



BULLERUTREDNING

JUTHSKOGENS VINDKRAFTSPARK

Innehållsförteckning

1	Sammanfattning.....	3
2	Bakgrund	4
3	Buller	4
3.1	Allmänt.....	4
3.2	Hur buller bildas.....	5
4	Gränsvärden för buller	6
4.1	Statsrådets förordning om riktvärden för utomhusbuller från vindkraftverk	6
4.2	Social- och hälsovårdsministeriets förordning om sanitära förhållanden i bostäder	6
5	Utgångsdata och metodik	7
5.1	Utgångsdata	7
5.2	Metod.....	8
6	Uppskattad bullerpåverkan	9
6.1	Nuvarande situation	9
6.2	Påverkan under byggtiden	9
6.3	Påverkan under drifttiden, VE1.....	9
6.4	Påverkan under drifttiden, VE2.....	10
6.5	Påverkan under drifttiden, VE3.....	11
6.6	Bullerpåverkan för alternativ VE1 då närliggande vindkraftsparker beaktats	12
6.7	Bullerpåverkan för alternativ VE2 då närliggande vindkraftsparker beaktats	13
6.8	Bullerpåverkan för alternativ VE3 då närliggande vindkraftsparker beaktats	14
6.9	Lågfrekvent buller	15
6.10	Påverkan då parken tas ur bruk	15
6.11	Osäkerhetsfaktorer i beräkningen	15
7	Uppföljning och hantering av bullerproblem	16
8	Källor	17
9	Rapport över modelleringsuppgifter	18
	Bilaga 1: Resultat av bullermodelleringen	21
	Bilaga 2: Beräkning av lågfrekvent ljud, VE1.....	22
	Bilaga 2: Beräkning av lågfrekvent ljud, VE2.....	24
	Bilaga 2: Beräkning av lågfrekvent ljud, VE3.....	26
	Bilaga 3: Vindkraftverkens positioner	28

1 Sammanfattning

- Uppgift:** Bullerutredning för Juthskogens vindkraftsparks tre alternativa situationsplaner som en del av miljökonsekvensbedömningsförfarandet.
- Arbetsmetoder:** I utredningen har uppgifter om vindkraftverkens buller, gränsvärden för buller, modelleringsmetoder och lokala förhållanden använts. Modelleringen utfördes i huvudsak i windPRO Ver3.2 programmets DECIBEL-modul samt enligt antaganden och utgångsdata i ISO 9613-2 standarden. Modelleringen och rapporteringen följer Miljöministeriets anvisningar, Modellering av buller från vindkraftverk. Miljöförvaltningens anvisningar (Miljöministeriet, 2014). Modelleringen av lågfrekvent ljud är också gjord enligt Miljöministeriets anvisningar. De beräkningsparametrar som använts i utvärderingen finns angivna i denna rapport. Resultaten har jämförts med riktvärdena i statsrådets förordning (Statsrådets förordning om riktvärden för utomhusbuller från vindkraftverk 1107/2015).
- Lågfrekvent buller har räknats med R-programmet och beräkningen har gjorts enligt anvisningarna som Miljöministeriet publicerade i februari 2014. Byggnadernas ljudisolering är beräknad enligt DSO 1284 och resultaten har jämförts med social- och hälsovårdsministeriets riktlinjer för ljud inomhus.
- Resultat:** Enligt modelleringarna så överskrids inte riktvärdena i statsrådets förordning för någon av de tre alternativa situationsplanerna. Inte heller social- och hälsovårdsministeriets riktlinjer för lågfrekvent ljud inomhus överskrids. Skillnaden i bullerpåverkan mellan de tre alternativen är mycket liten.

Versionshistorik

Version, Datum	Författare	Granskare	Godkännare	Sammanfattning
2019-11-29	CGr	TLa	TLa	Bullerutredning för Juthskogens vindkraftspark.

2 Bakgrund

Den är bullerutredningen har utförts för Juthskogens vindkraftspark i Malax kommun. I utredningen har tre alternativa situationsplaner med 19-22 vindkraftverk kontrollerats. Dessa alternativ har skapats för miljökonsekvensbedömningsförfarandet:

- VE1: 20 vindkraftverk. Rotordiameter 200 m och navhöjd 200 m. Totalhöjden är 300 m.
- VE2: 22 vindkraftverk. Rotordiameter 180 m och navhöjd 185 m. Totalhöjden är 275 m.
- VE3: 19 vindkraftverk. Rotordiameter 180 m och navhöjd 185 m. Totalhöjden är 275 m.

I bullermodelleringen har vindkraftverkstypen V162 5.6MW använts. Vindkraftverken i modelleringen har en navhöjd på 194 - 219 meter och utgångsbullernivån 106,8 dB(A). I modelleringen har ljuddata från tillverkaren Vestas använts (från januari 2019).

Utredningen är utförd enligt miljöministeriets anvisningar (Miljöförvaltningens anvisningar 2/2014 Modellering av buller från vindkraftverk) i WindPRO Ver3.2-programmets bullerberäkningsverktyg. Modelleringen och beräkningarna av lågfrekvent ljud (baserat på DSO 1284) har gjorts i programmet R och enligt miljöministeriets riktlinjer från 2014.

3 Buller

3.1 Allmänt

Ljud är en vågrörelse som färdas från en ljudkälla, genom till exempel luft, till en observationspunkt. Ljud kan variera i styrka, frekvens och periodicitet. Det bör noteras att det A-vägda måttet på ljudstyrka (dB[A]) som ofta används i detta sammanhang inte är samma sak som den absoluta ljudstyrkan (dB). Den absoluta ljudstyrkan innehåller summan av ljudstyrkan på alla frekvenser, medan det A-vägda värdet innehåller de frekvenser som kan uppfattas av människan.

Ett ljud klassificeras som buller om en person upplever det som obehagligt eller störande. Personer upplever bullerpåverkan på olika sätt. Samma ljud kan beroende på plats och person upplevas som ett obehagligt, ett neutralt eller ett behagligt ljud. Hur ljudet uppfattas påverkas också av ljudets styrka, frekvens samt periodicitet.

Förutom själva ljudet som kommer från ett vindkraftverk finns det också andra bakgrundsljud som påverkar hur ljudet upplevs. Bakgrundsljuden kan bland annat dölja typiska egenskaper hos ljudkällan, som t.ex. ljudets periodicitet. Vanliga orsaker till bakgrundsljud är sus från vinden samt ljud från trafiken. Då vindstyrkan ökar tillräckligt, drunknar ljudet från vindkraftverket i ljudet från vinden.

Ett kraftigt eller störande buller kan medföra hälsorisker samt påverka den omgivande naturen. Ju närmare man kommer ett vindkraftverk, desto mera störande kan bullret upplevas. Därför är det viktigt att undersöka området ur en markanvändningssynvinkel.

3.2 Hur buller bildas

Ljudet som bildas vid ett vindkraftverk består av ljud från vingarnas rörelse, som står för den största delen av vindkraftverkets ljudpåverkan, men också av mekaniska ljud i maskinrummet. Ljudets karaktär varierar beroende på väderförhållanden och vindkraftverkstypernas olika tekniska lösningar (Miljöministeriet, 2016).

Det aerodynamiska bullret från vindkraftverk är ett susande ljud från vindkraftverkets snurrande rotorblad. Ett periodiskt susande ljud uppstår då luftskikten komprimeras då bladet passerar tornet samt då bullret reflekteras från tornet. Vid hård vind är ljudet som starkast, speciellt då vinden blåser från samma håll som vindkraftverket befinner sig sett ur observationspunkten. Temperaturen och luftfuktigheten påverkar också ljudets styrka. Det som huvudsakligen påverkar ljudets styrka är ändå avståndet till vindkraftverket samt antalet vindkraftverk i området (Miljöministeriet, 2016).

De lokala förhållandena kan dämpa ljudet. Ljudstyrkan minskar då man förflyttar sig längre bort från ljudkällan, eftersom ljudstyrkans energi minskar. Också luftens egenskaper, så som temperatur och luftfuktighet, påverkar ljudet. Terrängtypen, växtligheten och vindriktningen har även de en betydande effekt på dämpningen av ljudet. Genom att undersöka faktorer som dämpar ljudet, kan man göra en teoretisk uppskattning av hur ljudet sprider sig.

Buller som uppstår under byggtiden orsakas bland annat av byggandet av vägar, vindkraftverk, elnätverk och annan infrastruktur samt av trafiken på området. Denna påverkan är kortvarig och tillfällig.

I tabellen nedan presenteras jämförelsevärden på olika ljudkällor.

Tabell 1. Jämförelsetabell med absoluta ljudstyrkor

Ljudstyrka	Exempel	Kommentar
130 dB	Smärtröskel	
100–120 dB	Rock-konsert	
90 dB	Lastbil som kör förbi	
80 dB	Gata med livlig trafik	
70 dB	Buller inne i ett fordon	
60 dB	Kontor med luftkonditionering	Typisk ljudnivå direkt under ett vindkraftverk.
50 dB	Dämpad diskussion	
40 dB	Bakgrundsljud hemma	
30 dB	Viskning (1m)	

4 Gränsvärden för buller

4.1 Statsrådets förordning om riktvärden för utomhusbuller från vindkraftverk

I statsrådets förordning om riktvärden för utomhusbuller från vindkraftverk regleras riktvärdena för den beräknade eller mätta bullernivån. På områden som är utsatta för buller från vindkraftverk får utomhusbullernivån inte överskrida de A-frekvensvägda riktvärden som presenteras i tabellen nedan. Förordningen har trätt i kraft 1.9.2015.

Tabell 2. Riktvärden i statsrådets förordning

	Bullernivån utomhus LAeq dagtid kl. 7–22	Bullernivån utomhus LAeq nattetid kl. 22–7
Permanent bebyggelse	45 dB	40 dB
Fritidsbebyggelse	45 dB	40 dB
Vårdinrättningar	45 dB	40 dB
Läroanstalter	45 dB	—
Rekreatiomsområden	45 dB	—
Campingplatser	45 dB	40 dB
Nationalparker	40 dB	40 dB

4.2 Social- och hälsovårdsministeriets förordning om sanitära förhållanden i bostäder

Social- och hälsoministeriets förordning från 2015 innehåller åtgärdsgränser för lågfrekvent buller inomhus nattetid. Gränserna presenteras i tabellen nedan, angivna för ekvivalentnivån för en timme lågfrekvent buller (gränsvärdena är inte A-vägda).

Tabell 3. Åtgärdsgränser för lågfrekvent buller inomhus nattetid

Band / Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
L _{eq, 1h} / dB	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

För bostads- och vistelseutrymmen innehåller förordningen en åtgärdsgräns på LAeq 35 dB dagtid (07-22) och LAeq 30 dB nattetid (22-07). För buller som tydligt kan urskiljas från bakgrundsbullret, som eventuellt kan orsaka sömnstörningar, är åtgärdsgränsen 25 dB (LAeq,1h) i rum avsedda att sova i. Därtill används en korrigering av mätresultaten för särdrag i bullret som tonalitet och impulsartat ljud.

Det finns inga anvisningar eller allmänt använda beräkningsmetoder för att modellera totaljudnivån inomhus. Genom förordningens riktvärde på 40 dB(A) utomhus strävar man ändå efter att säkra att åtgärdsgränserna för buller inomhus underskrids. Enligt den allmänt tillämpade DSO 1284-beräkningsmetoden så är byggnadernas ljudisolering för frekvenserna 80-200 Hz ungefär 20 dB. Högre frekvenser dämpas ännu effektivare av byggnadernas isolering, vilket betyder att ljudisoleringen av frekvenserna 200-500 Hz kan antas vara minst 20 dB. Det vindkraftsbuller som hörs 1-3 km från vindkraftverken består i första hand av ljud i frekvensområdet 200-500 Hz. Därför är det mycket sannolikt att inomhusbullernivån är 20 dB(A) eller lägre, ifall utomhusbullernivån ligger under 40 dB(A).

Dessutom nämns det i miljöministeriets anvisningar om ljudmiljön i byggnader, att ytterväggens ljudisolering i rum avsedda för boende skall vara minst 30 dB. Det betyder, att inomhusljudnivån skulle vara 10 dB(A) eller mindre, om ljudnivån utomhus är 40 dB(A).

5 Utgångsdata och metodik

5.1 Utgångsdata

Vindkraftverkens bullerpåverkan har beräknats enligt ISO 9613-2-standarden. Det utgångsdata som använts presenteras i tabellerna nedan. I modelleringen har vindkraftverkstillverkarens garantivärden för utgångsbuller använts.

Ljudeffektnivåerna meddelas beroende på tillverkare och använd vindkraftsmodell antingen som totalljudeffektnivå eller som 1/3 oktavbandsnivåer. I detta fall har ljudeffektnivåerna meddelats som 1/3 oktavbandsnivåer.

Vindkraftstyperna som använts i beräkningen presenteras nedan.

Tabell 4. Uppgifter om projektens vindkraftverkstyper

Projekt	Vindkraftverk	Vindkraftverkets navhöjd (m)	Vindkraftverkets ljudeffektnivå (L _{wa})	1/3 oktavbandigt ljudspektrum
Juthskogen	V162 5.6MW	194/219	106,8	Används
Långmossa	N149 4.5MW	155	108,1	Används
Ribäcken	N149 4.5MW	125	108,1	Används
Takanebacken	V150 4.2MW	155	104,9	Används

Tabell 5. Använda värden i bullerberäkningen (Miljöministeriets anvisningar 2/2014)

Utgångsdata	
Terrängens påverkan på bullrets spridning, koefficient	0,4
Vattendragens påverkan på bullrets spridning, koefficient	0,0
Observationspunktens höjd (meter ovanför marken)	4 m
Luftens temperatur	15°C
Luftfuktighet	70 %

Uppgifter om områdets höjd har tagits från Lantmäteriverkets modell Höjdmodell 2 m och information om områdets marktäckte har tagits från Finlands Miljöcentrals OIVA-databas. Terrängens dämpande effekt har satts till koefficienten 0.4 enligt miljöministeriets direktiv. Uppgifterna om byggnaderna har tagits från Lantmäteriverkets terrängdatabas och uppdaterats enligt information från de lokala kommunala myndigheterna.

Ljudstyrkan som vindkraftverket producerar har använts som utgångspunkt i beräkningen, och på basen av den har ljudets dämpning (geometrisk dämpning samt atmosfärens dämpande effekt) modellerats för hela vindparksområdet. I modelleringen har det antagits att alla bostäder är belägna så att vinden blåser från samma riktning som vindkraftverken befinner sig i och vindstyrkan antas vara 8 m/s på 10 meters höjd ovanför marken. Vindkraftverkens gemensamma bullereffekt har beaktats. På området valdes 16 observationspunkter (bostäder eller fritidsbostäder) för vilka bullret från vindkraftverken redogörs.

5.2 Metod

Bullerberäkningen utfördes i WindPRO programmets DECIBEL-modul. WindPRO är ett modelleringsprogram för vindkraft som gjorts av det danska företaget EMD International A/S. I programmet kan man modellera och visualisera hur ljudet rör sig och hur det dämpas. Programmet kan också användas för att modellera andra effekter från vindkraftverk samt för att beräkna vindresurser.

När modelleringen görs matas parametrar från Miljöministeriets (2/2014) riktlinjer samt utgångsdata enligt ISO 9613-2 standarden in i programmet. I modelleringen beräknas hur bullret sprider sig på området samt bullernivåerna i de valda observationspunkterna.

Enligt Miljöministeriets riktlinjer ska 2 dB läggas till uppskattningen på bullerutsläppen, om höjdskillnaden mellan bostaden och vindkraftverkets fundament överskrider 60 meter. Korrigeringen görs då avståndet mellan vindkraftverket och bostaden är högst tre kilometer. Hedet-Björklidens höjdskillnad överstiger inte 60 meter, och därmed har det inte blivit lagt till 2 dB till uppskattningen på bullerutsläppen.

Om ljudet är speciellt störande, smalbandigt eller impulsartat, lägger man till 5 dB till beräknings- eller mätresultaten innan man jämför med riktlinjerna i förordningen. I denna modellering har inget tillägg tillämpats, eftersom inga särdrag har noterats.

Amplitudmodulering är en effekt som påverkas av lokala förhållanden och vindkraftverkstypen. Effekten kan inte modelleras på förhand, utan den kan endast fastställas med bullermätningar under produktionstiden. Internationella undersökningar har gjorts på ämnet (t.ex. Bertagnolio, 2014), och enligt dem är det möjligt att tekniskt hantera upplevd amplitudmodulering.

Beräkningen av lågfrekvent ljud har gjorts enligt Miljöministeriets anvisningar, genom att använda den givna beräkningsmodellen utomhus vid bostäderna och fritidsbostäderna. Bullernivåerna inomhus har också beräknats enligt Miljöministeriets anvisningar. Byggnadernas ljudisolering har beräknats enligt DSO 1284 metoden, och resultaten har jämförts med riktlinjerna för buller inomhus i social- och hälsovårdsministeriets förordning.

Det lågfrekventa ljudets 1/3-oktavnivå i utsatta punkter utanför byggnaden uppskattas med ekvationen

$$L_p = L_w - 20 \text{ dB} * \log_{10}(d_1 / 1 \text{ m}) - 11 \text{ dB} + A_{gr} - A_{atm} * d_2$$

Där

L_p	är ljudets 1/3-oktavnivå vid den utsatta punkten [dB]
L_w	är vindkraftverkets 1/3-oktavnivå [dB]
d_1	är avståndet till vindkraftverkets nav från den utsatta punkten [m]
A_{gr}	är den reflekterande ytans korrigering [dB]
A_{atm}	är dämpningen som bildas av atmosfären vid temperaturen 15 C° och luftfuktigheten 70 %. [dB/km]
d_2	är avståndet till vindkraftverkets nav från den utsatta punkten [m]

(Miljöministeriet 2014)

6 Uppskattad bullerpåverkan

6.1 Nuvarande situation

Juthskogen vindkraftsområde består i huvudsak av ekonomiskog och dess ljudlandskap är typiskt för ett sådant område.

6.2 Påverkan under byggtiden

Buller som uppstår under byggtiden orsakas bland annat av maskiner som flyttar jord, kranar, fordonstrafik samt byggande. Bullret vid en byggplats är impulsartat och lokalt, och uppstår huvudsakligen dagtid. På grund av detta uppstår det inte betydande bullereffekter under byggtiden. Byggandet av vägar och fundament orsakar mest buller och den ökade mängden trafik kan höja områdets bullernivå en aning. Byggandet pågår en kort tid i förhållande till vindkraftverkens livslängd. Därmed kan bullerpåverkan också betraktas som kortvarig.

6.3 Påverkan under driftstiden, VE1

I bullermodelleringen för Juthskogens vindkraftspark har ljuddata för vindkraftverkstypen V162 5.6 MW använts. Totaljudnivån för vindkraftverkstypen är 106,8 dB(A) och navhöjden är 219 meter. Situationsplansalternativet med 20 vindkraftverk har använts. Koordinaterna för vindkraftverken finns i bilaga 3.

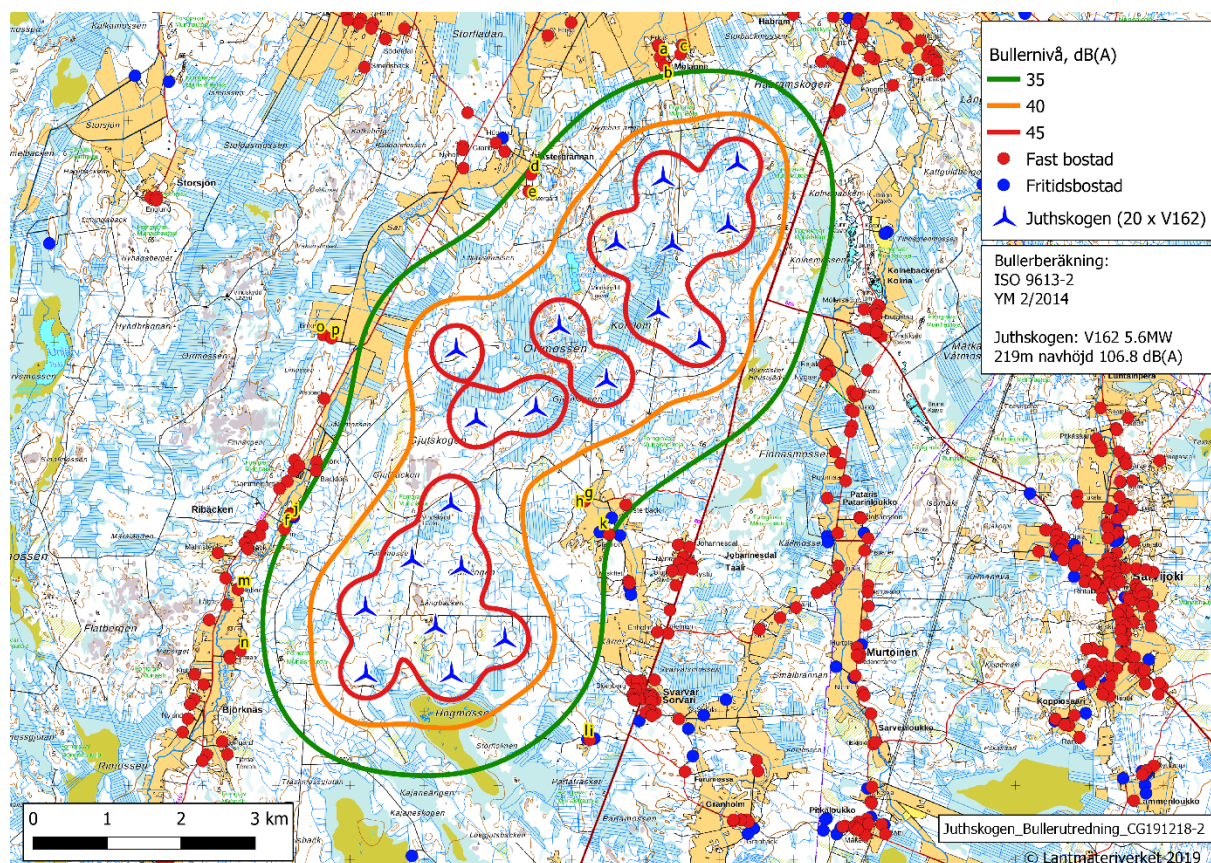


Bild 1. Bullermodellering för Juthskogens vindkraftspark, V162 5.6MW 106,8 dB(A). 16 observationspunkter har markerats med bokstäver.

På området finns det inga byggnader vid vilka ljudnivån överstiger miljöministeriets riktvärde på 40 dB(A). I tabellen i bilaga 1 presenteras ljudnivån vid 16 närliggande bostäder som valts ut som observationspunkter.

Baserat på resultaten kan man konstatera att Juthskogens vindkraftverks bullerpåverkan är relativt liten.

På vindkraftsparkens område, i vindkraftverkens direkta närhet, är ljudnivån över 45 dB(A). Därmed kan bullret ha en effekt på t.ex. områdets rekreationsanvändning.

6.4 Påverkan under driftstiden, VE2

I bullermodelleringen för Juthskogens vindkraftspark har ljuddata för vindkraftverkstypen V162 5.6 MW använts. Totalljudnivån för vindkraftverkstypen är 106,8 dB(A) och navhöjden är 194 meter. Situationsplansalternativet med 22 vindkraftverk har använts. Koordinaterna för vindkraftverken finns i bilaga 3.

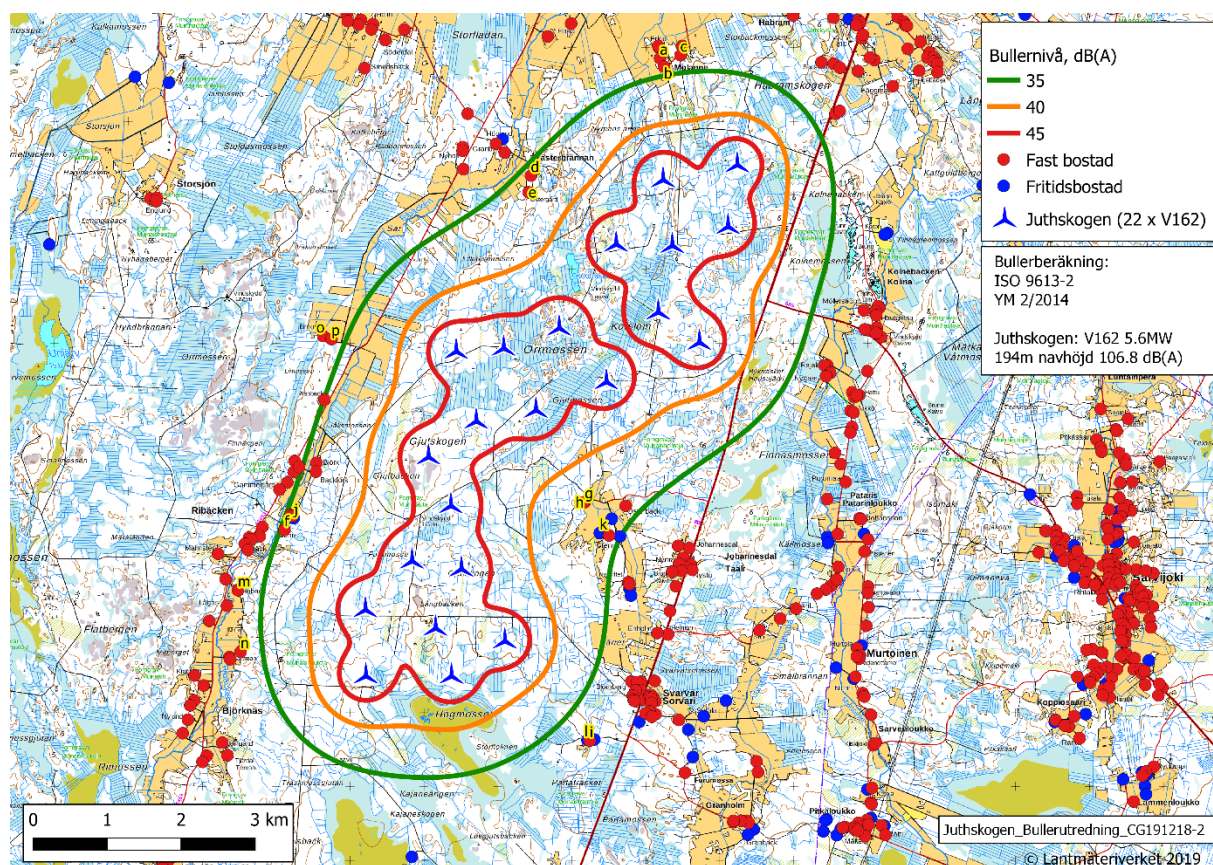


Bild 2. Bullermodellering för Juthskogens vindkraftspark, V162 5.6MW 106,8 dB(A). 16 observationspunkter har markerats med bokstäver.

På området finns det inga byggnader vid vilka ljudnivån överstiger miljöministeriets riktvärde på 40 dB(A). I tabellen i bilaga 1 presenteras ljudnivån vid 16 närliggande bostäder som valts ut som observationspunkter.

Baserat på resultaten kan man konstatera att Juthskogens vindkraftverks bullerpåverkan är relativt liten.

På vindkraftsparkens område, i vindkraftverkens direkta närhet, är ljudnivån över 45 dB(A). Därmed kan bullret ha en effekt på t.ex. områdets rekreationsanvändning.

6.5 Påverkan under driftstiden, VE3

I bullermodelleringen för Juthskogens vindkraftspark har ljuddata för vindkraftverkstypen V162 5.6 MW använts. Totaljuddnivån för vindkraftverkstypen är 106,8 dB(A) och navhöjden är 194 meter. Situationsplansalternativet med 19 vindkraftverk har använts. Koordinaterna för vindkraftverken finns i bilaga 3.

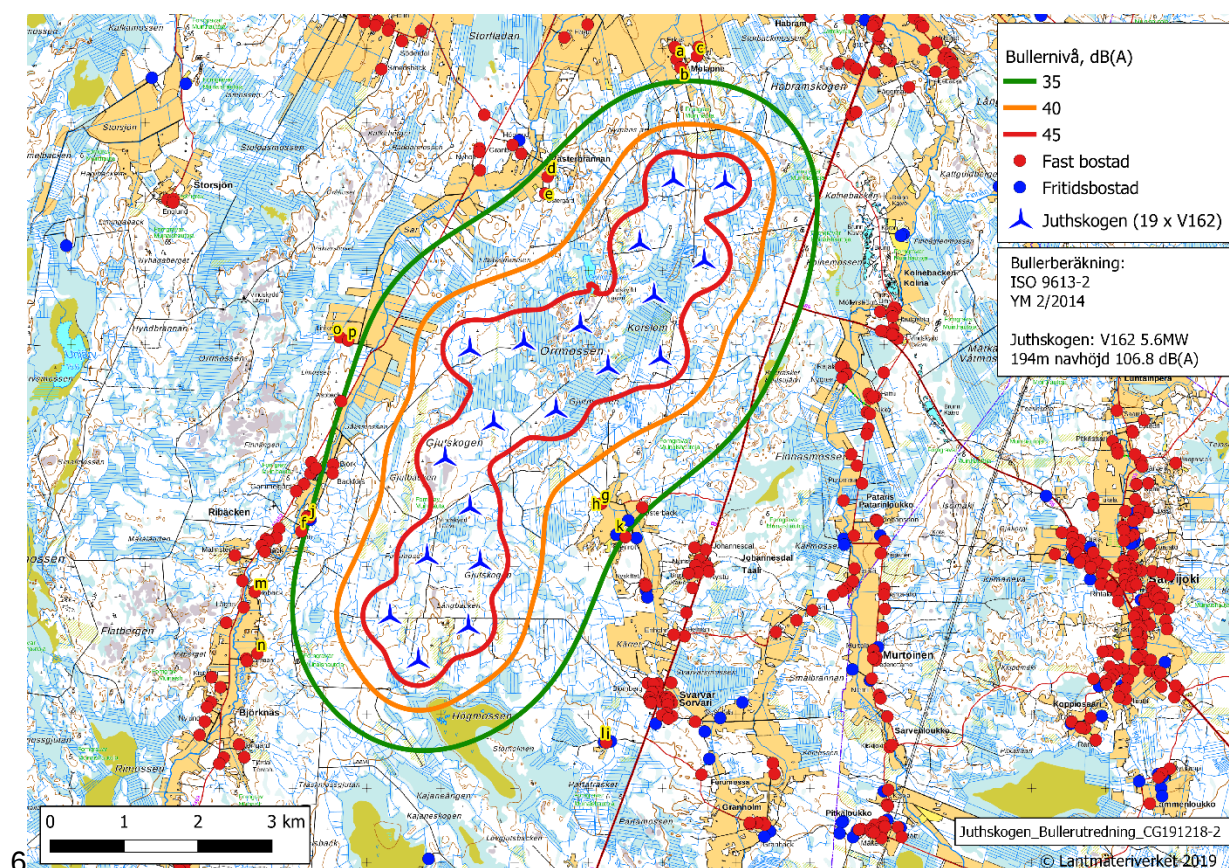


Bild 3. Bullermodellering för Juthskogens vindkraftspark, V162 5.6MW 106,8 dB(A). 16 observationspunkter har markerats med bokstäver.

På området finns det inga byggnader vid vilka ljudnivån överstiger miljöministeriets riktvärde på 40 dB(A). I tabellen i bilaga 1 presenteras ljudnivån vid 16 närliggande bostäder som valts ut som observationspunkter.

Baserat på resultaten kan man konstatera att Juthskogens vindkraftverks bullerpåverkan är relativt liten.

På vindkraftsparkens område, i vindkraftverkens direkta närhet, är ljudnivån över 45 dB(A). Därmed kan bullret ha en effekt på t.ex. områdets rekreationsanvändning.

6.6 Bullerpåverkan för alternativ VE1 då närliggande vindkraftsparker beaktats

I bullermodelleringen för Juthskogens vindkraftspark har ljuddata för vindkraftverkstypen V162 5.6 MW använts. Totaljudnivån för vindkraftverkstypen är 106,8 dB(A) och navhöjden är 219 meter. Situationsplansalternativet med 20 vindkraftverk har använts. Koordinaterna för vindkraftverken finns i bilaga 3.

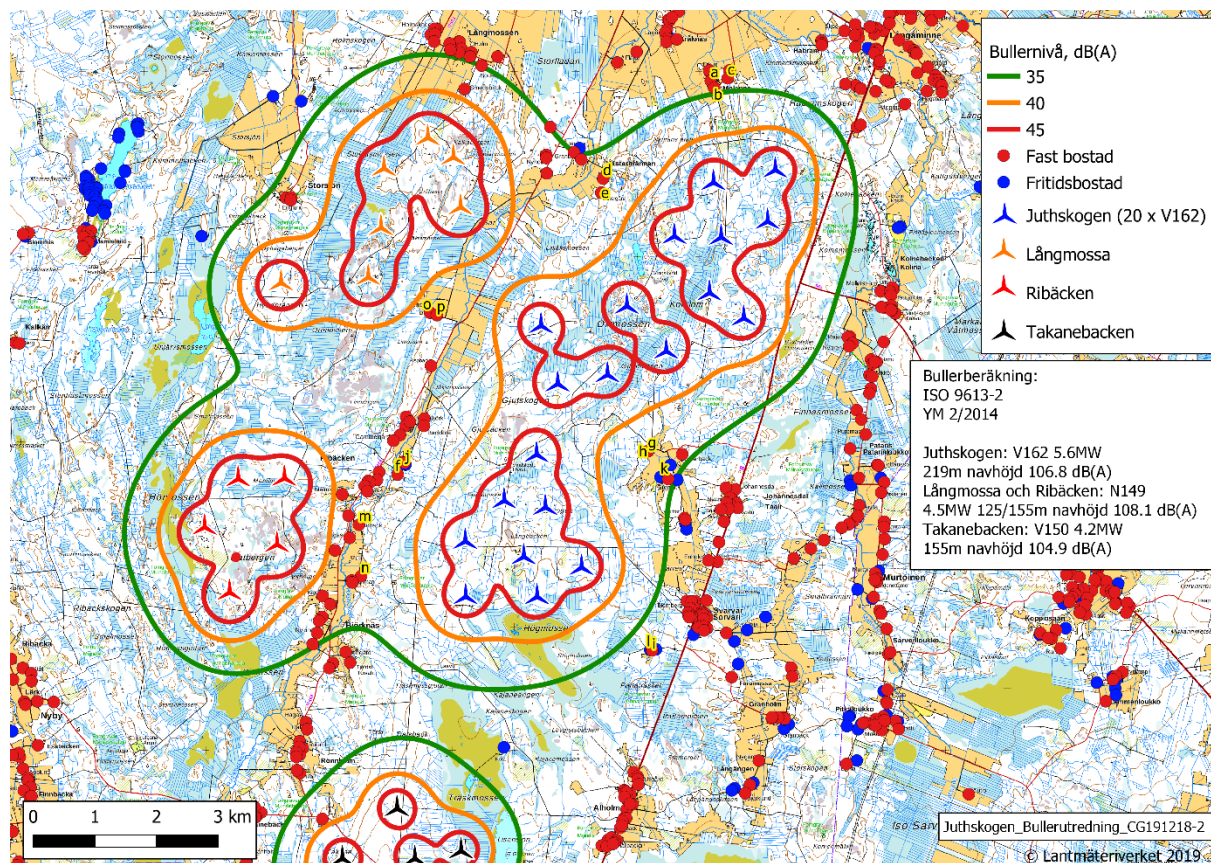


Bild 4. Bullermodellering för Juthskogens vindkraftspark, V162 5.6MW 106,8 dB(A). 16 observationspunkter har markerats med bokstäver.

På området finns det inga byggnader vid vilka ljudnivån överstiger miljöministeriets riktvärde på 40 dB(A). I tabellen i bilaga 1 presenteras ljudnivån vid 16 närliggande bostäder som valts ut som observationspunkter.

Baserat på resultaten kan man konstatera att Juthskogens vindkraftverks bullerpåverkan är relativt liten. Den högsta bullernivån, 38,3 dB(A) har beräknats vid den fasta bostaden "o". Bullernivån vid den här bostaden orsakas i första hand av Långmossa vindkraftspark.

På vindkraftsparkens område, i vindkraftverkens direkta närhet, är ljudnivån över 45 dB(A). Därmed kan bullret ha en effekt på t.ex. områdets rekreationsanvändning.

6.7 Bullerpåverkan för alternativ VE2 då närliggande vindkraftsparker beaktats

I bullermodelleringen för Juthskogens vindkraftspark har ljuddata för vindkraftverkstypen V162 5.6 MW använts. Totaljudnivån för vindkraftverkstypen är 106,8 dB(A) och navhöjden är 194 meter. Situationsplansalternativet med 22 vindkraftverk har använts. Koordinaterna för vindkraftverken finns i bilaga 3.

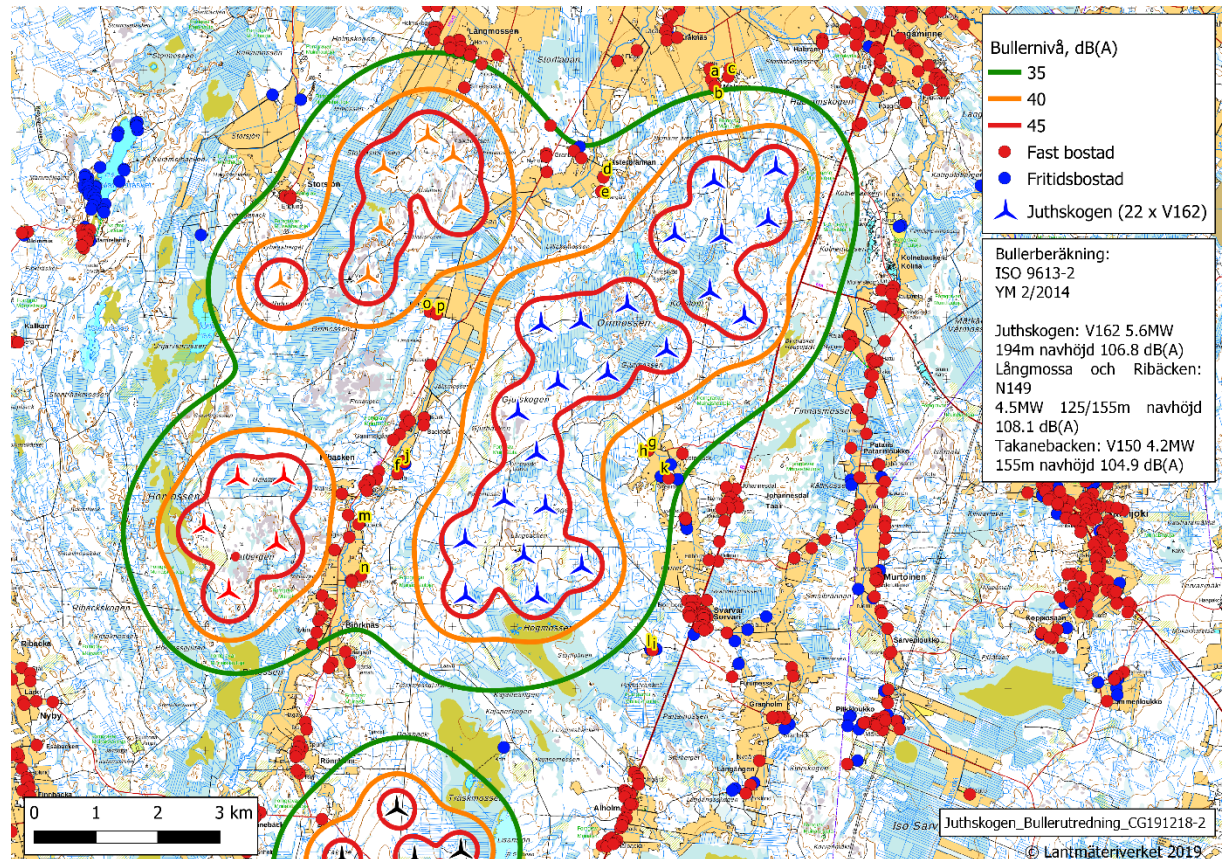


Bild 5. Bullermodellering för Juthskogens vindkraftspark, V162 5.6MW 106,8 dB(A). 16 observationspunkter har markerats med bokstäver.

På området finns det inga byggnader vid vilka ljudnivån överstiger miljöministeriets riktvärde på 40 dB(A). I tabellen i bilaga 1 presenteras ljudnivån vid 16 närliggande bostäder som valts ut som observationspunkter.

Baserat på resultaten kan man konstatera att Juthskogens vindkraftverks bullerpåverkan är relativt liten. Den högsta bullernivån, 38,6 dB(A) har beräknats vid den fasta bostaden "o". Bullernivån vid den här bostaden orsakas i första hand av Långmossa vindkraftspark.

På vindkraftsparkens område, i vindkraftverkens direkta närhet, är ljudnivån över 45 dB(A). Därmed kan bullret ha en effekt på t.ex. områdets rekreationsanvändning.

6.8 Bullerpåverkan för alternativ VE3 då närliggande vindkraftsparker beaktats

I bullermodelleringen för Juthskogens vindkraftspark har ljuddata för vindkraftverkstypen V162 5.6 MW använts. Totaljudnivån för vindkraftverkstypen är 106,8 dB(A) och navhöjden är 194 meter. Situationsplansalternativet med 19 vindkraftverk har använts. Koordinaterna för vindkraftverken finns i bilaga 3.

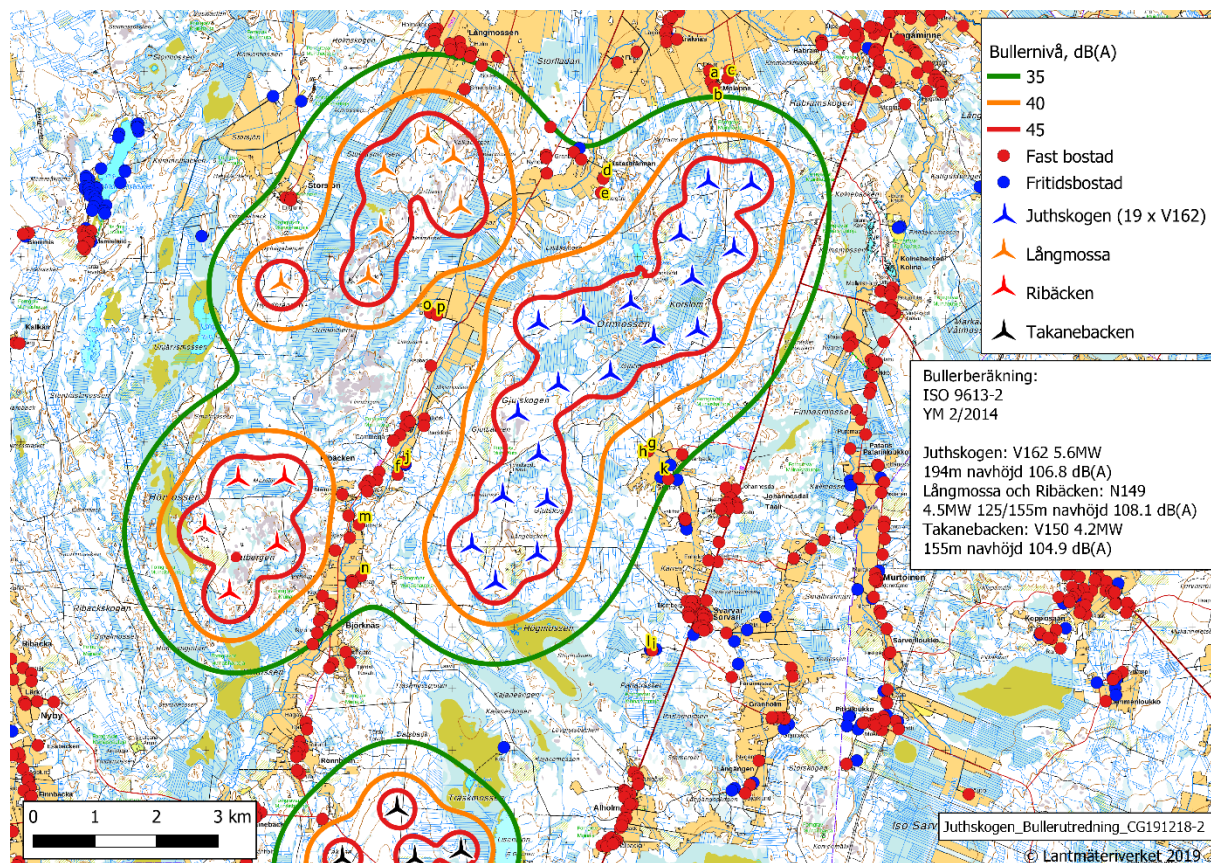


Bild 6. Bullermodellering för Juthskogens vindkraftspark, V162 5.6MW 106,8 dB(A). 16 observationspunkter har markerats med bokstäver.

På området finns det inga byggnader vid vilka ljudnivån överstiger miljöministeriets riktvärde på 40 dB(A). I tabellen i bilaga 1 presenteras ljudnivån vid 16 närliggande bostäder som valts ut som observationspunkter.

Baserat på resultaten kan man konstatera att Juthskogens vindkraftverks bullerpåverkan är relativt liten. Den högsta bullernivån, 38,6 dB(A) har beräknats vid den fasta bostaden "o". Bullernivån vid den här bostaden orsakas i första hand av Långmossa vindkraftspark.

På vindkraftsparkens område, i vindkraftverkens direkta närhet, är ljudnivån över 45 dB(A). Därmed kan bullret ha en effekt på t.ex. områdets rekreationsanvändning.

6.9 Lågfrekvent buller

Lågfrekvent buller har beräknats enligt miljöministeriets anvisningar.

Riktvärdena som ges i social och hälsoministeriets förordning underskrids klart i de närmaste bostäderna och sommarstugorna. Också i de bostäder som befinner sig längre bort underskrids riktvärdena, eftersom det lågfrekventa bullret minskar då avståndet växer. Beräkningens resultat finns i bilaga 2.

I beräkningen har bostädernas verkliga ljudisoleringssegenskaper inte beaktats. Det verkliga lågfrekventa bullret kan därför vara högre än det beräknade värdet (i DSO beräkningsmetoden används endast ett medeltal på bostäders ljudisolerings). De beräknade värdena är ändå inte nära de åtgärdsgränser som nämns i social- och hälsovårdsministeriets förordning. Det finns därmed en tillräckligt stor marginal så att gränsvärdena inte överskrids.

Baserat på resultaten kan man konstatera att Juthskogens vindkraftverks lågfrekventa bullerpåverkan är liten.

6.10 Påverkan då parken tas ur bruk

De bullereffekter som uppstår då parken tas ur bruk påminner om de bullereffekter som uppstår under byggnadsskedet. Tidsmässigt är bullereffekterna kortvariga och de orsakas av arbetsplatsmaskinernas ljud och trafik.

Efter att parken tagits ur bruk, ändras områdets ljudlandskap till samma tillstånd som innan parken byggdes.

6.11 Osäkerhetsfaktorer i beräkningen

Miljöministeriets anvisningar har använts i modelleringen och de i standarden nämnda metoderna och resultatet som fått har rapporterats enligt anvisningen. Modelleringsmetoderna innehåller alltid en liten osäkerhet, som dock har minimerats bland annat genom att sakkunniga gemensamt har beslutat om modelleringens utgångsdata som miljöministeriet har publicerat.

7 Uppföljning och hantering av bullerproblem

Under byggnadstiden kan bullereffekterna minimeras genom att använda maskiner som orsakar mindre buller samt genom att utföra arbetet under mindre störande tider på dygnet.

Vindkraftverkens bullereffekter kan man reglera genom att påverka ljudkällans drift eller beteende. Ljudet som kommer från maskinrummet kan dämpas genom att sätta till isolering i maskinrummet eller genom att reparera/ändra teknik. En mera betydande dämpning får man ändå genom att påverka rotnors beteende.

Vindkraftverkets ljud kan man lätt dämpa genom att sakta ner rotnors rotation eller genom att justera bladens rotationsvinkel. Dessa åtgärder minskar dock också på kraftverkets produktion. Genom att justera driften hos vindkraftverk som befinner sig nära varandra, kan bullret minskas till exempel genom att ändra bladens anfallsvinkel. Kraftverkens driftsparametrar kan vid behov ändras så att riktvärdena inte överskrids. Enligt denna bullerutredning finns det dock inte ett sådant behov.

Enligt bullerutredningen överskrids inte de riktvärden som nämns i statsrådets förordning, och inte heller de riktvärden på lågfrekvent buller inomhus som getts ut av social och hälsoministeriet. Ifall riktvärdena ändå överskrids, kan det hanteras till exempel genom att stanna de kraftverk som orsakar problemet.

8 Källor

Bertagnolio, F. et.al. (2014). Cyclic pitch for the control of wind turbine noise amplitude modulation. Viitattu 14.1.2014. Saatavilla http://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/INTERNOISE2014/papers/p551.pdf.

Etha Wind (2018) 01-Noise-CGYK141220-1-Rev4. Internal work description.

Lantmäteriverket (2019). CC 4.0 licens till Lantmäteriverkets avgiftsfria datamaterial <http://www.maanmittauslaitos.fi/sv/e-tjanster/filtjanst-avgiftsfri-data>

Miljöministeriet (2016). Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys 2016. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/79057>

Miljöministeriet (2014). Modellering av buller från vindkraftverk. Miljöförvaltningens anvisningar 2/2014. Helsingfors. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42937/OH_2_2014.pdf?sequence=1

Miljöministeriet (2018). Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. <https://www.ym.fi/download/noname/%7B2852D34E-DA43-4DCA-9CEE-47DBB9EFCB08%7D/138568>

Nordex (2018). Third octave sound power levels Nordex N149/4.0-4.5. F008_270_A17_EN.

Social- och hälsovårdsministeriet (2015). Asumisterveysasetus. Helsinki. <http://www.stm.fi/tiedotteet/tiedote/-/view/1907834>

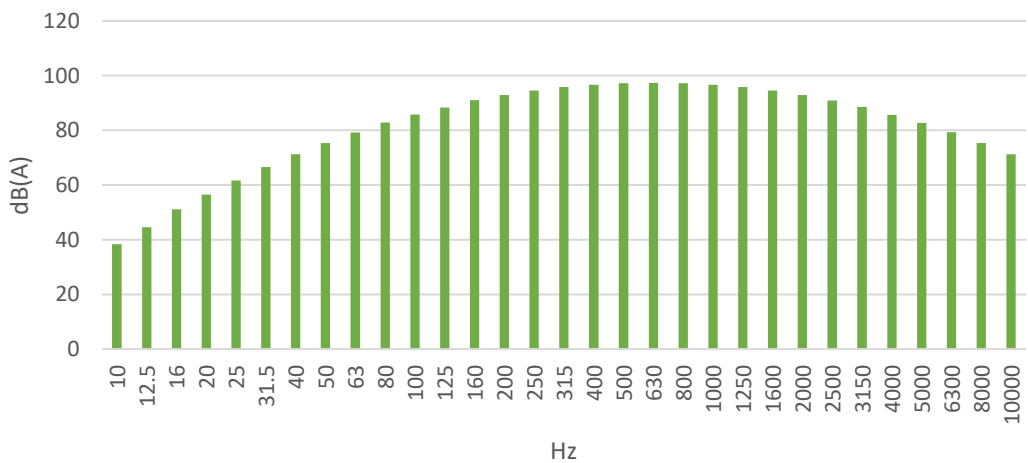
Finlands miljöcentral (2019). OIVA – Ympäristö- ja paikkatietopalvelu asiantuntijoille. http://paikkatieto.ymparisto.fi/lapio/lapio_flex.html#

Statsrådet (2015). Statsrådets förordning (1107/2015) om riktvärden för utomhusbuller från vindkraftverk. <https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2015/20151107>

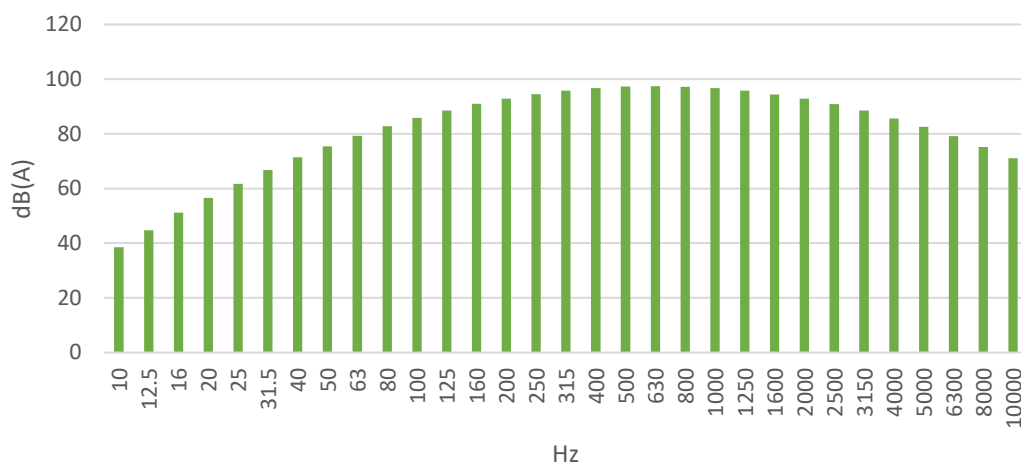
Vestas (2018). V150-4.0/4.2MW Third octave noise emission. DMS 0067-4767 V05.

Vestas (2019). V162-5.6MW Third octave noise emission. DMS no.: 0079-5298_01.

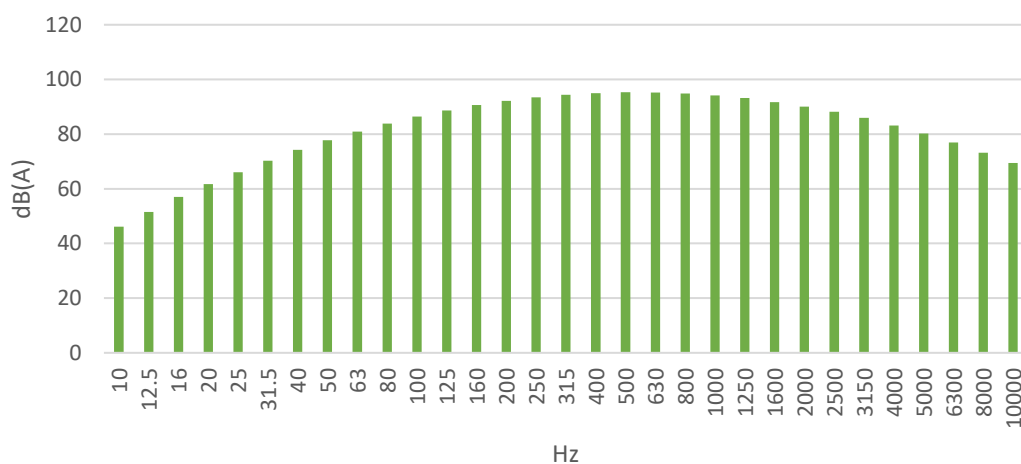
9 Rapport över modelleringsuppgifter

UPPGIFTER OM RAPPORTEN OCH OM RAPPORTÖREN *preciserande uppgifter kan ges på en karta eller i andra bilagor.					
Modelleringsrapportens nummer/ identifierare:			Datum för godkännande av rapporten: 3.12.2019		
Organisation, kontaktuppgifter: Etha Wind Oy, Kirkkopuistikko 4, 65100 Vaasa, puh. 044-3809237					
Ansvariga: Christian Granlund					
Författare: Christian Granlund			Granskad av/godkänd av: Toni Lustila		
UPPGIFTER OM MODELLERINGSPROGRAMMET					
Modelleringsprogram och version: WindPRO Ver3.3			Modelleringsmetod: ISO 9613-2		
UPPGIFTER OM VINDKRAFTVERKET (VINDKRAFTVERKEN)					
Tillverkare: Vestas			Typ: V162-5.6 MW		Serienummer:
Nominell effekt: 5.6 MW	Navhöjd: 194/219 m		Rotordiameter: 162 m		Torntyp: Rörtorn
Möjligheter att påverka vindkraftverkets bullerutsläpp under drift och åtgärdens inverkan på bullret					
Reglering av bladvinkeln		Rotationshastighet		Annat, vad:	
Ja	dB	Ja	dB		dB
Nej	Inga uppgifter	Nej	Inga uppgifter		dB
AKUSTISKA UPPGIFTER/UTGÅNGSUPPGIFTER FÖR BERÄKNINGEN					
Utgångsbullernivå:					
V162 5.6 MW 194 m HH (Vindkraftverkstillverkarens garantivärde: 106,8 dB(A))					
V162 5.6 MW 219 m HH (Vindkraftverkstillverkarens garantivärde: 106,8 dB(A))					
V150 4.2 MW 155 m HH (Vindkraftverkstillverkarens garantivärde: 104,9 dB(A))					
N149 4.5 MW 155/125 m HH (Vindkraftverkstillverkarens garantivärde: 108,1 dB(A))					
1/3 oktavnivåer för V162 5.6MW, 194 m HH 106,8 dB(A) 					

1/3 oktavnivåer för V162 5.6MW, 219 m HH 106,8 dB(A)



1/3 oktavnivåer för V150 4.2MW 155m HH, 104,9 dB(A)



1/3 oktavnivåer för N149 4.5MW 125/155 m HH, 108,1 dB(A)



Särdrag hos buller, mätningar eller observationer:								
Smalbandighet/ tonalitet		Impulsartat ljud		Signifikant pulserande/ amplitudmodulering		Annan, vad:		
ja	nej	ja	nej	ja	nej	ja	nej	
AKUSTISKA UPPGIFTER/UTGÅNGSUPPGIFTER FÖR BERÄKNINGEN								
Beräkningshöjd						Beräkningsrutans storlek [m·m]		
4 m	Annan, vad och varför:					20 m * 20 m		
Relativ fuktighet				Temperatur				
70 %	Annan, vad och varför:			15 C°		Annan, vad och varför:		
Terrängmodellens källa och noggrannhet								
Terrängmodellens källa: Lantmäteriverket				Vågrät upplösning: 2		Lodrät upplösning: 1 m		
Beaktande av absorption och reflektion vid mark- och vattenytan, använda faktorer								
ISO 9613-2								
Vattenområden, (0)/(G)		0						
Landområden, (0,4)/(A–D/E–F)		0,4						
Landområden, (0)/(G)								
Atmosfärens stabilitet i beräkningen/meteorologisk korrigering								
Neutral, (0): ja		Annan, vad och varför:						
Kraftverksljudets riktningsverkan och dämpning								
Fri rymd		Annan, vad och varför:						
Invånare och objekt som utsätts för buller, antal (utan bullerbekämpning/kraftverksstyrning)								
Invånare: 0		Fritidsbyggnader 0				Invånare: 0		
Invånare och objekt som utsätts för buller, antal (med beaktande av bullerbekämpning/kraftverksstyrning)								
Invånare: 0		Fritidsbyggnader 0				Invånare: 0		
Bullerspridning i rekreations- eller naturskyddsområden								
Rekreatiomsområden: 0				Naturskyddsområden: 0				

Bilaga 1: Resultat av bullermodelleringen

Tabell 6. Ljudnivån vid observationspunkterna för modelleringen av Juthskogens vindkraftspark

Bostad	Klassificering	X koord. (ETRS TM35FIN)	Y koord. (ETRS TM35FIN)	Riktvärde (dBA)	VE1 Buller [dBA]	VE2 Buller [dBA]	VE3 Buller [dBA]	Överskrider riktvärdet
a	Fast bostad	229192	6983853	40	33.4	33.5	33.1	Nej
b	Fast bostad	229246	6983740	40	34.1	34.2	33.8	Nej
c	Fast bostad	229468	6983894	40	33.4	33.5	32.8	Nej
d	Fast bostad	227447	6982265	40	35.3	35.7	35.8	Nej
e	Fast bostad	227414	6982039	40	35.9	36.4	36.4	Nej
f	Fast bostad	224113	6977471	40	34.8	35.3	34.7	Nej
g	Fast bostad	228176	6977848	40	37.0	37.5	37.2	Nej
h	Fast bostad	228159	6977846	40	37.1	37.5	37.3	Nej
i	Fast bostad	228242	6974621	40	32.3	32.4	29.6	Nej
j	Fritidsbostad	224238	6977631	40	35.0	35.6	35.1	Nej
k	Fritidsbostad	228378	6977429	40	35.6	36.0	35.4	Nej
l	Fritidsbostad	228210	6974627	40	32.4	32.5	29.7	Nej
m	Fast bostad	223484	6976655	40	32.8	33.1	32.1	Nej
n	Fast bostad	223520	6975823	40	33.1	33.2	31.7	Nej
o	Fast bostad	224638	6980093	40	32.2	33.5	33.4	Nej

Tabell 7. Ljudnivån vid observationspunkterna för modelleringen av Juthskogens vindkraftspark inklusive närliggande vindkraftsparker

Bostad	Klassificering	X koord. (ETRS TM35FIN)	Y koord. (ETRS TM35FIN)	Riktvärde (dBA)	VE1 Buller [dBA]	VE2 Buller [dBA]	VE3 Buller [dBA]	Överskrider riktvärdet
a	Fast bostad	229192	6983853	40	33.8	33.9	33.4	Nej
b	Fast bostad	229246	6983740	40	34.4	34.5	34.1	Nej
c	Fast bostad	229468	6983894	40	33.7	33.8	33.2	Nej
d	Fast bostad	227447	6982265	40	36.4	36.6	36.7	Nej
e	Fast bostad	227414	6982039	40	36.9	37.2	37.3	Nej
f	Fast bostad	224113	6977471	40	36.7	37.0	36.7	Nej
g	Fast bostad	228176	6977848	40	37.2	37.6	37.4	Nej
h	Fast bostad	228159	6977846	40	37.3	37.7	37.4	Nej
i	Fast bostad	228242	6974621	40	32.7	32.8	30.3	Nej
j	Fritidsbostad	224238	6977631	40	36.7	37.1	36.7	Nej
k	Fritidsbostad	228378	6977429	40	35.8	36.2	35.6	Nej
l	Fritidsbostad	228210	6974627	40	32.8	33.0	30.4	Nej
m	Fast bostad	223484	6976655	40	37.6	37.7	37.4	Nej
n	Fast bostad	223520	6975823	40	36.8	36.9	36.3	Nej
o	Fast bostad	224638	6980093	40	38.3	38.6	38.6	Nej

Bilaga 2: Beräkning av lågfrekvent ljud, VE1

Åtgärdsgränserna för lågfrekventbuller i social- och hälsoministeriets förordning underskrids i de närmaste bostäderna. Åtgärdsgränserna underskrids också i bostäder som finns längre bort, eftersom det lågfrekventa ljudet minskar då avståndet växer. Åtgärdsgränserna underskrids också vid fritidsbostäderna.

Det lågfrekventa bullret har beräknats för Juthskogen alternativ VE1 med 20 vindkraftverk. De närliggande vindkraftsparkerna Långmossa, Ribäcken och Takanebacken har beaktats i beräkningen.

Tabell 8. Lågfrekvent ljud utomhus

Fre- kvens (Hz)	Bullernivån vid punkterna (dB)															
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
20	46.6	46.8	46.4	49.6	49.8	50.9	48.8	48.8	46.5	50.7	48.1	46.5	52.1	51.3	52.8	52.5
25	45.4	45.6	45.2	48.2	48.4	49.3	47.7	47.7	45.2	49.2	46.9	45.3	50.4	49.7	51.1	50.8
31,5	45.0	45.2	44.8	47.9	48.2	49.1	47.2	47.2	44.7	49.0	46.5	44.8	50.3	49.5	51.0	50.7
40	43.9	44.2	43.8	46.7	47.0	47.7	46.3	46.4	43.7	47.6	45.6	43.7	48.7	48.0	49.4	49.2
50	43.8	44.0	43.6	46.7	47.0	47.9	46.0	46.0	43.3	47.7	45.3	43.4	49.0	48.2	49.8	49.5
63	42.1	42.4	42.0	44.7	45.0	45.6	44.7	44.7	41.8	45.5	43.9	41.9	46.4	45.7	47.0	46.7
80	40.9	41.2	40.7	43.4	43.7	44.1	43.6	43.6	40.5	44.1	42.7	40.6	44.8	44.2	45.4	45.2
100	40.0	40.3	39.8	42.8	43.1	43.8	42.5	42.6	39.4	43.7	41.7	39.5	44.8	44.0	45.6	45.3
125	37.3	37.7	37.2	39.6	40.0	40.0	40.3	40.3	36.8	40.0	39.3	36.9	40.3	39.8	40.8	40.6
160	34.3	34.7	34.2	36.5	37.0	36.8	37.4	37.5	33.7	36.8	36.4	33.8	36.9	36.4	37.3	37.2
200	33.0	33.5	33.0	35.3	35.8	35.6	36.3	36.3	32.4	35.6	35.2	32.5	35.6	35.1	36.0	35.9

Tabell 9. Lågfrekvent ljud inomhus

Fre- kvens (Hz)	Bullernivån vid punkterna (dB)															
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
20	40.0	40.2	39.8	43.0	43.2	44.3	42.2	42.2	39.9	44.1	41.5	39.9	45.5	44.7	46.2	45.9
25	37.0	37.2	36.8	39.8	40.0	40.9	39.3	39.3	36.8	40.8	38.5	36.9	42.0	41.3	42.7	42.4
31,5	34.2	34.4	34.0	37.1	37.4	38.3	36.4	36.4	33.9	38.2	35.7	34.0	39.5	38.7	40.2	39.9
40	32.5	32.8	32.4	35.3	35.6	36.3	34.9	35.0	32.3	36.2	34.2	32.3	37.3	36.6	38.0	37.8
50	30.8	31.0	30.6	33.7	34.0	34.9	33.0	33.0	30.3	34.7	32.3	30.4	36.0	35.2	36.8	36.5
63	25.5	25.8	25.4	28.1	28.4	29.0	28.1	28.1	25.2	28.9	27.3	25.3	29.8	29.1	30.4	30.1
80	21.2	21.5	21.0	23.7	24.0	24.4	23.9	23.9	20.8	24.4	23.0	20.9	25.1	24.5	25.7	25.5
100	18.8	19.1	18.6	21.6	21.9	22.6	21.3	21.4	18.2	22.5	20.5	18.3	23.6	22.8	24.4	24.1
125	17.1	17.5	17.0	19.4	19.8	19.8	20.1	20.1	16.6	19.8	19.1	16.7	20.1	19.6	20.6	20.4
160	13.1	13.5	13.0	15.3	15.8	15.6	16.2	16.3	12.5	15.6	15.2	12.6	15.7	15.2	16.1	16.0
200	11.8	12.3	11.8	14.1	14.6	14.4	15.1	15.1	11.2	14.4	14.0	11.3	14.4	13.9	14.8	14.7

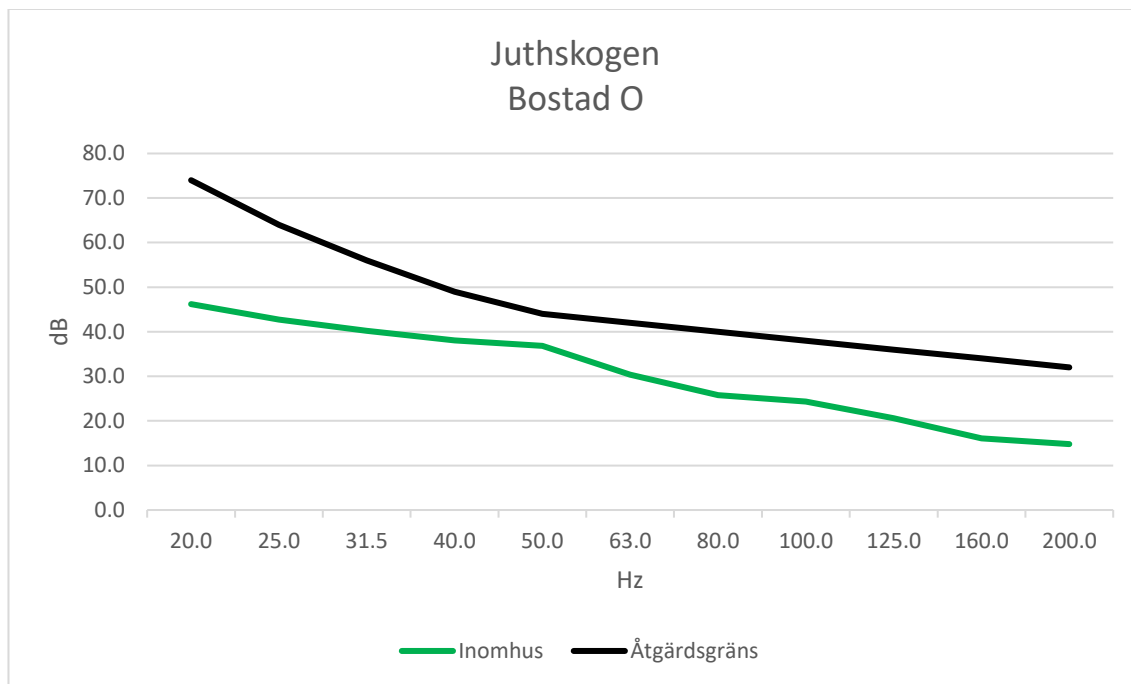


Bild 4. Beräkning av lågfrekvent buller enligt miljöministeriets anvisningar samt social- och hälsovårdsministeriets åtgärdsgräns i bostad O.

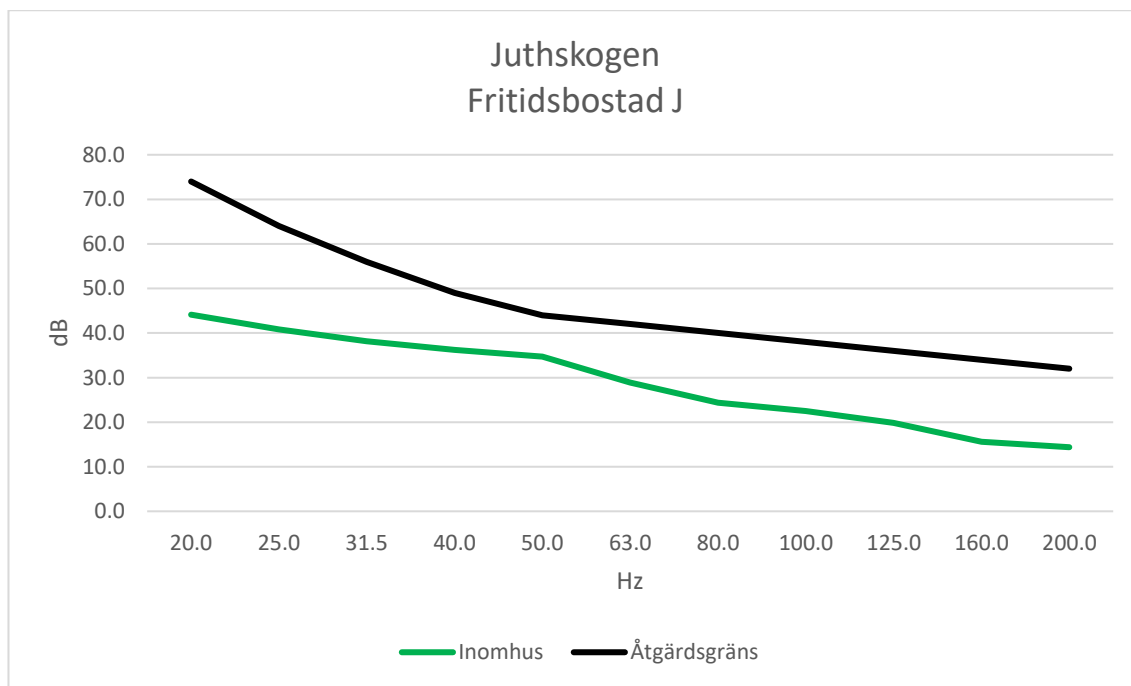


Bild 5. Beräkning av lågfrekvent buller enligt miljöministeriets anvisningar samt social- och hälsovårdsministeriets åtgärdsgräns i fritidsbostad J.

Bilaga 2: Beräkning av lågfrekvent ljud, VE2

Åtgärdsgränserna för lågfrekventbuller i social- och hälsoministeriets förordning underskrids i de närmaste bostäderna. Åtgärdsgränserna underskrids också i bostäder som finns längre bort, eftersom det lågfrekventa ljudet minskar då avståndet växer. Åtgärdsgränserna underskrids också vid fritidsbostäderna.

Det lågfrekventa bullret har beräknats för Juthskogen alternativ VE2 med 22 vindkraftverk. De närliggande vindkraftsparkerna Långmossa, Ribäcken och Takanebacken har beaktats i beräkningen.

Tabell 10. Lågfrekvent ljud utomhus

Fre- kvens (Hz)	Bullernivån vid punkterna (dB)															
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
20	46.7	46.9	46.5	49.7	50.0	51.0	49.0	49.0	46.6	50.9	48.3	46.6	52.1	51.4	52.9	52.6
25	45.4	45.7	45.2	48.3	48.6	49.5	47.9	47.9	45.3	49.4	47.2	45.3	50.5	49.8	51.2	51.0
31,5	45.0	45.3	44.9	48.1	48.3	49.2	47.5	47.5	44.8	49.1	46.7	44.8	50.3	49.5	51.1	50.8
40	44.0	44.3	43.8	46.9	47.2	47.9	46.6	46.6	43.7	47.8	45.8	43.8	48.8	48.1	49.6	49.3
50	43.9	44.1	43.7	46.9	47.2	48.0	46.4	46.4	43.4	47.9	45.6	43.5	49.1	48.3	49.9	49.7
63	42.2	42.5	42.0	44.9	45.2	45.7	45.0	45.1	41.9	45.7	44.2	42.0	46.4	45.8	47.2	47.0
80	41.0	41.3	40.9	43.7	44.0	44.4	44.0	44.0	40.7	44.4	43.1	40.7	44.9	44.3	45.7	45.5
100	40.1	40.4	39.9	43.1	43.4	44.0	42.9	43.0	39.6	43.9	42.0	39.6	44.9	44.1	45.7	45.5
125	37.3	37.7	37.2	39.9	40.3	40.3	40.6	40.7	36.9	40.3	39.6	37.0	40.4	39.9	41.1	41.0
160	34.4	34.9	34.3	36.9	37.3	37.2	37.9	37.9	33.9	37.3	36.8	34.0	37.0	36.6	37.7	37.7
200	33.1	33.7	33.1	35.7	36.2	35.9	36.8	36.8	32.5	36.0	35.6	32.6	35.8	35.3	36.5	36.4

Tabell 11. Lågfrekvent ljud inomhus

Fre- kvens (Hz)	Bullernivån vid punkterna (dB)															
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
20	40.1	40.3	39.9	43.1	43.4	44.4	42.4	42.4	40.0	44.3	41.7	40.0	45.5	44.8	46.3	46.0
25	37.0	37.3	36.8	39.9	40.2	41.1	39.5	39.5	36.9	41.0	38.8	36.9	42.1	41.4	42.8	42.6
31,5	34.2	34.5	34.1	37.3	37.5	38.4	36.7	36.7	34.0	38.3	35.9	34.0	39.5	38.7	40.3	40.0
40	32.6	32.9	32.4	35.5	35.8	36.5	35.2	35.2	32.3	36.4	34.4	32.4	37.4	36.7	38.2	37.9
50	30.9	31.1	30.7	33.9	34.2	35.0	33.4	33.4	30.4	34.9	32.6	30.5	36.1	35.3	36.9	36.7
63	25.6	25.9	25.4	28.3	28.6	29.1	28.4	28.5	25.3	29.1	27.6	25.4	29.8	29.2	30.6	30.4
80	21.3	21.6	21.2	24.0	24.3	24.7	24.3	24.3	21.0	24.7	23.4	21.0	25.2	24.6	26.0	25.8
100	18.9	19.2	18.7	21.9	22.2	22.8	21.7	21.8	18.4	22.7	20.8	18.4	23.7	22.9	24.5	24.3
125	17.1	17.5	17.0	19.7	20.1	20.1	20.4	20.5	16.7	20.1	19.4	16.8	20.2	19.7	20.9	20.8
160	13.2	13.7	13.1	15.7	16.1	16.0	16.7	16.7	12.7	16.1	15.6	12.8	15.8	15.4	16.5	16.5
200	11.9	12.5	11.9	14.5	15.0	14.7	15.6	15.6	11.3	14.8	14.4	11.4	14.6	14.1	15.3	15.2

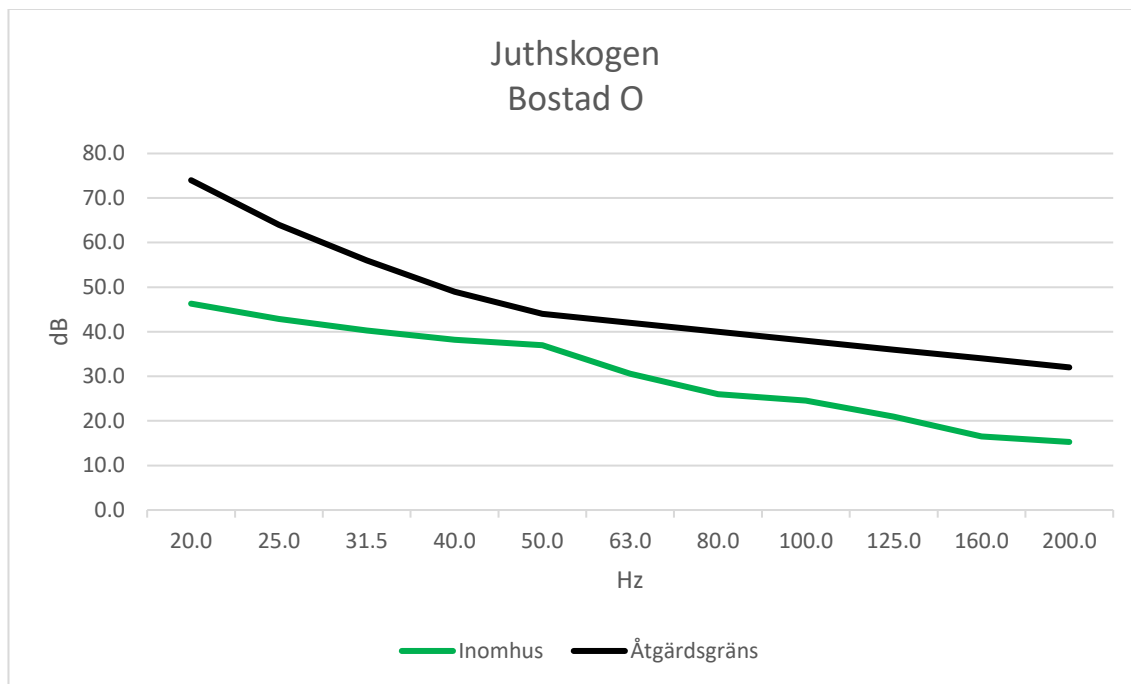


Bild 4. Beräkning av lågfrekvent buller enligt miljöministeriets anvisningar samt social- och hälsovårdsministeriets åtgärdsgräns i bostad O.

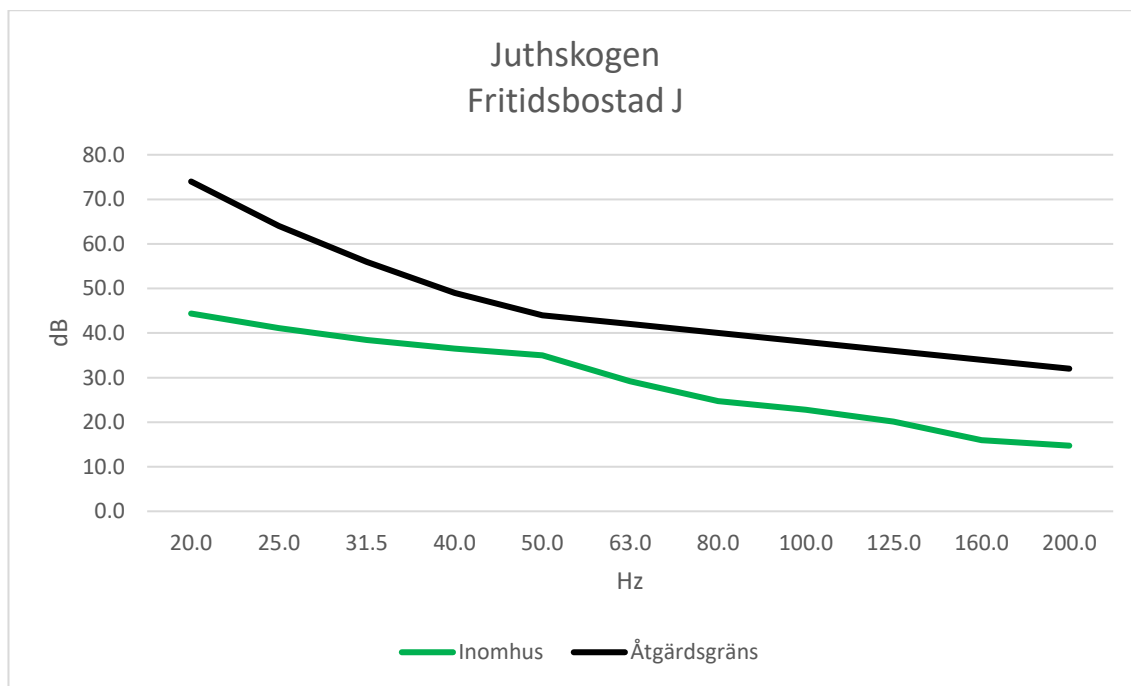


Bild 5. Beräkning av lågfrekvent buller enligt miljöministeriets anvisningar samt social- och hälsovårdsministeriets åtgärdsgräns i fritidsbostad J.

Bilaga 2: Beräkning av lågfrekvent ljud, VE3

Åtgärdsgränserna för lågfrekventbuller i social- och hälsoministeriets förordning underskrids i de närmaste bostäderna. Åtgärdsgränserna underskrids också i bostäder som finns längre bort, eftersom det lågfrekventa ljudet minskar då avståndet växer. Åtgärdsgränserna underskrids också vid fritidsbostäderna.

Det lågfrekventa bullret har beräknats för Juthskogen alternativ VE3 med 19 vindkraftverk. De närliggande vindkraftsparkerna Långmossa, Ribäcken och Takanebacken har beaktats i beräkningen.

Tabell 12. Lågfrekvent ljud utomhus

Fre- kvens (Hz)	Bullernivån vid punkterna (dB)															
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
20	46.4	46.6	46.1	49.7	49.9	50.8	48.8	48.8	45.8	50.7	47.9	45.8	52.0	51.2	52.9	52.6
25	45.1	45.4	44.9	48.3	48.6	49.3	47.7	47.7	44.4	49.2	46.8	44.5	50.3	49.5	51.2	50.9
31,5	44.8	45.0	44.5	48.0	48.3	49.1	47.2	47.3	43.9	49.0	46.3	43.9	50.2	49.3	51.1	50.8
40	43.7	43.9	43.4	46.8	47.1	47.7	46.3	46.4	42.8	47.6	45.4	42.8	48.6	47.8	49.6	49.3
50	43.6	43.8	43.3	46.9	47.2	47.9	46.1	46.1	42.5	47.8	45.2	42.5	49.0	48.1	49.9	49.6
63	41.8	42.1	41.6	44.9	45.2	45.5	44.7	44.8	40.7	45.5	43.7	40.8	46.2	45.4	47.2	46.9
80	40.6	41.0	40.4	43.6	44.0	44.1	43.6	43.7	39.4	44.1	42.6	39.5	44.7	43.9	45.7	45.5
100	39.7	40.1	39.5	43.0	43.4	43.8	42.6	42.7	38.3	43.7	41.6	38.4	44.7	43.8	45.7	45.5
125	36.9	37.3	36.7	39.8	40.3	39.9	40.3	40.3	35.4	40.0	39.1	35.5	40.1	39.3	41.1	41.0
160	34.0	34.4	33.7	36.9	37.3	36.8	37.6	37.6	32.2	36.9	36.3	32.2	36.6	35.9	37.7	37.6
200	32.7	33.2	32.5	35.7	36.2	35.5	36.4	36.5	30.6	35.7	35.1	30.7	35.3	34.6	36.4	36.4

Tabell 13. Lågfrekvent ljud inomhus

Fre- kvens (Hz)	Bullernivån vid punkterna (dB)															
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
20	39.8	40.0	39.5	43.1	43.3	44.2	42.2	42.2	39.2	44.1	41.3	39.2	45.4	44.6	46.3	46.0
25	36.7	37.0	36.5	39.9	40.2	40.9	39.3	39.3	36.0	40.8	38.4	36.1	41.9	41.1	42.8	42.5
31,5	34.0	34.2	33.7	37.2	37.5	38.3	36.4	36.5	33.1	38.2	35.5	33.1	39.4	38.5	40.3	40.0
40	32.3	32.5	32.0	35.4	35.7	36.3	34.9	35.0	31.4	36.2	34.0	31.4	37.2	36.4	38.2	37.9
50	30.6	30.8	30.3	33.9	34.2	34.9	33.1	33.1	29.5	34.8	32.2	29.5	36.0	35.1	36.9	36.6
63	25.2	25.5	25.0	28.3	28.6	28.9	28.1	28.2	24.1	28.9	27.1	24.2	29.6	28.8	30.6	30.3
80	20.9	21.3	20.7	23.9	24.3	24.4	23.9	24.0	19.7	24.4	22.9	19.8	25.0	24.2	26.0	25.8
100	18.5	18.9	18.3	21.8	22.2	22.6	21.4	21.5	17.1	22.5	20.4	17.2	23.5	22.6	24.5	24.3
125	16.7	17.1	16.5	19.6	20.1	19.7	20.1	20.1	15.2	19.8	18.9	15.3	19.9	19.1	20.9	20.8
160	12.8	13.2	12.5	15.7	16.1	15.6	16.4	16.4	11.0	15.7	15.1	11.0	15.4	14.7	16.5	16.4
200	11.5	12.0	11.3	14.5	15.0	14.3	15.2	15.3	9.4	14.5	13.9	9.5	14.1	13.4	15.2	15.2

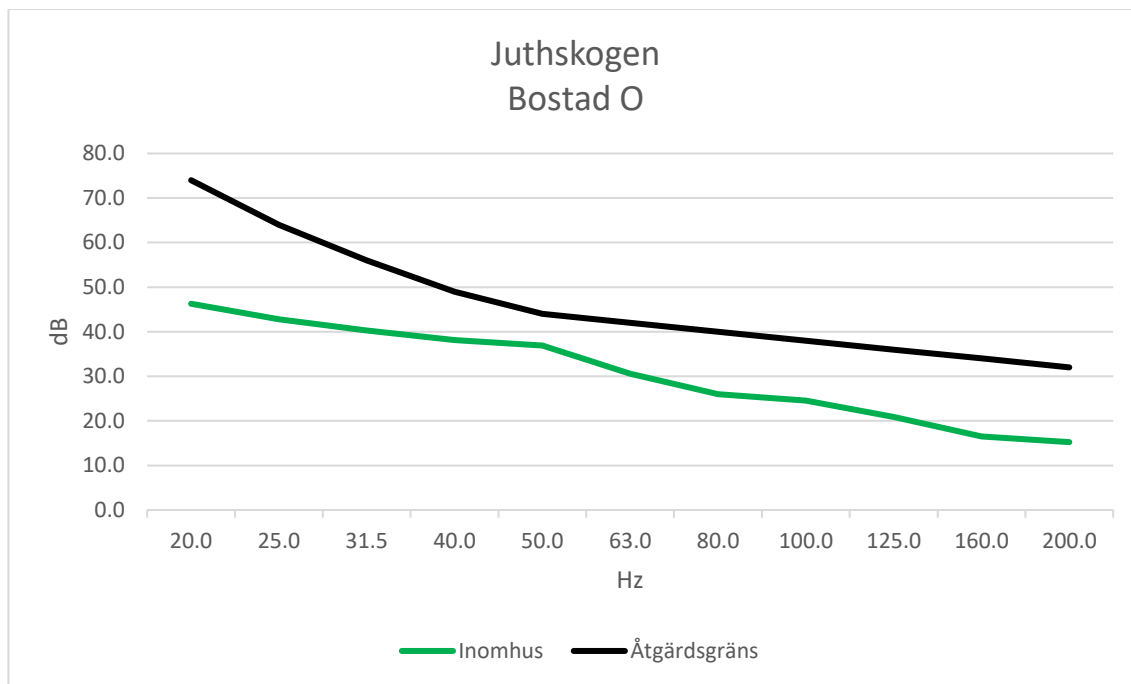


Bild 4. Beräkning av lågfrekvent buller enligt miljöministeriets anvisningar samt social- och hälsovårdsministeriets åtgärdsgräns i bostad O.

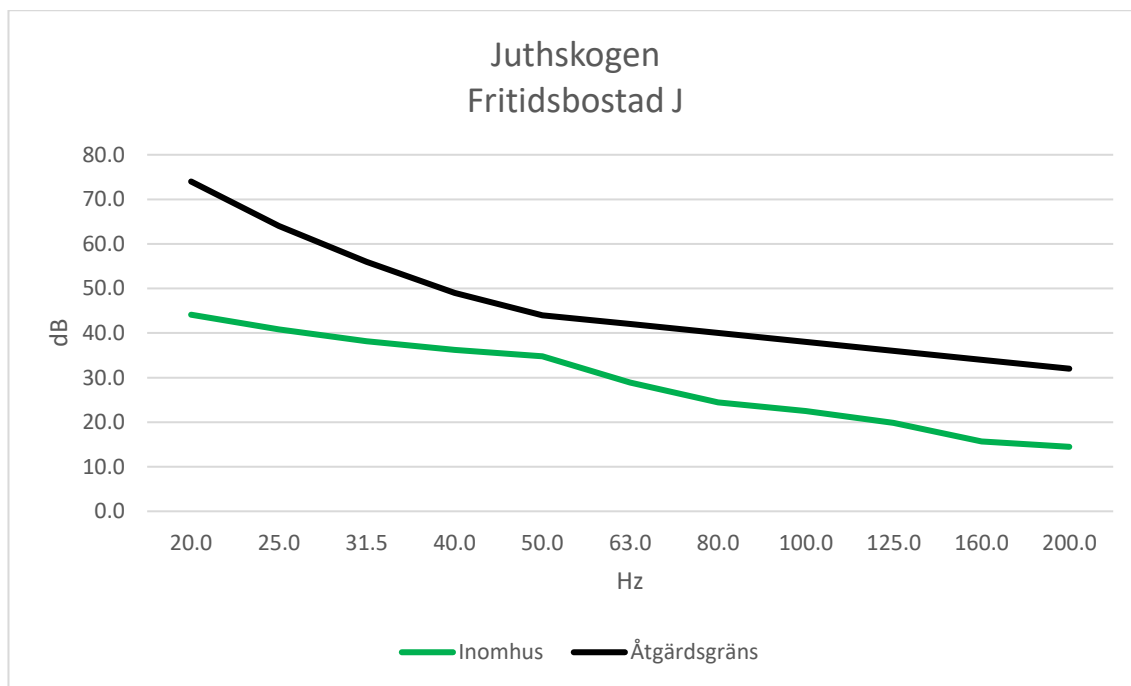


Bild 5. Beräkning av lågfrekvent buller enligt miljöministeriets anvisningar samt social- och hälsovårdsministeriets åtgärdsgräns i fritidsbostad J.

Bilaga 3: Vindkraftverkens positioner

Vindkraftverkens positioner presenteras i följande tabeller.

Tabell 14. Vindkraftverkens koordinater, Juthskogen VE1

Vindkraftverk	Östlig koord. (ETRS-TM35-FIN)	Nordlig koord. (ETRS-TM35-FIN)
1	230225	6982426
2	229222	6982223
3	228587	6981351
4	229346	6981334
5	230100	6981592
6	229157	6980433
7	227817	6980217
8	226424	6979902
9	229713	6980024
10	228455	6979489
11	227502	6979106
12	226695	6978957
13	226352	6977813
14	225826	6977065
15	226494	6976957
16	225195	6976406
17	226145	6976156
18	227082	6975983
19	225202	6975510
20	226360	6975508

Tabell 15. Vindkraftverkens koordinater, Juthskogen VE2

Vindkraftverk	Östlig koord. (ETRS-TM35-FIN)	Nordlig koord. (ETRS-TM35-FIN)
1	230225	6982426
2	229222	6982223
3	228587	6981351
4	229346	6981334
5	230100	6981592
6	229157	6980433
7	227817	6980217
8	226424	6979902
9	229713	6980024
10	228455	6979489
11	227502	6979106
12	226695	6978957
13	226352	6977813
14	225826	6977065
15	226494	6976957
16	225195	6976406
17	226145	6976156
18	227082	6975983
19	225202	6975510
20	226360	6975508
21	227066	6979944
22	226049	6978473

Tabell 16. Vindkraftverkens koordinater, Juthskogen VE3

Vindkraftverk	Östlig koord. (ETRS-TM35-FIN)	Nordlig koord. (ETRS-TM35-FIN)
1	229137	6982239
2	229836	6982203
3	228683	6981381
4	229555	6981140
5	228878	6980670
6	227880	6980272
7	227114	6980038
8	226383	6979949
9	228962	6979832
10	228253	6979705
11	227550	6979123
12	226704	6978949
13	226048	6978473
14	226385	6977810
15	225803	6977141
16	226522	6977066
17	225302	6976338
18	226363	6976200
19	225686	6975739

Tabell 17. Vindkraftverkens koordinater, Takanebacken

Vindkraftverk	Östlig koord. (ETRS-TM35-FIN)	Nordlig koord. (ETRS-TM35-FIN)
1	225138	6971388
2	224389	6971265
3	223142	6970490
4	224100	6972075
5	223212	6971265

Tabell 18. Vindkraftverkens koordinater, Ribäcken

Vindkraftverk	Östlig koord. (ETRS-TM35-FIN)	Nordlig koord. (ETRS-TM35-FIN)
1	221525	6977325
2	222275	6977336
3	220980	6976543
4	222155	6976261
5	221385	6975486

Tabell 19. Vindkraftverkens koordinater, Långmossa

Vindkraftverk	Östlig koord. (ETRS-TM35-FIN)	Nordlig koord. (ETRS-TM35-FIN)
1	224601	6982892
2	225016	6982575
3	225132	6981766
4	223890	6982394
5	223842	6981433
6	223635	6980629
7	222220	6980539