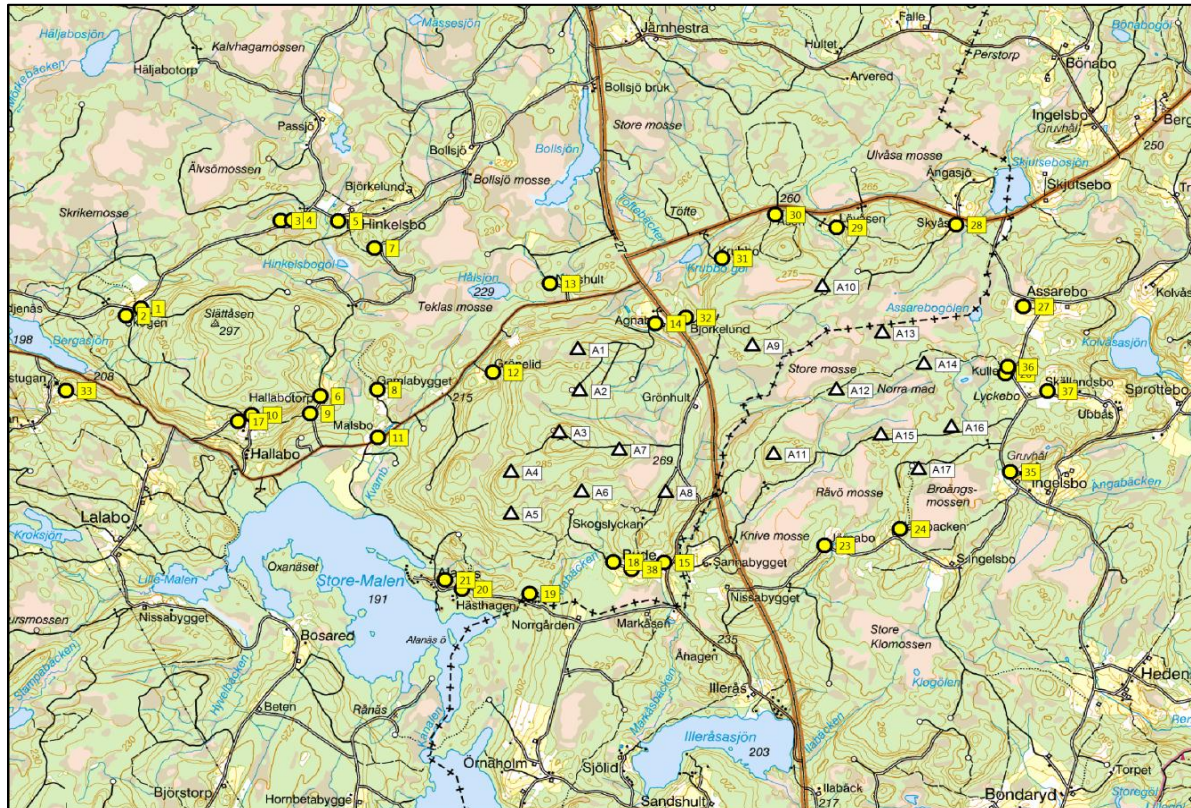


Ljudimmissionsberäkning av ljud från vindkraft

Bilaga C01-C02 - Senvion M122 3 MW - Layout A

Nytänkande med erfarenhet



Projektnummer: 571154
Projekt: Vindkraftpark Grönhult
Beräkningsdatum: 2014-11-20
Beställare: Vattenfall Vindkraft AB
Er referens: Ivette Farias

Vår handläggare: Paul Appelqvist

Vår kvalitetsgranskare: Martin Almgren



Sida	Titel	Innehåll
3-6	Allmänna förutsättningar	Verk- och beräkningsdata Sida 3 - Beräkningsförutsättningar Sida 4-5 - Ljuddata Sida 6 - Verksdata
7-8	Bilaga C01	Resultat ljudimmission - Layout A - Totalhöjd 150 m Sida 7 - Punktberäkning Sida 8 - Ljudkarta
9-10	Bilaga C02	Resultat ljudimmission - Layout A - Totalhöjd 200 m Sida 9 - Punktberäkning Sida 10 - Ljudkarta



Vindkraftpark	Parklayout	Verktyp	Antal verk	Navhöjd [m]	Totalhöjd [m]	Ljudeffekt L_{WA} [dBA]
Grönhult	Layout A	Senvion M122 3 MW	17	89	150	101,7-104,5
Grönhult	Layout A	Senvion M122 3 MW	17	139	200	101,7-104,5

Beräkningsparametrar i mjukvara

Beräkningsprogram	SoundPLAN 7.1
Beräkningsstandard	Nord2000
Sökradie	10 000 m
Beräkningshöjd	1,5 m
Luftabsorption	ISO 9613-1
Luftryck	1013,25 mbar
Relativ luftfuktighet	70%
Temperatur	15 °C
Temperaturgradient	0,05 °C/m
Råhetslängd enligt NV Rapport 6241	0,3
Höjd anemometer	10 m
Vindhastighet	8 m/s
Standardavvikelse vindhastighet	1,2 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 G
Koordinatsystem	RT90 2.5 gon V

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 luftryck och temperatur. Luftrycket 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.

Ljuddata



Vindkraftverk	Reglerinställning	Ljudeffekt	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
Senvion M122 3 MW	0	104,5	65,1	67,3	70,1	73,5	77,8	81,7	85,1	87,7	90,1
			200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1 kHz	1.25k Hz
			92,1	93,7	94,8	95,3	95,3	94,7	93,6	92,2	90,9
			1.6 kHz	2 kHz	2.5 kHz	3.15 kHz	4 kHz	5 kHz	6.3 kHz	8 kHz	10 kHz
			89,7	88,7	87,5	86,1	84,8	83,9	83,2	83,1	83,0
			12.5 kHz	16 kHz	20 kHz						
			82,3	80,9	78,8						
Vindkraftverk	Reglerinställning	Ljudeffekt	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
Senvion M122 3 MW	1	103,0	63,6	65,8	68,6	72,0	76,3	80,2	83,6	86,2	88,6
			200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1 kHz	1.25k Hz
			90,6	92,2	93,3	93,8	93,8	93,2	92,1	90,7	89,4
			1.6 kHz	2 kHz	2.5 kHz	3.15 kHz	4 kHz	5 kHz	6.3 kHz	8 kHz	10 kHz
			88,2	87,2	86,0	84,6	83,3	82,4	81,7	81,6	81,5
			12.5 kHz	16 kHz	20 kHz						
			80,8	79,4	77,3						
Vindkraftverk	Reglerinställning	Ljudeffekt	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
Senvion M122 3 MW	2	101,7	62,3	64,5	67,3	70,7	75,0	78,9	82,3	84,9	87,3
			200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1 kHz	1.25k Hz
			89,3	90,9	92,0	92,5	92,5	91,9	90,8	89,4	88,1
			1.6 kHz	2 kHz	2.5 kHz	3.15 kHz	4 kHz	5 kHz	6.3 kHz	8 kHz	10 kHz
			86,9	85,9	84,7	83,3	82,0	81,1	80,4	80,3	80,2
			12.5 kHz	16 kHz	20 kHz						
			79,5	78,1	76,0						

Referens ljuddata: För totalhöjd 150 m har frekvensspektrum i 1/3-oktavband (tersband) ej funnits att tillgå för verkstypen, därvid har frekvensspektrum för Gamesa G128 5 MW Standard Operation med 120 m navhöjd, enligt dokument *GD215846* daterat 2014-02-25, ansatts i beräkningarna enligt instruktion från Vattenfall Vindkraft AB. Ljudeffektnivåer för olika reglerinställningar har också erhållits av Vattenfall Vindkraft AB och ska enligt uppgift motsvara leverantörens garanterade ljudeffektnivåer för respektive reglerinställning. Lägsta möjliga reglerinställning har en ljudeffektnivå på 98,5 dBA. Frekvensspektrumet har skalats linjärt för att motsvara garanterad ljudeffektnivå för respektive reglerinställning.

Ljuddata



Vindkraftverk	Reglerinställning	Ljudeffekt	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
Senvion M122 3 MW	0	104,5	65,5	67,7	70,5	73,8	78,1	81,9	85,2	87,9	90,3
			200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1 kHz	1.25k Hz
			92,4	93,9	94,9	95,3	95,2	94,5	93,4	92,0	90,7
			1.6 kHz	2 kHz	2.5 kHz	3.15 kHz	4 kHz	5 kHz	6.3 kHz	8 kHz	10 kHz
			89,6	88,5	87,4	86,0	84,7	83,8	83,2	83,0	82,9
			12.5 kHz	16 kHz	20 kHz						
			82,2	80,9	78,8						

Vindkraftverk	Reglerinställning	Ljudeffekt	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
Senvion M122 3 MW	1	103,0	64,0	66,2	69,0	72,3	76,6	80,4	83,7	86,4	88,8
			200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1 kHz	1.25k Hz
			90,9	92,4	93,4	93,8	93,7	93,0	91,9	90,5	89,2
			1.6 kHz	2 kHz	2.5 kHz	3.15 kHz	4 kHz	5 kHz	6.3 kHz	8 kHz	10 kHz
			88,1	87,0	85,9	84,5	83,2	82,3	81,7	81,5	81,4
			12.5 kHz	16 kHz	20 kHz						
			80,7	79,4	77,3						

Vindkraftverk	Reglerinställning	Ljudeffekt	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
Senvion M122 3 MW	2	101,7	62,7	64,9	67,7	71,0	75,3	79,1	82,4	85,1	87,5
			200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1 kHz	1.25k Hz
			89,6	91,1	92,1	92,5	92,4	91,7	90,6	89,2	87,9
			1.6 kHz	2 kHz	2.5 kHz	3.15 kHz	4 kHz	5 kHz	6.3 kHz	8 kHz	10 kHz
			86,8	85,7	84,6	83,2	81,9	81,0	80,4	80,2	80,1
			12.5 kHz	16 kHz	20 kHz						
			79,4	78,1	76,0						

Referens ljuddata: För totalhöjd 200 m har frekvensspektrum i 1/3-oktavband (tersband) ej funnits att tillgå för verkstypen, därvid har frekvensspektrum för Gamesa G128 5 MW Standard Operation med 140 m navhöjd, enligt dokument *GD215846* daterat 2014-02-25, ansatts i beräkningarna enligt instruktion från Vattenfall Vindkraft AB. Ljudeffektnivåer för olika reglerinställningar har också erhållits av Vattenfall Vindkraft AB och ska enligt uppgift motsvara leverantörens garanterade ljudeffektnivåer för respektive reglerinställning. Lägsta möjliga reglerinställning har en ljudeffektnivå på 98.5 dBA. Frekvensspektrumet har skalats linjärt för att motsvara garanterad ljudeffektnivå för respektive reglerinställning.

Beräkningarna gäller för den angivna ljudeffektnivån. ÅF ger ingen garanti för att ljudeffektnivån stämmer med verkens faktiska ljudeffektnivåer.

Verksdata



Namn	X [m]	Y [m]	Navhöjd [m]	Navhöjd nivå [möh]	Marknivå [möh]	Ljudeffekt beräkning [dBA]	Ytterligare marginal [dBA]	Reglerinställning
Grönhult - Layout A - Totalhöjd 150 m								
A1	1358439	6365530	89	362	273	101,7	3,2	2
A2	1358455	6365132	89	383	294	104,5	6,0	0
A3	1358269	6364731	89	400	311	103,0	4,5	1
A4	1357827	6364349	89	385	296	104,5	6,0	0
A5	1357826	6363944	89	357	268	103,0	4,5	1
A6	1358471	6364158	89	350	261	103,0	4,5	1
A7	1358818	6364562	89	376	287	103,0	4,5	1
A8	1359241	6364153	89	367	278	103,0	4,5	1
A9	1360036	6365568	89	359	270	103,0	4,5	1
A10	1360678	6366135	89	360	271	103,0	4,5	1
A11	1360231	6364523	89	371	282	104,5	6,0	0
A12	1360807	6365141	89	359	270	104,5	6,0	0
A13	1361225	6365690	89	359	270	103,0	4,5	1
A14	1361607	6365391	89	360	271	104,5	6,0	0
A15	1361214	6364706	89	366	277	103,0	4,5	1
A16	1361858	6364781	89	368	279	103,0	4,5	1
A17	1361557	6364376	89	371	282	103,0	4,5	1
Grönhult - Layout A - Totalhöjd 200 m								
A1	1358439	6365530	139	412	273	101,7	3,2	2
A2	1358455	6365132	139	433	294	104,5	6,0	0
A3	1358269	6364731	139	450	311	103,0	4,5	1
A4	1357827	6364349	139	435	296	104,5	6,0	0
A5	1357826	6363944	139	407	268	103,0	4,5	1
A6	1358471	6364158	139	400	261	103,0	4,5	1
A7	1358818	6364562	139	426	287	103,0	4,5	1
A8	1359241	6364153	139	417	278	103,0	4,5	1
A9	1360036	6365568	139	409	270	103,0	4,5	1
A10	1360678	6366135	139	410	271	103,0	4,5	1
A11	1360231	6364523	139	421	282	104,5	6,0	0
A12	1360807	6365141	139	409	270	104,5	6,0	0
A13	1361225	6365690	139	409	270	103,0	4,5	1
A14	1361607	6365391	139	409	271	104,5	6,0	0
A15	1361214	6364706	139	416	277	103,0	4,5	1
A16	1361858	6364781	139	418	279	103,0	4,5	1
A17	1361557	6364376	139	421	282	103,0	4,5	1

Bilaga C01 - Punktberäkning



Beräkningsdatum 2014-11-20

Namn	X [m]	Y [m]	Z,mark [möh]	Leq [dBA]	Leq [dBC]	Leq [dBC] - Leq [dBA]
1	1354439	6365935	232	26	43	17
2	1354303	6365863	229	26	43	17
3	1355719	6366777	231	28	44	16
4	1355823	6366785	229	28	45	17
5	1356247	6366773	221	29	44	15
6	1356082	6365087	238	32	48	16
7	1356579	6366515	238	31	47	16
8	1356602	6365151	224	34	50	16
9	1355989	6364921	224	31	47	16
10	1355455	6364908	261	28	46	18
11	1356610	6364688	206	35	50	15
12	1357661	6365318	240	39	51	12
13	1358186	6366173	239	38	52	14
14	1359151	6365788	251	39	53	14
15	1359229	6363485	250	39	52	13
17	1355329	6364845	247	28	45	17
18	1358766	6363488	244	40	54	14
19	1358001	6363183	218	38	52	14
20	1357381	6363228	205	36	51	15
21	1357226	6363318	207	37	52	15
23	1360701	6363648	261	38	52	14
24	1361391	6363808	281	40	54	14
26	1362356	6365303	285	40	54	14
27	1362521	6365953	279	36	50	14
28	1361906	6366738	261	34	50	16
29	1360812	6366711	273	39	53	14
30	1360247	6366836	263	36	50	14
31	1359762	6366416	259	37	51	14
32	1359427	6365846	263	39	54	15
33	1353754	6365140	229	24	42	18
35	1362402	6364358	272	39	53	14
36	1362377	6365370	290	40	54	14
37	1362741	6365135	286	37	51	14
38	1358933	6363420	249	38	53	15

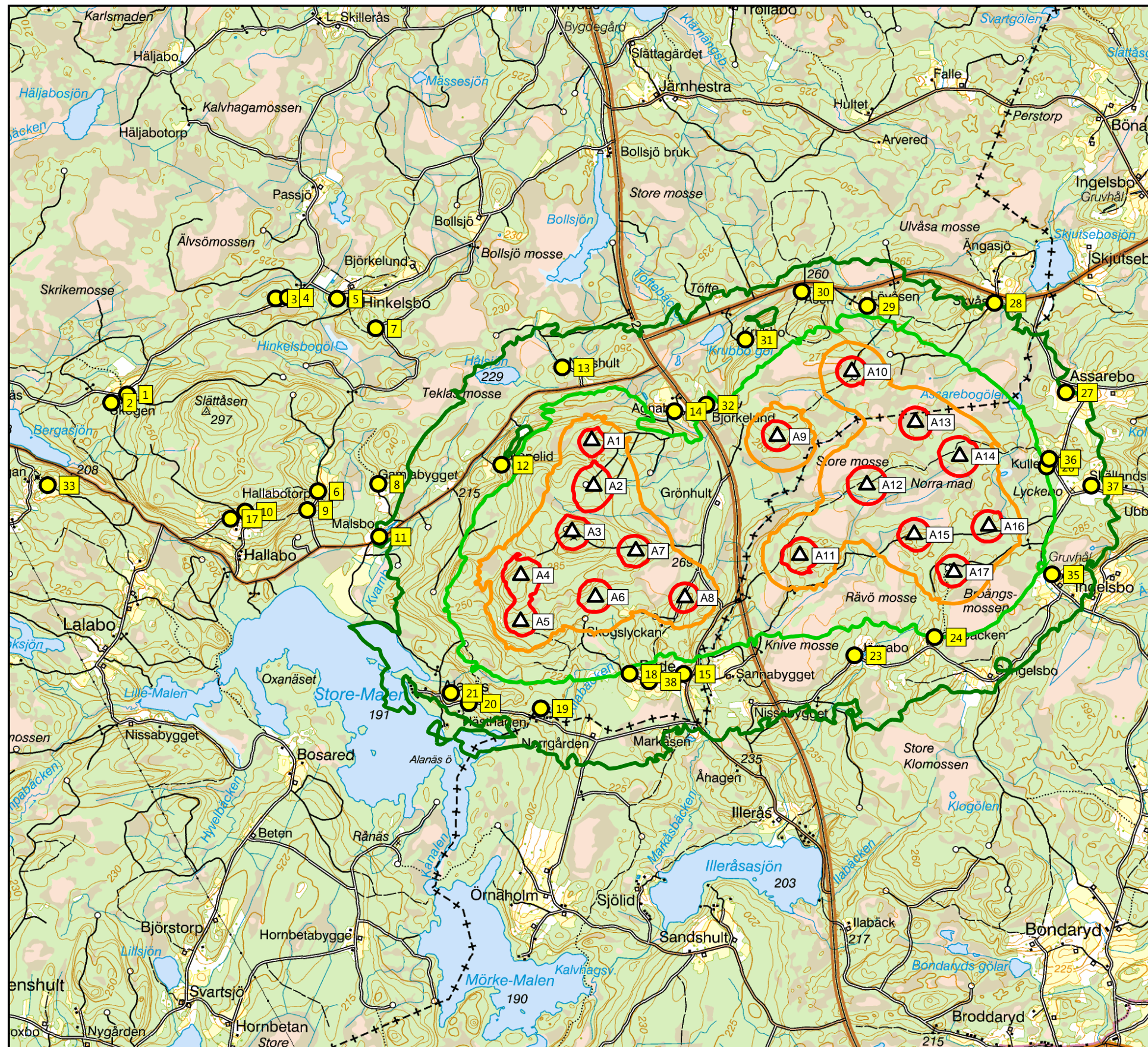
Beräkningen är gjord med antagande om att den ljudkänsliga mottagaren är på höjden 1,5 m ovan mark.

För indexering av ljudkänsliga punkter se ljudkartan.

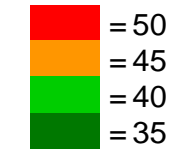
Observera att om punktberäkningen och ljudutbredningskartan visar på motstridiga resultat, så är det i första hand punktberäkningen som är gällande. Ljudutbredningskartan fungerar som komplement till punktberäkningen.

Beräkningsresultatet är avrundat till närmaste heltal enligt principen, 40,4 dBA avrundas till 40 dBA och 39,6 dBA avrundas till 40 dBA, s.k. svensk avrundning. Det är det avrundade värdet som ska jämföras mot riktvärdet enligt praxis. I aktuella beräkningar ligger ett värde över 40,0 dBA, punkt 24 med 40,1 dBA.

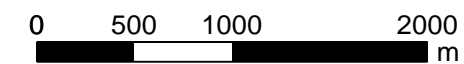
En större skillnad mellan dBC och dBA uppstår ofta för ljudkänsliga punkter på längre avstånd från vindkraftparker. Orsaken till detta är att höga frekvenser dämpas fortare än låga frekvenser varvid större skillnad uppstår på stora avstånd från en vindkraftpark. Ljudnivån i låga frekvenser blir dock inte högre än nära vindkraftparken utan dämpas också med avståndet.



Ekvivalent ljudnivå Leq i dB(A)
 (Frifältsvärde 1,5 m ovan mark)



- Vindkraftverk
- Ljudkänslig punkt



Grönhult - Layout A - Totalhöjd 150 m

Vindkraftverk: Antal: Navhöjd: Ljudeffekt:
 Servion M122 3 MW 17 89 m 101,7-104,5 dBA

Beräkningsparametrar beskrivs i dokument:
 571154 Bilaga C01-C02 Ljudimmissionsberäkning Grönhult 141113

ÅF-Infrastructure AB



Besöksadress: Frösundaleden 2A
 169 99 Stockholm, Box 8133

www.afconsult.com

Skapad av	Paul Appelqvist	Granskad av	Martin Almgren
Projektnr	571154	Ritning	C01
Datum	2014-11-20		

Bilaga C02 - Punktberäkning



Beräkningsdatum 2014-11-20

Namn	X [m]	Y [m]	Z,mark [möh]	Leq [dBA]	Leq [dBC]	Leq [dBC] - Leq [dBA]
1	1354439	6365935	232	25	43	18
2	1354303	6365863	229	25	43	18
3	1355719	6366777	231	28	44	16
4	1355823	6366785	229	28	45	17
5	1356247	6366773	221	28	45	17
6	1356082	6365087	238	32	48	16
7	1356579	6366515	238	31	47	16
8	1356602	6365151	224	34	50	16
9	1355989	6364921	224	32	48	16
10	1355455	6364908	261	28	46	18
11	1356610	6364688	206	35	50	15
12	1357661	6365318	240	39	52	13
13	1358186	6366173	239	38	52	14
14	1359151	6365788	251	39	54	15
15	1359229	6363485	250	39	53	14
17	1355329	6364845	247	27	45	18
18	1358766	6363488	244	40	54	14
19	1358001	6363183	218	38	53	15
20	1357381	6363228	205	37	51	14
21	1357226	6363318	207	37	51	14
23	1360701	6363648	261	37	52	15
24	1361391	6363808	281	40	54	14
26	1362356	6365303	285	40	54	14
27	1362521	6365953	279	36	51	15
28	1361906	6366738	261	35	50	15
29	1360812	6366711	273	40	54	14
30	1360247	6366836	263	37	51	14
31	1359762	6366416	259	38	52	14
32	1359427	6365846	263	40	54	14
33	1353754	6365140	229	23	42	19
35	1362402	6364358	272	39	53	14
36	1362377	6365370	290	40	54	14
37	1362741	6365135	286	37	52	15
38	1358933	6363420	249	39	53	14

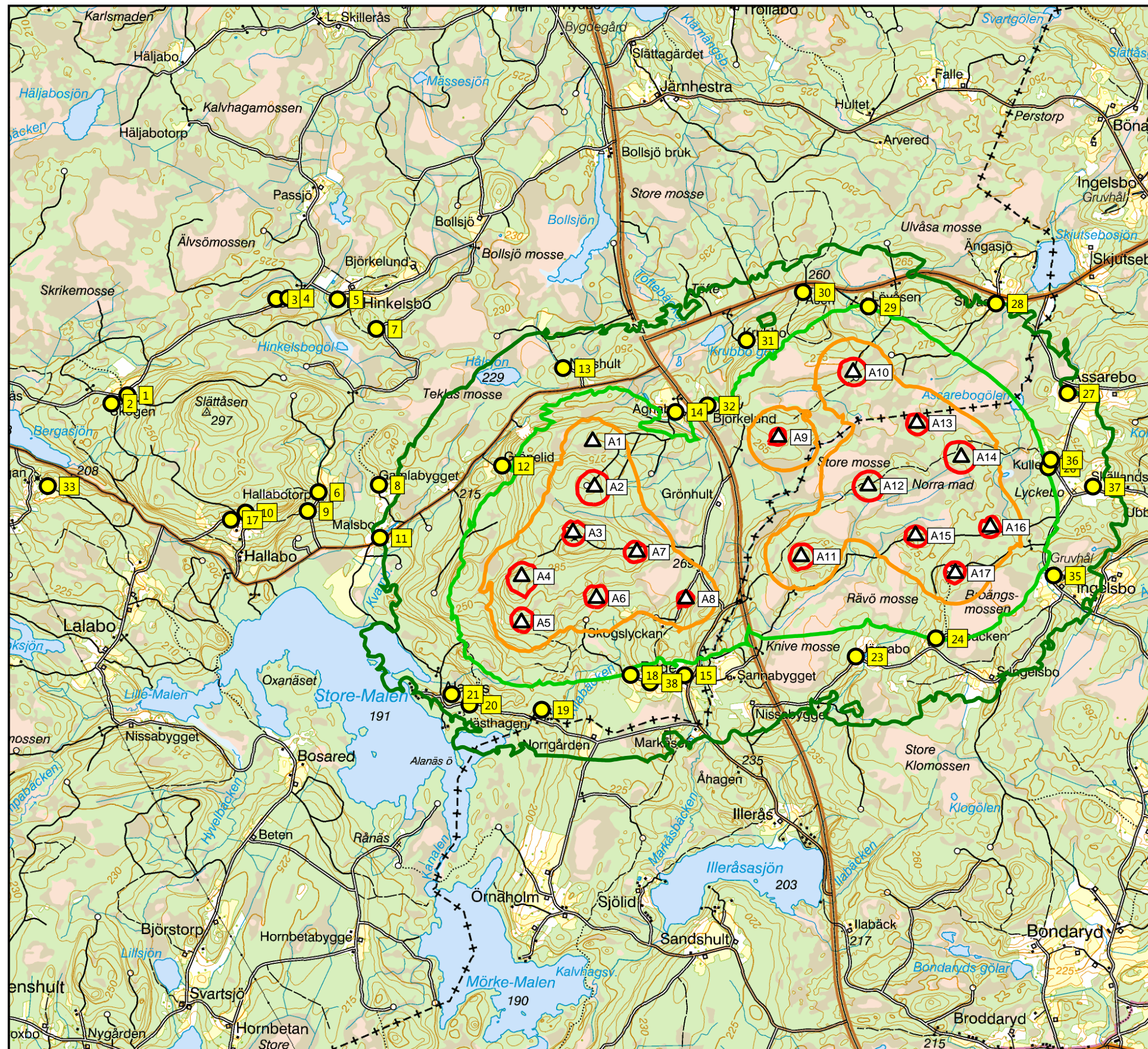
Beräkningen är gjord med antagande om att den ljudkänsliga mottagaren är på höjden 1,5 m ovan mark.

För indexering av ljudkänsliga punkter se ljudkartan.

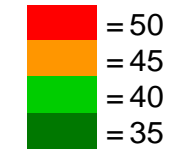
Observera att om punktberäkningen och ljudutbredningskartan visar på motstridiga resultat, så är det i första hand punktberäkningen som är gällande. Ljudutbredningskartan fungerar som komplement till punktberäkningen.

Beräkningsresultatet är avrundat till närmaste heltal enligt principen, 40,4 dBA avrundas till 40 dBA och 39,6 dBA avrundas till 40 dBA, s.k. svensk avrundning. Det är det avrundade värdet som ska jämföras mot riktvärdet enligt praxis. I aktuella beräkningar ligger dock inget värde över 40,0 dBA.

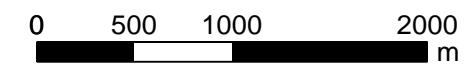
En större skillnad mellan dBC och dBA uppstår ofta för ljudkänsliga punkter på längre avstånd från vindkraftparker. Orsaken till detta är att höga frekvenser dämpas fortare än låga frekvenser varvid större skillnad uppstår på stora avstånd från en vindkraftpark. Ljudnivån i låga frekvenser blir dock inte högre än nära vindkraftparken utan dämpas också med avståndet.



Ekvivalent ljudnivå Leq i dB(A)
 (Frifältsvärde 1,5 m ovan mark)



- Vindkraftverk
- Ljudkänslig punkt



Grönhult - Layout A - Totalhöjd 200 m

Vindkraftverk: Antal: Navhöjd: Ljudeffekt:
 Servion M122 3 MW 17 139 m 101,7-104,5 dBA

Beräkningsparametrar beskrivs i dokument:
 571154 Bilaga C01-C02 Ljudimmissionsberäkning Grönhult 141113

ÅF-Infrastructure AB



Besöksadress: Frösundaleden 2A
 169 99 Stockholm, Box 8133

www.afconsult.com

Skapad av	Paul Appelqvist	Granskad av	Martin Almgren
Projektnr	571154	Ritning	C02
Datum	2014-11-20		