28	23	17	12	9	1	-10
14	32	30	26	22	15	10	6	-3	-15
15	33	31	27	21	15	10	6	-2	-15
16	33	31	27	22	16	11	7	-1	-13
17	33	30	27	22	16	11	8	0	-12
18	33	30	26	21	16	11	8	0	-12
19	38	39	34	29	25	22	21	17	9
20	38	39	34	29	25	22	21	17	9

Ljudkänslig punkt	Ljudnivå inomhus i 1/3-oktavband [dB] ³⁾								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
21	38	39	34	29	25	22	21	17	9
22	38	39	34	29	25	22	21	17	9
23	38	39	34	29	25	22	21	17	9
24	38	39	34	29	25	22	21	17	9
25	38	39	34	29	25	22	21	17	9
26	38	39	34	29	25	22	21	17	9
27	38	39	34	29	25	22	21	17	9
28	39	36	35	30	25	22	21	17	9
29	38	37	34	30	25	22	21	17	9
30	37	34	33	27	22	19	18	13	4
31	37	34	33	28	22	19	18	13	4
32	37	34	33	27	22	19	18	13	4
33	36	36	31	28	22	19	18	13	4
34	36	34	33	27	23	19	17	13	4
35	37	36	33	27	22	19	17	13	4
36	38	35	33	27	22	19	17	13	4
37	36	37	32	27	23	19	17	13	4
38	38	35	33	27	22	19	18	13	4
39	35	37	32	27	23	19	17	13	4
40	36	34	30	27	21	18	16	11	2
41	35	32	28	24	21	16	13	7	-3

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	-18	-10	-9	-13	-15	-16	-15	-17	-23
2	-18	-10	-9	-13	-15	-16	-15	-17	-23
3	-18	-10	-9	-13	-15	-16	-15	-17	-23
4	-18	-10	-9	-13	-15	-16	-15	-17	-23
5	-19	-15	-12	-14	-17	-19	-18	-21	-28
6	-18	-13	-11	-15	-17	-19	-19	-21	-28
7	-20	-15	-13	-16	-16	-19	-19	-21	-28
8	-20	-14	-10	-14	-18	-19	-18	-21	-28
9	-20	-15	-14	-18	-19	-20	-19	-23	-30
10	-20	-15	-13	-15	-18	-20	-20	-23	-30
11	-22	-16	-14	-19	-22	-24	-25	-30	-38
12	-21	-17	-15	-19	-20	-22	-22	-27	-35
13	-22	-17	-15	-19	-23	-26	-27	-33	-42
14	-24	-19	-17	-20	-25	-28	-30	-37	-47
15	-23	-18	-16	-21	-25	-28	-30	-36	-47
16	-23	-18	-16	-20	-24	-27	-29	-35	-45
17	-23	-19	-16	-20	-24	-27	-28	-34	-44
18	-23	-19	-17	-21	-24	-27	-28	-34	-44

Ljudkänslig punkt	Riktvärden [dB] enligt FoHMFS 2014:13 ⁴⁾								
	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
19	-18	-10	-9	-13	-15	-16	-15	-17	-23
20	-18	-10	-9	-13	-15	-16	-15	-17	-23
21	-18	-10	-9	-13	-15	-16	-15	-17	-23
22	-18	-10	-9	-13	-15	-16	-15	-17	-23
23	-18	-10	-9	-13	-15	-16	-15	-17	-23
24	-18	-10	-9	-13	-15	-16	-15	-17	-23
25	-18	-10	-9	-13	-15	-16	-15	-17	-23
26	-18	-10	-9	-13	-15	-16	-15	-17	-23
27	-18	-10	-9	-13	-15	-16	-15	-17	-23
28	-17	-13	-8	-12	-15	-16	-15	-17	-23
29	-18	-12	-9	-12	-15	-16	-15	-17	-23
30	-19	-15	-10	-15	-18	-19	-18	-21	-28
31	-19	-15	-10	-14	-18	-19	-18	-21	-28
32	-19	-15	-10	-15	-18	-19	-18	-21	-28
33	-20	-13	-12	-14	-18	-19	-18	-21	-28
34	-20	-15	-10	-15	-17	-19	-19	-21	-28
35	-19	-13	-10	-15	-18	-19	-19	-21	-28
36	-18	-14	-10	-15	-18	-19	-19	-21	-28
37	-20	-12	-11	-15	-17	-19	-19	-21	-28
38	-18	-14	-10	-15	-18	-19	-18	-21	-28
39	-21	-12	-11	-15	-17	-19	-19	-21	-28
40	-20	-15	-13	-15	-19	-20	-20	-23	-30
41	-21	-17	-15	-18	-19	-22	-23	-27	-35

