



BULLERUTREDNING

Hömossen Vindkraftspark

04.02.2025

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	SAMMANFATTNING	3
2	BAKGRUND	4
3	BULLER.....	5
3.1	Allmänt	5
3.2	Hur buller bildas.....	5
4	GRÄNSVÄRDEN FÖR BULLER.....	7
4.1	Statsrådets förordning om riktvärden för utomhusbuller från vindkraftverk	7
4.2	Social- och hälsovårdsministeriets förordning om sanitära förhållanden i bostäder	7
5	UTGÅNGSDATA OCH METODIK.....	9
5.1	Utgångsdata	9
5.2	Metod.....	10
6	UPPSKATTAD BULLERPÅVERKAN	12
6.1	Nuvarande situation	12
6.2	Påverkan under byggtiden.....	12
6.3	Påverkan under drifttiden, ALT1	12
6.4	Påverkan under drifttiden, ALT2	13
6.5	Bullerpåverkan för alternativ ALT1 då närliggande vindkraftsparker beaktats	15
6.6	Bullerpåverkan för alternativ ALT2 då närliggande vindkraftsparker beaktats	16
6.7	Lågfrekvent buller	17
6.8	Påverkan under avvecklingen.....	18
6.9	Osäkerhetsfaktorer i beräkningen.....	18
7	UPPFÖLJNING OCH FÖREBYGGANDE AV OLÄGENHETER.....	18
8	REFERENSER.....	20
9	RAPPORT ÖVER MODELLERINGSUPPGIFTER, HÖMOSEN	21
	Bilaga 1: Resultat av bullermodelleringen	26

Bilaga 2: Resultat av bullermodelleringen: Närliggande vindkraftsparker	27
Bilaga 3: Beräkning av lågfrekvent ljud (ALT1)	28
Bilaga 4: Beräkning av lågfrekvent ljud (ALT2)	30
Bilaga 5: Beräkning av lågfrekvent ljud (ALT1 och närliggande parker)	33
Bilaga 6: Beräkning av lågfrekvent ljud (ALT2 och närliggande parker)	35
Bilaga 7: Vindkraftverkens positioner	39

VERSIONSHISTORIK

Version	Författare	Granskare	Godkännare	Sammanfattning
Ver 1	Elina Sippola, 2025-02-04	Arina Makarova, 2025-02-06	Arina Makarova, 2025-02-06	Bullerutredning för Hömosen vindkraftspark.

1 SAMMANFATTNING

Uppgift:

Bullerutredning för Hömosen vindkraftspark. I bullermodelleringen har de närliggande vindkraftsparkerna Ribäcken, Långmossa och Takanebacken (i produktion), och Juthskogen (i planeringskedet) tagits i beaktande.

Arbetsmetoder:

I utredningen har uppgifter om vindkraftverkens buller, gränsvärden för buller, modelleringsmetoder och lokala förhållanden använts. Modelleringen utfördes i huvudsak i windPRO Ver4.1 programmets DECIBEL-modul samt enligt antaganden och utgångsdata i ISO 9613-2 standarden. Modelleringen och rapporteringen följer Miljöministeriets anvisningar från år 2014, "Ympäristöhallinnon ohjeita, Modellering av buller från vindkraftsverk". 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 windPRO-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. Utöver ljudisoleringsegenskaperna från DSO 1284 så har det lågfrekventa ljudet även beräknats enligt de koefficienter som framtagits i en studie vid Åbo Yrkeshögskola (ANOJANSSI-projektet, 2020).

Resultat:

Enligt modelleringarna överskrids inte riktvärdena i statsrådets förordning för bostäder och fritidsbostäder. Riktvärdet 40 dB(A) överskrids dock vid två andra byggnader i ALT1 modelleringen och vid en annan byggnad i ALT2 modelleringen, när de närliggande vindkraftsparkerna har beaktats. Dessa byggnader klassas i nuläget som fasta bostäder, men en ändring av användningssyftet till "annan byggnad" skall ansökas före planläggningsskedet. Inte heller social- och hälsovårdsministeriets riktlinjer för lågfrekvent ljud inomhus överskrids.

2 BAKGRUND

Bullerutredningen har utförts för Hömossen vindkraftspark i Malax kommun. Den planerade vindkraftsparken består av 6-26 vindkraftverk. Turbintypen Nordex N163 7,0 MW har använts för Hömossen vindkraftspark. Vindkraftverken i modelleringen har en navhöjd på 218,5 meter och utgångsbullernivån 107,4 + 2,0 dB(A).

Utredningen är utförd enligt miljöministeriets anvisningar (Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014 Tuulivoimailoiden melun mallintaminen) i windPRO Ver 4.1-programmets bullerberäkningsverktyg. Modelleringen och beräkningarna av lågfrekvent ljud (baserat på DSO 1284) har gjorts i windPRO-programmet och enligt miljöministeriets anvisningar från 2014.

Två placeringsalternativ har beaktats i modelleringarna. Dessa alternativ har utformats för miljökonsekvensbedömningen och planförfarandet:

- ALT1: 26 vindkraftverk.
- ALT2: 6 vindkraftverk.

De närliggande vindkraftsparkerna Ribäcken (5 vindkraftverk), Långmossa (7 vindkraftverk), Takanebacken (5 vindkraftverk) och Juthskogen (14 vindkraftverk) har tagits i beaktande i avsnitt 6.5-6.6. Ribäcken har modellerats med vindkraftverkstyp N149 4.8 MW och utgångsbullernivån 105,0 + 2,0 dB(A). Långmossa har modellerats med vindkraftverkstyp N149 4.8 MW, utgångsbullernivån 108,1 + 2,0 dB(A) (vinkraftverk 1, 2, 4 och 7) och 105,6+2,0 dB(A) (vinkraftverk 3, 5 och 6). Takanebacken har modellerats med vindkraftverkstyp N163 5.7 MW och utgångsbullernivån 107,2 + 2,0 dB(A). Juthskogen har modellerats med vindkraftverkstyp N175 6.2 MW och utgångsbullernivån 106,0 + 2,0 dB(A).

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 spridning är ändå utgångsljudnivån, 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 (ca ett år) och tillfällig i förhållande till driftstiden (ca 25 år). Dessutom förekommer bullerolägenheterna under byggtiden enbart dagtid, inte under natten.

I tabellen nedan presenteras jämförelsevärden på olika ljudkällor.

Tabell 1. Riktvärden i statsrådets förordning.

Ljudnivå	Exempelsituation	Kommentar
130 dB	Smärttröskel	
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 STATSRADETS 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
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 totalljudnivån 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 beräkningsmetoden DSO 1284 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 (Miljöministeriet, 2018), att ytterväggens ljudisolering i rum avsedda för boende skall vara minst 30 dB. Det betyder att inomhusljudnivån klart skulle understiga åtgärdsgränsen om ljudnivån utomhus är 40 dB(A).

5 UTGÅNGSDATA OCH METODIK

5.1 UTGÅNGSDATA

Vindkraftverkens bullerpåverkan har beräknats enligt ISO 9613-2-standarden.

I modelleringen har vindkraftverkstillverkarens garantivärden för utgångsbuller använts. Ljudeffektnivåerna har meddelats som 1/3 oktavbandsnivåer. Datan för utgångsbuller som används av Nordex är inte direkt jämförbar med standarden IEC TS 61400-14, och ingen osäkerhet har redovisats separat. Därför har en osäkerhetsmarginal på 2 dB adderats till tillverkarens angivna utgångsbullernivåer i enlighet med miljöministeriets anvisningar (Miljöministeriet, 2016).

Vindkraftverkstypen som använts i beräkningen presenteras nedan.

Tabell 4. Uppgifter om projektens vindkraftverkstyp.

Projekt	Vindkraftverk	Vindkraft- verkets navhöjd (m)	Vindkraftverkets ljudeffektnivå (Lwa)	1/3 oktavbandig t ljudspektra
Hömosen	N163 7,2 MW	218,5	107,4+2,0 dB(A)	Används
Ribäcken	N149 4,8 MW	125	105,0+2,0 dB(A)	Används
Långmossa	N149 4,8 MW	155	108,1+2,0 dB(A) (vindkraftverk 1, 2, 4, 7) 105,6+2,0 dB(A) (vindkraftverk 3, 5, 6)	Används Används
Takanebacken	N163 5,7 MW	148	107,2+2,0 dB(A)	Används
Juthskogen	N175 6,2 MW	187,5	106,0+2,0 dB(A)	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 10 m och information om områdets marktäckelse har tagits från Finlands miljöcentralas OIVA-databas.

Terrängens dämpande effekt har satts till koefficienten 0,4 enligt miljöministeriets direktiv. Uppgifterna om byggnaderna har tagits från Lantmäteriverkets terrängdatabas.

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 15 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) anvisningar 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 anvisningar 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. Hömosen 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 i vindkraftverkstillverkarens dokumentation för vindkraftverkstypen.

En annan typ av särdrag som nämns i miljöministeriets anvisningar (2/2014) är amplitudmodulering (EAM, excessive amplitude modulation). Detta särdrag innebär att betydande periodiska fluktuationer i ljudstyrkan ökar bullerolägenheten. 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. Amplitudmodulering omnämns inte i statsrådets förordning (2015), då det ännu inte finns en standardiserad metod för att fastställa förekomsten av EAM. Internationella undersökningar har gjorts på ämnet (t.ex. Bertagnolio, 2014), och enligt dem är det möjligt att tekniskt hantera amplitudmodulering.

Beräkningen av lågfrekvent ljud har gjorts enligt Miljöministeriets anvisningar, genom att använda den givna beräkningsmodellen utomhus vid bostäderna och fritidsbostäderna.

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

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

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).

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.

För jämförelsens skull har det lågfrekventa bullret dessutom beräknats med de alternativa ljudisoleringskoefficienter som framtagits av en studie gjord vid Åbo Yrkeshögskola (ANOJANSSI-projektet, 2020).

Ljudisoleringskoefficienterna, DL_{σ} , presenteras i tabell 6.

Tabell 6. Ljudisoleringskoefficienter.

f/ Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
DL σ (DSO 1284)	6.6	8.4	10.8	11.4	13	16.6	19.7	21.2	20.2	21.2	25.0
DL σ (Anojanssi-projektet)	7.6	8.3	9.2	10.3	11.5	13.0	14.8	16.8	18.8	21.1	22.8

6 UPPSKATTAD BULLERPÅVERKAN

6.1 NUVARANDE SITUATION

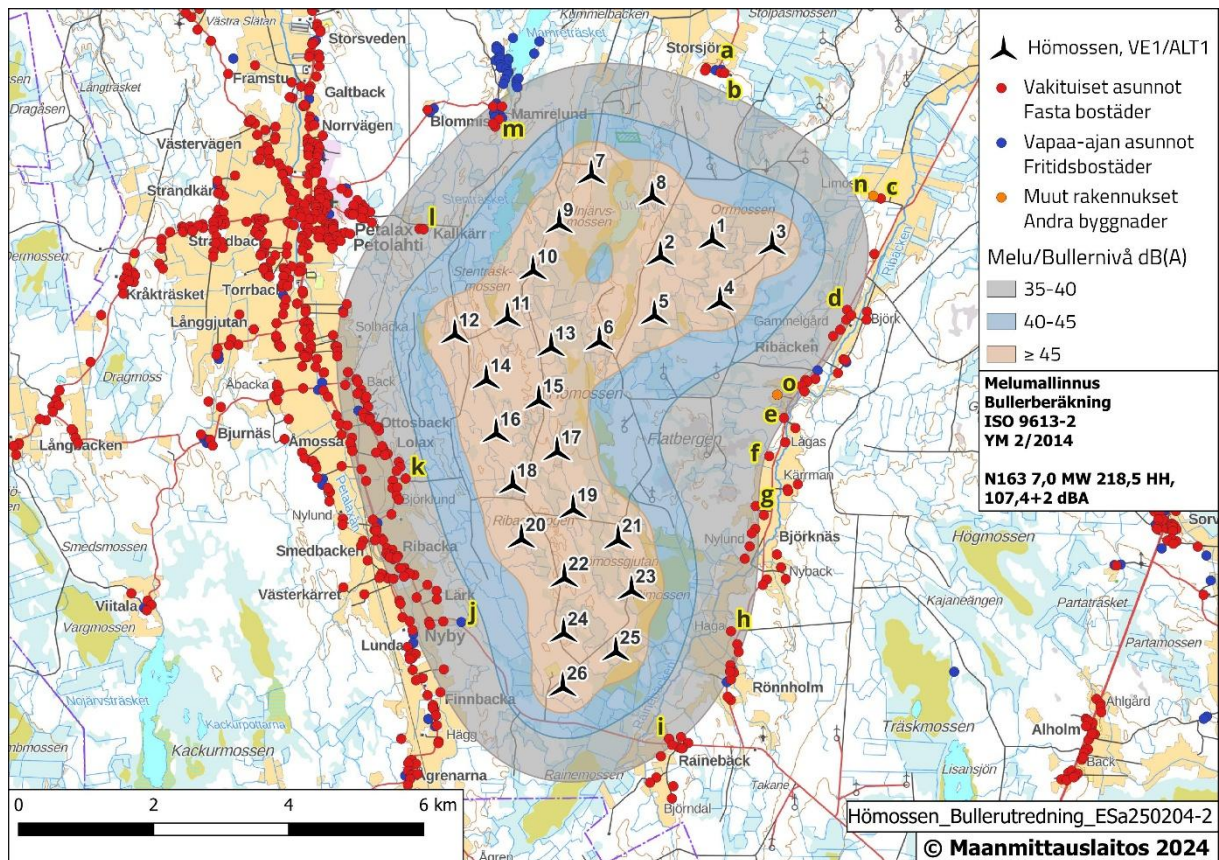
Hömossen vindkraftsområde består i huvudsak av ekonomiskog och dess ljudlandskap är typiskt för ett sådant område.

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, ALT1

I bullermodelleringen för Hömossen vindkraftspark har ljuddata för vindkraftverkstypen Nordex N163 7,0 MW använts. Totaljudnivån för vindkraftverkstypen är 107,4+2dB(A) och navhöjden är 218,5 meter. Situationsplansalternativet med 26 vindkraftverk har använts. Koordinaterna för vindkraftverken finns i bilaga 7.



Figur 1. Bullermodellering för Hömosen vindkraftspark (ALT1), N163 7,0 MW, 107,4+2,0 dB(A). 15 observationspunkter har markerats med bokstäver.

På området finns inga fasta bostäder eller fritidsbostäder vid vilka ljudnivån överstiger miljöministeriets riktvärde på 40 dB(A). I tabellen i bilaga 1 presenteras ljudnivån vid 15 närliggande bostäder som valts ut som observationspunkter.

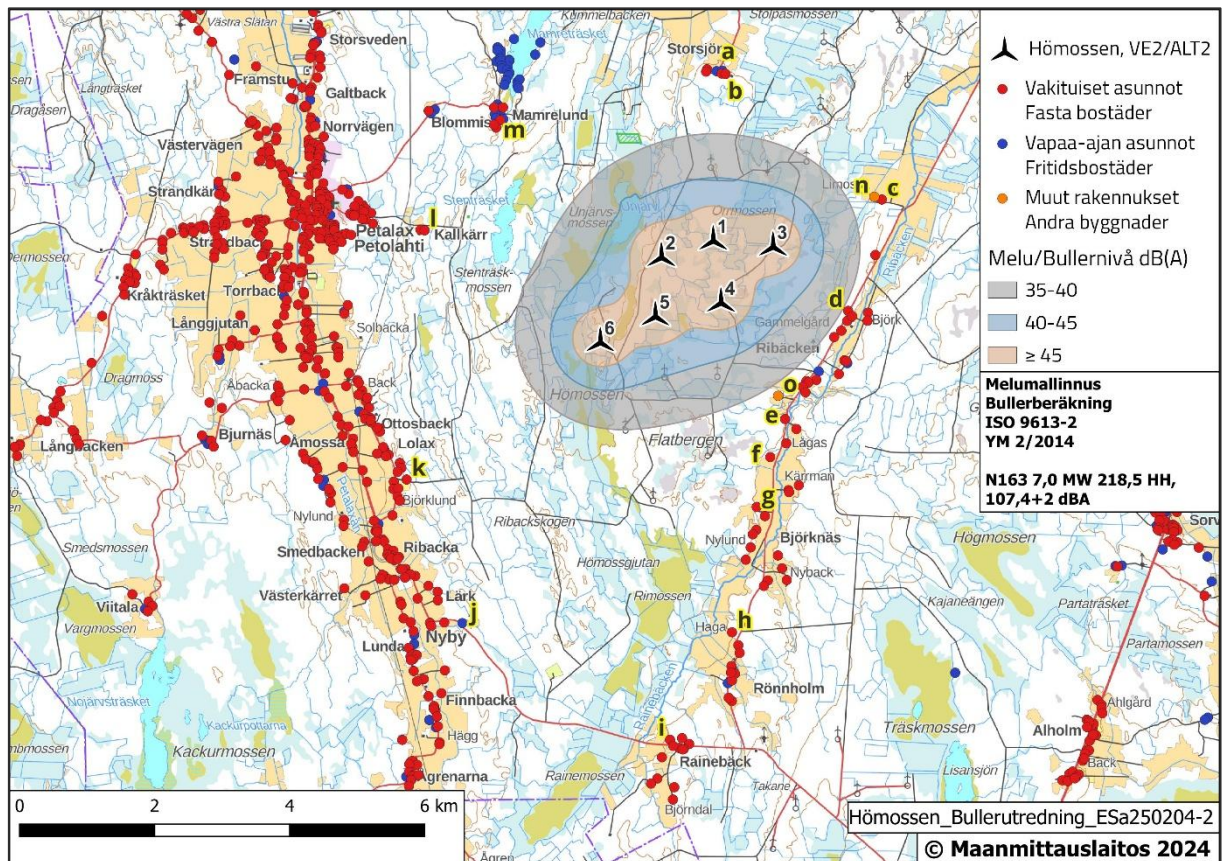
Ljudnivån vid samtliga närliggande fasta bostäder och fritidsbostäder ligger klart under miljöministeriets riktvärde på 40 dB(A). Den högsta beräknade ljudnivån vid en närliggande bostad är 38,3 dB(A) (fritidsbostad j).

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, ALT2

I bullermodelleringen för Hömosen vindkraftspark har ljuddata för vindkraftverkstypen Nordex N163 7,0 MW använts. Totalljudnivån för vindkraftverkstypen är 107,4+2dB(A) och navhöjden är

218,5 meter. Situationsplansalternativet med 6 vindkraftverk har använts. Koordinaterna för vindkraftverken finns i bilaga 7.



Figur 2. Bullermodellering för Hömosen vindkraftspark (ALT2), N163 7,0 MW, 107,4+2,0 dB(A). 15 observationspunkter har markerats med bokstäver.

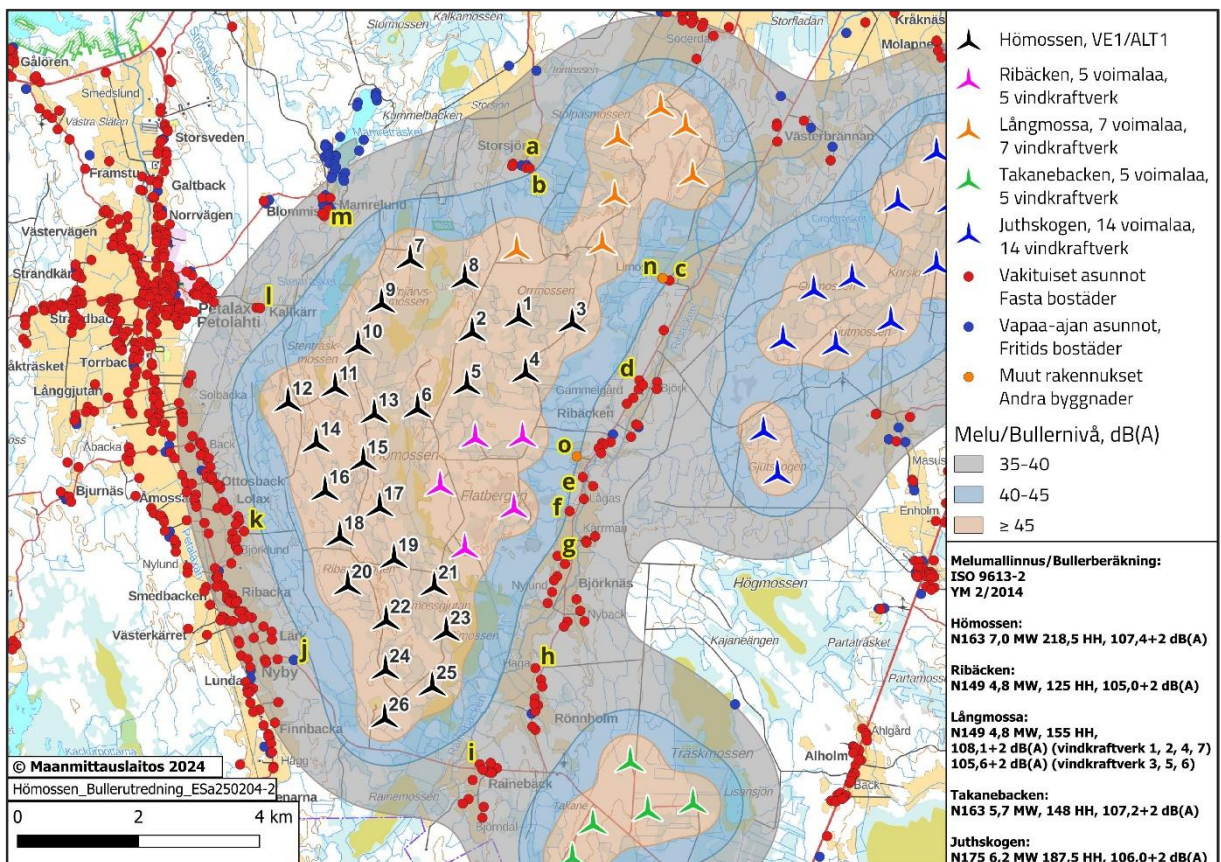
På området finns inga fasta bostäder eller fritidsbostäder vid vilka ljudnivån överstiger miljöministeriets riktvärde på 40 dB(A). I tabellen i bilaga 1 presenteras ljudnivån vid 15 närliggande bostäder som valts ut som observationspunkter.

Ljudnivån vid samtliga närliggande fasta bostäder och fritidsbostäder ligger klart under miljöministeriets riktvärde på 40 dB(A). Den högsta beräknade ljudnivån vid en närliggande bostad är 34,5 dB(A) (fast bostad d).

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 BULLERPÅVERKAN FÖR ALTERNATIV ALT1 DÅ NÄRLIGGANDE VINDKRAFTSPARKER BEAKTATS

Nedan presenteras resultaten av bullerberäkningen när även vindkraftverken i de närliggande parkerna har tagits i beaktande. Hömosen (ALT1, 26 vindkraftverk) har modellerats med vindkraftverkstyp N163 7.0 MW, utgångsbullernivån 107,4 + 2,0 dB(A) och navhöjden på 218,5 meter. Ribäckens (5 vindkraftverk) har modellerats med vindkraftverkstyp N149 4.8 MW, utgångsbullernivån 105,0 + 2,0 dB(A) och navhöjden på 125 meter. Långmossa (7 vindkraftverk) har modellerats med vindkraftverkstyp N149 4.8 MW, utgångsbullernivån 108,1 + 2,0 dB(A) (vinkraftverk 1, 2, 4 och 7) och 105,6+2,0 dB(A) (vinkraftverk 3, 5 och 6) och navhöjden på 155 meter. Takanebacken (5 vindkraftverk) har modellerats med vindkraftverkstyp N163 5.7 MW, utgångsbullernivån 107,2 + 2,0 dB(A) och navhöjden på 148 meter. Juthskogen (14 vindkraftverk) har modellerats med vindkraftverkstyp N175 6.2 MW, utgångsbullernivån 106,0 + 2,0 dB(A) och navhöjden på 187,5 meter. Koordinaterna för vindkraftverken finns i bilaga 7.



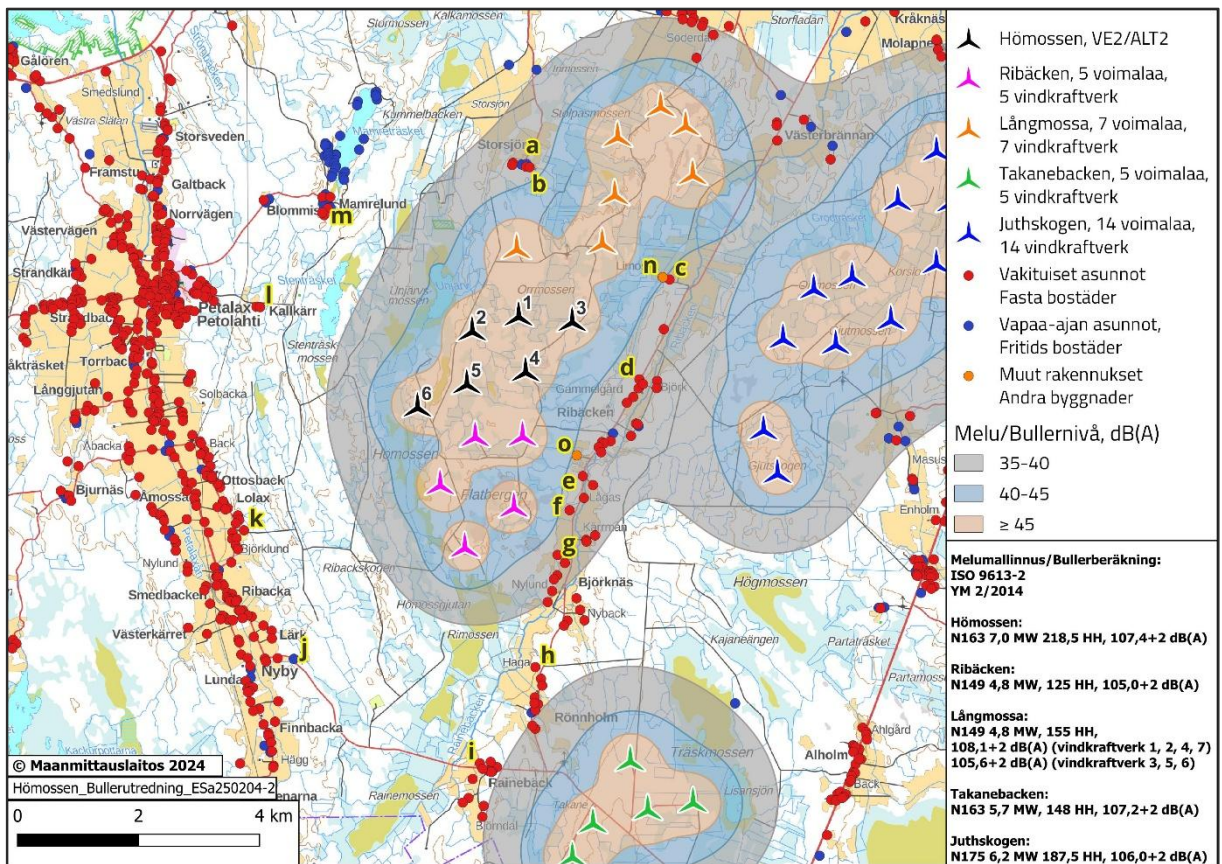
Figur 3. Bullermodellering för Hömosen vindkraftspark (ALT1) inklusive närliggande vindkraftsparker.

I tabellen i bilaga 2 presenteras ljudnivån vid 13 närliggande bostäder och 2 andra byggnader, som valts ut som observationspunkter. På området finns inga fasta bostäder eller fritidsbostäder vid vilka ljudnivån överstiger miljöministeriets riktvärde på 40 dB(A). Den högsta beräknade ljudnivån vid en närliggande bostad är 39,9 dB(A) (fast bostad c).

Riktvärdet 40 dB(A) överskrids dock vid två andra byggnader (byggnaderna o och n). Dessa byggnader klassas i nuläget som en fast bostäder, men en ändring av användningssyftet till "annan byggnad" skall ansökas före planläggningsskedet.

6.6 BULLERPÅVERKAN FÖR ALTERNATIV ALT2 DÅ NÄRLIGGANDE VINDKRAFTSPARKER BEAKTATS

Nedan presenteras resultaten av bullerberäkningen när även vindkraftverken i de närliggande parkerna har tagits i beaktande. Hömosen (ALT2, 6 vindkraftverk) har modellerats med vindkraftverkstyp N163 7.0 MW, utgångsbullernivån 107,4 + 2,0 dB(A) och navhöjden på 218,5 meter. Ribäcken (5 vindkraftverk) har modellerats med vindkraftverkstyp N149 4.8 MW, utgångsbullernivån 105,0 + 2,0 dB(A) och navhöjden på 125 meter. Långmossa (7 vindkraftverk) har modellerats med vindkraftverkstyp N149 4.8 MW, utgångsbullernivån 108,1 + 2,0 dB(A) (vinkraftverk 1, 2, 4 och 7) och 105,6+2,0 dB(A) (vinkraftverk 3, 5 och 6) och navhöjden på 155 meter. Takanebacken (5 vindkraftverk) har modellerats med vindkraftverkstyp N163 5.7 MW, utgångsbullernivån 107,2 + 2,0 dB(A) och navhöjden på 148 meter. Juthskogen (14 vindkraftverk) har modellerats med vindkraftverkstyp N175 6.2 MW, utgångsbullernivån 106,0 + 2,0 dB(A) och navhöjden på 187,5 meter. Koordinaterna för vindkraftverken finns i bilaga 7.



Figur 4. Bullermodellering för Hömosen vindkraftspark (ALT2) inklusive närliggande vindkraftsparker.

I tabellen i bilaga 2 presenteras ljudnivån vid 13 närliggande bostäder och 2 andra byggnader, som valts ut som observationspunkter. På området finns inga fasta bostäder eller fritidsbostäder vid vilka ljudnivån överstiger miljöministeriets riktvärde på 40 dB(A). Den högsta beräknade ljudnivån vid en närliggande bostad är 39,7 dB(A) (fast bostad c).

Riktvärdet 40 dB(A) överskrids dock vid en annan byggnad (byggnad n). Byggnaden klassas i nuläget som en fast bostad, men en ändring av användningssyftet till "annan byggnad" skall ansökas före planläggningskedet.

6.7 LÅGFREKVENT BULLER

Lågfrekvent buller har beräknats enligt miljöministeriets anvisningar.

Riktvärdena som ges i social- och hälsovårdsministeriets 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 3-6.

Byggnadernas ljudisolering är beräknad enligt DSO 1284, med windPRO-programmet som beräkningsverktyg, och resultaten har jämförts med social- och hälsovårdsministeriets riktlinjer för ljud inomhus. Utöver ljudisoleringsegenskaperna från DSO 1284 så har det lågfrekventa ljudet även beräknats enligt de koefficienter som framtagits i en studie vid Åbo Yrkeshögskola (ANOJANSSI-projektet, 2020).

Bostädernas ljudisoleringsegenskaper har estimerats genom beräkningsstandarden. Det verkliga lågfrekventa bullret kan därför vara högre än det beräknade värdet, eftersom i beräkningsmetoden används endast ett medeltal på bostäders ljudisolering. De beräknade bullernivåerna är klart under de åtgärdsgränser som nämns i social- och hälsovårdsministeriets förordning. Därmed finns ingen risk att åtgärdsgränserna överskrids, trots osäkerheten i bostädernas ljudisoleringsegenskaper.

Baserat på resultaten kan man konstatera att vindkraftverkens lågfrekventa bullerpåverkan i Hömosen är liten.

6.8 PÅVERKAN UNDER AVVECKLINGEN

De bullereffekter som uppstår under avvecklingen 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.

6.9 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. Denna har minimerats bland annat genom att sakkunniga gemensamt har beslutat om modelleringens utgångsdata som miljöministeriet har publicerat.

7 UPPFÖLJNING OCH FÖREBYGGANDE AV OLÄGENHETER

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 funktion. 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 rotores beteende.

Vindkraftverkets ljud kan man dämpa genom att sakta ner rotores 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 utgivits av social- och hälsovårdsministeriet. Ifall riktvärdena ändå överskrids, kan det hanteras till exempel genom att stanna de kraftverk som orsakar problemet.

8 REFERENSER

Bertagnolio, F. et.al. (2014). *Cyclic pitch for the control of wind turbine noise amplitude modulation*.

http://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/INTERNOISE2014/papers/p551

Etha Oy (2022). *01_Noise_Checklist_ArM220707-1*. Intern arbetsbeskrivning.

Hongisto V., Radun J., Rajala V., et al. (2020) Anojanssi - Projektin Tulokset: Ympäristömelun Häiritsevyys. Turun ammattikorkeakoulu.

Saatavilla: <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522167606.pdf>

Lantmäteriverket (2024). *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). *Tuulivoimaloiden melun mallintaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014. Helsinki*. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10138/42937>

Miljöministeriet (2016). *Yhteenvedo tuulivoimaloiden melupäästön takuuarvon käyttämisestä meluselvityksissä liittyvästä kyselystä*. PDF-document

Miljöministeriet (2018). *Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä*.

<https://www.ym.fi/download/noname/%7B2852D34E-DA43-4DCA-9CEE-47DBB9EFCB08%7D/138568>

Nordex (2023). Nordex N163/6.X : Third octave sound power levels. Doc. no.: F008_277_A17_EN Revision 09, Date: 2023-10-13.

Nordex (2023). Nordex N149/4.0-4.5: Third octave sound power levels. Doc. no.: F008_270a_A12_EN Revision 07, Date: 2023-11-24.

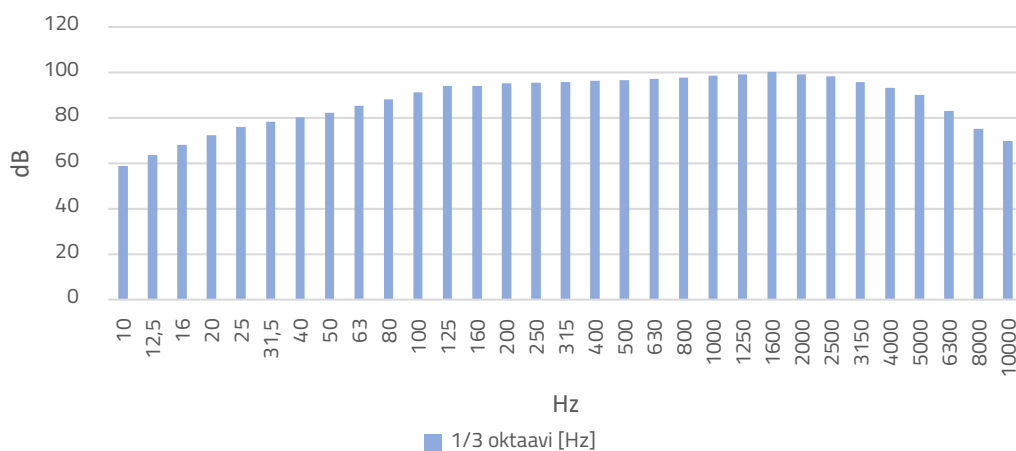
Nordex (2024). Nordex N163/5.X : Third octave sound power levels. Doc. no.: F008_276_A17_EN Revision 11, Date: 2024-02-19.

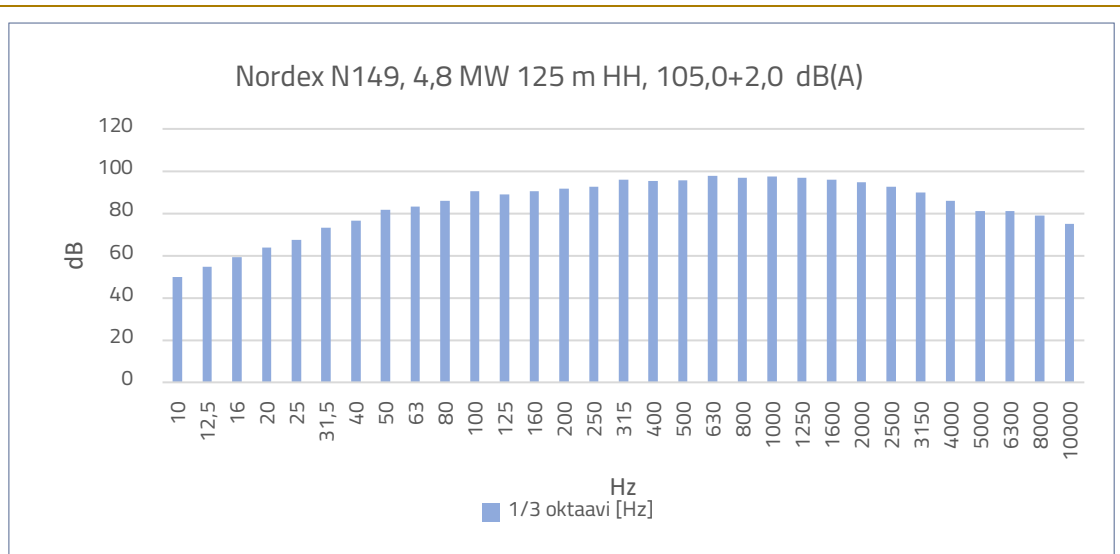
Nordex (2023). Nordex N175/6.X : Third octave sound power levels. Doc. no.: F008_278_A17_EN Revision 03, Date: 2023-10-13.

Social- och hälsovårdsministeriet (2015). *Social- och hälsovårdsministeriets förordning om sanitära förhållanden i bostäder och andra vistelseutrymmen samt om kompetenskrav för utomstående sakkunniga*. <https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2015/20150545#Pidp446843408>

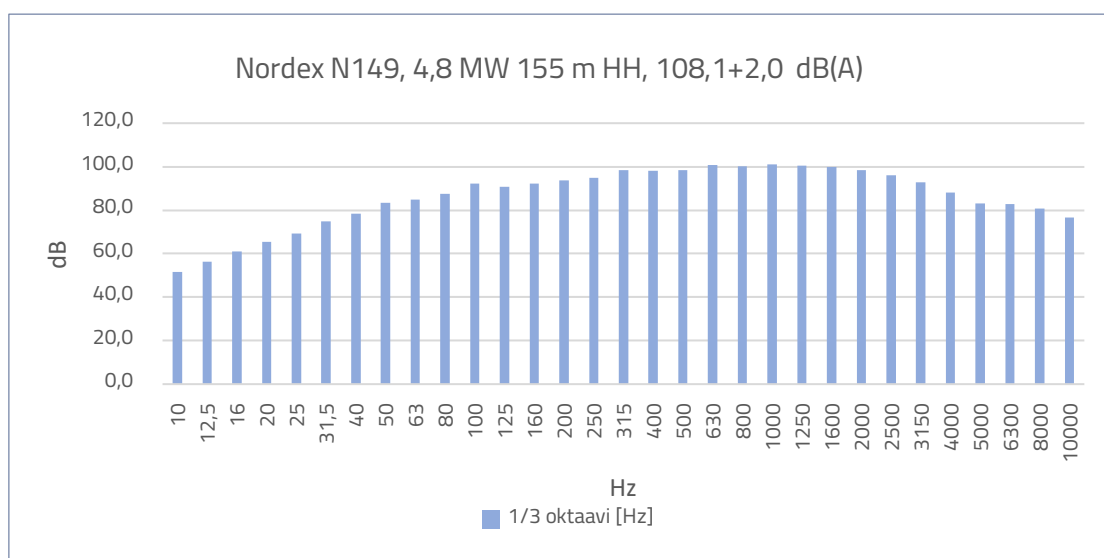
Statsrådet (2015). *Statsrådets förordning (1107/2015) om riktvärden för utomhusbuller från vindkraftverk*. <https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2015/20151107>

9 RAPPORT ÖVER MODELLERINGSUPPGIFTER, HÖMOSEN

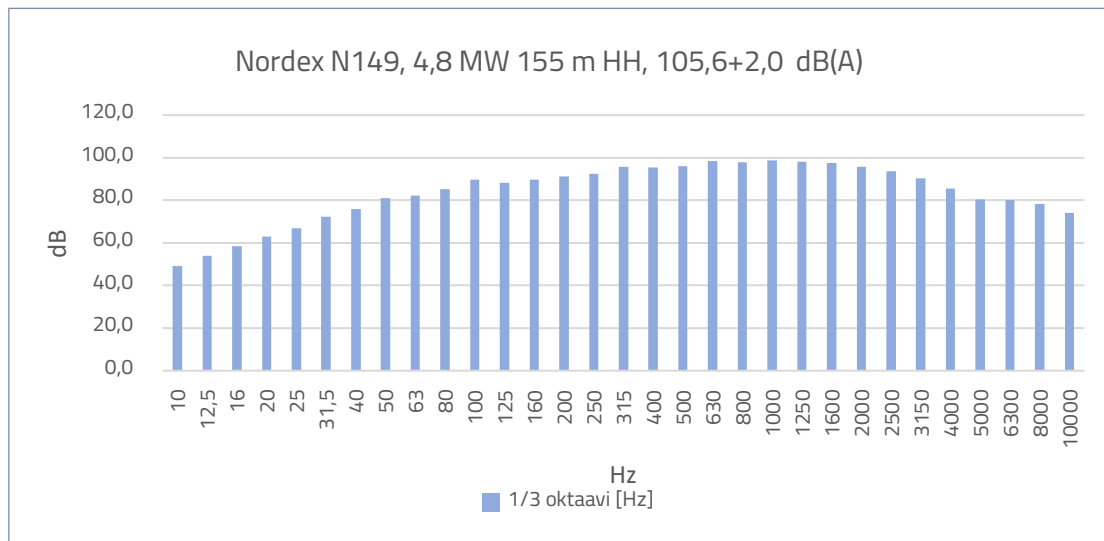
Uppgifter om rapporten och om rapportören		*preciserande uppgifter kan ges på en karta eller i andra bilagor	
Modelleringsrapportens nummer: ESa250204-1		Datum för godkännande av rapporten: 06.02.2025	
Organisation, kontaktuppgifter. Etha Oy, Vaasanpuistikko 14 B11, 65100 VAASA, puh. +358 2900 20440			
Ansvarsperson: Elina Sippola			
Författare: Elina Sippola		Granskad av/godkänd av: Arina Makarova	
UPPGIFTER OM MODELLERINGSPROGRAMMET			
Modelleringsprogram och version: windPRO Ver4.1		Modelleringsmetod: ISO 9613-2	
UPPGIFTER OM VINDKRAFTVERKET (VINDKRAFTVERKEN)			
Tillverkare: Nordex		Typ: N163-7,0 MW	Serienummer:
Nominell effekt: 7.0 MW	Navhöjd: 218,5 m	Rotordiameter: 163 m	Torn typ: rörtorn
Möjligheter att påverka vindkraftverkets bullerutsläpp under drift och åtgärdens inverkan på bullret			
Reglering av bladvinkeln		Rotationshastighet	
Ja	dB	Ja	dB
Nej	Inga uppgifter	Nej	Inga uppgifter
Annat, vad			
dB			
AKUSTISKA UPPGIFTER/UTGÅNGSUPPGIFTER FÖR BERÄKNINGEN			
Uppgifter om bullerutsläpp Nordex N163 7,0 MW 218,5 m HH, 107,4+2 dB(A)			
Nordex N163, 7,0 MW, 218,5 m HH, 107,4+2,0 dB(A)  1/3 oktaavi [Hz]			
Uppgifter om bullerutsläpp Nordex N149 4,8 MW, 125 m HH, 105,0+2 dB(A)			



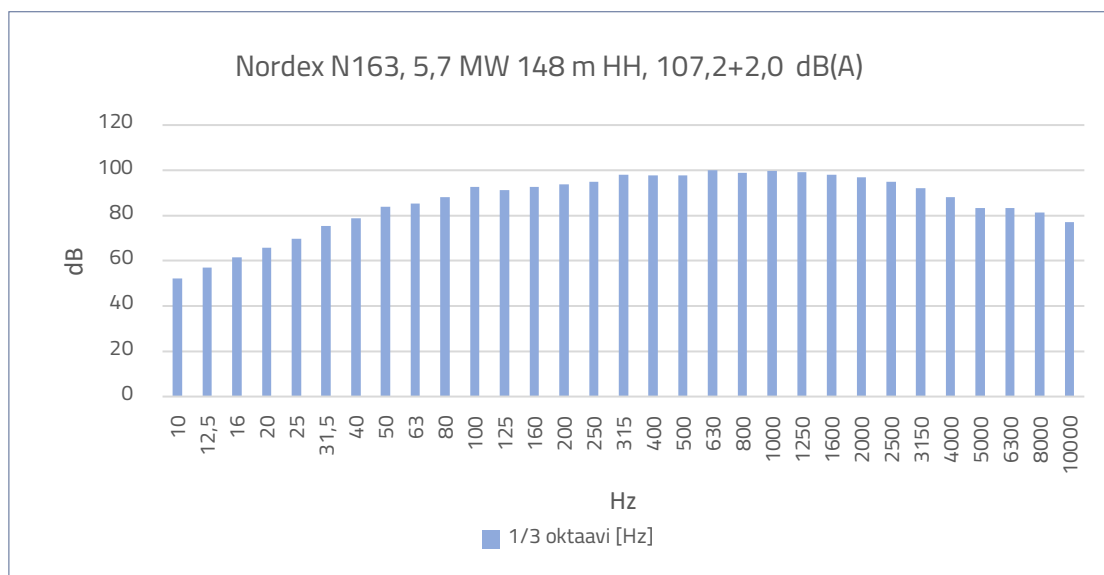
Uppgifter om bullerutsläpp Nordex N149 4,8 MW, 155 m HH, 108,1+2 dB(A)



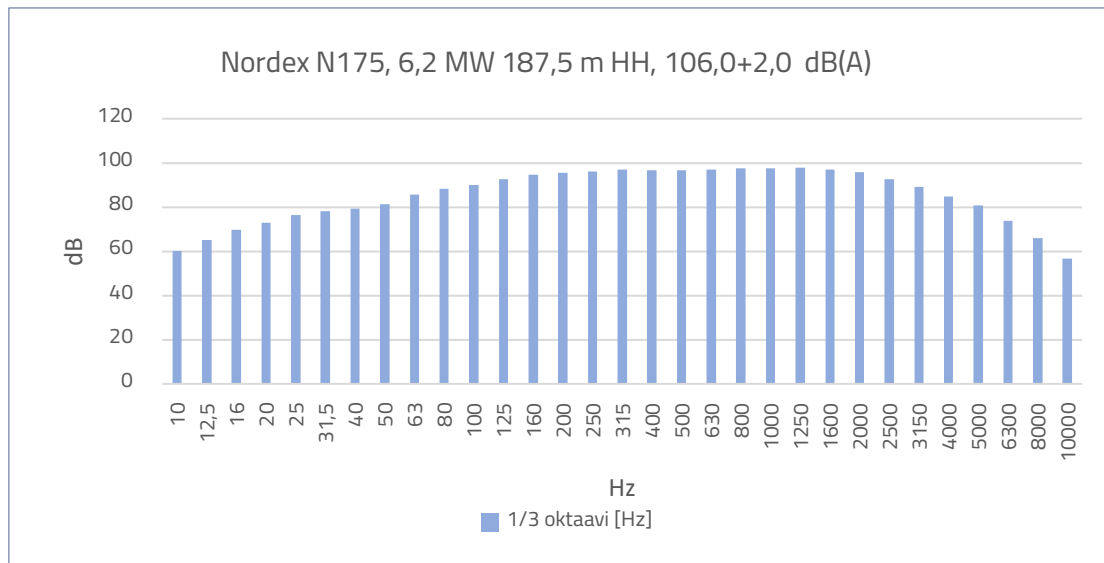
Uppgifter om bullerutsläpp Nordex N149 4,8 MW, 155 m HH, 105,6+2 dB(A)



Uppgifter om bullerutsläpp Nordex N163 5,7 MW, 148 m HH, 107,2+2 dB(A)



Uppgifter om bullerutsläpp Nordex N175 6,2 MW, 187,5 m HH, 106,0+2 dB(A)



Mätning och observation av särdrag i buller:							
Smalbandighet/ Tonalitet		Impulsart		Signifikant pulserande		Annat, 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: 10		Lodrät upplösning: 1,4 m	
Beaktande av absorption och reflektion vid mark- och vattenytan, använda faktorer							
ISO 9613-2							
Vattenområden, (O)/(G)		0					
Landområden, (O,4)/(A-D/E-F)		0,4					
Landområden, (O)/(G)							
Atmosfärens stabilitet i beräkningen/meteorologisk korrigering							
Neutral, (O): ja				Annan, vad och varför:			
Kraftverksljudets riktningsverkan och dämpning							
Fri rymd				Annan, vad och varför:			
Inväsnare och objekt som utsätts för buller, antal (utan bullerbekämpning/kraftverksstyrning)							

Invånare: 0 antal	Fritidsbostäder: 0 antal	Vård- och läroinrättningar: 0 anta
Invånare och objekt som utsätts för buller, antal (med beaktande av bullerbekämpning/kraftverksstyrning)		
Invånare: 2 antal*	Fritidsbostäder: 0 antal	Vård- och läroinrättningar 0 antal
Bullerspridning i rekreations- eller naturskyddsområden		
Rekreatiomsområden: 0 antal		Naturskyddsområden: 0 antal

* Ändringen av användningssyftet från bostad till "annan byggnad" skall ansökas före planläggningsskedet.

BILAGA 1: RESULTAT AV BULLERMODELLERINGEN

Tabell 7. Ljudnivån vid observationspunkterna för modelleringen av Hömosen vindkraftspark.

Bostad	Klassificering	Östlig koord. (ETRS TM35FIN)	Nordlig koord. (ETRS TM35FIN)	Riktvärde (dBA)	Buller ALT1 [dBA] ¹	Buller ALT2 [dBA] ²	Överskrider riktvärdet
a	Fritidsbostad	222385	6981962	40	33,7	30,1	Nej
b	Fast bostad	222434	6981911	40	33,8	30,3	Nej
c	Fast bostad	224750	6980054	40	33,2	32,0	Nej
d	Fast bostad	224250	6978405	40	35,5	34,5	Nej
e	Fast bostad	223316	6976804	40	35,0	32,2	Nej
f	Fast bostad	223096	6976240	40	34,8	30,4	Nej
g	Fast bostad	222896	6975501	40	35,1	28,0	Nej
h	Fast bostad	222530	6973646	40	36,1	23,0	Nej
i	Fast bostad	221611	6972055	40	35,6	19,7	Nej
j	Fritidsbostad	218534	6973783	40	38,3	21,6	Nej
k	Fast bostad	217709	6975908	40	38,2	24,3	Nej
l	Fast bostad	217976	6979597	40	37,5	27,2	Nej
m	Fast bostad	219036	6981117	40	36,3	27,8	Nej
n*	Annan byggnad	224638	6980093	40	33,7	32,5	Nej
o*	Annan byggnad	223214	6977148	40	36,1	34,0	Nej

*Ändringen av användningssyftet från bostad till "annan byggnad" skall ansökas före planläggningsskedet.

BILAGA 2: RESULTAT AV BULLERMODELLERINGEN: NÄRLIGGANDE VINDKRAFTSPARKER

Tabell 8. Ljudnivån vid observationspunkterna för modelleringen av Hömosen vindkraftspark inklusive närliggande vindkraftverk.

Bostad	Klassificering	Östlig koord. (ETRS TM35FIN)	Nordlig koord. (ETRS TM35FIN)	Riktvärde (dBA)	Buller ALT1 [dBA] ¹	Buller ALT2 [dBA] ²	Överskrider riktvärdet
a	Fritidsbostad	222385	6981962	40	39,4	38,7	Nej
b	Fast bostad	222434	6981911	40	39,7	39,0	Nej
c	Fast bostad	224750	6980054	40	39,9	39,7	Nej
d	Fast bostad	224250	6978405	40	38,4	37,9	Nej
e	Fast bostad	223316	6976804	40	39,2	38,3	Nej
f	Fast bostad	223096	6976240	40	39,7	38,7	Nej
g	Fast bostad	222896	6975501	40	39,1	37,4	Nej
h	Fast bostad	222530	6973646	40	37,9	33,5	Nej
i	Fast bostad	221611	6972055	40	37,5	33,3	Nej
j	Fritidsbostad	218534	6973783	40	38,5	27,7	Nej
k	Fast bostad	217709	6975908	40	38,5	28,5	Nej
l	Fast bostad	217976	6979597	40	37,8	29,7	Nej
m	Fast bostad	219036	6981117	40	36,9	30,7	Nej
n*	Annan byggnad	224638	6980093	40	40,4	40,2	Ja
o*	Annan byggnad	223214	6977148	40	40,2	39,5	Ja (ALT1) / Nej (ALT2)

*Ändringen av användningssyftet från bostad till "annan byggnad" skall ansökas före planläggningsskedet.

BILAGA 3: BERÄKNING AV LÅGFREKVENT LJUD (ALT1)

Åtgärdsgränserna för lågfrekvent buller i social- och hälsovårdsministeriets 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 Hömossen alternativ ALT1 med 26 vindkraftverk.

Tabell 9. Lågfrekvent ljud utomhus.

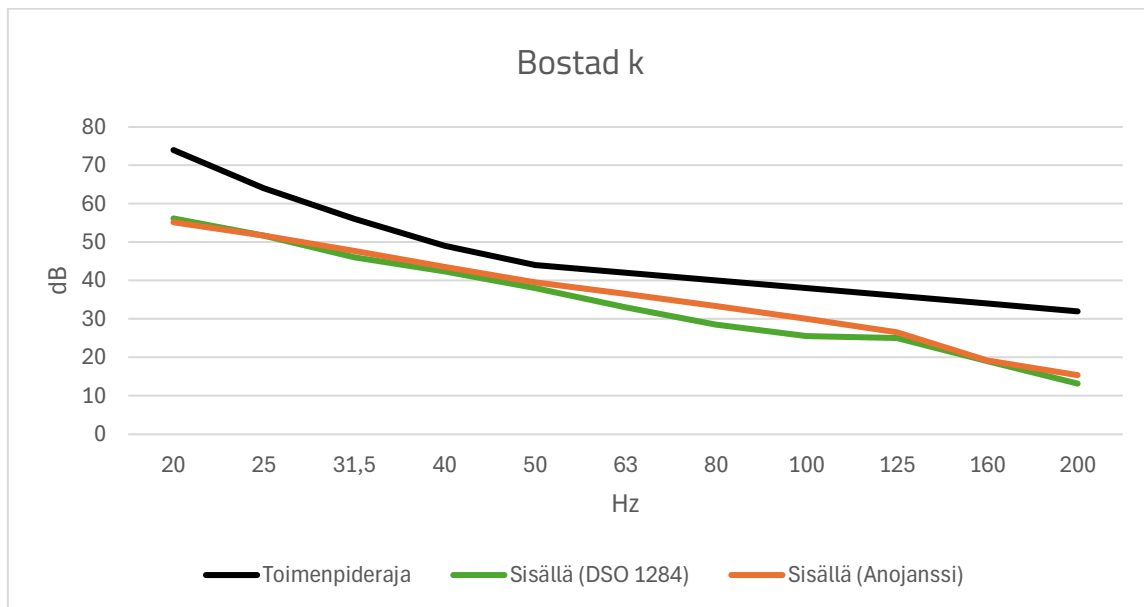
Frekvens (Hz)	Bullernivån vid punkterna (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	59,6	59,6	59,0	60,6	60,9	60,9	61,0	61,1	60,5	62,6	62,8	62,2	61,3	59,3	61,5
25	56,9	57,0	56,4	58,0	58,2	58,2	58,3	58,4	57,8	60,0	60,1	59,5	58,6	56,6	58,8
31,5	53,6	53,7	53,1	54,7	55,0	55,0	55,1	55,2	54,6	56,7	56,9	56,3	55,4	53,4	55,6
40	50,6	50,6	50,1	51,7	51,9	51,9	52,0	52,2	51,5	53,7	53,8	53,2	52,3	50,3	52,5
50	47,8	47,9	47,3	48,9	49,2	49,1	49,2	49,4	48,7	50,9	51,1	50,5	49,6	47,5	49,8
63	46,3	46,3	45,7	47,4	47,6	47,6	47,7	47,9	47,2	49,4	49,6	49,0	48,0	46,0	48,3
80	44,8	44,9	44,2	45,9	46,2	46,1	46,2	46,4	45,8	48,0	48,2	47,5	46,6	44,5	46,8
100	43,4	43,4	42,8	44,6	44,8	44,7	44,8	45,1	44,4	46,7	46,8	46,2	45,2	43,1	45,4
125	41,7	41,8	41,1	43,0	43,1	43,1	43,2	43,5	42,8	45,2	45,3	44,6	43,7	41,4	43,8
160	36,6	36,6	36,0	37,9	38,0	37,9	38,1	38,4	37,8	40,2	40,3	39,6	38,6	36,3	38,8
200	34,2	34,3	33,6	35,7	35,7	35,6	35,8	36,2	35,6	38,1	38,2	37,5	36,5	34,0	36,5

Tabell 10. Lågfrekvent ljud inomhus (DSO 1284).

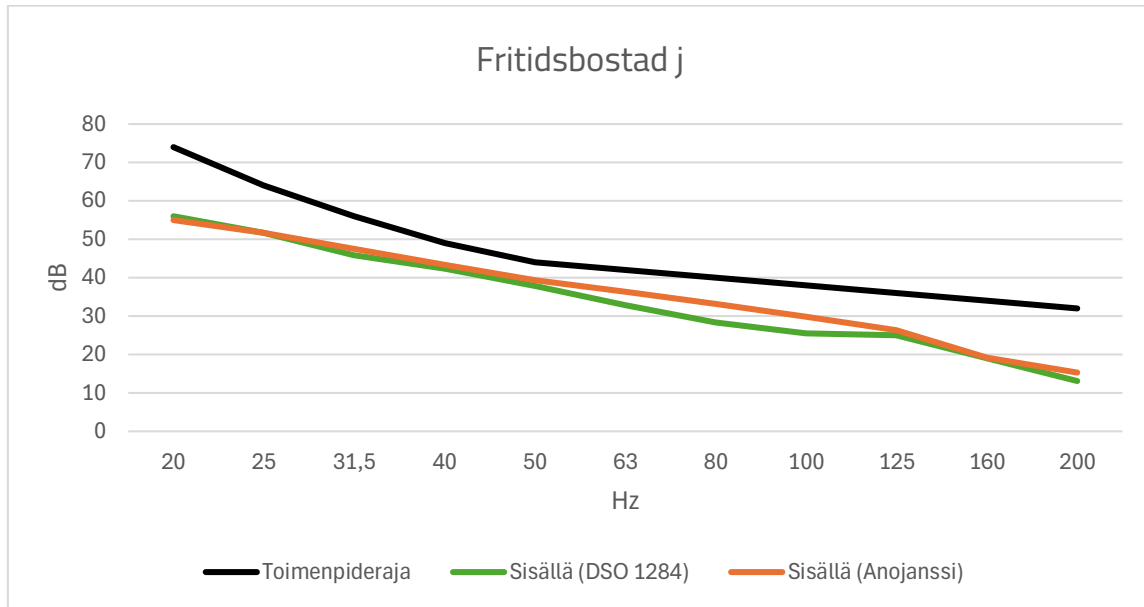
Frekvens (Hz)	Bullernivån vid punkterna (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	53,0	53,0	52,4	54,0	54,3	54,3	54,4	54,5	53,9	56,0	56,2	55,6	54,7	52,7	54,9
25	48,5	48,6	48,0	49,6	49,8	49,8	49,9	50,0	49,4	51,6	51,7	51,1	50,2	48,2	50,4
31,5	42,8	42,9	42,3	43,9	44,2	44,2	44,3	44,4	43,8	45,9	46,1	45,5	44,6	42,6	44,8
40	39,2	39,2	38,7	40,3	40,5	40,5	40,6	40,8	40,1	42,3	42,4	41,8	40,9	38,9	41,1
50	34,8	34,9	34,3	35,9	36,2	36,1	36,2	36,4	35,7	37,9	38,1	37,5	36,6	34,5	36,8
63	29,7	29,7	29,1	30,8	31,0	31,0	31,1	31,3	30,6	32,8	33,0	32,4	31,4	29,4	31,7
80	25,1	25,2	24,5	26,2	26,5	26,4	26,5	26,7	26,1	28,3	28,5	27,8	26,9	24,8	27,1
100	22,2	22,2	21,6	23,4	23,6	23,5	23,6	23,9	23,2	25,5	25,6	25,0	24,0	21,9	24,2
125	21,5	21,6	20,9	22,8	22,9	22,9	23,0	23,3	22,6	25,0	25,1	24,4	23,5	21,2	23,6
160	15,4	15,4	14,8	16,7	16,8	16,7	16,9	17,2	16,6	19,0	19,1	18,4	17,4	15,1	17,6
200	9,2	9,3	8,6	10,7	10,7	10,6	10,8	11,2	10,6	13,1	13,2	12,5	11,5	9,0	11,5

Tabell 11. Lågfrekvent ljud inomhus (Anojanssi).

Frekvens (Hz)	Bullernivån vid punkterna (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	52,0	52,0	51,4	53,0	53,3	53,3	53,4	53,5	52,9	55,0	55,2	54,6	53,7	51,7	53,9
25	48,6	48,7	48,1	49,7	49,9	49,9	50,0	50,1	49,5	51,7	51,8	51,2	50,3	48,3	50,5
31,5	44,4	44,5	43,9	45,5	45,8	45,8	45,9	46,0	45,4	47,5	47,7	47,1	46,2	44,2	46,4
40	40,3	40,3	39,8	41,4	41,6	41,6	41,7	41,9	41,2	43,4	43,5	42,9	42,0	40,0	42,2
50	36,3	36,4	35,8	37,4	37,7	37,6	37,7	37,9	37,2	39,4	39,6	39,0	38,1	36,0	38,3
63	33,3	33,3	32,7	34,4	34,6	34,6	34,7	34,9	34,2	36,4	36,6	36,0	35,0	33,0	35,3
80	30,0	30,1	29,4	31,1	31,4	31,3	31,4	31,6	31,0	33,2	33,4	32,7	31,8	29,7	32,0
100	26,6	26,6	26,0	27,8	28,0	27,9	28,0	28,3	27,6	29,9	30,0	29,4	28,4	26,3	28,6
125	22,9	23,0	22,3	24,2	24,3	24,3	24,4	24,7	24,0	26,4	26,5	25,8	24,9	22,6	25,0
160	15,5	15,5	14,9	16,8	16,9	16,8	17,0	17,3	16,7	19,1	19,2	18,5	17,5	15,2	17,7
200	11,4	11,5	10,8	12,9	12,9	12,8	13,0	13,4	12,8	15,3	15,4	14,7	13,7	11,2	13,7



Figur 5. Beräkning av lågfrekvent buller enligt miljöministeriets anvisningar samt social- och hälsovårdsministeriets åtgärdsgräns i bostad k.



Figur 6. Beräkning av lågfrekvent buller enligt miljöministeriets anvisningar samt social- och hälsovårdsministeriets åtgärdsgräns i fritidsbostad j.

BILAGA 4: BERÄKNING AV LÅGFREKVENT LJUD (ALT2)

Åtgärdsgränserna för lågfrekvent buller i social- och hälsovårdsministeriets 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 Hömossen alternativ ALT2 med 6 vindkraftverk.

Tabell 12. Lågfrekvent ljud utomhus.

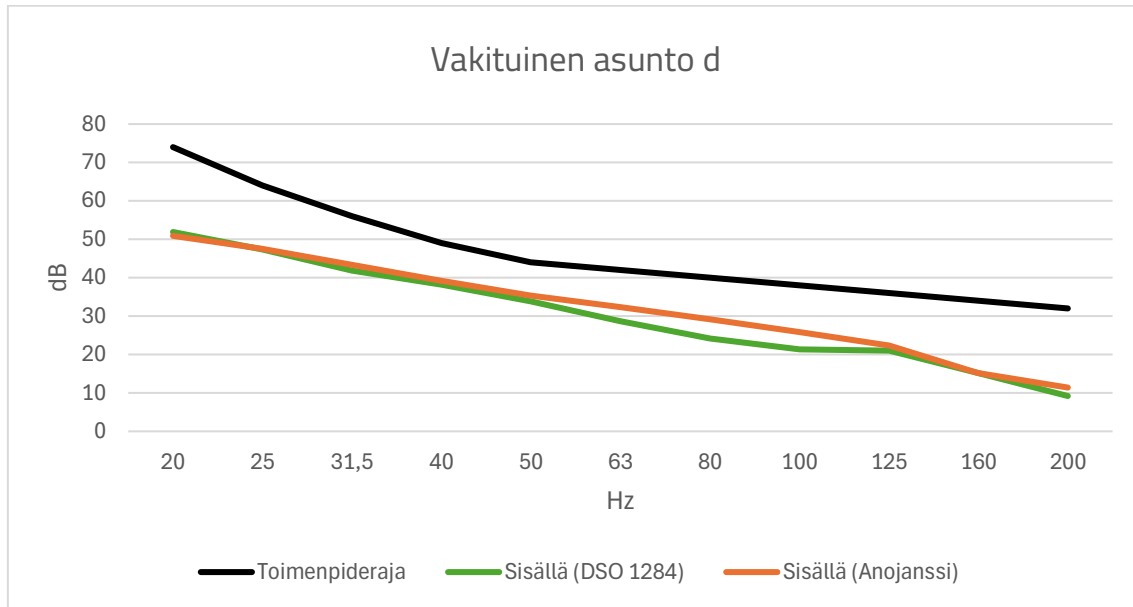
Frekvens (Hz)	Bullernivån vid punkterna (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	55,6	55,8	56,7	58,5	57,1	55,9	54,3	51,0	48,8	50,0	51,7	53,7	54,1	57,0	58,3
25	53,0	53,1	54,0	55,8	54,4	53,3	51,7	48,3	46,0	47,3	49,0	51,0	51,4	54,4	55,7
31,5	49,8	49,9	50,8	52,6	51,2	50,0	48,4	45,0	42,8	44,0	45,8	47,8	48,2	51,1	52,4
40	46,7	46,8	47,8	49,5	48,2	47,0	45,4	41,9	39,6	40,9	42,7	44,7	45,1	48,1	49,4
50	43,9	44,1	45,0	46,8	45,4	44,2	42,6	39,1	36,8	38,1	39,9	41,9	42,4	45,3	46,6
63	42,4	42,6	43,5	45,3	43,9	42,7	41,0	37,5	35,1	36,4	38,3	40,4	40,8	43,8	45,2
80	41,0	41,1	42,1	43,9	42,5	41,2	39,6	35,9	33,5	34,8	36,8	38,9	39,3	42,4	43,7
100	39,6	39,7	40,7	42,6	41,1	39,9	38,1	34,4	31,8	33,2	35,2	37,4	37,9	41,1	42,4
125	38,0	38,2	39,2	41,2	39,6	38,3	36,5	32,5	29,7	31,3	33,4	35,7	36,2	39,6	41,0
160	32,9	33,1	34,2	36,3	34,6	33,2	31,3	27,0	23,9	25,7	28,1	30,5	31,1	34,6	36,0
200	30,7	30,9	32,1	34,2	32,5	31,0	28,9	0,0	0,0	0,0	25,4	28,1	28,7	32,5	34

Tabell 13. Lågfrekvent ljud inomhus (DSO 1284).

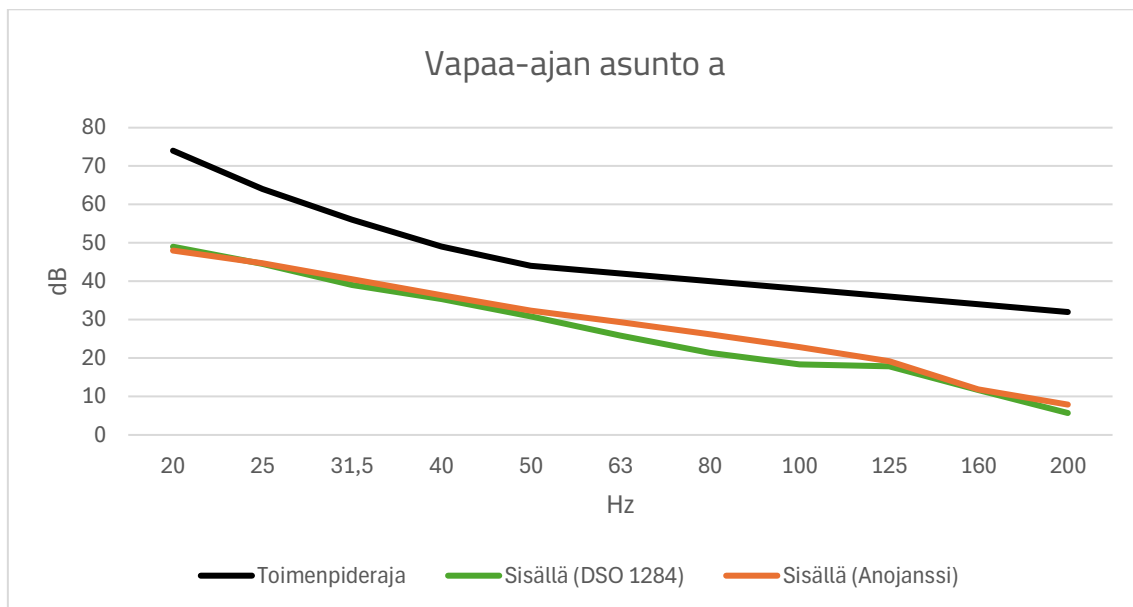
Frekvens (Hz)	Bullernivån vid punkterna (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	49,0	49,2	50,1	51,9	50,5	49,3	47,7	44,4	42,2	43,4	45,1	47,1	47,5	50,4	51,7
25	44,6	44,7	45,6	47,4	46,0	44,9	43,3	39,9	37,6	38,9	40,6	42,6	43,0	46,0	47,3
31,5	39,0	39,1	40,0	41,8	40,4	39,2	37,6	34,2	32,0	33,2	35,0	37,0	37,4	40,3	41,6
40	35,3	35,4	36,4	38,1	36,8	35,6	34,0	30,5	28,2	29,5	31,3	33,3	33,7	36,7	38,0
50	30,9	31,1	32,0	33,8	32,4	31,2	29,6	26,1	23,8	25,1	26,9	28,9	29,4	32,3	33,6
63	25,8	26,0	26,9	28,7	27,3	26,1	24,4	20,9	18,5	19,8	21,7	23,8	24,2	27,2	28,6
80	21,3	21,4	22,4	24,2	22,8	21,5	19,9	16,2	13,8	15,1	17,1	19,2	19,6	22,7	24,0
100	18,4	18,5	19,5	21,4	19,9	18,7	16,9	13,2	10,6	12,0	14,0	16,2	16,7	19,9	21,2
125	17,8	18,0	19,0	21,0	19,4	18,1	16,3	12,3	9,5	11,1	13,2	15,5	16,0	19,4	20,8
160	11,7	11,9	13,0	15,1	13,4	12,0	10,1	5,8	2,7	4,5	6,9	9,3	9,9	13,4	14,8
200	5,7	5,9	7,1	9,2	7,5	6,0	3,9	-0,8	-4,2	-2,2	0,4	3,1	3,7	7,5	9,0

Tabell 14. Lågfrekvent ljud inomhus (Anojanssi).

Frekvens (Hz)	Bullernivån vid punkterna (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	48,0	48,2	49,1	50,9	49,5	48,3	46,7	43,4	41,2	42,4	44,1	46,1	46,5	49,4	50,7
25	44,7	44,8	45,7	47,5	46,1	45,0	43,4	40,0	37,7	39,0	40,7	42,7	43,1	46,1	47,4
31,5	40,6	40,7	41,6	43,4	42,0	40,8	39,2	35,8	33,6	34,8	36,6	38,6	39,0	41,9	43,2
40	36,4	36,5	37,5	39,2	37,9	36,7	35,1	31,6	29,3	30,6	32,4	34,4	34,8	37,8	39,1
50	32,4	32,6	33,5	35,3	33,9	32,7	31,1	27,6	25,3	26,6	28,4	30,4	30,9	33,8	35,1
63	29,4	29,6	30,5	32,3	30,9	29,7	28,0	24,5	22,1	23,4	25,3	27,4	27,8	30,8	32,2
80	26,2	26,3	27,3	29,1	27,7	26,4	24,8	21,1	18,7	20,0	22,0	24,1	24,5	27,6	28,9
100	22,8	22,9	23,9	25,8	24,3	23,1	21,3	17,6	15,0	16,4	18,4	20,6	21,1	24,3	25,6
125	19,2	19,4	20,4	22,4	20,8	19,5	17,7	13,7	10,9	12,5	14,6	16,9	17,4	20,8	22,2
160	11,8	12,0	13,1	15,2	13,5	12,1	10,2	5,9	2,8	4,6	7,0	9,4	10,0	13,5	14,9
200	7,9	8,1	9,3	11,4	9,7	8,2	6,1	1,4	-2,0	0,0	2,6	5,3	5,9	9,7	11,2



Figur 7. Beräkning av lågfrekvent buller enligt miljöministeriets anvisningar samt social- och hälsovårdsministeriets åtgärdsgräns i bostad d.



Figur 8. Beräkning av lågfrekvent buller enligt miljöministeriets anvisningar samt social- och hälsovårdsministeriets åtgärdsgräns i fritidsbostad a.

BILAGA 5: BERÄKNING AV LÅGFREKVENT LJUD (ALT1 OCH NÄRLIGGANDE PARKER)

Åtgärdsgränserna för lågfrekvent buller i social- och hälsovårdsministeriets 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 Hömosen alternativ ALT1 med 26 vindkraftverk. De närliggande vindkraftsparkerna Långmossa, Ribäcken, Takanebacken och Juthskogen har beaktats i beräkningen.

Tabell 15. Lågfrekvent ljud utomhus.

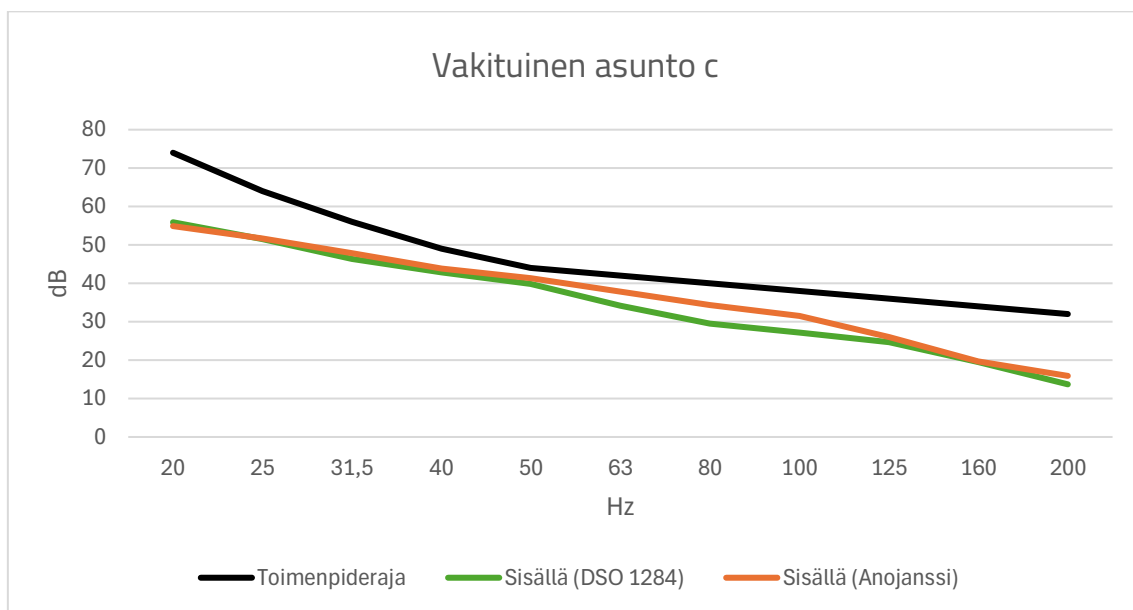
Frekvens (Hz)	Bullernivån vid punkterna (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	61,3	61,4	62,5	62,8	62,5	62,4	62,2	61,9	61,2	62,9	63,0	62,5	61,7	62,5	63,0
25	58,7	58,8	59,9	60,2	59,9	59,8	59,6	59,3	58,6	60,2	60,4	59,8	59,1	59,9	60,4
31,5	56,2	56,3	57,1	57,2	57,1	57,1	56,9	56,5	55,8	57,1	57,2	56,7	56,0	57,2	57,6
40	53,6	53,7	54,2	54,1	54,4	54,5	54,2	53,7	53,1	54,1	54,3	53,7	53,0	54,4	54,9
50	52,3	52,5	52,8	52,2	52,9	53,1	52,7	51,9	51,4	51,7	51,8	51,3	50,7	53,1	53,4
63	50,0	50,2	50,8	50,5	50,7	50,9	50,6	49,8	49,2	50,0	50,1	49,6	48,9	51,0	51,3
80	48,4	48,6	49,2	48,9	49,2	49,3	49,0	48,3	47,7	48,5	48,6	48,1	47,4	49,4	49,7
100	47,9	48,1	48,3	47,7	48,4	48,7	48,3	47,4	46,9	47,3	47,4	46,8	46,2	48,6	49,0
125	44,1	44,3	44,8	44,9	45,1	45,2	45,0	44,5	43,9	45,4	45,5	44,9	44,1	45,0	45,7
160	39,7	39,9	40,7	40,5	40,6	40,7	40,4	39,8	39,2	40,5	40,6	40,0	39,1	40,9	41,3
200	37,8	38,0	38,7	38,4	38,5	38,6	38,3	37,6	37,1	38,4	38,4	37,8	36,9	39,0	39,2

Tabell 16. Lågfrekvent ljud inomhus (DSO 1284).

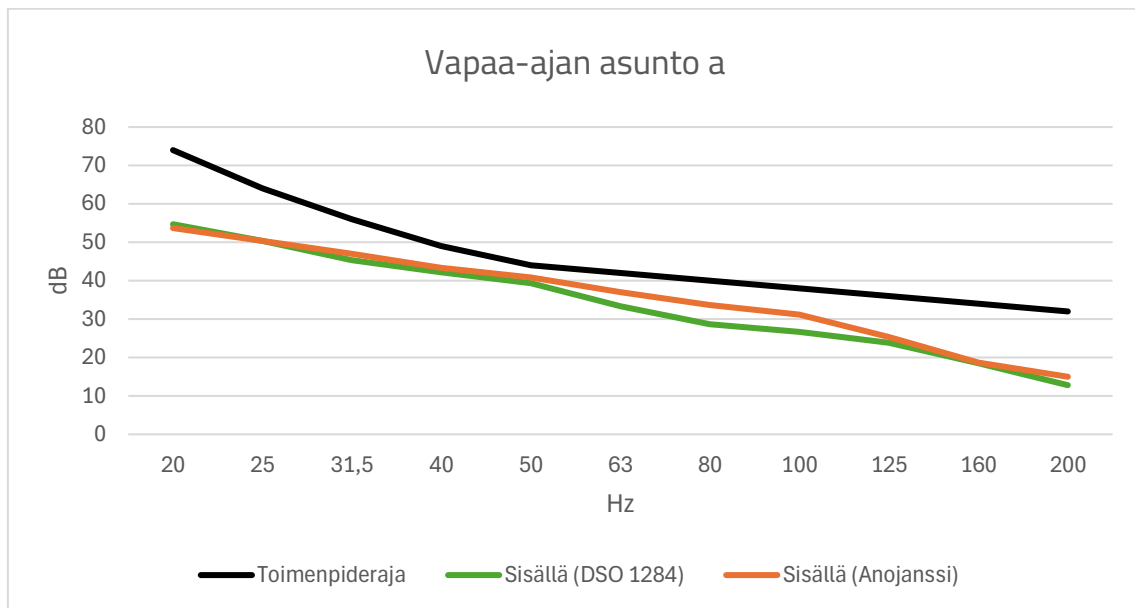
Frekvens (Hz)	Bullernivån vid punkterna (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	54,7	54,8	55,9	56,2	55,9	55,8	55,6	55,3	54,6	56,3	56,4	55,9	55,1	55,9	56,4
25	50,3	50,4	51,5	51,8	51,5	51,4	51,2	50,9	50,2	51,8	52,0	51,4	50,7	51,5	52,0
31,5	45,4	45,5	46,3	46,4	46,3	46,3	46,1	45,7	45,0	46,3	46,4	45,9	45,2	46,4	46,8
40	42,2	42,3	42,8	42,7	43,0	43,1	42,8	42,3	41,7	42,7	42,9	42,3	41,6	43,0	43,5
50	39,3	39,5	39,8	39,2	39,9	40,1	39,7	38,9	38,4	38,7	38,8	38,3	37,7	40,1	40,4
63	33,4	33,6	34,2	33,9	34,1	34,3	34,0	33,2	32,6	33,4	33,5	33,0	32,3	34,4	34,7
80	28,7	28,9	29,5	29,2	29,5	29,6	29,3	28,6	28,0	28,8	28,9	28,4	27,7	29,7	30,0
100	26,7	26,9	27,1	26,5	27,2	27,5	27,1	26,2	25,7	26,1	26,2	25,6	25,0	27,4	27,8
125	23,9	24,1	24,6	24,7	24,9	25,0	24,8	24,3	23,7	25,2	25,3	24,7	23,9	24,8	25,5
160	18,5	18,7	19,5	19,3	19,4	19,5	19,2	18,6	18,0	19,3	19,4	18,8	17,9	19,7	20,1
200	12,8	13,0	13,7	13,4	13,5	13,6	13,3	12,6	12,1	13,4	13,4	12,8	11,9	14,0	14,2

Tabell 17. Lågfrekvent ljud inomhus (Anojanssi).

Frekvens (Hz)	Bullernivån vid punkterna (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	53,7	53,8	54,9	55,2	54,9	54,8	54,6	54,3	53,6	55,3	55,4	54,9	54,1	54,9	55,4
25	50,4	50,5	51,6	51,9	51,6	51,5	51,3	51,0	50,3	51,9	52,1	51,5	50,8	51,6	52,1
31,5	47,0	47,1	47,9	48,0	47,9	47,9	47,7	47,3	46,6	47,9	48,0	47,5	46,8	48,0	48,4
40	43,3	43,4	43,9	43,8	44,1	44,2	43,9	43,4	42,8	43,8	44,0	43,4	42,7	44,1	44,6
50	40,8	41,0	41,3	40,7	41,4	41,6	41,2	40,4	39,9	40,2	40,3	39,8	39,2	41,6	41,9
63	37,0	37,2	37,8	37,5	37,7	37,9	37,6	36,8	36,2	37,0	37,1	36,6	35,9	38,0	38,3
80	33,6	33,8	34,4	34,1	34,4	34,5	34,2	33,5	32,9	33,7	33,8	33,3	32,6	34,6	34,9
100	31,1	31,3	31,5	30,9	31,6	31,9	31,5	30,6	30,1	30,5	30,6	30,0	29,4	31,8	32,2
125	25,3	25,5	26,0	26,1	26,3	26,4	26,2	25,7	25,1	26,6	26,7	26,1	25,3	26,2	26,9
160	18,6	18,8	19,6	19,4	19,5	19,6	19,3	18,7	18,1	19,4	19,5	18,9	18,0	19,8	20,2
200	15,0	15,2	15,9	15,6	15,7	15,8	15,5	14,8	14,3	15,6	15,6	15,0	14,1	16,2	16,4



Figur 9. Beräkning av lågfrekvent buller enligt miljöministeriets anvisningar samt social- och hälsovårdsministeriets åtgärdsgräns i bostad c.



Figur 10. Beräkning av lågfrekvent buller enligt miljöministeriets anvisningar samt social- och hälsovårdsministeriets åtgärdsgräns i fritidsbostad a.

BILAGA 6: BERÄKNING AV LÅGFREKVENT LJUD (ALT2 OCH NÄRLIGGANDE PARKER)

Åtgärdsgränserna för lågfrekvent buller i social- och hälsovårdsministeriets 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 Hömossen alternativ ALT2 med 6 vindkraftverk. De närliggande vindkraftsparkerna Långmossa, Ribäcken, Takanebacken och Juthskogen har beaktats i beräkningen.

Tabell 18. Lågfrekvent ljud utomhus.

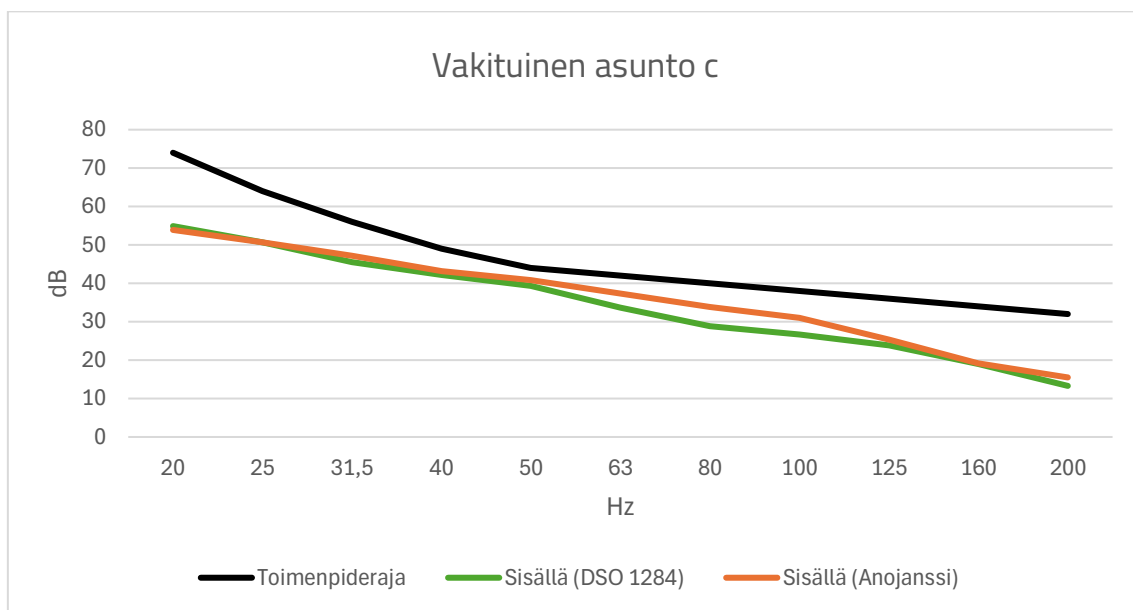
Frekvens (Hz)	Bullernivån vid punkterna (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	59,0	59,2	61,5	61,6	60,2	59,5	58,4	56,0	54,6	53,4	54,2	55,5	56,1	61,6	60,9
25	56,5	56,7	59,0	59,0	57,6	57,0	55,9	53,4	52,1	50,7	51,6	52,9	53,5	59,0	58,4
31,5	54,4	54,6	56,3	56,1	55,2	54,8	53,8	51,5	50,6	48,4	49,0	50,1	50,8	56,4	55,9
40	52,0	52,2	53,5	53,1	52,6	52,5	51,5	49,3	48,5	45,8	46,4	47,3	48,0	53,7	53,4
50	51,3	51,5	52,3	51,3	51,6	51,7	50,9	48,8	48,3	44,8	45,1	45,8	46,5	52,5	52,3
63	48,8	49,0	50,3	49,6	49,3	49,2	48,3	46,1	45,4	42,3	42,7	43,6	44,3	50,4	50,0
80	47,2	47,4	48,6	48,0	47,7	47,6	46,7	44,4	43,7	40,5	41,0	41,9	42,6	48,8	48,4
100	46,9	47,1	47,8	46,8	47,2	47,3	46,4	44,1	43,6	39,8	40,1	40,9	41,6	48,1	48,0
125	42,4	42,6	44,1	43,9	43,2	42,9	41,7	39,0	38,1	35,1	36,0	37,4	38,1	44,3	44,1
160	38,3	38,6	40,2	39,7	39,1	38,9	37,7	34,9	34,1	30,4	31,2	32,5	33,3	40,4	40,0
200	36,5	36,8	38,3	37,7	37,1	36,9	35,7	32,7	32,0	27,6	28,5	30,0	30,9	38,5	38,0

Tabell 19. Lågfrekvent ljud inomhus (DSO 1284).

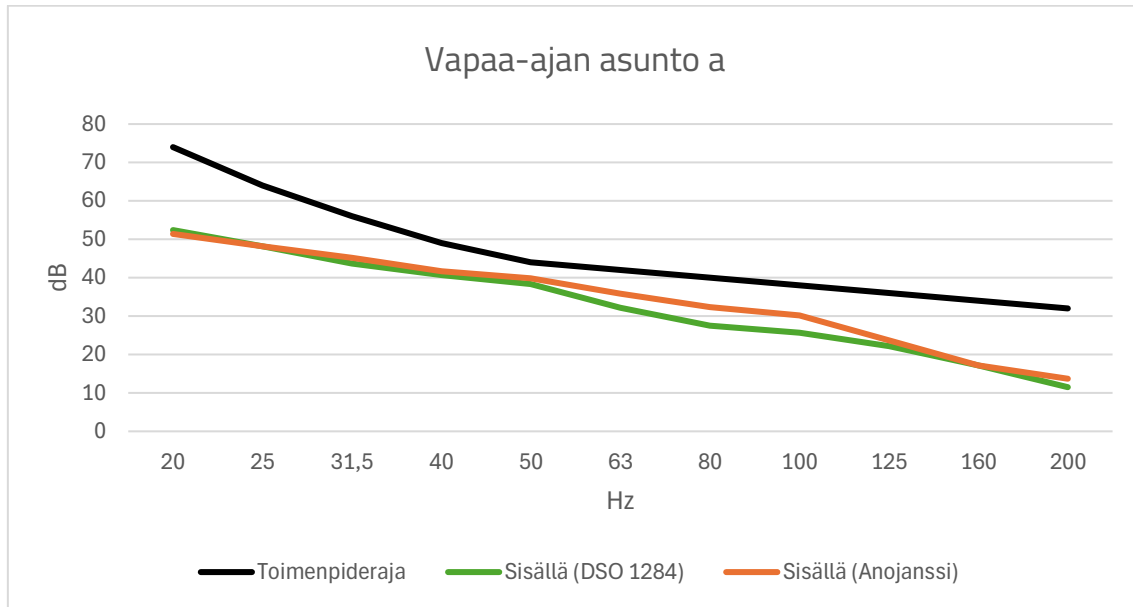
Frekvens (Hz)	Bullernivån vid punkterna (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	52,4	52,6	54,9	55,0	53,6	52,9	51,8	49,4	48,0	46,8	47,6	48,9	49,5	55,0	54,3
25	48,1	48,3	50,6	50,6	49,2	48,6	47,5	45,0	43,7	42,3	43,2	44,5	45,1	50,6	50,0
31,5	43,6	43,8	45,5	45,3	44,4	44,0	43,0	40,7	39,8	37,6	38,2	39,3	40,0	45,6	45,1
40	40,6	40,8	42,1	41,7	41,2	41,1	40,1	37,9	37,1	34,4	35,0	35,9	36,6	42,3	42,0
50	38,3	38,5	39,3	38,3	38,6	38,7	37,9	35,8	35,3	31,8	32,1	32,8	33,5	39,5	39,3
63	32,2	32,4	33,7	33,0	32,7	32,6	31,7	29,5	28,8	25,7	26,1	27,0	27,7	33,8	33,4
80	27,5	27,7	28,9	28,3	28,0	27,9	27,0	24,7	24,0	20,8	21,3	22,2	22,9	29,1	28,7
100	25,7	25,9	26,6	25,6	26,0	26,1	25,2	22,9	22,4	18,6	18,9	19,7	20,4	26,9	26,8
125	22,2	22,4	23,9	23,7	23,0	22,7	21,5	18,8	17,9	14,9	15,8	17,2	17,9	24,1	23,9
160	17,1	17,4	19,0	18,5	17,9	17,7	16,5	13,7	12,9	9,2	10,0	11,3	12,1	19,2	18,8
200	11,5	11,8	13,3	12,7	12,1	11,9	10,7	7,7	7,0	2,6	3,5	5,0	5,9	13,5	13,0

Tabell 20. Lågfrekvent ljud inomhus (Anojanssi).

Frekvens (Hz)	Bullernivån vid punkterna (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	51,4	51,6	53,9	54,0	52,6	51,9	50,8	48,4	47,0	45,8	46,6	47,9	48,5	54,0	53,3
25	48,2	48,4	50,7	50,7	49,3	48,7	47,6	45,1	43,8	42,4	43,3	44,6	45,2	50,7	50,1
31,5	45,2	45,4	47,1	46,9	46,0	45,6	44,6	42,3	41,4	39,2	39,8	40,9	41,6	47,2	46,7
40	41,7	41,9	43,2	42,8	42,3	42,2	41,2	39,0	38,2	35,5	36,1	37,0	37,7	43,4	43,1
50	39,8	40,0	40,8	39,8	40,1	40,2	39,4	37,3	36,8	33,3	33,6	34,3	35,0	41,0	40,8
63	35,8	36,0	37,3	36,6	36,3	36,2	35,3	33,1	32,4	29,3	29,7	30,6	31,3	37,4	37,0
80	32,4	32,6	33,8	33,2	32,9	32,8	31,9	29,6	28,9	25,7	26,2	27,1	27,8	34,0	33,6
100	30,1	30,3	31,0	30,0	30,4	30,5	29,6	27,3	26,8	23,0	23,3	24,1	24,8	31,3	31,2
125	23,6	23,8	25,3	25,1	24,4	24,1	22,9	20,2	19,3	16,3	17,2	18,6	19,3	25,5	25,3
160	17,2	17,5	19,1	18,6	18,0	17,8	16,6	13,8	13,0	9,3	10,1	11,4	12,2	19,3	18,9
200	13,7	14,0	15,5	14,9	14,3	14,1	12,9	9,9	9,2	4,8	5,7	7,2	8,1	15,7	15,2



Figur 11. Beräkning av lågfrekvent buller enligt miljöministeriets anvisningar samt social- och hälsovårdsministeriets åtgärdsgräns i bostad c.



Figur 12. Beräkning av lågfrekvent buller enligt miljöministeriets anvisningar samt social- och hälsovårdsministeriets åtgärdsgräns i fritidsbostad a.

BILAGA 7: VINDKRAFTVERKENS POSITIONER

Vindkraftverkens positioner presenteras i följande tabell.

Tabell 21. Vindkraftverkens koordinater, Hömosen ALT1 (26 vindkraftverk).

Vindkraft- verk	Östlig koord. (ETRS-TM35-FIN)	Nordlig koord. (ETRS-TM35-FIN)	Vindkraftverkstypen
1	222249	6979497	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
2	221481	6979252	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
3	223136	6979407	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
4	222364	6978578	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
5	221392	6978376	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
6	220577	6977992	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
7	220457	6980456	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
8	221359	6980135	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
9	219982	6979727	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
10	219594	6979037	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
11	219214	6978342	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
12	218435	6978094	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
13	219862	6977901	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
14	218901	6977422	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
15	219680	6977120	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
16	219047	6976628	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
17	219951	6976360	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
18	219292	6975870	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
19	220188	6975505	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
20	219422	6975065	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
21	220855	6975052	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
22	220058	6974487	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
23	221052	6974302	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
24	220047	6973672	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
25	220821	6973396	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
26	220034	6972868	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)

Tabell 22. Vindkraftverkens koordinater, Hömosen ALT2 (6 vindkraftverk).

Vindkraft- verk	Östlig koord. (ETRS-TM35-FIN)	Nordlig koord. (ETRS-TM35-FIN)	Vindkraftverkstypen
1	222249	6979497	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
2	221481	6979252	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
3	223136	6979407	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
4	222364	6978578	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
5	221392	6978376	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
6	220577	6977992	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)

Tabell 23. Vindkraftverkens koordinater, Ribäcken (5 vindkraftverk).

Vindkraft- verk	Östlig koord. (ETRS-TM35-FIN)	Nordlig koord. (ETRS-TM35-FIN)	Vindkraftverkstypen
1	222317	6977444	Nordex N149 4,8 MW, 125m HH, 105,0+2,0 dB(A)
2	222175	6976267	Nordex N149 4,8 MW, 125m HH, 105,0+2,0 dB(A)
3	221534	6977434	Nordex N149 4,8 MW, 125m HH, 105,0+2,0 dB(A)
4	220954	6976640	Nordex N149 4,8 MW, 125m HH, 105,0+2,0 dB(A)
5	221362	6975603	Nordex N149 4,8 MW, 125m HH, 105,0+2,0 dB(A)

Tabell 24. Vindkraftverkens koordinater, Långmossa (7 vindkraftverk).

Vindkraft- verk	Östlig koord. (ETRS-TM35-FIN)	Nordlig koord. (ETRS-TM35-FIN)	Vindkraftverkstypen
1	222220	6980539	Nordex N149 4,8 MW, 155m HH, 108,1+2,0 dB(A)
2	223635	6980629	Nordex N149 4,8 MW, 155m HH, 108,1+2,0 dB(A)
3	223842	6981433	Nordex N149 4,8 MW, 155m HH, 105,6+2,0 dB(A)
4	223890	6982394	Nordex N149 4,8 MW, 155m HH, 108,1+2,0 dB(A)
5	224601	6982892	Nordex N149 4,8 MW, 155m HH, 105,6+2,0 dB(A)
6	225015	6982575	Nordex N149 4,8 MW, 155m HH, 105,6+2,0 dB(A)
7	225132	6981766	Nordex N149 4,8 MW, 155m HH, 108,1+2,0 dB(A)

Tabell 25. Vindkraftverkens koordinater, Takanebacken (5 vindkraftverk).

Vindkraft- verk	Östlig koord. (ETRS-TM35-FIN)	Nordlig koord. (ETRS-TM35-FIN)	Vindkraftverkstypen
1	225138	6971388	Nordex N163 5,7 MW, 148m HH, 107,2+2,0 dB(A)
2	224389	6971265	Nordex N163 5,7 MW, 148m HH, 107,2+2,0 dB(A)
3	223142	6970490	Nordex N163 5,7 MW, 148m HH, 107,2+2,0 dB(A)
4	224100	6972075	Nordex N163 5,7 MW, 148m HH, 107,2+2,0 dB(A)
5	223482	6971045	Nordex N163 5,7 MW, 148m HH, 107,2+2,0 dB(A)

Tabell 26. Vindkraftverkens koordinater, Juthskogen (14 vindkraftverk).

Vindkraft- verk	Östlig koord. (ETRS-TM35-FIN)	Nordlig koord. (ETRS-TM35-FIN)	Vindkraftverkstypen
1	230176	6982439	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
2	229163	6982223	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
3	228523	6981400	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
4	229404	6981382	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
5	230071	6981572	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
6	229161	6980360	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
7	227767	6980144	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
8	229784	6980075	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
9	228408	6979432	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
10	227496	6979030	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
11	226624	6979125	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
12	226301	6977616	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
13	226531	6976896	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
14	227133	6979946	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)



MELUSELVITYS

Hömosseinin Tuulipuisto

04.02.2025

SISÄLLYSLUETTELO

1	YHTEENVETO	3
2	TAUSTA	5
3	MELU.....	6
3.1	Yleistä	6
3.2	Melun muodostuminen	6
4	MELUN OHJEARVOT	8
4.1	Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista	8
4.2	Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat	8
5	LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT	9
5.1	Lähtötiedot.....	9
5.2	Menetelmät	10
6	ARVIOIDUT MELUVAIKUTUKSET	12
6.1	Nykytilanne	12
6.2	Rakentamisen aikaiset vaikutukset	12
6.3	Toiminnan aikaiset vaikutukset, VE1.....	13
6.4	Toiminnan aikaiset vaikutukset, VE2.....	14
6.5	Yhteisvaikutusten mallinnus, VE1	15
6.6	Yhteisvaikutusten mallinnus, VE2.....	16
6.7	Pienitaajuinen melu	17
6.8	Käytön lopettamisen aikaiset vaikutukset.....	18
6.9	Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät.....	18
7	HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA SEURANTA.....	19
8	LÄHTEET	20
9	MALLINNUSTIETOJEN RAPORTTI, HÖMOSEN	21

Liite 1: Melumallinnuksen tulokset.....	26
Liite 2: Melumallinnuksen tulokset: yhteisvaikutukset.....	27
Liite 3: Pienitaajuisen melun laskenta (VE1)	28
Liite 4: Pienitaajuisen melun laskenta (VE2)	30
Liite 5: Pienitaajuisen melun laskenta, Yhteisvaikutukset (VE1)	33
Liite 6: Pienitaajuisen melun laskenta, Yhteisvaikutukset (VE2)	35
Liite 7: Sijoitussuunnitelmat	38

VERSIONHISTORIA

Versio	Tekijä	Tarkastettu	Hyväksytty	Tiivistelmä
Ver 1	Elina Sippola, 2025-02-04	Arina Makarova, 2025-02-06	Arina Makarova, 2025-02-06	Hömossenin tuulivoimapuiston meluselvitys.

1 YHTEENVETO

Tehtävä:

Meluselvitys Hömossenin tuulivoimapuiston vaikutusalueella. Selvityksessä on otettu huomioon myös viereiset tuotannossa olevat naapuripuistot Ribäcken, Långmossa ja Takanebacken, sekä suunnitteilla oleva Juthskogen.

Työmenetelmät:

Meluselvitykseen on kerätty tietoa tuulivoimaloiden melun ominaispiirteistä, melun ohjearvoista, paikallisista olosuhteista sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty windPRO Ver4.1 ohjelmiston DECIBEL-moduulia sekä ISO 9613-2 standardin mukaisia oletuksia ja lähtöarvoja. Mallinnus ja raportointi on tehty noudattaen ympäristöministeriön helmikuussa 2014 julkaisemia ohjeita (Tuulivoimaloiden melun mallintaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014). Vaikutusten arvioinnissa käytetyt laskentaparametrit on taulukoitu tässä raportissa. Tuloksia on vertailtu valtioneuvoston asetuksen ohjearvoihin (Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista 1107/2015).

Pienitaajuinen melu on laskettu ympäristöministeriön helmikuussa 2014 julkaisemia ohjeita noudattaen. Rakennusten äänieristys on laskettu DSO 1284 menetelmän mukaisesti, käyttäen windPRO-ohjelmistoa laskentatyökaluna, ja tuloksia on vertailtu asumisterveysasetuksessa oleviin sisämelun ohjearvoihin. Lisäksi pienitaajuisen melun laskennassa on käytetty Turun Ammattikorkeakoulun tutkimuksessa (ANOJANSSI-projekti, 2020) ehdotettuja vaihtoehtoisia eristyskertoimia.

Tulokset:

Melumallinnusten perusteella valtioneuvoston asetuksen ohjearvoja asunnoille ja vapaa-ajan asunnoille ei ylitetä. Ohjearvo 40 dB(A) ylitetään kuitenkin kahden muun rakennuksen kohdalla hankevaihtoehdon VE1 mallinnuksessa ja yhden muun rakennuksen kohdalla hankevaihtoehdon VE2 mallinnuksessa, kun huomioidaan Hömossenin lisäksi naapuripuistot. Kyseisille rakennuksille

haetaan ennen kaavaehdotusvaihetta käyttötarkoitusten muutosta asumiskäytöstä muuhun käyttöön. STM:n antamia sisätilojen pienitaajuisen melun ohjearvoja ei ylitetä.

2 TAUSTA

Meluselvitys on tehty Hömossenin tuulivoimapuistolle Maalahden kunnan alueella. Suunniteltu hanke koostuu yhteensä 6–26 tuulivoimalasta. Melumallinnuksessa on käytetty Nordexin N163 7,0 MW-voimalan lähtötietoja. Mallinnuksessa voimaloiden napakorkeus on 218,5 metriä ja äänitehotaso 107,4 dB(A) + 2,0 dB(A) epävarmuusmarginaali.

Meluselvitys on tehty ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti (Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014 Tuulivoimaloiden melun mallintaminen) windPRO Ver4.1 ohjelmiston melulaskentatyökalulla. Pienitaajuinen melu on laskettu käyttäen windPRO-ohjelmistoa ja työ on tehty ympäristöministeriön helmikuussa 2014 julkaisemia ohjeita noudattaen.

Tässä selvityksessä on tarkistettu kaksi hankevaihtoehtoa, jotka on muodostettu ympäristövaikutusten arviointimenettelyä ja kaavamenettelyä varten:

- VE1: 26 voimalaa.
- VE2: 6 voimalaa.

Naapuripuistot Ribacken (5 voimalaa), Långmossa (7 voimalaa), Takanebacken (5 voimalaa) ja Juthskogen (14 voimalaa) on huomioitu yhteisvaikutusten mallinnoissa (kappale 6.5–6.6). Ribackenin voimalatyyppi on N149 4.8 MW, jonka kokonaisäänitaso on 105,0+2,0 dB(A). Långmossan voimalatyyppi on N149 4.8 MW, ja kokonaisäänitaso voimaloille 1, 2, 4 ja 7 on 108,1+2,0 dB(A), ja voimaloille 3, 5 ja 6 kokonaisäänitaso on 105,6+2,0 dB(A). Takanebackenin voimalatyyppi on N163 5.7 MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,2+2,0 dB(A). Juthskogenin voimalatyyppi on N175 6.2 MW, jonka kokonaisäänitaso on 106,0+2,0 dB(A).

3 MELU

3.1 YLEISTÄ

Ääni on aaltoliikettä, joka kulkee väliainetta, esimerkiksi ilmaa, pitkin äänilähteestä äänen havainnointipisteeseen. Äänelle on ominaista voimakkuuden, taajuuden ja jaksollisuuden vaihtelut. On syytä huomioida, että tässä yhteydessä paljon käytetty A-painotettu äänenvoimakkuuden arvo (dBA) on eri, kun absoluuttinen äänenvoimakkuus (dB). Absoluuttinen äänen voimakkuus sisältää kaikkien taajuuksien äänenvoimakkuuden summan, kun A-painotetussa arvossa painotetaan ihmiskorvalle herkkiä taajuuksia.

Ääni luokitellaan meluksi, jos ihminen kokee sen epämiellyttävänä tai häiritsevänä. Ihmiset kokevat meluvaikutukset, kuten muutkin vaikutukset, hyvin eri tavoin. Sama ääni voidaan kokea paikasta ja henkilöstä riippuen eri tilanteissa epämiellyttäväksi meluksi, neutraaliksi ääneksi tai nautinnolliseksi ääneksi. Äänen kokemiseen vaikuttaa myös sen voimakkuus, jaksollisuus sekä taajuus.

Oleellinen vaikutus äänilähteen, kuten tuulivoimalan, meluun on taustamelulla. Taustamelu voi mm. peittää äänilähteelle tyypillisiä ominaisuuksia, kuten äänen jaksollisuutta. Yleisimpiä taustamelun aiheuttajia ovat tuulen aiheuttama suhina sekä liikenteen kohina. Tuulen nopeuden kasvaessa riittävästi, peittää sen tuottama taustamelu tuulivoimalan melun alleen.

Voimakas tai häiritsevä melu voi aiheuttaa terveyshaittoja ja vaikuttaa luonnonympäristön toimintaan. Mitä lähemmäs tuulivoimaloita mennään, sitä häiritsevämpänä melu saatetaan kokea. Siksi on tärkeää tarkastella aluetta maankäytöllisestä näkökulmasta.

3.2 MELUN MUODOSTUMINEN

Tuulivoimaloiden synnyttämä ääni muodostuu lapojen liikkeestä, sekä koneiston aiheuttamasta mekaanisesta äänestä, joista ensimmäinen on yleensä vaikutusten kannalta merkittävämpi. Äänen ominaisuudet vaihtelevat vallitsevien olosuhteiden sekä suunniteltavien voimaloiden teknisten ominaisuuksien mukaisesti. (Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys 2016)

Lapojen aiheuttama aerodynaaminen melu johtuu pyörimisestä aiheutuvasta jatkuvasta huminasta sekä jaksollisesta huminasta. Kovalla tuulella äänet ovat voimakkaimmillaan etenkin, kun tuuli

puhaltaa voimalan suunnasta. Lämpötila ja ilmankosteus vaikuttavat melun voimakkuuteen. Oleelliset tekijät äänen voimakkuuden kannalta ovat kuitenkin etäisyys tuulivoimalasta ja lähistöllä olevien voimaloiden lukumäärä. (Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys 2016)

Äänelle on ominaista sen vaimeneminen paikallisten olosuhteiden mukaisesti. Äänenvoimakkuus vaimenee äänilähteestä kauemmas mentäessä, sillä sen sisältämä energia vähenee. Etenemiseen vaikuttavat myös ilman ominaisuudet, kuten lämpötila sekä suhteellinen kosteus. Maaston muodoilla, kasvillisuudella ja tuulensuunnalla on oleellinen merkitys äänen vaimenemisessa. Selvittämällä vaimenemiseen vaikuttavat tekijät, pystytään äänen kulkua arvioimaan teoreettisesti.

Tuulivoimaloiden rakentamisen aikana melu johtuu mm. teiden, tuulivoimaloiden, sähköverkon sekä muun infrastruktuurin rakentamisesta sekä alueen liikenteestä. Nämä vaikutukset ovat vain lyhytaikaisia ja tilapäisiä.

Seuraavassa taulukossa on vertailuarvoja äänenvoimakkuusarvojen suhteesta.

Taulukko 1. Vertailutaulukko absoluuttisista äänenvoimakkuuksista.

Äänenvoimakkuus	Esimerkki	Kommentti
130 dB	Kipukynnys	
100-120 dB	Rock-konsertti	
90 dB	Rekan ohiajo	
80 dB	Vilkasliikenteinen katu	
70 dB	Ajoneuvon sisämelu	
60 dB	Toimisto, jossa ilmastointi	Tyypillinen äänitaso suoraan tuulivoimalan alla
50 dB	Vaimea keskustelu	
40 dB	Taustamelu kotona	
30 dB	Kuiskaus (1m)	

4 MELUN OHJEARVOT

4.1 VALTIONEUVOSTON ASETUS TUULIVOIMALOIDEN ULKOMELUTASON OHJEARVOISTA

Asetuksessa säädetään toimivien tuulivoimaloiden aiheuttaman laskennallisen tai mitatun melutason ohjearvot. Melulle altistuvalla alueella melutaso ei saa ulkona ylittää seuraavassa taulukossa lueteltuja A-taajuuspainotetun keskiäänitason ohjearvoja. Asetus on tullut voimaan 1.9.2015.

Taulukko 2. Ohjearvot valtioneuvoston asetuksessa.

	Ulkomelutaso L_{Aeq} päivällä 7-22	Ulkomelutaso L_{Aeq} yöllä 7-22
Pysyvä asutus	45 dB	40 dB
Loma-asutus	45 dB	40 dB
Hoitolaitokset	45 dB	40 dB
Oppilaitokset	45 dB	-
Virkistysalueet	45 dB	-
Leirintäalueet	45 dB	40 dB
Kansallispuistot	40 dB	40 dB

4.2 ASUMISTERVEYSASETUksen TOIMENPIDERAJAT

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus vuodelta 2015 sisältää toimenpideraja-arvot yöaikaiselle matalataajuiselle sisämelulle. Raja-arvot on esitetty alla olevassa taulukossa, joka on annettu yhden tunnin matalataajuisen melun tasolle (raja-arvot eivät ole A-painotettuja).

Taulukko 3. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat yöaikaiselle pienitaajuiselle sisämelulle.

Kaista / 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

Asuinhuoneistojen oleskeluun ja lepoon käytettävien huoneiden toimenpiderajoiksi on annettu päiväajan (klo 07–22) keskiäänitasolle L_{Aeq} 35 dB ja yöajan (klo 22–07) keskiäänitasolle L_{Aeq} 30 dB. Taustamelusta selvästi erottuvalle melulle, joka voi aiheuttaa esimerkiksi unihäiriötä, on toimenpiderajana nukkumiseen käytettävissä tiloissa yöaikaan (klo 22–07) yhden tunnin keskiäänitaso $L_{Aeq, 1h}$ 25 dB. Lisäksi on huomioitava melun erityisominaisuudet eli mahdolliset

kapeakaistaisuus- ja impulssimaisuuskorjaukset. Asetus sisältää toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle, jotka on annettu taajuuspainottamattomina tunnin keskiäänitasoina $L_{eq,1h}$.

Sisämelun kokonaisäänitason mallintamiseksi ei ole annettu ohjeita eikä alalla ole yleisesti käytössä olevaa laskentamenetelmää. Asetuksen mukaisilla ulkomelun ohjearvoilla (40 dB(A)) pyritään kuitenkin varmistamaan myös sisämelun toimenpiderajojen alittuminen. Alalla sovelletun DSO 1284 -laskentamenetelmän mukaan rakennusten äänieristys taajuuksilla 80–200 Hz on noin 20 dB. Äänieristys vaimentaa korkeampia taajuuksia tyypillisesti tehokkaammin, jolloin taajuuksilla 200–500 Hz äänieristyksen voidaan odottaa olevan enemmän kuin 20 dB. Tuulivoimamelu 1–3 kilometrin etäisyydellä äänilähteestä koostuu lähinnä 200–500 Hz:n taajuuksista. Näin ollen on hyvin todennäköistä, että tuulivoimamelun ollessa ulkona 40 dB(A), rakennuksen sisämelu on noin 20 dB(A) tai alle.

Lisäksi ympäristöministeriön ohjeessa uudisrakennusten ääniympäristöstä (Ympäristöministeriö, 2018) on mainittu, että asuinhuoneen ulkovaipan äänieristys tulee olla aina vähintään 30 dB. Tämä tarkoittaa, että jos melutaso ulkona on 40 dB(A), niin sisämelutaso pysyy selvästi toimenpiderajan alapuolella.

5 LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT

5.1 LÄHTÖTIEDOT

Tuulivoimaloiden aiheuttamat meluvaikutukset on mallinnettu soveltaen ISO 9613-2 standardia.

Mallinnuksessa on käytetty tuulivoimalavalmistajan ilmoittamia melupäästön takuuarvoja. Äänitehotasot on ilmoitettu 1/3 oktaavikaistoittain. Nordexin käyttämät melupäästöarvot eivät ole suoraan verrattavissa IEC TS 61400-14-standardiin, ja epävarmuutta ei ole erikseen ilmoitettu. Tämän takia lähtömelutasoon on mallinnuksessa lisätty 2,0 dB:n varmuusmarginaali ympäristöministeriön ohjeen mukaisesti (Ympäristöministeriö, 2016).

Lähtötietoina on käytetty alla olevissa taulukoissa olevia arvoja.

Taulukko 4. Hankkeen voimalatiedot.

Hankealue	Voimalat	Voimalan tornin korkeus (m)	Voimalan äänitehotaso (Lwa)	1/3 oktaavi-kaistoittainen äänispektri
Hömosen	N163 7,2 MW	218,5	107,4+2,0 dB(A)	Käytössä
Ribäcken	N149 4,8 MW	125	105,0+2,0 dB(A)	Käytössä
Långmossa	N149 4,8 MW	155	108,1+2,0 dB(A) (voimalat 1, 2, 4, 7) 105,6+2,0 dB(A) (voimalat 3, 5, 6)	Käytössä Käytössä
Takanebacken	N163 5,7 MW	148	107,2+2,0 dB(A)	Käytössä
Juthskogen	N175 6,2 MW	187,5	106,0+2,0 dB(A)	Käytössä

Taulukko 5. Melumallinnuksessa käytettyjä arvoja (Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014).

Lähtötiedot	
Maaston vaikutus melun etenemiseen, kerroin	0,4
Vesistöjen vaikutus melun etenemiseen, kerroin	0,0
Tarkastelupisteen korkeus (metriä maanpinnan yläpuolella)	4 m
Ilman lämpötila	15 °C
Ilman suhteellinen kosteus	70 %

Alueen korkeustietona on käytetty Maanmittauslaitoksen kymmenen metrin korkeusmallia ja alueen maanpöytä on Suomen ympäristökeskuksen OIVA-tietokannasta. Maaston vaimentava vaikutus on huomioitu ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisella kertoimella 0,4. Rakennustiedot perustuvat Maanmittauslaitoksen maastotietokantaan.

Laskennassa on otettu lähtökohdaksi voimalan tuottama äänenvoimakkuus ja tämän pohjalta on mallinnettu äänen vaimeneminen (geometrinen vaimeneminen sekä ilmakehän vaimentava vaikutus) koko tuulivoimapuiston alueella. Mallinnuksessa on oletettu, että kaikki asunnot ovat tuulen alapuolella kaikkiin voimaloihin nähden ja tuulennopeus 10 metrin korkeudella maan pinnasta on 8 m/s. Useiden voimaloiden yhteismeluvaikutukset on otettu huomioon. Alueelta valittiin 15 havainnointipistettä, joiden kohdalta voimaloiden aiheuttamat äänenvoimakkuudet ilmoitetaan.

5.2 MENETELMÄT

Melumallinnus on suoritettu WindPRO ohjelmiston DECIBEL-moduulia käyttäen. WindPRO on tanskalaisen EMD International A/S:n kehittämä tuulivoiman mallinnusohjelmisto. Ohjelmistolla

mallinnetaan ja visualisoidaan äänen eteneminen ja vaimeneminen, mutta sitä käytetään myös muiden vaikutusten mallintamiseen sekä tuuliresurssien laskemiseen.

Mallinnusta tehtäessä ohjelmistoon syötetään ympäristöministeriön (2/2014) ohjeistamat parametrit sekä ISO 9613-2 standardin mukaiset lähtötiedot. Mallinnuksessa lasketaan melun leviäminen vaikutusalueella sekä hankkeesta aiheutuvat melutasot tarkastelluissa pisteissä.

Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti melupäästöarvoon lisätään 2 dB, jos asunnon ja voimalan perustusten välinen korkeusero ylittää 60 metriä. Korjaus tehdään, kun etäisyys voimalan ja asunnon välillä on enintään kolme kilometriä. Tässä melumallinnuksessa korkeuserot eivät ylity valituissa havainnointipisteissä eikä korjauksia ole tehty. Jos ääni on erityisen häiritsevää eli kapeakaistaista tai impulssimaista, lisätään laskenta- tai mittaustuloksiin 5 dB ennen asetuksen ohjearvoon vertaamista. Tässä mallinnuksessa laskentatuloksiin ei ole tarvetta lisätä sanktiota, koska lähtötiedoissa ei äänen erityispiirteitä havaittu.

Ympäristöministeriön ohjeessa (2/2014) mainitaan äänivaikutuksiin liittyvä ilmiö, Amplitudimodulaatio (EAM, excessive amplitude modulation). Esiintyessään ilmiö aiheuttaa sen, että äänenvoimakkuuden merkittävät jaksottaiset vaihtelut lisäävät melun häiritsevyyttä. Amplitudimodulaatio on paikallisista olosuhteista ja voimalatyyppistä riippuva ilmiö. Ilmiötä ei pysty mallintamaan etukäteen, vaan se pystytään varmistamaan ainoastaan käytönaikaisilla melumittauksilla. Amplitudimodulaatiota ei mainita valtioneuvoston asetuksessa tuulivoimaloiden ulkomelutasoa koskien, eikä ilmiön todentamiseksi ole olemassa vakioitua menetelmää. Aiheesta on tehty kansainvälisiä tutkimuksia (esim. Bertagnolio, 2014), joiden mukaan havaittu amplitudimodulaatio on mahdollista hallita teknisesti.

Pienitaajuinen melulaskenta on tehty ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti, asuntojen ja vapaa-ajan asuntojen ulkopuolelta käyttäen annettua laskentakaavaa.

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

missä

L_P on äänen 1/3-oktaavitaso altistuvassa kohteessa [dB]

L_w on tuulivoimalan 1/3-oktaavikaistan äänitehotaso [dB]

d_1 on tuulivoimalan navan etäisyys altistuvasta kohteesta [m]

A_{gr} on heijastavan pinnan tuottama korjaus [dB]

A_{atm} on ilmakehän tuottama vaimennus lämpötilassa 15 C° ja 70 % suhteellisessa kosteudessa [dB/km]

d_2 on tuulivoimalan navan etäisyys altistuvasta kohteesta [km]

(Ympäristöministeriö 2014).

Sisätilojen melutasot on laskettu niin ikään ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti. Rakennusten äänieristys on laskettu DSO 1284 menetelmän mukaisesti, ja tuloksia on vertailtu asumisterveysasetuksessa oleviin sisämelun toimenpiderajoihin. Lisäksi pienitaajuisen melun laskennassa on käytetty Turun Ammattikorkeakoulun tutkimuksessa (ANOJANSSI-projekti, 2020) ehdotettuja vaihtoehtoisia eristyskertoimia. Äänieristys, $DL\sigma$, on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Äänieristyskertoimet.

f/ Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
$DL\sigma$ (DSO 1284)	6.6	8.4	10.8	11.4	13	16.6	19.7	21.2	20.2	21.2	25.0
$DL\sigma$ (Anojanssi-)	7.6	8.3	9.2	10.3	11.5	13	14.8	16.8	18.8	21.1	22.8

6 ARVIOIDUT MELUVAIKUTUKSET

6.1 NYKYTILANNE

Hömosenin tuulivoimapuiston alue on pääasiassa metsätalousaluetta ja sen äänimaisema on tällaiselle alueelle tyypillistä.

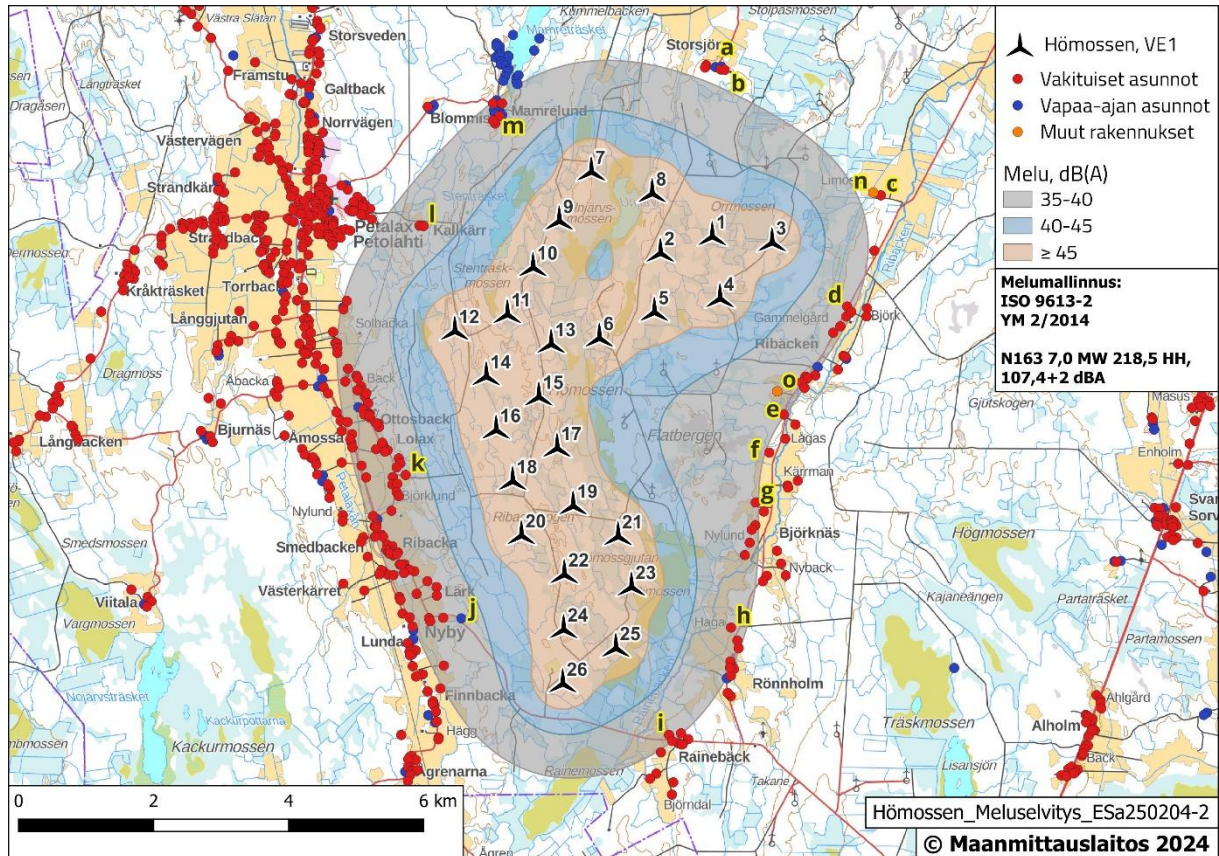
6.2 RAKENTAMISEN AIKAISET VAIKUTUKSET

Tuulivoimapuiston rakentamisen aikana melua aiheutuu mm. maansiirtokoneista, nostureista, ajoneuvoliikenteestä sekä rakentamisesta. Rakennustyömaan melu on hyvin impulssimaista ja paikallista ja ajoittuu pääasiallisesti päiväaikaan. Tämän vuoksi meluvaikutukset eivät kasva merkittäviksi. Tiestön ja perustusten rakentaminen tuottaa eniten melua ja lisääntyvä liikenne saattaa nostaa valtatie melutasoa hieman.

Rakentaminen kestää vain lyhyen ajan suhteessa tuulivoimaloiden elinkaareen, joten meluvaikutuksetkin voidaan katsoa lyhytkestoisiksi.

6.3 TOIMINNAN AIKAiset VAIKUTUKSET, VE1

Melumallinnuksessa on käytetty Nordexin N163 7,0 MW -voimalaa, jonka kokonaisäänitaso on 107,4+2,0 dB(A) ja napakorkeus 218,5 metriä. Melumallinnuksessa on käytetty 26 voimalan sijoitus suunnitelmaa. Voimaloiden koordinaatit löytyvät liitteestä 7.



Kuva 1. Hömosenin tuulivoimapaiston melumallinnus (VE1), N163 7,0 MW 218,5 HH, 107,4 +2,0 dB(A). Viisitoista havainnointipistettä on merkitty kuvaan kirjaimilla.

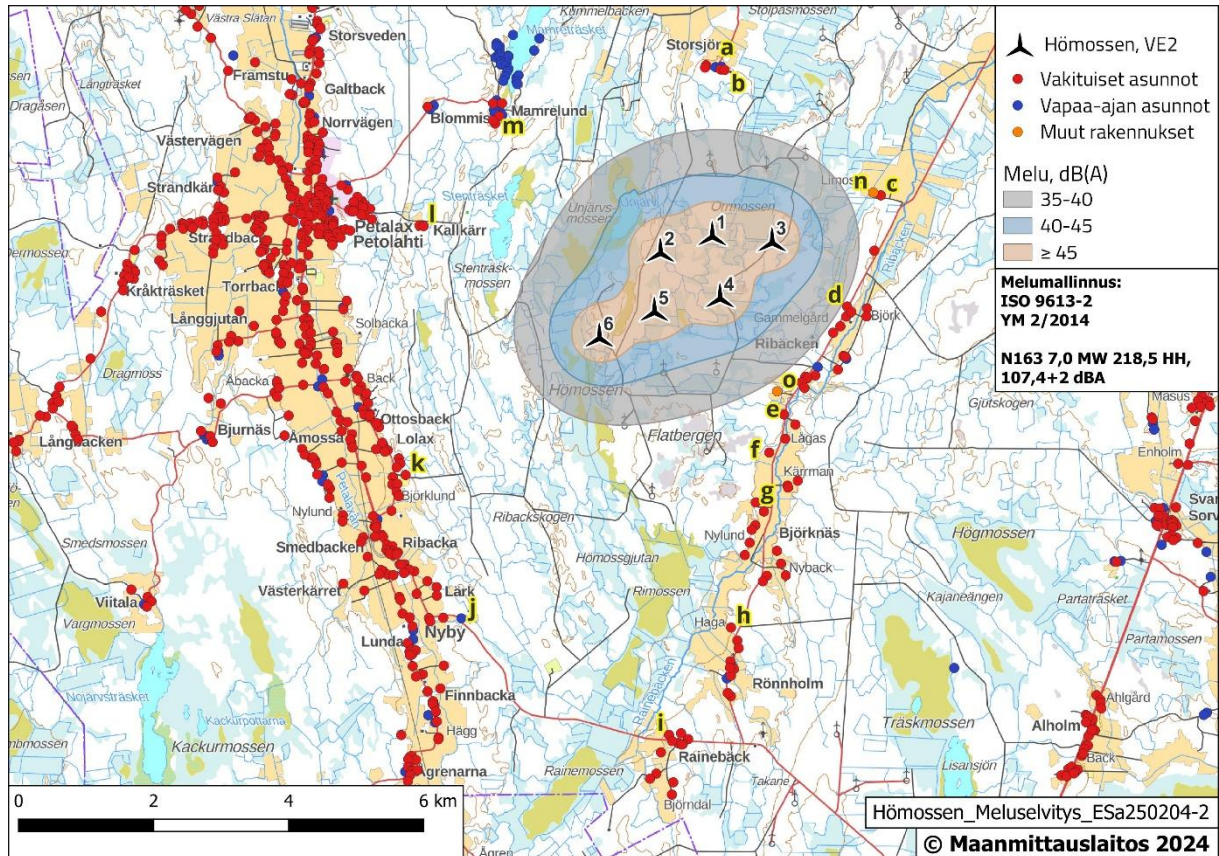
Melumallinnuksen mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A). Alueen läheisyydestä on valittu 15 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 1.

Äänitaso lähimpien asuinrakennusten ja loma-asuntojen alueella on alle 40 dB(A), eli alle valtioneuvoston asetuksen mukaisen ohjearvon. Korkein äänitaso lähialueella sijaitsevan havaintopisteen kohdalla on 38,3 dB(A) (vapaa-ajan asunto j).

Tuulivoimapaiston alueella, voimaloiden välittömässä läheisyydessä, äänitaso on yli 45 dB(A), joten melulla saattaa olla vaikutuksia esimerkiksi alueen virkistyskäyttöön.

6.4 TOIMINNAN AIKAiset VAIKUTUKSET, VE2

Melumallinnuksessa on käytetty Nordexin N163 7,0 MW -voimalaa, jonka kokonaisäänitaso on 107,4+2,0 dB(A) ja napakorkeus 218,5 metriä. Melumallinnuksessa on käytetty 6 voimalan sijoitus suunnitelmaa. Voimaloiden koordinaatit löytyvät liitteestä 7.



Kuva 2. Hömosenin tuulivoimapaiston melumallinnus (VE2), N163 7,0 MW 218,5 HH, 107,4 +2,0 dB(A). Viisitoista havainnointipistettä on merkitty kuvaan kirjaimilla.

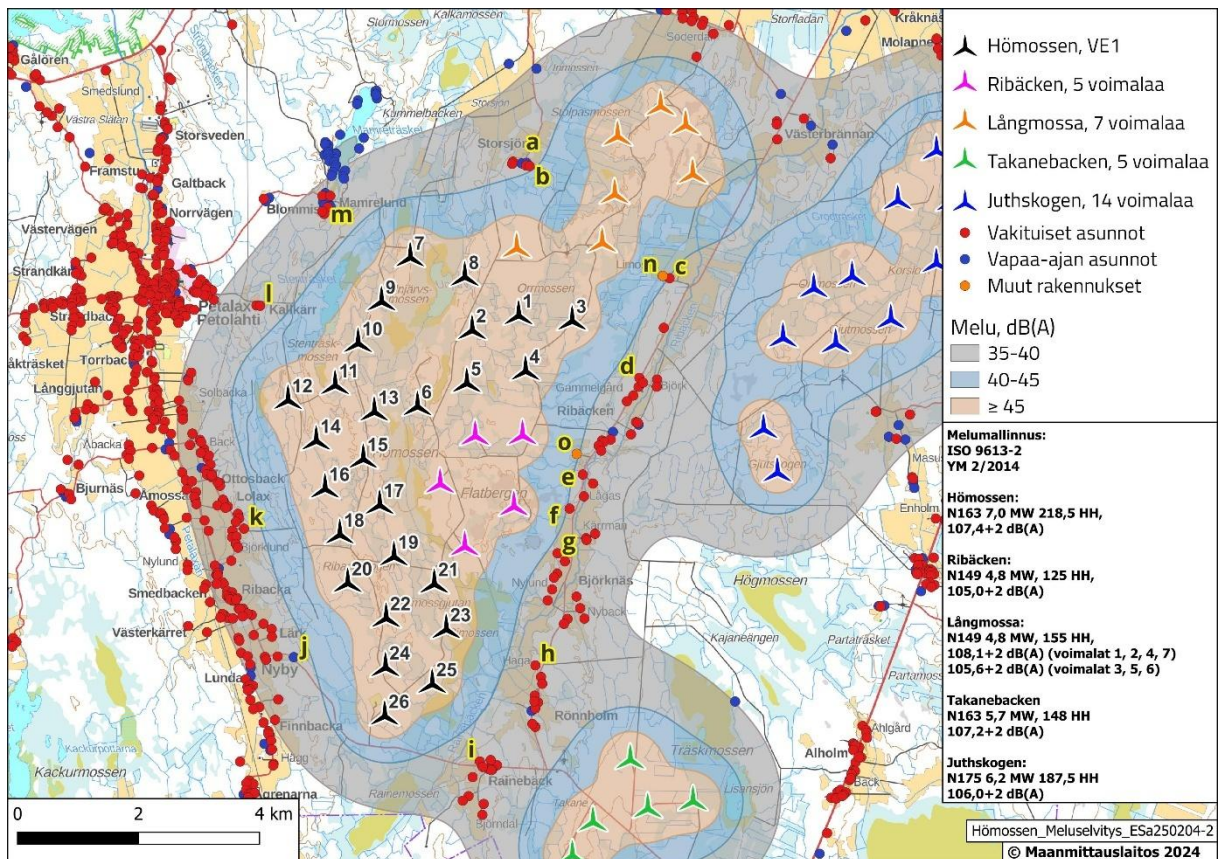
Melumallinnuksien mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A). Alueen läheisyydestä on valittu 15 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 1.

Äänitaso lähimpien asuinrakennusten ja loma-asuntojen alueella on selvästi alle 40 dB(A), eli alle valtioneuvoston asetuksen mukaisen ohjearvon. Korkein äänitaso lähialueella sijaitsevan havaintopisteen kohdalla on 34,5 dB(A) (vakituinen asunto d).

Tuulivoimapaiston alueella, voimaloiden välittömässä läheisyydessä, äänitaso on yli 45 dB(A), joten melulla saattaa olla vaikutuksia esimerkiksi alueen virkistyskäyttöön.

6.5 YHTEISVAIKUTUSTEN MALLINNUKSEEN, VE1

Alla esitellään meluvaikutukset, kun naapuripuistojen tuulivoimalat on myös otettu huomioon. Hömosseinin melumallinnuksissa on käytetty vaihtoehdon VE1 mukaisia voimalapaikkoja (26 voimalaa) ja voimalamallia N163 7,0 MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,4+2,0 dB(A) ja napakorkeus 218,5 metriä. Ribäcken (5 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä N149 4,8 MW, jonka kokonaisäänitaso on 105,0+2,0 dB(A) ja napakorkeus 125 metriä. Långmossa (7 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä N149 4,8 MW, jonka kokonaisäänitaso on 108,1+2,0 dB(A) voimaloille 1, 2, 4 ja 7, ja 105,6+2,0 dB(A) voimaloille 3, 5 ja 6, ja napakorkeus 155 metriä. Takanebacken (5 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä N163 5,7 MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,2+2,0 dB(A) ja napakorkeus 148 metriä. Juthskogen (14 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä N175 6,2 MW, jonka kokonaisäänitaso on 106,0+2,0 dB(A) ja napakorkeus 187,5 metriä. Naapurihankkeen koordinaatit löytyvät liitteestä 7.



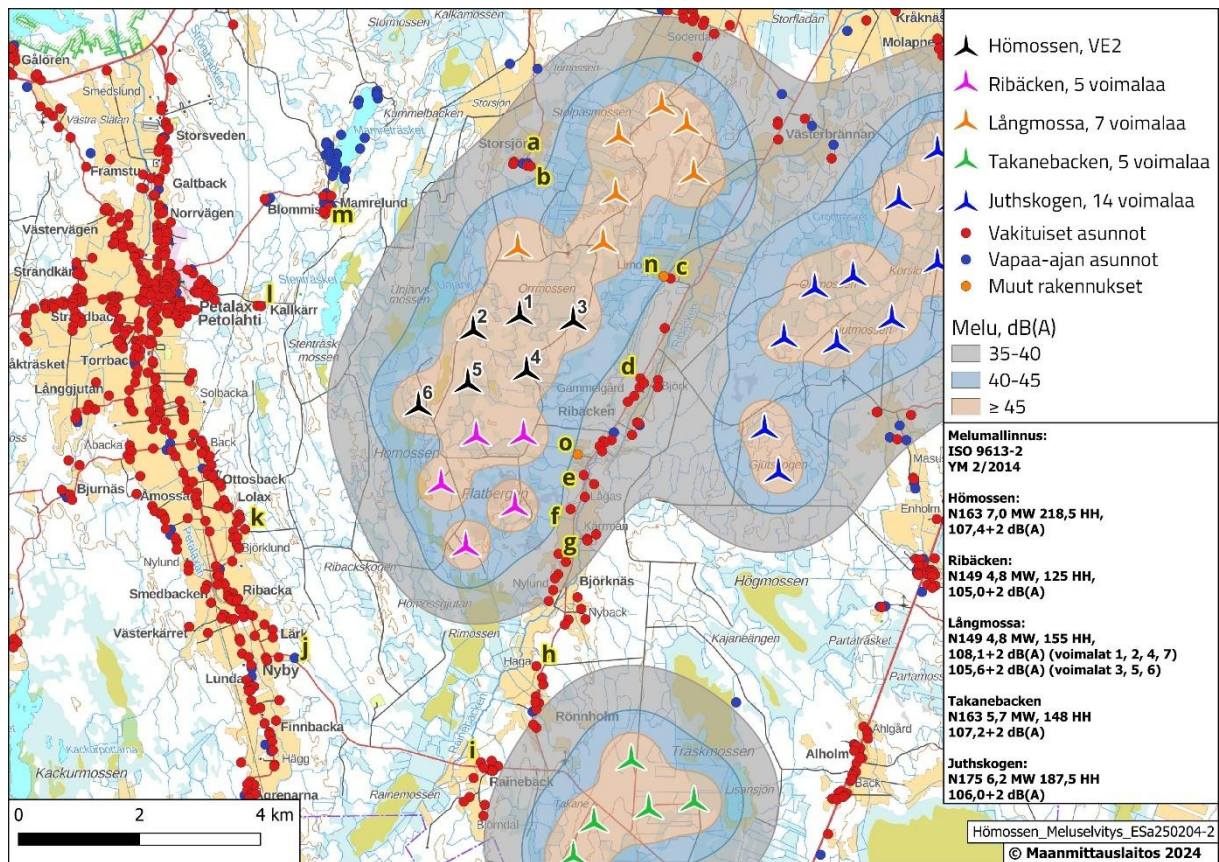
Kuva 3. Hömosseinin (VE1) ja naapuripuiston yhteisvaikutusten melumallinnus.

Alueen läheisyydestä on valittu yhteensä 15 havainnointipistettä; 13 vakituista tai vapaa-ajan asuntoa ja 2 muuta rakennusta, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 2. Yhteisvaikutusten

mallinnuksen mukaan valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A) ei ylitetä yhdenkään alueella olevan vakituisen tai vapaa-ajan asunnon kohdalla. Korkein äänitaso Hömosseinin hankkeen alueella sijaitsevan vakituisen tai vapaa-ajan asunnon kohdalla on 39,9 dB(A) (vakituinen asunto c). 40 dB(A) ohjearvo ylitetään kuitenkin kahden muun rakennuksen kohdalla (rakennukset n ja o). Kyseisten rakennusten käyttötarkoitukselle haetaan ennen kaavaehdotusvaihetta muutosta asumiskäytöstä muuhun käyttöön.

6.6 YHTEISVAIKUTUSTEN MALLINNUS, VE2

Alla esitellään meluvaikutukset, kun naapuripuistojen tuulivoimalat on myös otettu huomioon. Hömosseinin melumallinnuksissa on käytetty vaihtoehdon VE2 mukaisia voimalapaikkoja (6 voimalaa) ja voimalamallia N163 7,0 MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,4+2,0 dB(A) ja napakorkeus 218,5 metriä. Ribäcken (5 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä N149 4,8 MW, jonka kokonaisäänitaso on 105,0+2,0 dB(A) ja napakorkeus 125 metriä. Långmossa (7 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä N149 4,8 MW, jonka kokonaisäänitaso on 108,1+2,0 dB(A) voimaloille 1, 2, 4 ja 7, ja 105,6+2,0 dB(A) voimaloille 3, 5 ja 6, ja napakorkeus 155 metriä. Takanebacken (5 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä N163 5,7 MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,2+2,0 dB(A) ja napakorkeus 148 metriä. Juthskogen (14 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä N175 6,2 MW, jonka kokonaisäänitaso on 106,0+2,0 dB(A) ja napakorkeus 187,5 metriä. Naapurihankkeen koordinaatit löytyvät liitteestä 7.



Kuva 4. Hömossenin (VE2) ja naapuripuiston yhteisvaikutusten melumallinnus.

Alueen läheisyydestä on valittu yhteensä 15 havainnointipistettä; 13 vakituista tai vapaa-ajan asuntoa ja 2 muuta rakennusta, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 2. Yhteisvaikutusten mallinnuksen mukaan valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A) ei ylitetä yhdenkään alueella olevan vakituisen tai vapaa-ajan asunnon kohdalla. Korkein äänitaso Hömossenin hankkeen alueella sijaitsevan vakituisen tai vapaa-ajan asunnon kohdalla on 39,7 dB(A) (vakituinen asunto c). 40 dB(A) ohjearvo ylitetään kuitenkin yhden muun rakennuksen kohdalla (rakennus n). Kyseisen rakennuksen käyttötarkoitukselle haetaan ennen kaavaehdotusvaihetta muutosta asumiskäytöstä muuhun käyttöön.

6.7 PIENITAAJUINEN MELU

Pienitaajuinen melu on laskettu ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat selvästi lähimmissä asunnoissa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla sisätilojen toimenpiderajat alittuvat. Myös

kauempana sijaitsevilla asunnoilla toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Laskennan tulokset löytyvät liitteistä 3–6.

Rakennusten äänieristys on laskettu DSO 1284 menetelmän mukaisesti, käyttäen windPRO-ohjelmistoa laskentatyökaluna, ja tuloksia on vertailtu asumisterveysasetuksessa oleviin sisämelun ohjearvoihin. Lisäksi pienitaajuisen melun laskennassa on käytetty Turun Ammattikorkeakoulun tutkimuksessa (ANOJANSSI-projekti, 2020) ehdotettuja vaihtoehtoisia eristyskertoimia.

Laskennassa on käytetty laskentastandardissa todettuja äänieristysominaisuuksia, joten todellinen pienitaajuinen melu voi poiketa lasketusta arvosta (laskentamenetelmässä käytetään ainoastaan talojen keskimääräistä äänieristystä). Lasketut arvot eivät kuitenkaan ole lähellä asumisterveysasetuksen toimenpideraja-arvoja, joten arvion mukaan marginaalit ovat riittävät, eivätkä raja-arvot ylity.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että Hömossenin tuulivoimaloiden pienitaajuisen melun vaikutukset ovat melko vähäiset.

6.8 KÄYTÖN LOPETTAMISEN AIKAISET VAIKUTUKSET

Käytön lopettamisen aikaiset meluvaikutukset ovat samankaltaiset rakennusvaiheen vaikutusten kanssa. Ajallisesti meluvaikutukset ovat tuolloin lyhytkestoiset ja ne johtuvat työmaakoneiden äänistä ja liikenteestä. Käytön lopettamisen jälkeen alueen äänimaisema palaa samaan tilaan, kuin ennen tuulivoimapuiston rakentamista.

6.9 VAIKUTUSTEN ARVIOINNIN EPÄVARMUUSTEKIJÄT

Mallinnuksessa on käytetty ympäristöministeriön ohjeistuksen ja siellä mainittujen standardien mukaisia menetelmiä ja tulokset on raportoitu ohjeistuksen mukaisesti. Mallinnusmenetelmiin sisältyy aina pieni epävarmuus, jota on pienennetty mm. asiantuntijoiden yhteisesti päättämällä mallinnuksen lähtötiedoilla, jotka ympäristöministeriö on julkaissut.

7 HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA SEURANTA

Rakennusaikana meluhaittoja voidaan vähentää käyttämällä vähemmän melua aiheuttavia työkoneita ja ajoittamalla työt vähemmän häiritsevään aikaan vuorokaudesta.

Tuulivoimaloiden meluvaikutuksia voidaan säädellä vaikuttamalla äänilähteiden toimintaan. Konehuoneesta lähtevää ääntä voidaan vaimentaa lisäämällä konehuoneeseen eristeitä tai korjaamalla/muuttamalla tekniikkaa. Merkittävämpi vaimennus saadaan aikaan kuitenkin roottorin toimintaan vaikuttamalla.

Yksinkertaisesti voimalan ääntä saadaan vaimennettua hidastamalla roottorin pyörimistä tai säätämällä lapojen pyörimiskulmaa, mutta molemmilla tavoilla myös voimalan tuotanto pienenee. Säätämällä lähellä toisiaan pyörivien voimaloiden toimintaa, voidaan melua pienentää esimerkiksi muuttamalla lapojen kohtauskulmaa. Myös voimaloiden toimintaa voidaan tarvittaessa rajoittaa siten, että ohjearvot eivät ylitä herkällä alueella, joskaan tälle ei meluselvityksen tulosten mukaan ole tarvetta.

Melumallinnusten perusteella valtioneuvoston asetuksen ohjearvoja sekä STM:n antamia sisätilojen pienitaajuisen melun ohjearvoja ei ylitetä. Mikäli ohjearvoja kuitenkin ylitetään, voidaan tätä ehkäistä muuttamalla tuulivoimaloiden ajotapaa tai jopa pysäyttämällä haittaa aiheuttavat voimalat.

8 LÄHTEET

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 (2022). *01_Noise_Checklist_ArM220707-1*. Internal work description.

Hongisto V., Radun J., Rajala V., et al. (2020) Anojanssi - Projektin Tulokset: Ympäristömelun Häiritsevyys. Turun ammattikorkeakoulu.
 Saatavilla: <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522167606.pdf>

Maanmittauslaitos (2023). *Maanmittauslaitoksen avoimen tietoaaineiston CC 4.0 -lisenssi*.
<http://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/avoimien-aineistojen-tiedostopalvelu>

Sosiaali- ja Terveysministeriö (2015). *Asumisterveysasetus. Helsinki*. Saatavilla:
<http://www.stm.fi/tiedotteet/tiedote/-/view/1907834>

Valtioneuvosto (2015). *Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista*.
 Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20151107>

Nordex (2023). Nordex N163/6.X : Third octave sound power levels. Doc. no.: F008_277_A17_EN
 Revision 09, Date: 2023-10-13.

Nordex (2023). Nordex N149/4.0-4.5: Third octave sound power levels. Doc. no.:
 F008_270a_A12_EN Revision 07, Date: 2023-11-24.

Nordex (2024). Nordex N163/5.X : Third octave sound power levels. Doc. no.: F008_276_A17_EN
 Revision 11, Date: 2024-02-19.

Nordex (2023). Nordex N175/6.X : Third octave sound power levels. Doc. no.: F008_278_A17_EN
 Revision 03, Date: 2023-10-13.

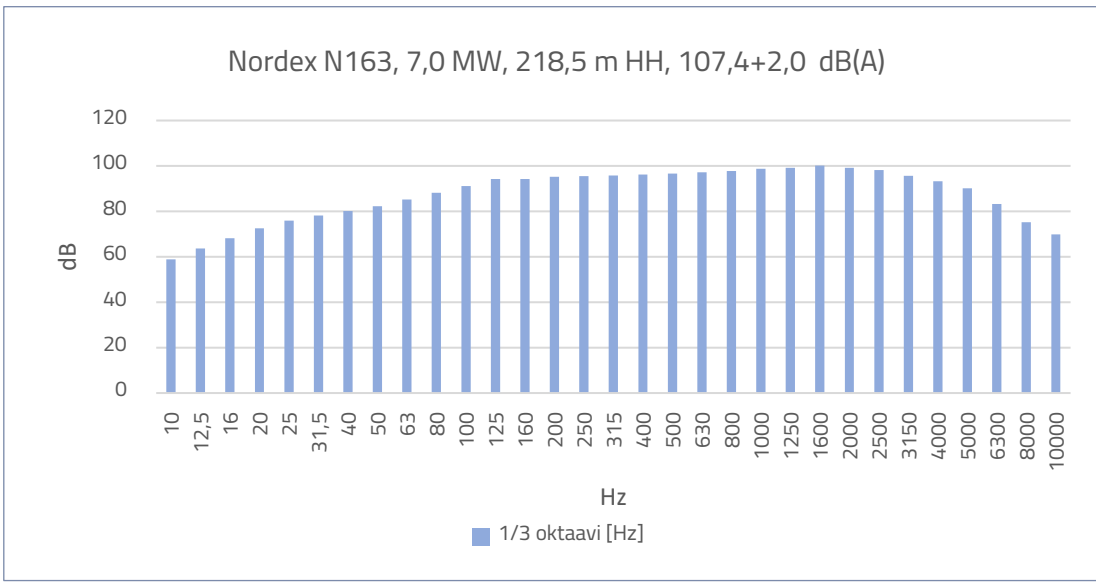
Ympäristöministeriö (2014). Tuulivoimaloiden melun mallintaminen. Helsinki. Saatavilla:
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42937/OH_2_2014.pdf?sequence=1

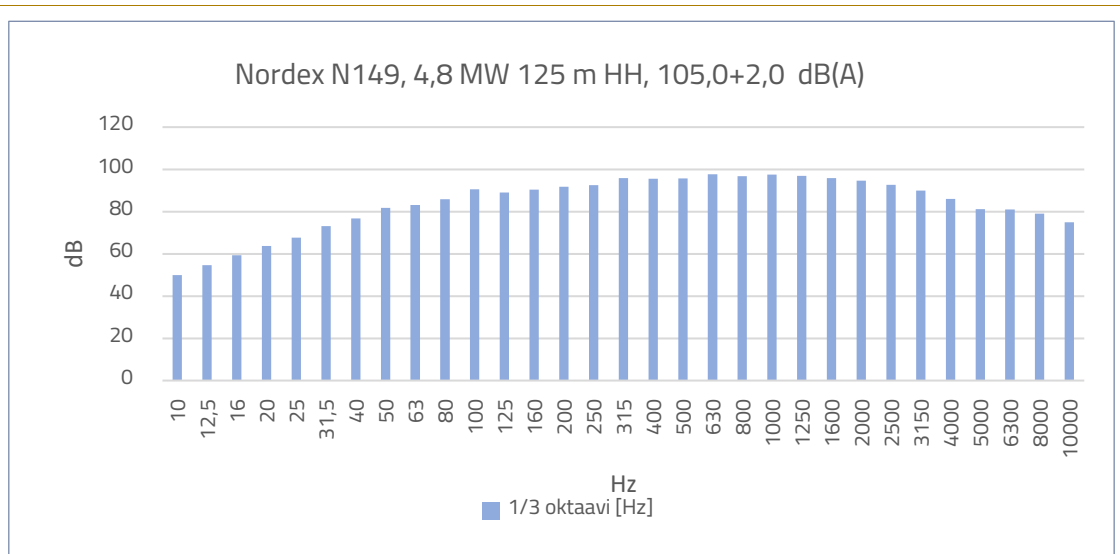
Ympäristöministeriö, (2016). Yhteenveto tuulivoimaloiden melupäästön takuuarvon käyttämisestä
 meluselvityksissä liittyvästä kyselystä. PDF-document .

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

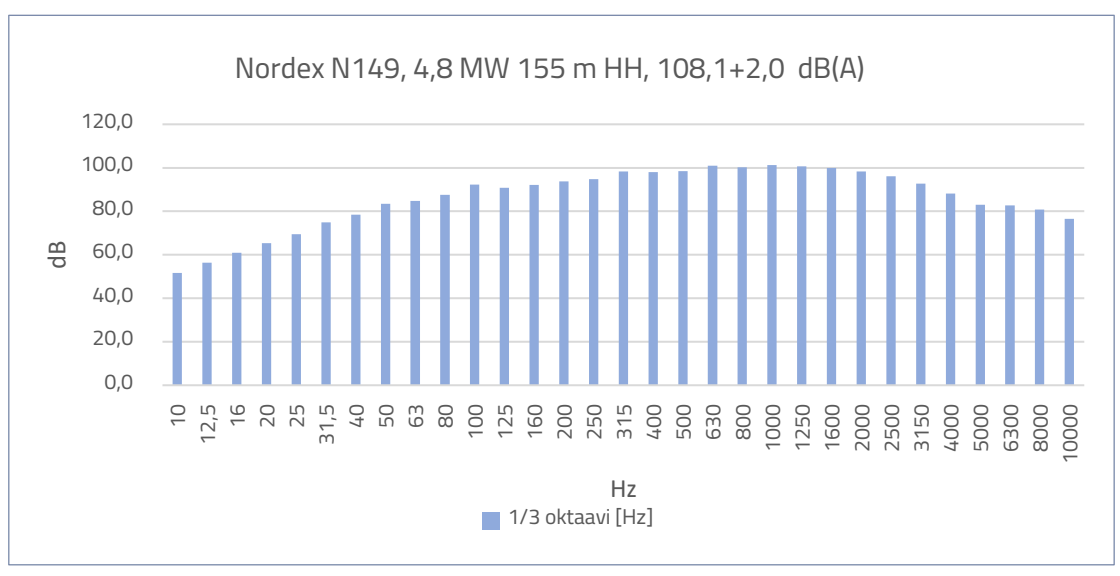
Ympäristöministeriö (2018). Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. Saatavilla:
<https://www.ym.fi/download/noname/%7B2852D34E-DA43-4DCA-9CEE-47DBB9EFCB08%7D/138568>

9 MALLINNUSTIETOJEN RAPORTTI, HÖMOSSEN

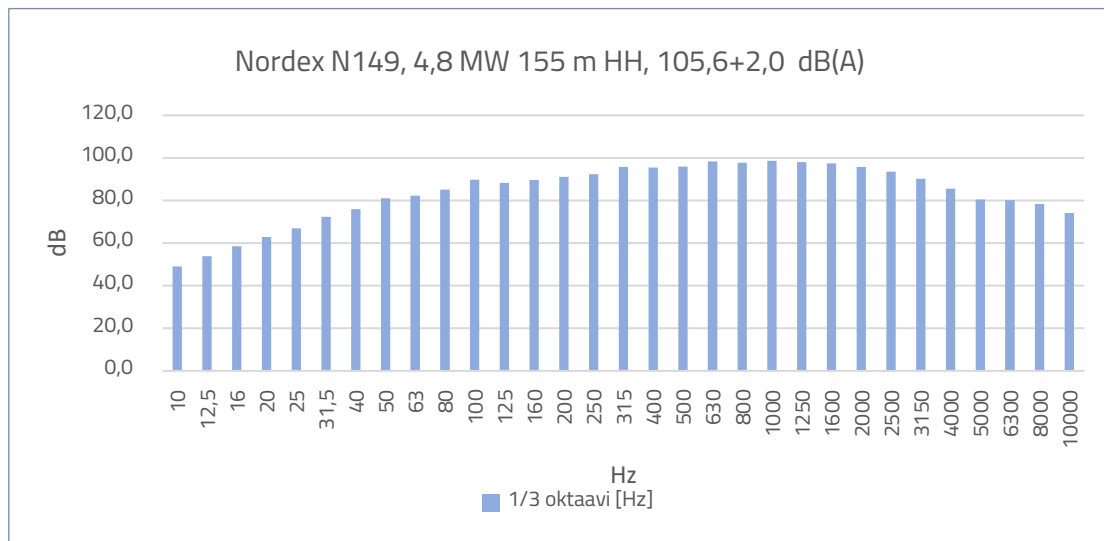
RAPORTIN JA RAPORTOIJAN TIEDOT		*tarkentavat tiedot voi esittää kartalla tai muissa liitteissä	
Mallinnusraportti numero/tunniste: ESa250204-2		Raportin hyväksyntäpäivämäärä: 06.02.2025	
Tekijä/organisaatio, yhteystiedot: Etha Oy, Vaasanpuistikko 14 B11, 65100 VAASA, puh. +358 2900 20440			
Vastuuhenkilöt: Elina Sippola			
Laatija: Elina Sippola		Tarkastaja/hyväksyjä: Arina Makarova	
MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT			
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO Ver4.1		Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2	
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)			
Tuulivoimalan valmistaja: Nordex		Tyyppi: N163-7,0 MW	Sarjanumero/t:
Nimellisteho: 7,0 MW	Napakorkeus: 218,5 m	Roottorin halkaisija: 163 m	Tornin tyyppi: Putkitorni
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun			
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus	
Kyllä	dB	Kyllä	dB
Ei	Ei tiedossa	Ei	Ei tiedossa
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT			
Melupäästötiedot Nordex N163 7,0 MW 218,5 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 107,4 dB(A) + 2,0 dB(A))			
 Nordex N163, 7,0 MW, 218,5 m HH, 107,4+2,0 dB(A) 1/3 oktaavi [Hz]			
Melupäästötiedot Nordex N149 4,8 MW 125 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 105,0 dB(A)+2,0 dB(A))			



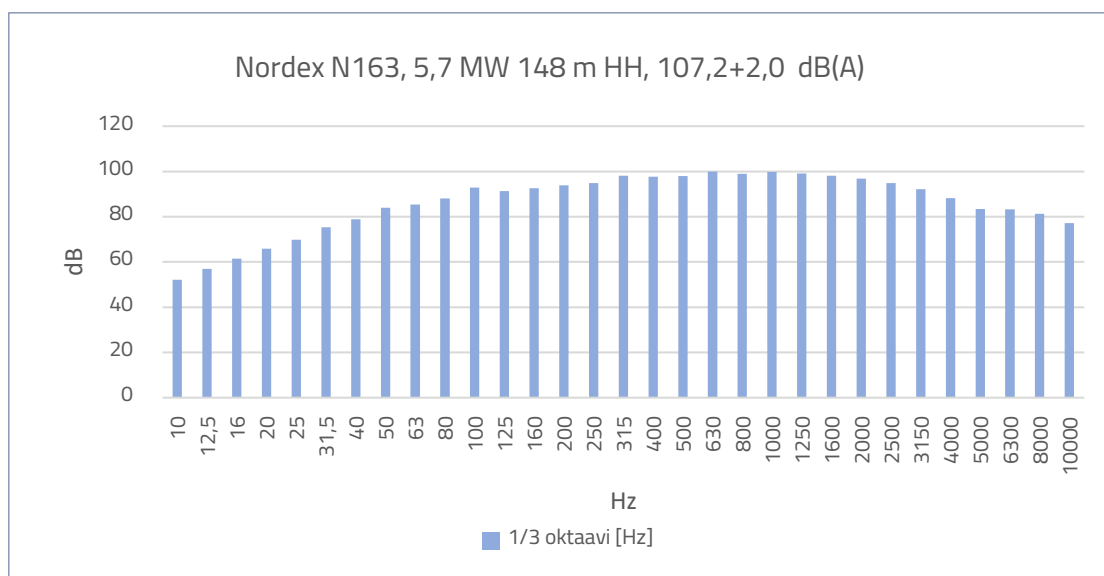
Melupäästötiedot Nordex N149 4,8 MW 155 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 108,1 dB(A)+2,0 dB(A))



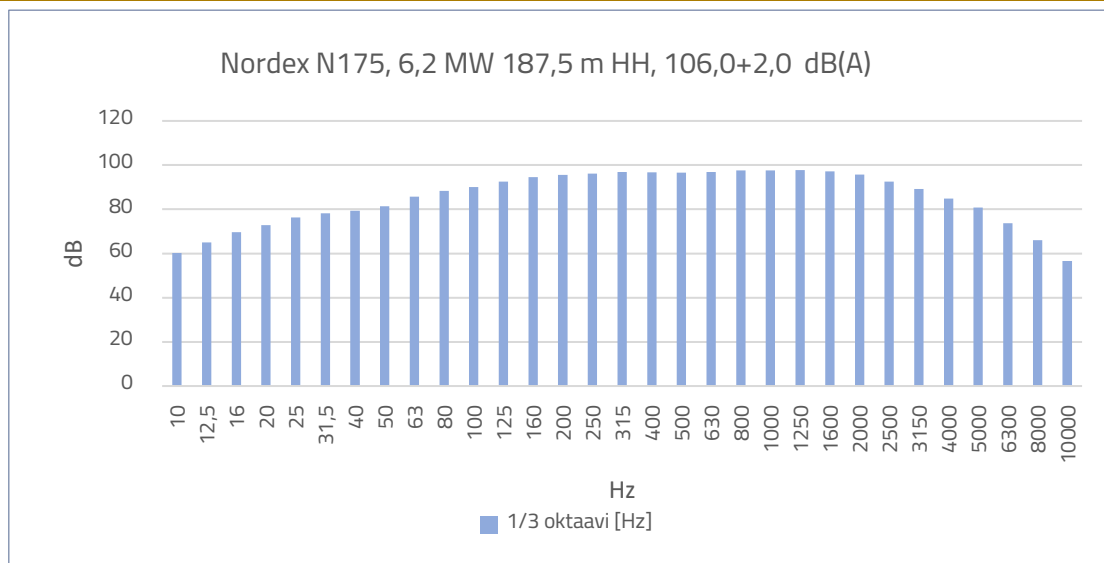
Melupäästötiedot Nordex N149 4,8 MW 155 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 105,6 dB(A)+2,0 dB(A))



Melupäästötiedot Nordex N163 5,7 MW 148 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 107,2 dB(A)+2,0 dB(A))



Melupäästötiedot Nordex N175 6,2 MW 187,5 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 106,0 dB(A)+2,0 dB(A))



Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitu- dimodulaatio)		Muu, Mikä:	
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei

AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT			
Laskenta korkeus			Laskentaruudun koko [m-m]
4 m	Muu, mikä ja miksi:		20 m * 20 m
Suhteellinen kosteus		Lämpötila	
70 %	Muu, mikä ja miksi:		15 C°
Muu, mikä ja miksi:			
Maastomallin lähde ja tarkkuus			
Maastomallin lähde: Maanmittauslaitos		Vaakaresoluutio: 10 m	Pystyresoluutio: 1,4 m
Maan- ja vedenpinnan absorption ja heijastuksen huomioiminen, käytetyt kertoimet			
ISO 9613-2			
Vesialueet, (0) / (G)		0	
Maa-alueet, (0,4) / (A-D/E-F)		0,4	
Maa-alueet, (0) / (G)			
Ilmakehän stabiilius laskennassa/meteorologinen korjaus			
Neutraali, (0): kyllä		Muu, mikä ja miksi:	
Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen			
Vapaa avaruus		Muu, mikä, miksi:	
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet, lkm (ilman meluntorjuntaa/voimalan ohjausta)			
Asukkaat: 0 kpl		Vapaa-ajan rakennukset: 0 kpl	Hoito- ja oppilaitokset: 0 kpl
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet, lkm (meluntorjunta/voimalan ohjaus huomioiden)			

Asukkaat: 2 kpl	Vapaa-ajan rakennukset: 0 kpl*	Hoito- ja oppilaitokset: 0 kpl
Melun leviäminen virkistys- tai luonnonsuojelualueille		
Virkistysalueet: 0 kpl	Luonnonsuojelualueet: 0 kpl	

**Rakennusten käyttötarkoitukselle haetaan ennen kaavaehdotusvaihetta muutosta asumiskäytöstä muuhun käyttöön.*

LIITE 1: MELUMALLINNUKSEN TULOKSET

Taulukko 7. Hömossenin mallinnuksen meluarvot valituissa kohteissa.

Havainno intipiste	Asunnon luokka	Itäinen Koord. (ETRS- TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS- TM35FIN)	Ohjearvo [dB(A)]	VE1 Melu [dB(A)]	VE2 Melu [dB(A)]	Ohjearvojen ylitys
a	Vapaa-ajan asunto	222385	6981962	40	33,7	30,1	Ei
b	Vakituinen asunto	222434	6981911	40	33,8	30,3	Ei
c	Vakituinen asunto	224750	6980054	40	33,2	32,0	Ei
d	Vakituinen asunto	224250	6978405	40	35,5	34,5	Ei
e	Vakituinen asunto	223316	6976804	40	35,0	32,2	Ei
f	Vakituinen asunto	223096	6976240	40	34,8	30,4	Ei
g	Vakituinen asunto	222896	6975501	40	35,1	28,0	Ei
h	Vakituinen asunto	222530	6973646	40	36,1	23,0	Ei
i	Vakituinen asunto	221611	6972055	40	35,6	19,7	Ei
j	Vapaa-ajan asunto	218534	6973783	40	38,3	21,6	Ei
k	Vakituinen asunto	217709	6975908	40	38,2	24,3	Ei
l	Vakituinen asunto	217976	6979597	40	37,5	27,2	Ei
m	Vakituinen asunto	219036	6981117	40	36,3	27,8	Ei
n*	Muu rakennus	224638	6980093	40	33,7	32,5	Ei
o*	Muu rakennus	223214	6977148	40	36,1	34,0	Ei

**Rakennusten käyttötarkoitukselle haetaan ennen kaavaehdotusvaihetta muutosta asumiskäytöstä muuhun käyttöön.*

LIITE 2: MELUMALLINNUKSEN TULOKSET: YHTEISVAIKUTUKSET

Taulukko 8. Hömossenin ja naapuripuistojen yhteisvaikutukset. Meluarvot valituissa kohteissa.

Havainno intipiste	Asunnon luokka	Itäinen Koord. (ETRS- TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS- TM35FIN)	Ohjearvo [dB(A)]	VE1 Melu [dB(A)]	VE2 Melu [dB(A)]	Ohjearvojen ylitys
a	Vapaa-ajan asunto	222385	6981962	40	39,4	38,7	Ei
b	Vakituinen asunto	222434	6981911	40	39,7	39,0	Ei
c	Vakituinen asunto	224750	6980054	40	39,9	39,7	Ei
d	Vakituinen asunto	224250	6978405	40	38,4	37,9	Ei
e	Vakituinen asunto	223316	6976804	40	39,2	38,3	Ei
f	Vakituinen asunto	223096	6976240	40	39,7	38,7	Ei
g	Vakituinen asunto	222896	6975501	40	39,1	37,4	Ei
h	Vakituinen asunto	222530	6973646	40	37,9	33,5	Ei
i	Vakituinen asunto	221611	6972055	40	37,5	33,3	Ei
j	Vapaa-ajan asunto	218534	6973783	40	38,5	27,7	Ei
k	Vakituinen asunto	217709	6975908	40	38,5	28,5	Ei
l	Vakituinen asunto	217976	6979597	40	37,8	29,7	Ei
m	Vakituinen asunto	219036	6981117	40	36,9	30,7	Ei
n*	Muu rakennus	224638	6980093	40	40,4	40,2	Kyllä
o*	Muu rakennus	223214	6977148	40	40,2	39,5	Kyllä (VE1) / Ei (VE2)

* Rakennusten käyttötarkoitukselle haetaan ennen kaavaehdotusvaihetta muutosta asumiskäytöstä muuhun käyttöön.

LIITE 3: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA (VE1)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pienitaajuinen melu on laskettu Hömossenin vaihtoehdolle VE1 (26 tuulivoimalaa).

Taulukko 9. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

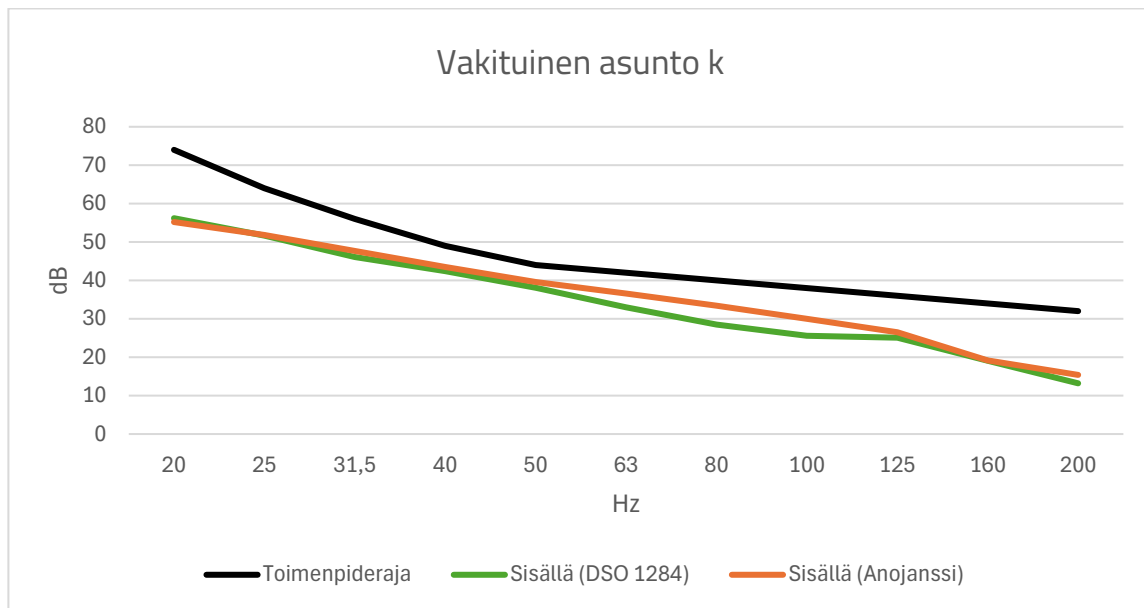
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	59,6	59,6	59,0	60,6	60,9	60,9	61,0	61,1	60,5	62,6	62,8	62,2	61,3	59,3	61,5
25	56,9	57,0	56,4	58,0	58,2	58,2	58,3	58,4	57,8	60,0	60,1	59,5	58,6	56,6	58,8
31,5	53,6	53,7	53,1	54,7	55,0	55,0	55,1	55,2	54,6	56,7	56,9	56,3	55,4	53,4	55,6
40	50,6	50,6	50,1	51,7	51,9	51,9	52,0	52,2	51,5	53,7	53,8	53,2	52,3	50,3	52,5
50	47,8	47,9	47,3	48,9	49,2	49,1	49,2	49,4	48,7	50,9	51,1	50,5	49,6	47,5	49,8
63	46,3	46,3	45,7	47,4	47,6	47,6	47,7	47,9	47,2	49,4	49,6	49,0	48,0	46,0	48,3
80	44,8	44,9	44,2	45,9	46,2	46,1	46,2	46,4	45,8	48,0	48,2	47,5	46,6	44,5	46,8
100	43,4	43,4	42,8	44,6	44,8	44,7	44,8	45,1	44,4	46,7	46,8	46,2	45,2	43,1	45,4
125	41,7	41,8	41,1	43,0	43,1	43,1	43,2	43,5	42,8	45,2	45,3	44,6	43,7	41,4	43,8
160	36,6	36,6	36,0	37,9	38,0	37,9	38,1	38,4	37,8	40,2	40,3	39,6	38,6	36,3	38,8
200	34,2	34,3	33,6	35,7	35,7	35,6	35,8	36,2	35,6	38,1	38,2	37,5	36,5	34,0	36,5

Taulukko 10. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyysarvoja.

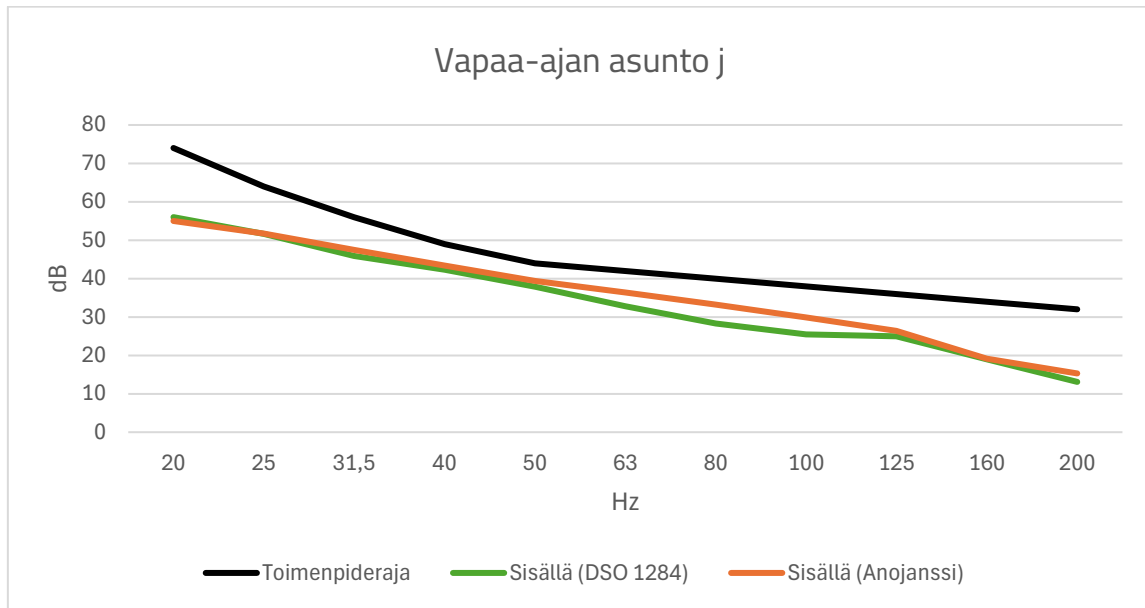
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	53,0	53,0	52,4	54,0	54,3	54,3	54,4	54,5	53,9	56,0	56,2	55,6	54,7	52,7	54,9
25	48,5	48,6	48,0	49,6	49,8	49,8	49,9	50,0	49,4	51,6	51,7	51,1	50,2	48,2	50,4
31,5	42,8	42,9	42,3	43,9	44,2	44,2	44,3	44,4	43,8	45,9	46,1	45,5	44,6	42,6	44,8
40	39,2	39,2	38,7	40,3	40,5	40,5	40,6	40,8	40,1	42,3	42,4	41,8	40,9	38,9	41,1
50	34,8	34,9	34,3	35,9	36,2	36,1	36,2	36,4	35,7	37,9	38,1	37,5	36,6	34,5	36,8
63	29,7	29,7	29,1	30,8	31,0	31,0	31,1	31,3	30,6	32,8	33,0	32,4	31,4	29,4	31,7
80	25,1	25,2	24,5	26,2	26,5	26,4	26,5	26,7	26,1	28,3	28,5	27,8	26,9	24,8	27,1
100	22,2	22,2	21,6	23,4	23,6	23,5	23,6	23,9	23,2	25,5	25,6	25,0	24,0	21,9	24,2
125	21,5	21,6	20,9	22,8	22,9	22,9	23,0	23,3	22,6	25,0	25,1	24,4	23,5	21,2	23,6
160	15,4	15,4	14,8	16,7	16,8	16,7	16,9	17,2	16,6	19,0	19,1	18,4	17,4	15,1	17,6
200	9,2	9,3	8,6	10,7	10,7	10,6	10,8	11,2	10,6	13,1	13,2	12,5	11,5	9,0	11,5

Taulukko 11. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	52,0	52,0	51,4	53,0	53,3	53,3	53,4	53,5	52,9	55,0	55,2	54,6	53,7	51,7	53,9
25	48,6	48,7	48,1	49,7	49,9	49,9	50,0	50,1	49,5	51,7	51,8	51,2	50,3	48,3	50,5
31,5	44,4	44,5	43,9	45,5	45,8	45,8	45,9	46,0	45,4	47,5	47,7	47,1	46,2	44,2	46,4
40	40,3	40,3	39,8	41,4	41,6	41,6	41,7	41,9	41,2	43,4	43,5	42,9	42,0	40,0	42,2
50	36,3	36,4	35,8	37,4	37,7	37,6	37,7	37,9	37,2	39,4	39,6	39,0	38,1	36,0	38,3
63	33,3	33,3	32,7	34,4	34,6	34,6	34,7	34,9	34,2	36,4	36,6	36,0	35,0	33,0	35,3
80	30,0	30,1	29,4	31,1	31,4	31,3	31,4	31,6	31,0	33,2	33,4	32,7	31,8	29,7	32,0
100	26,6	26,6	26,0	27,8	28,0	27,9	28,0	28,3	27,6	29,9	30,0	29,4	28,4	26,3	28,6
125	22,9	23,0	22,3	24,2	24,3	24,3	24,4	24,7	24,0	26,4	26,5	25,8	24,9	22,6	25,0
160	15,5	15,5	14,9	16,8	16,9	16,8	17,0	17,3	16,7	19,1	19,2	18,5	17,5	15,2	17,7
200	11,4	11,5	10,8	12,9	12,9	12,8	13,0	13,4	12,8	15,3	15,4	14,7	13,7	11,2	13,7



Kuva 5. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vakituksessa asunnossa k.



Kuva 6. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisten melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa j.

LIITE 4: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA (VE2)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pienitaajuinen melu on laskettu Hömassenin vaihtoehdolle VE2 (6 tuulivoimalaa).

Taulukko 12. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

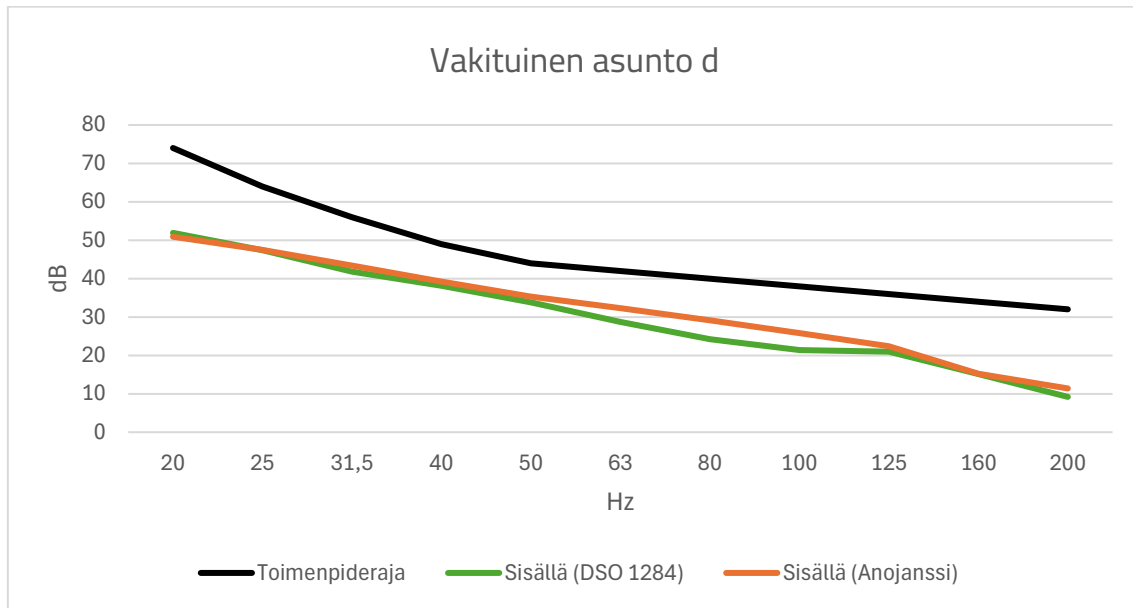
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	55,6	55,8	56,7	58,5	57,1	55,9	54,3	51,0	48,8	50,0	51,7	53,7	54,1	57,0	58,3
25	53,0	53,1	54,0	55,8	54,4	53,3	51,7	48,3	46,0	47,3	49,0	51,0	51,4	54,4	55,7
31,5	49,8	49,9	50,8	52,6	51,2	50,0	48,4	45,0	42,8	44,0	45,8	47,8	48,2	51,1	52,4
40	46,7	46,8	47,8	49,5	48,2	47,0	45,4	41,9	39,6	40,9	42,7	44,7	45,1	48,1	49,4
50	43,9	44,1	45,0	46,8	45,4	44,2	42,6	39,1	36,8	38,1	39,9	41,9	42,4	45,3	46,6
63	42,4	42,6	43,5	45,3	43,9	42,7	41,0	37,5	35,1	36,4	38,3	40,4	40,8	43,8	45,2
80	41,0	41,1	42,1	43,9	42,5	41,2	39,6	35,9	33,5	34,8	36,8	38,9	39,3	42,4	43,7
100	39,6	39,7	40,7	42,6	41,1	39,9	38,1	34,4	31,8	33,2	35,2	37,4	37,9	41,1	42,4
125	38,0	38,2	39,2	41,2	39,6	38,3	36,5	32,5	29,7	31,3	33,4	35,7	36,2	39,6	41,0
160	32,9	33,1	34,2	36,3	34,6	33,2	31,3	27,0	23,9	25,7	28,1	30,5	31,1	34,6	36,0
200	30,7	30,9	32,1	34,2	32,5	31,0	28,9	0,0	0,0	0,0	25,4	28,1	28,7	32,5	34

Taulukko 13. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

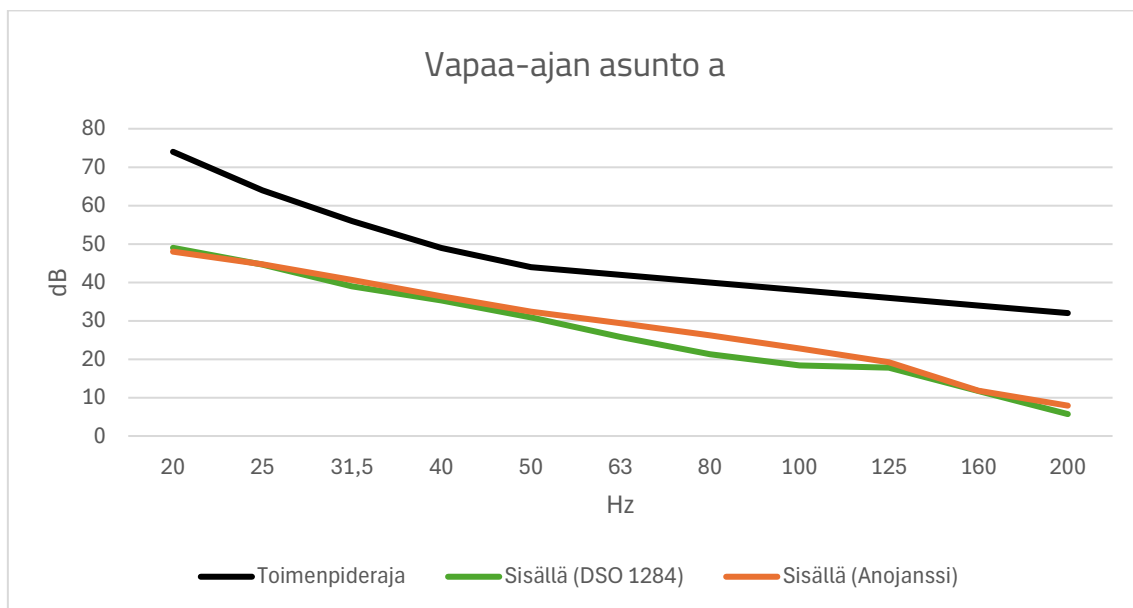
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	49,0	49,2	50,1	51,9	50,5	49,3	47,7	44,4	42,2	43,4	45,1	47,1	47,5	50,4	51,7
25	44,6	44,7	45,6	47,4	46,0	44,9	43,3	39,9	37,6	38,9	40,6	42,6	43,0	46,0	47,3
31,5	39,0	39,1	40,0	41,8	40,4	39,2	37,6	34,2	32,0	33,2	35,0	37,0	37,4	40,3	41,6
40	35,3	35,4	36,4	38,1	36,8	35,6	34,0	30,5	28,2	29,5	31,3	33,3	33,7	36,7	38,0
50	30,9	31,1	32,0	33,8	32,4	31,2	29,6	26,1	23,8	25,1	26,9	28,9	29,4	32,3	33,6
63	25,8	26,0	26,9	28,7	27,3	26,1	24,4	20,9	18,5	19,8	21,7	23,8	24,2	27,2	28,6
80	21,3	21,4	22,4	24,2	22,8	21,5	19,9	16,2	13,8	15,1	17,1	19,2	19,6	22,7	24,0
100	18,4	18,5	19,5	21,4	19,9	18,7	16,9	13,2	10,6	12,0	14,0	16,2	16,7	19,9	21,2
125	17,8	18,0	19,0	21,0	19,4	18,1	16,3	12,3	9,5	11,1	13,2	15,5	16,0	19,4	20,8
160	11,7	11,9	13,0	15,1	13,4	12,0	10,1	5,8	2,7	4,5	6,9	9,3	9,9	13,4	14,8
200	5,7	5,9	7,1	9,2	7,5	6,0	3,9	-0,8	-4,2	-2,2	0,4	3,1	3,7	7,5	9,0

Taulukko 14. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	48,0	48,2	49,1	50,9	49,5	48,3	46,7	43,4	41,2	42,4	44,1	46,1	46,5	49,4	50,7
25	44,7	44,8	45,7	47,5	46,1	45,0	43,4	40,0	37,7	39,0	40,7	42,7	43,1	46,1	47,4
31,5	40,6	40,7	41,6	43,4	42,0	40,8	39,2	35,8	33,6	34,8	36,6	38,6	39,0	41,9	43,2
40	36,4	36,5	37,5	39,2	37,9	36,7	35,1	31,6	29,3	30,6	32,4	34,4	34,8	37,8	39,1
50	32,4	32,6	33,5	35,3	33,9	32,7	31,1	27,6	25,3	26,6	28,4	30,4	30,9	33,8	35,1
63	29,4	29,6	30,5	32,3	30,9	29,7	28,0	24,5	22,1	23,4	25,3	27,4	27,8	30,8	32,2
80	26,2	26,3	27,3	29,1	27,7	26,4	24,8	21,1	18,7	20,0	22,0	24,1	24,5	27,6	28,9
100	22,8	22,9	23,9	25,8	24,3	23,1	21,3	17,6	15,0	16,4	18,4	20,6	21,1	24,3	25,6
125	19,2	19,4	20,4	22,4	20,8	19,5	17,7	13,7	10,9	12,5	14,6	16,9	17,4	20,8	22,2
160	11,8	12,0	13,1	15,2	13,5	12,1	10,2	5,9	2,8	4,6	7,0	9,4	10,0	13,5	14,9
200	7,9	8,1	9,3	11,4	9,7	8,2	6,1	1,4	-2,0	0,0	2,6	5,3	5,9	9,7	11,2



Kuva 7. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vakituksessa asunnossa d.



Kuva 8. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa a.

LIITE 5: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA, YHTEISVAIKUTUKSET (VE1)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pientaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pienitaajuinen melu on laskettu tilanteessa, jossa Hömossen (26 voimalaa) ja naapuripuistot Ribäcken (5 voimalaa), Långmossa (7 voimalaa), Takanebacken (5 voimalaa) ja Juthskogen (14 voimalaa) ovat toiminnassa.

Taulukko 15. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

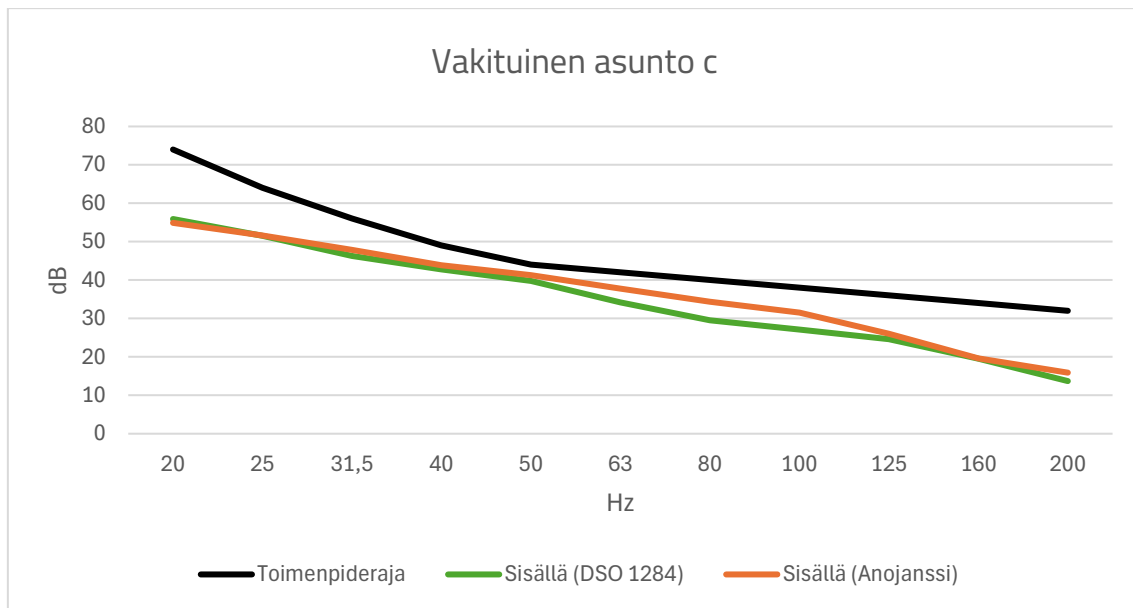
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	61,3	61,4	62,5	62,8	62,5	62,4	62,2	61,9	61,2	62,9	63,0	62,5	61,7	62,5	63,0
25	58,7	58,8	59,9	60,2	59,9	59,8	59,6	59,3	58,6	60,2	60,4	59,8	59,1	59,9	60,4
31,5	56,2	56,3	57,1	57,2	57,1	57,1	56,9	56,5	55,8	57,1	57,2	56,7	56,0	57,2	57,6
40	53,6	53,7	54,2	54,1	54,4	54,5	54,2	53,7	53,1	54,1	54,3	53,7	53,0	54,4	54,9
50	52,3	52,5	52,8	52,2	52,9	53,1	52,7	51,9	51,4	51,7	51,8	51,3	50,7	53,1	53,4
63	50,0	50,2	50,8	50,5	50,7	50,9	50,6	49,8	49,2	50,0	50,1	49,6	48,9	51,0	51,3
80	48,4	48,6	49,2	48,9	49,2	49,3	49,0	48,3	47,7	48,5	48,6	48,1	47,4	49,4	49,7
100	47,9	48,1	48,3	47,7	48,4	48,7	48,3	47,4	46,9	47,3	47,4	46,8	46,2	48,6	49,0
125	44,1	44,3	44,8	44,9	45,1	45,2	45,0	44,5	43,9	45,4	45,5	44,9	44,1	45,0	45,7
160	39,7	39,9	40,7	40,5	40,6	40,7	40,4	39,8	39,2	40,5	40,6	40,0	39,1	40,9	41,3
200	37,8	38,0	38,7	38,4	38,5	38,6	38,3	37,6	37,1	38,4	38,4	37,8	36,9	39,0	39,2

Taulukko 16. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyysarvoja.

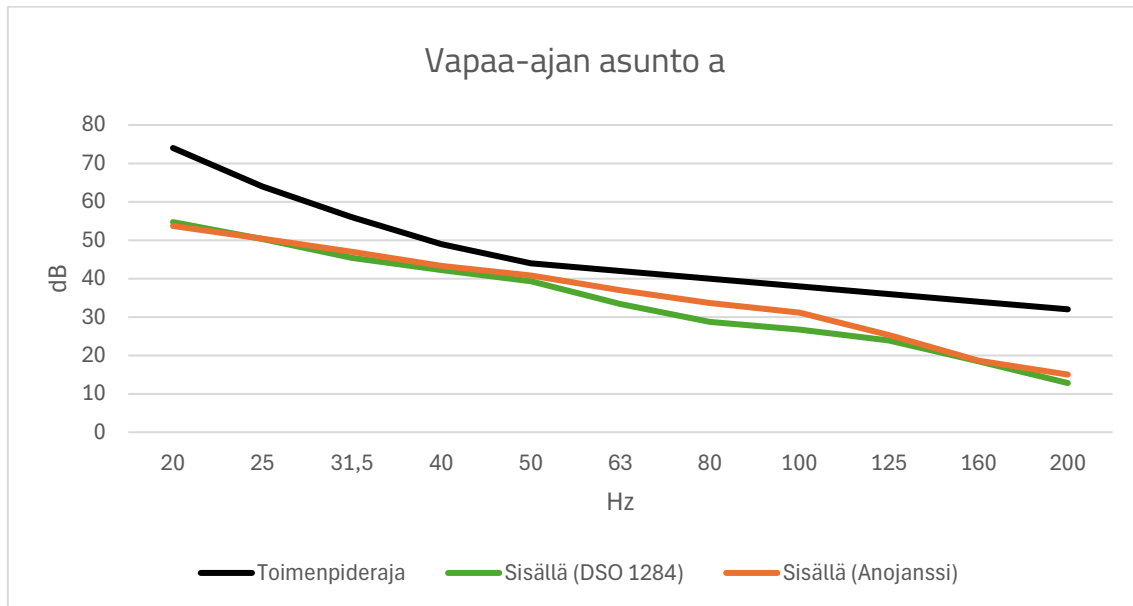
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	
20	54,7	54,8	55,9	56,2	55,9	55,8	55,6	55,3	54,6	56,3	56,4	55,9	55,1	55,9	56,4
25	50,3	50,4	51,5	51,8	51,5	51,4	51,2	50,9	50,2	51,8	52,0	51,4	50,7	51,5	52,0
31,5	45,4	45,5	46,3	46,4	46,3	46,3	46,1	45,7	45,0	46,3	46,4	45,9	45,2	46,4	46,8
40	42,2	42,3	42,8	42,7	43,0	43,1	42,8	42,3	41,7	42,7	42,9	42,3	41,6	43,0	43,5
50	39,3	39,5	39,8	39,2	39,9	40,1	39,7	38,9	38,4	38,7	38,8	38,3	37,7	40,1	40,4
63	33,4	33,6	34,2	33,9	34,1	34,3	34,0	33,2	32,6	33,4	33,5	33,0	32,3	34,4	34,7
80	28,7	28,9	29,5	29,2	29,5	29,6	29,3	28,6	28,0	28,8	28,9	28,4	27,7	29,7	30,0
100	26,7	26,9	27,1	26,5	27,2	27,5	27,1	26,2	25,7	26,1	26,2	25,6	25,0	27,4	27,8
125	23,9	24,1	24,6	24,7	24,9	25,0	24,8	24,3	23,7	25,2	25,3	24,7	23,9	24,8	25,5
160	18,5	18,7	19,5	19,3	19,4	19,5	19,2	18,6	18,0	19,3	19,4	18,8	17,9	19,7	20,1
200	12,8	13,0	13,7	13,4	13,5	13,6	13,3	12,6	12,1	13,4	13,4	12,8	11,9	14,0	14,2

Taulukko 17. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	53,7	53,8	54,9	55,2	54,9	54,8	54,6	54,3	53,6	55,3	55,4	54,9	54,1	54,9	55,4
25	50,4	50,5	51,6	51,9	51,6	51,5	51,3	51,0	50,3	51,9	52,1	51,5	50,8	51,6	52,1
31,5	47,0	47,1	47,9	48,0	47,9	47,9	47,7	47,3	46,6	47,9	48,0	47,5	46,8	48,0	48,4
40	43,3	43,4	43,9	43,8	44,1	44,2	43,9	43,4	42,8	43,8	44,0	43,4	42,7	44,1	44,6
50	40,8	41,0	41,3	40,7	41,4	41,6	41,2	40,4	39,9	40,2	40,3	39,8	39,2	41,6	41,9
63	37,0	37,2	37,8	37,5	37,7	37,9	37,6	36,8	36,2	37,0	37,1	36,6	35,9	38,0	38,3
80	33,6	33,8	34,4	34,1	34,4	34,5	34,2	33,5	32,9	33,7	33,8	33,3	32,6	34,6	34,9
100	31,1	31,3	31,5	30,9	31,6	31,9	31,5	30,6	30,1	30,5	30,6	30,0	29,4	31,8	32,2
125	25,3	25,5	26,0	26,1	26,3	26,4	26,2	25,7	25,1	26,6	26,7	26,1	25,3	26,2	26,9
160	18,6	18,8	19,6	19,4	19,5	19,6	19,3	18,7	18,1	19,4	19,5	18,9	18,0	19,8	20,2
200	15,0	15,2	15,9	15,6	15,7	15,8	15,5	14,8	14,3	15,6	15,6	15,0	14,1	16,2	16,4



Kuva 9. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vakituksessa asunnossa c.



Kuva 10. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa a.

LIITE 6: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA, YHTEISVAIKUTUKSET (VE2)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pientaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pientaajuinen melu on laskettu tilanteessa, jossa Hömosen (6 voimalaa) ja naapuripuistot Ribäcken (5 voimalaa), Långmossa (7 voimalaa), Takanebacken (5 voimalaa) ja Juthskogen (14 voimalaa) ovat toiminnassa.

Taulukko 18. Pientaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	59,0	59,2	61,5	61,6	60,2	59,5	58,4	56,0	54,6	53,4	54,2	55,5	56,1	61,6	60,9
25	56,5	56,7	59,0	59,0	57,6	57,0	55,9	53,4	52,1	50,7	51,6	52,9	53,5	59,0	58,4
31,5	54,4	54,6	56,3	56,1	55,2	54,8	53,8	51,5	50,6	48,4	49,0	50,1	50,8	56,4	55,9
40	52,0	52,2	53,5	53,1	52,6	52,5	51,5	49,3	48,5	45,8	46,4	47,3	48,0	53,7	53,4
50	51,3	51,5	52,3	51,3	51,6	51,7	50,9	48,8	48,3	44,8	45,1	45,8	46,5	52,5	52,3
63	48,8	49,0	50,3	49,6	49,3	49,2	48,3	46,1	45,4	42,3	42,7	43,6	44,3	50,4	50,0
80	47,2	47,4	48,6	48,0	47,7	47,6	46,7	44,4	43,7	40,5	41,0	41,9	42,6	48,8	48,4
100	46,9	47,1	47,8	46,8	47,2	47,3	46,4	44,1	43,6	39,8	40,1	40,9	41,6	48,1	48,0

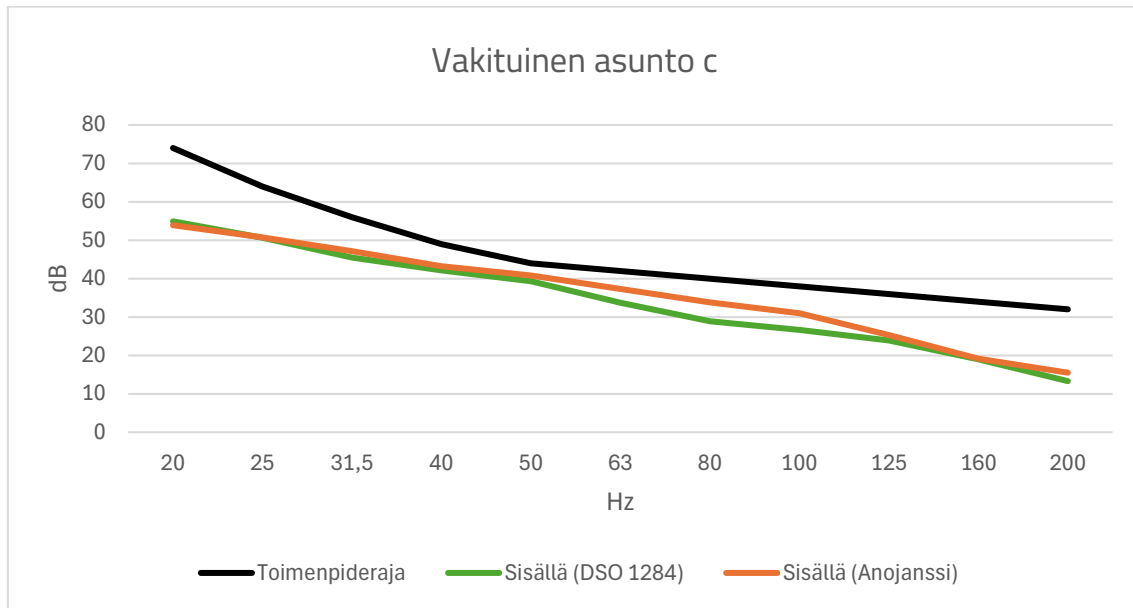
125	42,4	42,6	44,1	43,9	43,2	42,9	41,7	39,0	38,1	35,1	36,0	37,4	38,1	44,3	44,1
160	38,3	38,6	40,2	39,7	39,1	38,9	37,7	34,9	34,1	30,4	31,2	32,5	33,3	40,4	40,0
200	36,5	36,8	38,3	37,7	37,1	36,9	35,7	32,7	32,0	27,6	28,5	30,0	30,9	38,5	38,0

Taulukko 19. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

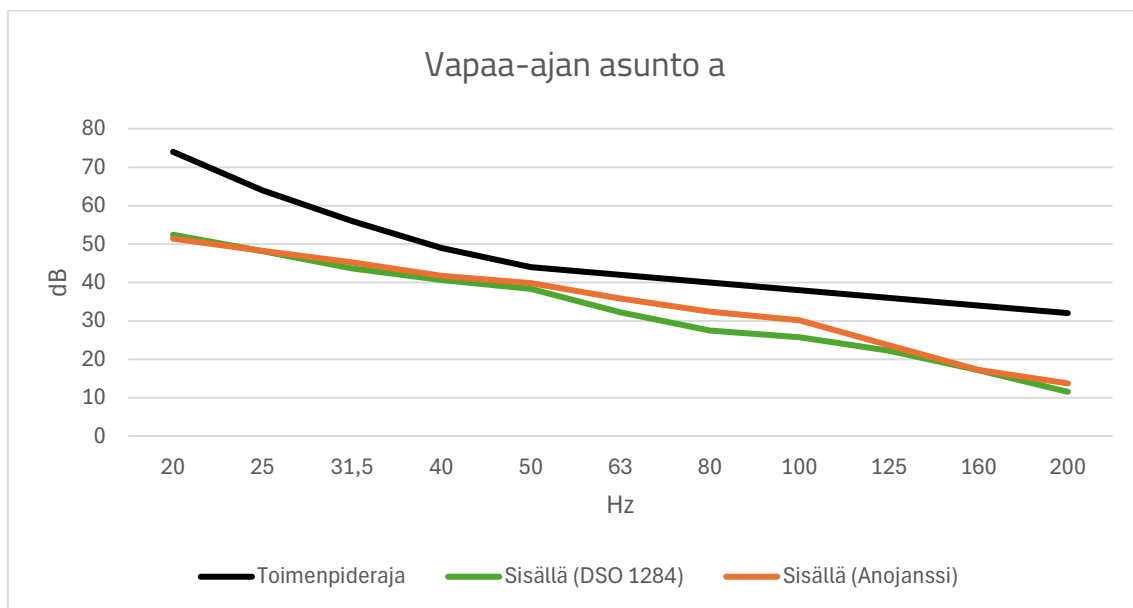
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	52,4	52,6	54,9	55,0	53,6	52,9	51,8	49,4	48,0	46,8	47,6	48,9	49,5	55,0	54,3
25	48,1	48,3	50,6	50,6	49,2	48,6	47,5	45,0	43,7	42,3	43,2	44,5	45,1	50,6	50,0
31,5	43,6	43,8	45,5	45,3	44,4	44,0	43,0	40,7	39,8	37,6	38,2	39,3	40,0	45,6	45,1
40	40,6	40,8	42,1	41,7	41,2	41,1	40,1	37,9	37,1	34,4	35,0	35,9	36,6	42,3	42,0
50	38,3	38,5	39,3	38,3	38,6	38,7	37,9	35,8	35,3	31,8	32,1	32,8	33,5	39,5	39,3
63	32,2	32,4	33,7	33,0	32,7	32,6	31,7	29,5	28,8	25,7	26,1	27,0	27,7	33,8	33,4
80	27,5	27,7	28,9	28,3	28,0	27,9	27,0	24,7	24,0	20,8	21,3	22,2	22,9	29,1	28,7
100	25,7	25,9	26,6	25,6	26,0	26,1	25,2	22,9	22,4	18,6	18,9	19,7	20,4	26,9	26,8
125	22,2	22,4	23,9	23,7	23,0	22,7	21,5	18,8	17,9	14,9	15,8	17,2	17,9	24,1	23,9
160	17,1	17,4	19,0	18,5	17,9	17,7	16,5	13,7	12,9	9,2	10,0	11,3	12,1	19,2	18,8
200	11,5	11,8	13,3	12,7	12,1	11,9	10,7	7,7	7,0	2,6	3,5	5,0	5,9	13,5	13,0

Taulukko 20. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
20	51,4	51,6	53,9	54,0	52,6	51,9	50,8	48,4	47,0	45,8	46,6	47,9	48,5	54,0	53,3
25	48,2	48,4	50,7	50,7	49,3	48,7	47,6	45,1	43,8	42,4	43,3	44,6	45,2	50,7	50,1
31,5	45,2	45,4	47,1	46,9	46,0	45,6	44,6	42,3	41,4	39,2	39,8	40,9	41,6	47,2	46,7
40	41,7	41,9	43,2	42,8	42,3	42,2	41,2	39,0	38,2	35,5	36,1	37,0	37,7	43,4	43,1
50	39,8	40,0	40,8	39,8	40,1	40,2	39,4	37,3	36,8	33,3	33,6	34,3	35,0	41,0	40,8
63	35,8	36,0	37,3	36,6	36,3	36,2	35,3	33,1	32,4	29,3	29,7	30,6	31,3	37,4	37,0
80	32,4	32,6	33,8	33,2	32,9	32,8	31,9	29,6	28,9	25,7	26,2	27,1	27,8	34,0	33,6
100	30,1	30,3	31,0	30,0	30,4	30,5	29,6	27,3	26,8	23,0	23,3	24,1	24,8	31,3	31,2
125	23,6	23,8	25,3	25,1	24,4	24,1	22,9	20,2	19,3	16,3	17,2	18,6	19,3	25,5	25,3
160	17,2	17,5	19,1	18,6	18,0	17,8	16,6	13,8	13,0	9,3	10,1	11,4	12,2	19,3	18,9
200	13,7	14,0	15,5	14,9	14,3	14,1	12,9	9,9	9,2	4,8	5,7	7,2	8,1	15,7	15,2



Kuva 11. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vakituksessa asunnossa c.



Kuva 12. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa a.

LIITE 7: SJOITUSSUUNNITELMAT

Voimaloiden sijainnit on esitetty alla olevissa taulukoissa.

Taulukko 21. Hömossenin voimaloiden sijaintitiedot, VE1 (26 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	222249	6979497	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
2	221481	6979252	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
3	223136	6979407	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
4	222364	6978578	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
5	221392	6978376	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
6	220577	6977992	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
7	220457	6980456	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
8	221359	6980135	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
9	219982	6979727	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
10	219594	6979037	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
11	219214	6978342	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
12	218435	6978094	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
13	219862	6977901	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
14	218901	6977422	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
15	219680	6977120	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
16	219047	6976628	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
17	219951	6976360	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
18	219292	6975870	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
19	220188	6975505	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
20	219422	6975065	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
21	220855	6975052	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
22	220058	6974487	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
23	221052	6974302	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
24	220047	6973672	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
25	220821	6973396	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
26	220034	6972868	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)

Taulukko 22. Hömossenin voimaloiden sijaintitiedot, VE2 (6 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	222249	6979497	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
2	221481	6979252	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
3	223136	6979407	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
4	222364	6978578	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
5	221392	6978376	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)
6	220577	6977992	Nordex N163 7,0 MW, 218,5m HH, 107,4+2,0 dB(A)

Taulukko 23. Ribäckenin voimaloiden sijaintitiedot (5 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	222317	6977444	Nordex N149 4,8 MW, 125m HH, 105,0+2,0 dB(A)
2	222175	6976267	Nordex N149 4,8 MW, 125m HH, 105,0+2,0 dB(A)
3	221534	6977434	Nordex N149 4,8 MW, 125m HH, 105,0+2,0 dB(A)
4	220954	6976640	Nordex N149 4,8 MW, 125m HH, 105,0+2,0 dB(A)
5	221362	6975603	Nordex N149 4,8 MW, 125m HH, 105,0+2,0 dB(A)

Taulukko 24. Långmossan voimaloiden sijaintitiedot (7 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	222220	6980539	Nordex N149 4,8 MW, 155m HH, 108,1+2,0 dB(A)
2	223635	6980629	Nordex N149 4,8 MW, 155m HH, 108,1+2,0 dB(A)
3	223842	6981433	Nordex N149 4,8 MW, 155m HH, 105,6+2,0 dB(A)
4	223890	6982394	Nordex N149 4,8 MW, 155m HH, 108,1+2,0 dB(A)
5	224601	6982892	Nordex N149 4,8 MW, 155m HH, 105,6+2,0 dB(A)
6	225015	6982575	Nordex N149 4,8 MW, 155m HH, 105,6+2,0 dB(A)
7	225132	6981766	Nordex N149 4,8 MW, 155m HH, 108,1+2,0 dB(A)

Taulukko 25. Takanebackenin voimaloiden sijaintitiedot (5 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	225138	6971388	Nordex N163 5,7 MW, 148m HH, 107,2+2,0 dB(A)
2	224389	6971265	Nordex N163 5,7 MW, 148m HH, 107,2+2,0 dB(A)
3	223142	6970490	Nordex N163 5,7 MW, 148m HH, 107,2+2,0 dB(A)
4	224100	6972075	Nordex N163 5,7 MW, 148m HH, 107,2+2,0 dB(A)
5	223482	6971045	Nordex N163 5,7 MW, 148m HH, 107,2+2,0 dB(A)

Taulukko 26. Juthskogenin voimaloiden sijaintitiedot (14 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	230176	6982439	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
2	229163	6982223	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
3	228523	6981400	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
4	229404	6981382	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
5	230071	6981572	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
6	229161	6980360	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
7	227767	6980144	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
8	229784	6980075	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
9	228408	6979432	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)

10	227496	6979030	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
11	226624	6979125	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
12	226301	6977616	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
13	226531	6976896	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)
14	227133	6979946	Nordex N175 6,2 MW, 187,5m HH, 106,0+2,0 dB(A)