

Bilaga 2.

Bullermodelleringsrapport

Storbötet 2-vindkraftsprojektet

Datum	14.3.2025
Författare	Toni Hägerth
Granskare	Vesa Vähäkuopus
Projektnummer	12004615

14.3.2025

Innehåll

1	Bakgrund	4
1.1	Utredning och objekt.....	4
1.2	Kunder	5
1.3	Verkställare	5
2	Vindkraftverk och buller	5
3	Riktvärden och åtgärdsgränsvärden	6
3.1	Riktvärden för utomhusbuller	6
3.2	Beaktande av lågfrekvent buller inomhus	6
4	Metoder och källdata.....	7
4.1	Bulleruträkningar, använda värden och källdata	7
4.2	Utgångsdata för kraftverken i projektet och närliggande projekt.....	8
5	Bullerkonsekvenser.....	10
5.1	Byggtida konsekvenser.....	10
5.2	Utomhusbuller under drift.....	10
5.3	Lågfrekvent buller.....	11
6	Slutsatser	12
7	Källförteckning	12

Bilagor:

- Bilaga 1. Alternativ ALT0 – Genomsnittlig ljudnivå under dag och natt orsakad av vindkraftverk i det alternativ där projektet inte genomförs. Beräkningen har fokuserat på bakgrundsbuller från både befintliga och planerade vindkraftsprojekt i de omgivande områdena.
- Bilaga 2. Alternativ ALT0 – Genomsnittlig ljudnivå under dag och natt orsakad av vindkraftverk. Tar inte buller från vindkraftverk i andra omgivande vindkraftsprojekt i beaktande.
- Bilaga 3. Alternativ ALT1 – Genomsnittlig ljudnivå under dag och natt orsakad av vindkraftverk. Tar inte buller från vindkraftverk i andra omgivande vindkraftsprojekt i beaktande.
- Bilaga 4. Alternativ ALT0 – Genomsnittlig ljudnivå under dag och natt orsakad av vindkraftverk. Beräkningen inkluderar projektets sammantagna konsekvenser, och beaktar både befintliga och planerade vindkraftsprojekt i de omgivande områdena (kombinerat ljud).
- Bilaga 5. Vindkraftverkens dag- och nattmedelljudnivå i alternativet ALT1. Beräkningen har beaktat projektets sammantagna konsekvenser med befintliga och planerade vindkraftsprojekt i kringliggande områden (sammantaget buller).



14.3.2025

- Bilaga 6. Rapport över modelleringsdata. Denna bilaga innehåller detaljer för de modelleringsdata som har använts för att bedöma bullrets spridning och konsekvenser i projektet.
- Bilaga 7. Beräkningsresultat för lågfrekvent buller. Innehåller detaljerade resultat från beräkningarna av lågfrekvent buller i samband med projektet, inklusive jämförelser med åtgärdsgränsvärden som anges i bostadshälsoförförordningen.



14.3.2025

Storbötet 2-vindkraftsprojektet i Vörå och Nykarleby, MKB

1 Bakgrund

1.1 Utredning och objekt

Neoen Renewables Finland Oy (Neoen) och PROKON Wind Energy Finland Oy (Prokon) planerar ett vindkraftsprojekt i Vörå kommun, kallat Storbötet 2. Dessutom planeras ytterligare en ny turbin i det intilliggande området för vindkraft Storbötet 1 i Nykarleby. Projektet omfattar totalt 8 turbiner med en teoretisk maxeffekt på cirka 80 MW. Turbinernas totala höjd är maximalt 300 meter, med en navhöjd på 200 meter och en rotordiameter på 200 meter. Förutom vindkraftverken kommer området att innefatta en transformatorstation samt nödvändiga servicevägar och elanslutningar. Sitowise Oy ansvarar för miljökonsekvensbedömningen av projektet. Projektprområdet visas på kartan (Bild 1-1).

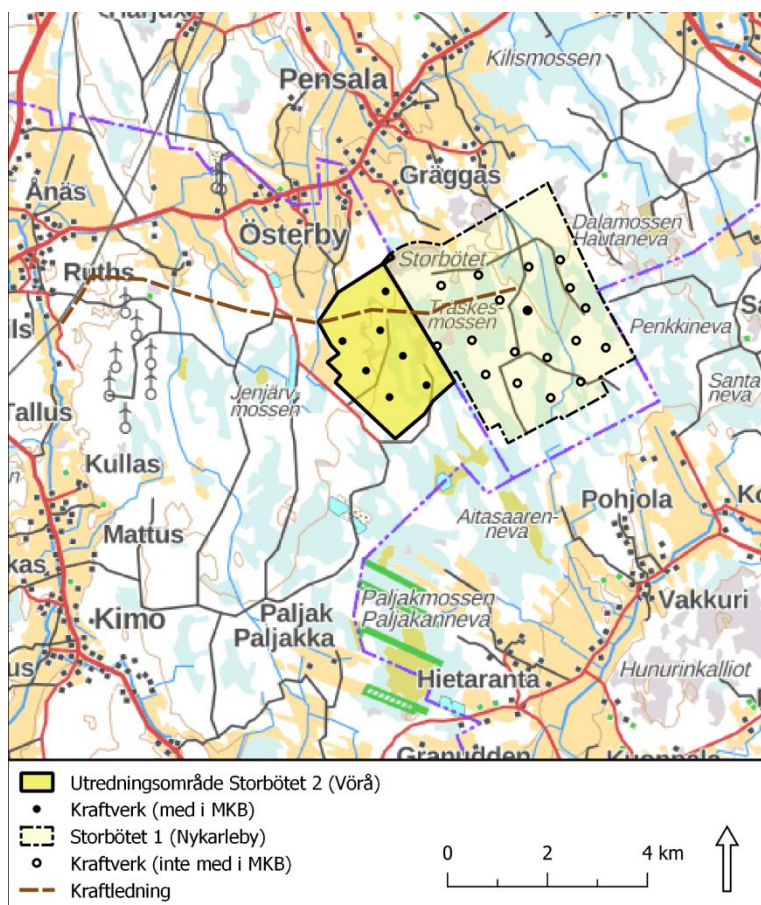


Bild 1-1. Projektområdet med Storbötet 2 till vänster, Storbötet 1 till höger. Kraftverken som är med i MKB är utmärkta med svart, de övriga kraftverken i Nykarleby är i drift.



14.3.2025

I denna utredning granskas bullerkonsekvenserna av projektet i närmiljön.

1.2 Kunder

Neoen Renewables Finland Oy

PROKON Wind Energy Finland Oy

1.3 Verkställare

Sitowise Oy
Helsinginkatu 15, 20500 Turku
+358 20 747 6000 | vaihde

Toni Hägerth, FM, bullerexpert
Tel. +358 40 843 6485
toni.hagerth@sitowise.com

Vesa Vähäkuopus, DI, bullerexpert
Tel. +358 44 427 9590
vesa.vahakuopus@sitowise.com

2 Vindkraftverk och buller

Ljud är en vågrörelse som fortplantar sig genom ett medium. Buller å andra sidan är ljud som av lyssnaren upplevs som störande eller obehagligt, eller som är skadligt för hörseln. Upplevelsen av ljud som buller är subjektiv och människors känslighet för buller varierar. Ljudets styrka mäts i decibel [dB], vilket beskriver den upplevda ljudnivåns storlek jämfört med hörseltröskeln. Förutom styrkan är ljudets centrala egenskaper frekvensfördelning samt tidsmässig variation.

I vindkraftverk orsakas ljud av rotorbladen och maskineriet, där rotorbladen vanligtvis är den mest betydande. Ljudkällan i vindkraftverk befinner sig högt upp, cirka 100–250 meter ovanför marken, vilket möjliggör att ljudet sprids fritt i omgivningen. Buller från rotorbladen är ofta periodiskt återkommande, och innehåller lågfrekvent buller på cirka 20–200 Hz frekvensområdet. Lågfrekvent buller har den egenskapen att det dämpas långsamt i atmosfären och sprider sig långt. Dessutom kan det tränga igenom strukturer och orsaka potentiellt skadliga ljud inomhus.

Vindkraftverkens ljudegenskaper, såsom styrka, frekvens och tidsmässig variation, beror på typen av vindkraftverk, antalet vindkraftverk, deras avstånd till varandra samt vindhastigheten. Den mest betydande faktorn för ljudnivån vid olika observationspunkter i omgivningen är avståndet från vindkraftverket/vindkraftverken. Dessutom har de akustiska egenskaperna i omgivningen konsekvenser, eftersom exempelvis ljudet kan sprida sig längre över vattenområden.



14.3.2025

3 Riktvärden och åtgärdsgränsvärden

3.1 Riktvärden för utomhusbuller

I Statsrådets förordning 1107/2015 presenteras riktvärdena för buller orsakat av vindkraftverk utomhus [2]. Riktvärdena är avsedda att tillämpas vid markanvändning och byggnadsplanering, tillståndsprocesser och övervakning, samt i tillståndsprocessen och övervakningen enligt miljöskyddslagen. Riktvärdena utomhus presenteras i tabell 1.

Riktvärdena är definierade för den A-betonade ekvivalenta ljudnivån, dvs. medelljudnivån L_{Aeq} under hela riktvärdestiden (dagtid 07–22 och nattetid 22–07). Förordningen anger dessutom att om ljudet är av impulsartad eller av smalbandsnatur, ska 5 dB läggas till i det mätresultat som erhålls under övervakningen innan resultatet jämförs med riktvärdet.

Tabell 1 Riktvärden för ljudnivåer i förordningen (1107/2015).

Riktvärden utomhus	Dagtid L_{Aeq} , klo 7–22	Nattetid L_{Aeq} , klo 22–7
Permanent boende	45 dB	40 dB
Fritidsboende	45 dB	40 dB
Vårdinrättningar	45 dB	40 dB
Läroinrättningar	45 dB	-
Rekreatiomsområden	45 dB	-
Campingplatser	45 dB	40 dB
Nationalparker	40 dB	40 dB

3.2 Beaktande av lågfrekvent buller inomhus

I social- och hälsovårdsministeriets förordning 545/2015 (bostadshälsoförordningen) presenteras åtgärdsgränsvärden för medelljudnivå och lågfrekvent buller som observerats inomhus [3]. Åtgärdsgränsvärdena för medelljudnivå under dag- och nattid i bostadsrum och vistelseutrymmen är $L_{Aeq,7-22} \leq 35$ dB och $L_{Aeq,22-7} \leq 30$ dB. Åtgärdsgränsvärdena för lågfrekvent buller presenteras i tabell 2. Gränsvärdena är givna för frekvensvägd medelljudnivå under en timme $L_{eq,1h}$ för frekvensområdet 20–200 Hz.

Tabell 2: Åtgärdsgränsvärden för lågfrekvent buller inomhus.

Kanal / 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



14.3.2025

4 Metoder och källdata

4.1 Bulleruträkningar, använda värden och källdata

Bullerutbredningsberäkningen har utförts med hjälp av de metoder och beräkningsparametrar som anges i Miljöministeriets anvisning "Modellering av buller från vindkraftverk" [4]. Beräkningen har genomförts med beräkningsprogrammet windPRO 4.0, som använder beräkningsmodellen ISO 9613-2 [5]. Bullerberäkningen baseras på ljudets spridning i en tredimensionell terrängmodell. För terrängmodellen har beräkningen använt punktdata baserad på lantmäteriets 10 x 10 m laserdata. Som akustisk hårdhet har man i beräkningen använt värden 0 (hård) för vattendrag och 0,4 (delvis hård) för andra områden. I beräkningen har det använts en höjd på 4 m över marken för beräkningspunkter på bullerkartan samt utvalda kontrollpunkter.

Enligt miljöministeriets modelleringsanvisning läggs 2 dB till bullerutsläppsvärdet om höjdskillnaden mellan bostaden och kraftverkets fundament överstiger 60 meter. Denna korrigering görs när avståndet mellan kraftverket och bostaden är högst tre kilometer. Denna korrigering har inte beaktats i denna utredning eftersom höjdskillnaden inte uppfyller kriteriet.

Vid bullerutbredningsmodellering anges bullerutsläpp, dvs. initial ljudnivå, för varje vindkraftverk i programvaran. Baserat på den initiala ljudnivån beräknar programmet ljudnivån som orsakas vid miljöns kontrollpunkter, med beaktande av faktorer som påverkar bullerspridningen såsom avståndsdämpning, markytans reflektionspåverkan och atmosfärens dämpning.

I utredningen har medelljudnivån (L_{Aeq}) beräknats för områden utomhus i vindkraftparkens omgivning. Medelljudnivån motsvarar den dag- och nattmedelljudnivå som orsakas av vindkraftverken under dagar/nätter då vindhastigheten är minst 8 m vid 10 m över marken. Resultaten kan jämföras direkt med de riktvärden för ljudnivåer som presenteras i statsrådets beslut 527/2014. Dessutom har lågfrekvent buller i frekvensområdet 20–200 Hz beräknats. Det lågfrekventa buller som tränger in i byggnader har bedömts med beaktande av byggnadens fasadens ljudnivåskillnad enligt DSO 1284-metoden [6] samt det alternativa ljudnivåskillnaden presenterad i Åbo yrkeshögskolas (Turun Ammattikorkeakoulu) Anojanssi-projektrapport [7]. Anojanssi-projektets ljudnivåskillnad är några decibel lägre vid vindkraftverkens typiska "problematikerfrekvenser" 40...80 Hz, vilket leder till högre ljudnivåer inomhus. Ljudnivåskillnaderna presenteras i tabell 3.

Tabell 3: Ljudnivåskillnader för byggnadens yttre skal som används vid bedömning av inomhusbuller.

Kanal / Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
DSO 1284 DL_σ / dB	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	21,2



14.3.2025

Anojanssi- projektin DL_G / dB	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8
---	-----	-----	-----	------	------	----	------	------	------	------	------

4.2 Utgångsdata för kraftverken i projektet och närliggande projekt

I denna bullerutredning har alternativen ALT0, ALT0+ och ALT1 granskats. Alternativen beskrivs enligt följande:

- **ALT0:** Projektet genomförs ej.
- **ALT0+:** I projektet genomförs 8 kraftverk enligt den befintliga bygglovsplanens layout och ritningar. På området Vöyri finns 7 kraftverk med en navhöjd på 134 m och en rotordiameter på 162 m (Vestas V162 kraftverkstyp). På området Nykarleby finns ett kraftverk med en navhöjd på 166 m och en rotordiameter på 172 m (Vestas V172 kraftverkstyp).
- **ALT1:** I projektet genomförs 8 kraftverk enligt en ny plan. På både området Vöyri och Nykarleby har kraftverken en navhöjd på 200 m och en rotordiameter på 200 m.

Placeringen av kraftverken presenteras i tabellerna 4 och 5.

Tabell 1 Placeringen av kraftverken i alternativ ALT0+.

Kraft- verk	Ostlig koordinat (ETRS-TM35FIN)	Nordlig koordinat (ETRS-TM35FIN)
1	277567	7028191
2	277063	7027491
3	277644	7027566
4	278030	7028044
5	278121	7027346
6	277778	7026710
7	278166	7026407
8	280535	7027893

Tabell 2 Placeringen av kraftverken i alternativ ALT1.

Kraft- verk	Ostlig koordinat (ETRS-TM35FIN)	Nordlig koordinat (ETRS-TM35FIN)
1	278520	7026478
2	277844	7026356
3	277532	7027600
4	276863	7027429
5	277866	7028260
6	277457	7026880
7	278095	7027242
8	280535	7027893



14.3.2025

För båda alternativen har också det sammantagna bullret tillsammans med närliggande vindkraftsprojekt granskats. För alternativ ALT0 (projektet genomförs ej) har bakgrundsbullernivån granskats utifrån de befintliga och planerade vindkraftsprojekt i närområdet. Följande närliggande projekt har beaktats i utredningen:

- **Storbackens vindkraftsprojekt** (i drift), 9 kraftverk, bullerutsläpp baserat på Vestas V150 4,3 MW kraftverkstyps bullerutsläpp. Kraftverkens placering och höjd är beaktade enligt bygglovets information.
- **Sandbacken vindkraftsprojekt** (under konstruktion), 10 vindkraftverk, bullerutsläpp baserat på Siemens Gamesa 6,6 MW kraftverkstyps bullerutsläpp. Kraftverkens placering och höjd är beaktad enligt bygglovets information.
- **Mörknäskogen och Trollkullen vindkraftsprojekt** (i drift), 6 vindkraftverk, bullerutsläpp baserat på Nordex 5,9 MW kraftverkstyps bullerutsläpp. Kraftverkens placering och höjd är beaktad enligt bygglovets information.
- **Norpig vindkraftsprojekt** (i drift), 1 vindkraftverk, bullerutsläpp baserat på Lagerwey L100-2,5 MW kraftverkstyps bullerutsläpp. Kraftverkets placering och höjd är beaktad enligt bygglovets information.
- **Jeppo vindkraftsprojekt** (i drift), 2 kraftverk, bullerutsläpp baserat på Vestas V126 3,3 MW kraftverkstyps bullerutsläpp. Kraftverkens placering och höjd är beaktad enligt bygglovets information.
- **Storbötet 1 vindkraftsprojekt** (i drift) 17 kraftverk, bullerutsläpp baserat på Vestas V162 6,2 MW kraftverkstyps bullerutsläpp. Kraftverkens placering och höjd är beaktad enligt bygglovets information.
- **Björkbacken vindkraftsprojekt** (planerat) 26 kraftverk, bullerutsläpp baserat på Vestas V162 6,2 MW kraftverkstypens bullerutsläpp. Kraftverkens placering och höjd är beaktad enligt bygglovets information
- **Norkangas vindkraftsprojekt**, 1 kraftverk, bullerutsläpp baserat på Vestas V162 6,2 MW kraftverkstyps bullerutsläpp. Kraftverkets placering och höjd är beaktad enligt bygglovets information.
- **Dalalandet vindkraftsprojekt** (planerat) 15 kraftverk, bullerutsläpp baserat på Vestas V172 7,2 MW kraftverkstyps bullerutsläpp. Kraftverkens placering och höjd är beaktad enligt MKB-redogörelsens information [8].
- **Vargitmossen vindkraftsprojekt** (planerat), 9 kraftverk, bullerutsläpp baserat på Siemens Gamesa SG 6,0 MW kraftverkstyps bullerutsläpp. Kraftverkens placering och höjd är beaktad enligt MKB-redogörelsens information [8].

I bullermodelleringen har för projektets kraftverks bullerutsläpp använts Vestas V172 7,2 MW kraftverkstypens bullerutsläpp på LWA = 106,9 dB och Vestas V162 6,2 MW kraftverkstypens bullerutsläpp på LWA = 104,8 dB vid en vindhastighet på 8 m/s vid 10 m över marken. Bullerutsläppet har noterats i beräkningen bandvis. Detaljerad



14.3.2025

bullerutsläppsinformation och frekvensfördelning för projektets planerade kraftverk och omgivningens kraftverksdata presenteras mer ingående i bilaga 6.

Enligt anvisningen för modellering av vindkraftsbuller måste de bullerutsläpp som används i modelleringen vara bestämt enligt miljöministeriets mätanvisning genom mätning eller alternativt deklarerat som tillverkarens garantiutsläpp enligt standard IEC TS 61400-14 [4]. De bullerutsläpp som använts i denna utredning motsvarar inte direkt standard IEC TS 61400-14:s garantiutsläpp med osäkerhetsmarginaler. Därför har bullerutsläppet i beräkningen ökats med en 2 dB säkerhetsmarginal enligt miljöministeriets memorandum YM9/5511/2016 [9]. Undantaget är bullerutsläppet för Vestas V162 kraftverk i området Storbötet 1, som har lämnats som garanti och därför har ingen 2 dB säkerhetsmarginal lagts till.

5 Bullerkonsekvenser

5.1 Byggtida konsekvenser

I vindkraftverkens byggfas kan buller uppstå i omgivningen från exempelvis markarbeten, monteringsarbeten och transporttrafik. Skyddsavståndet mellan vindkraftverken och närmaste bullerutsatta objekt är långt i förhållande till bullerkällorna i byggfasen. Byggfasen är tillfällig och tiden för exponering för byggbuller är således kort. Därför orsakar byggarbetet normalt inte störande buller för de närmaste objekten. Byggbullrets konsekvenser har inte granskats i denna utredning.

5.2 Utomhusbuller under drift

Medelljudnivåns bullerkarta för kraftverkens driftsrelaterade buller utomhus presenteras i bilagorna 1–5. För beräkningen valdes de 6 närmaste bostads- och fritidsbyggnaderna i olika väderstreck som granskningspunkter. De utvalda objekten presenteras i tabell 6. Beräkningsresultaten för objekten i olika kontrollsituationer presenteras i tabell 7.

Tabell 6. Placering av granskningspunkter och byggnadernas användning.

Granskningspunkt	Ostlig koordinat (ETRS-TM35FIN)	Nordlig koordinat (ETRS-TM35FIN)	Bruk
A	275969	7029605	Fritidsbostad
B	277145	7029837	Permanent bostad
C	277178	7029900	Permanent bostad
D	277798	7030244	Permanent bostad
E	279599	7030559	Permanent bostad
F	282876	7025017	Permanent bostad



14.3.2025

Tabell 3 Resultat vid granskningspunkterna i olika alternativ

Gransk-ningspunkt	Ljudnivå ALTO	Ljudnivå ALTO+	Ljudnivå ALT1	Sammanlagd ljudnivå ALTO +	Sammanlagd ljudnivå ALT1
A	36,5 dB	32,3 dB	33,7 dB	37,9 dB	38,3 dB
B	35,2 dB	34,2 dB	35,4 dB	37,8 dB	38,3 dB
C	35,1 dB	34,0 dB	35,1 dB	37,6 dB	38,1 dB
D	35,5 dB	32,7 dB	33,9 dB	37,3 dB	37,7 dB
E	38,8 dB	30,3 dB	31,3 dB	39,4 dB	39,5 dB
F	34,7 dB	25,7 dB	26,8 dB	35,2 dB	35,3 dB

Sammanfattning av beräkningsresultaten och konsekvenserna:

- Bullret från kraftverken i alternativ ALT0+ och ALT1 understiger riktvärdet 40 dB vid omgivningens bostads- och fritidsbyggnader. Den högsta medelljudnivån infaller vid bostadsbyggnaden vid kontrollpunkt B för alternativ ALT0+ (34,2 dB) och alternativ ALT1 (35,4 dB).
- För alternativ ALT1 är den ljudnivå som uppstår vid de närmaste bostadsbyggnaderna cirka 1–1,5 dB högre än i alternativ ALT0+. Skillnaden beror på kraftverkens placering samt de högre bullerutsläpp som används för alternativet ALT1.
- De granskade projekten har en väsentlig sammantagen bullerkonsekvens vid kontrollpunkterna A–D, där bullernivån som orsakas av det granskade projektet och de omgivande projekten är av samma storleksnivå.
- Vid kontrollpunkterna E och F, som ligger längre bort från projektområdet, orsakas väsentligt buller från de omgivande projekten, och genomförandet av det granskade projektet ökar inte märkbart det uppkomna bullret (förändring mindre än 1 dB).
- Det sammantagna bullret överskrider inte riktvärdet på 40 dB vid kontrollpunkterna i de granskade situationerna.

5.3 Lågfrekvent buller

Lågfrekvent buller granskades vid kontrollpunkterna enligt tabell 6. Den obalanserade ljudnivån beräknades för 1/3 oktavbandsfrekvensområdena 20–200 Hz vid kontrollpunkterna "utomhus". Baserat på de ljudnivåer som orsakas utomhus kalkylerades den lågfrekventa inomhusljudnivån med hänsyn tagen till byggnadens genomsnittliga fasads ljudisolering genom att använda ljudnivåskillnadsvärdena från tabell 3. Jämförelsen gjordes separat med ljudnivåskillnadsvärden enligt DSO 1284-metoden samt Anojanssi-projektets värden. Resultaten jämfördes med bostadshälsoförordningens åtgärdsgränsvärden för lågfrekvent buller.

Detaljerade beräkningsresultat presenteras i bilaga 7. Enligt beräkningarna underskreds lågfrekvent bulleråtgärdsgränsvärdena vid kontrollpunkterna i alla granskade situationer. Ljudnivån minskar med ökat avstånd, vilket innebär att lågfrekvent buller underskrider åtgärdsgränsvärdena även vid objekt längre bort från kontrollpunkterna.



14.3.2025

6 Slutsatser

Enligt bullermodelleringen underskrider ljudnivån i de granskade alternativen, ALT0+ och ALT1, riktvärdet 40 dB vid miljöns bostads- och fritidsbyggnader. I alternativ ALT1 är bullernivån från de kringliggande områdena marginellt högre, men skillnaden är omkring 1–1,5 dB för de närmaste bostads- och fritidsbyggnaderna och kan i praktiken inte förnimmas med hörseln. Vid bostads- och fritidsfastigheterna underskrider ljudnivån åtgärdsgränsvärdena för lågfrekvent buller i båda alternativen ALT0+ och ALT1.

Området utsätts också för vindkraftsbuller från andra vindkraftsprojekt i omgivningen. Enligt beräkningen kan en sammantagen bullerkonsekvens uppstå särskilt på norra sidan av projektområdet vid kontrollpunkterna A-D. För övriga bostads- och fritidsbyggnader i omgivningen är påverkan från andra vindkraftsprojekt större och det granskade projektet ökar inte väsentligt det upplevda bullret. Enligt bullerberäkningen underskrider det sammantagna bullret vid miljöns bostads- och fritidsbyggnader riktvärdet 40 dB för utomhusbuller samt åtgärdsgränsvärdena för lågfrekvent buller inomhus.

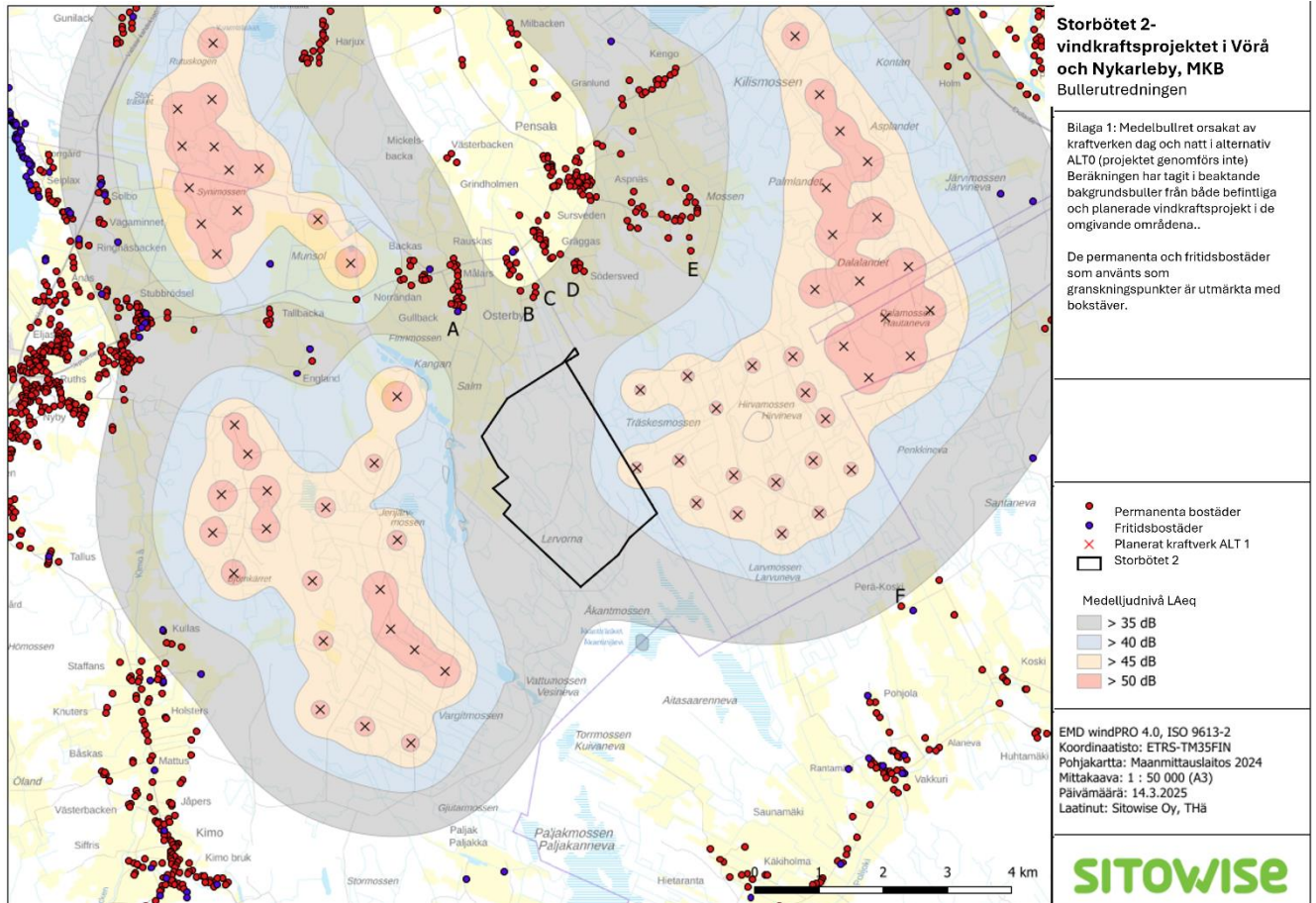
7 Källförteckning

- 1 Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016, Tuulivoimalarakentamisen suunnittelu, Ympäristöministeriö, 2016.
- 2 Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista 1107/2015. Voimaantulo: 1.9.2015. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20151107>
- 3 Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön asetus 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Voimaantulo: 15.5.2015. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150545>
- 4 Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014, Tuulivoimaloiden melun mallintaminen, Ympäristöministeriö, 2014.
- 5 ISO 9613-2:1996. Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: General method of calculation”, International Organization for Standardisation
- 6 The Danish Ministry of the Environment. 2011. Statutory Order on Noise from Wind Turbines. Translation of Statutory Order no.1284 of 15 December 2011. 14 s.
- 7 Turun Ammattikorkeakoulu, Miksi ympäristömelu häiritsee? Anojanssi-projektin loppuraportti, 2020.
- 8 Dalalandetin tuulivoimahanke, Ympäristövaikutusten arviointiselostus, Sitowise Oy, 25.2.2024.
- 9 Ympäristöministeriön muistio YM9/551/2016, Yhteenveto tuulivoimaloiden melupäästöjen takuuarvon käyttämisestä meluselvityksissä liittyvästä kyselystä, Ympäristöministeriö, 2016.



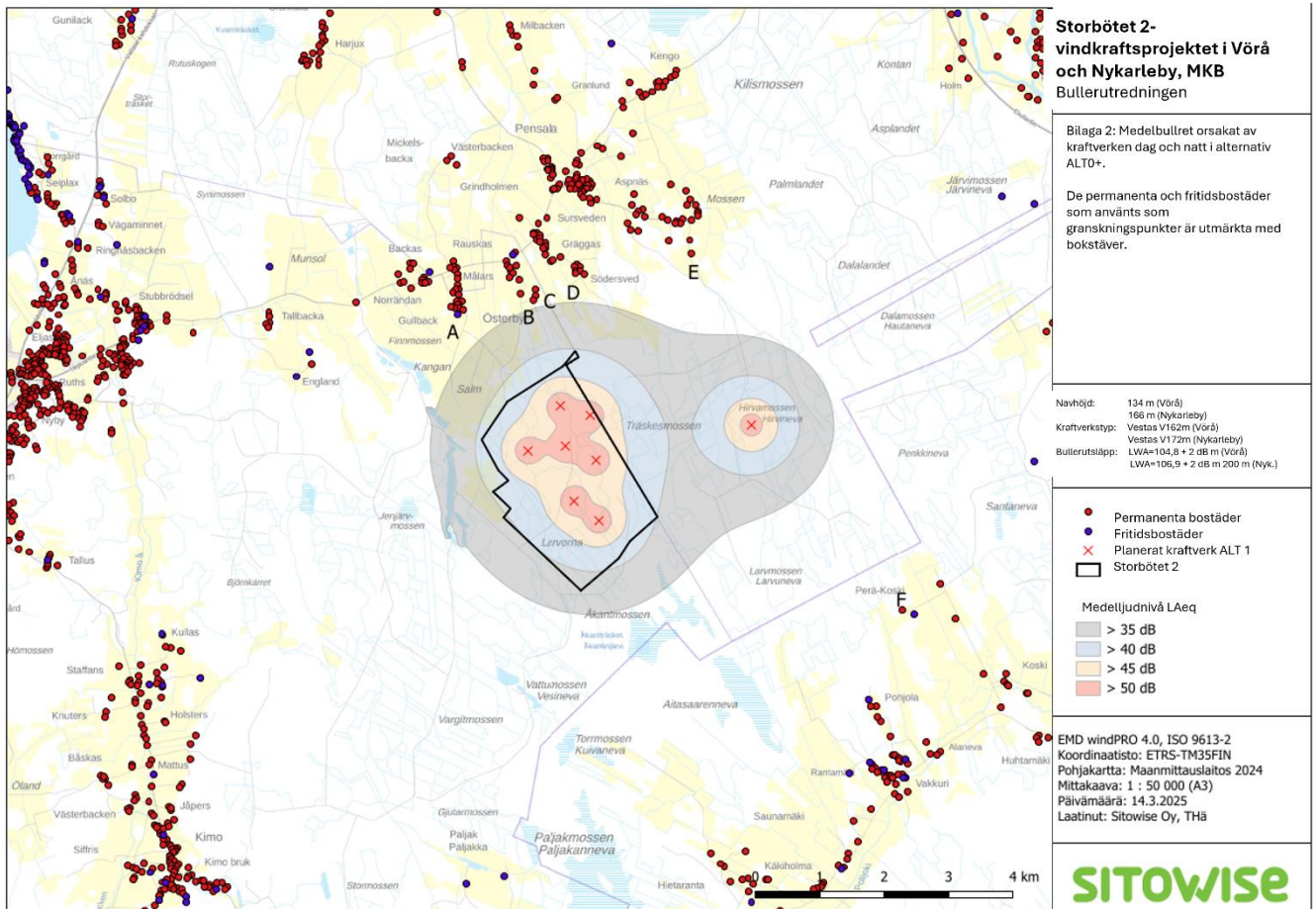
14.3.2025

Bilaga 1. Alternativ ALT0 – Genomsnittlig ljudnivå under dag och natt orsakad av vindkraftverk i det alternativ där projektet inte genomförs. Beräkningen har fokuserat på bakgrundsbulle från både befintliga och planerade vindkraftsprojekt i de omgivande områdena.



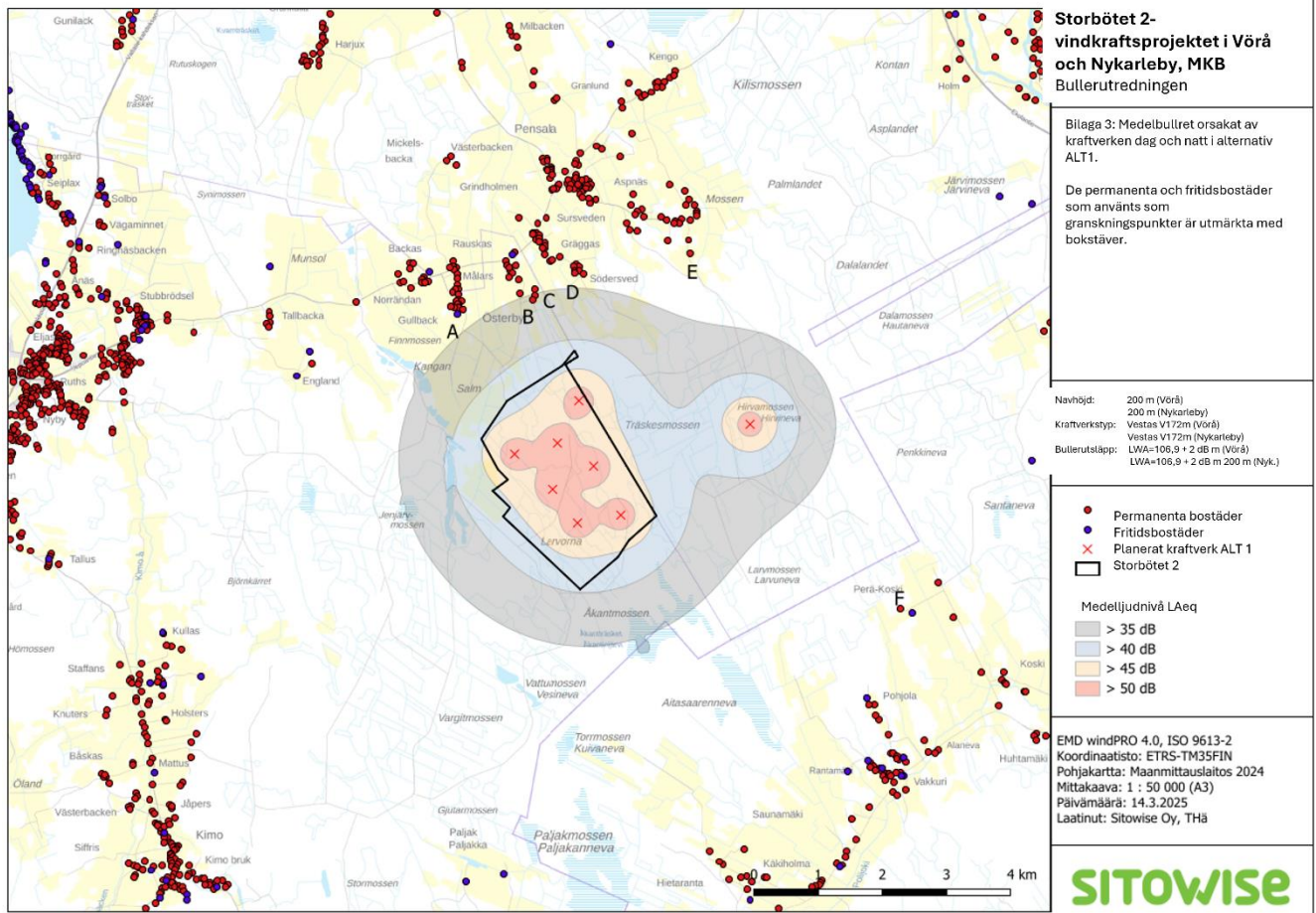
14.3.2025

Bilaga 2. Alternativ ALT0 – Genomsnittlig ljudnivå under dag och natt orsakad av vindkraftverk. Tar inte buller från vindkraftverk i andra omgivande vindkraftsprojekt i beaktande.



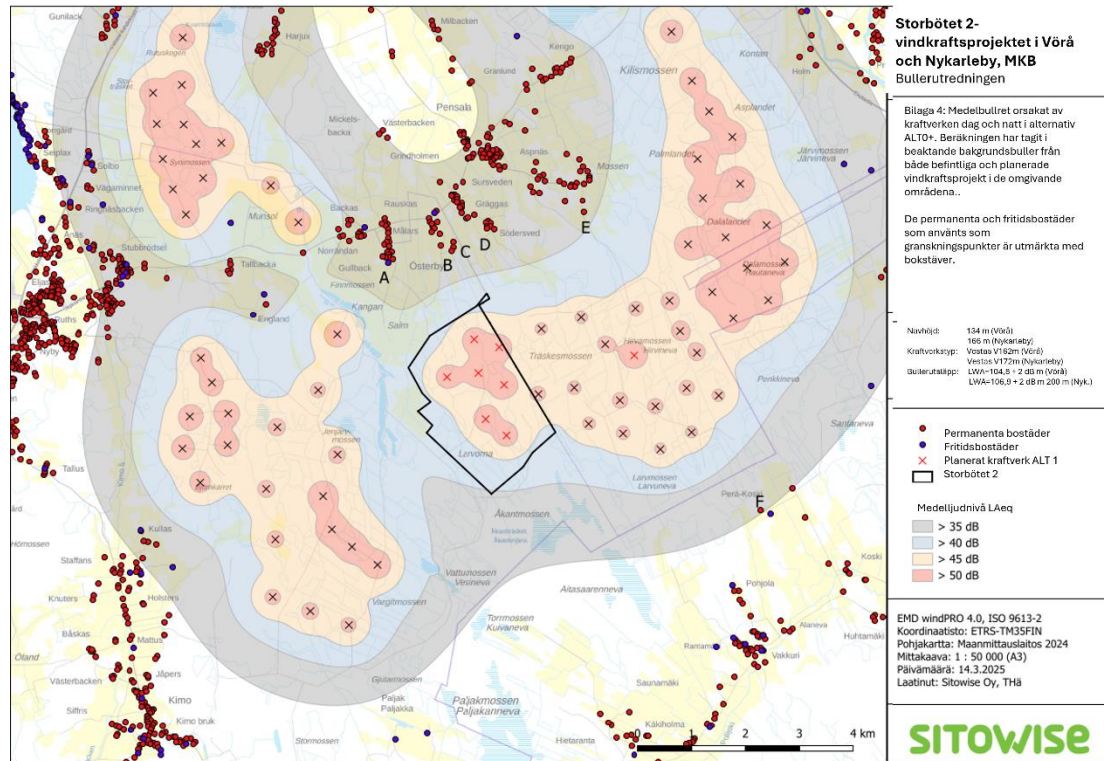
14.3.2025

Bilaga 3. Alternativ ALT1 – Genomsnittlig ljudnivå under dag och natt orsakad av vindkraftverk. Tar inte buller från vindkraftverk i andra omgivande vindkraftsprojekt i beaktande.



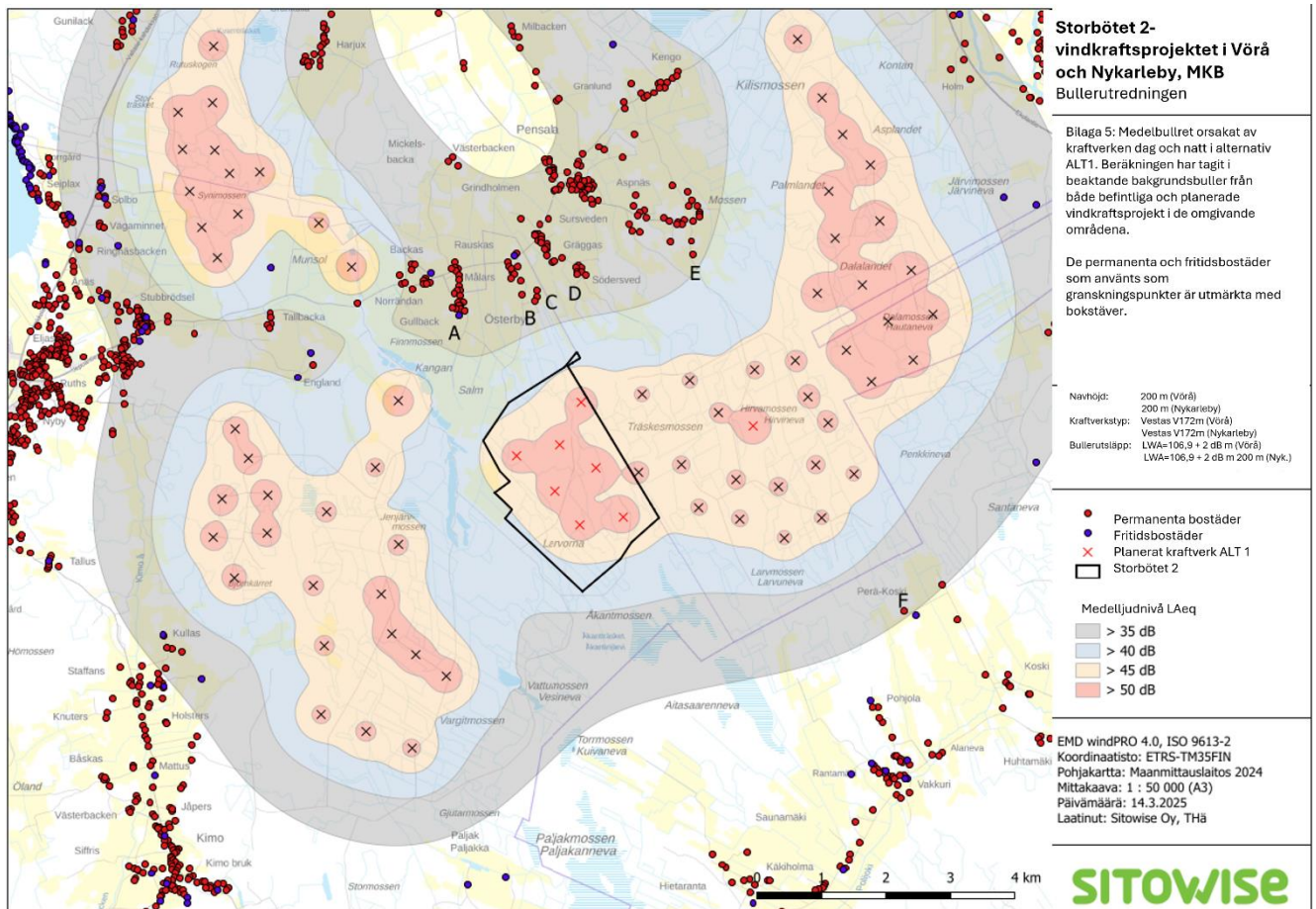
14.3.2025

Bilaga 4. Alternativ ALT0 – Genomsnittlig ljudnivå under dag och natt orsakad av vindkraftverk. Beräkningen inkluderar projektets sammantagna konsekvenser, och beaktar både befintliga och planerade vindkraftsprojekt i de omgivande områdena (kombinerat ljud).



14.3.2025

Bilaga 5. Vindkraftverkens dag- och nattmedelljudnivå i alternativet ALT1. Beräkningen har beaktat projektets sammantagna konsekvenser med befintliga och planerade vindkraftsprojekt i kringliggande områden (sammantaget buller).



14.3.2025

Bilaga 6. Modelleringsrapport

Information om utförare	
	Rapporten godkänd: 14.3.2025
Organisation: Sitowise Oy, Linnoitustie 6 D, 02600 Espoo, p. 020 747 6000 (vaihte)	
Ansvarsperson: Toni Hägerth	
Gjord av: Toni Hägerth	Granskare: Vesa Vähäkuopus
Programdata	
Modelleringsprogram och version: EMD windPRO 4.0	Modelleringsmetod: ISO 9613-2

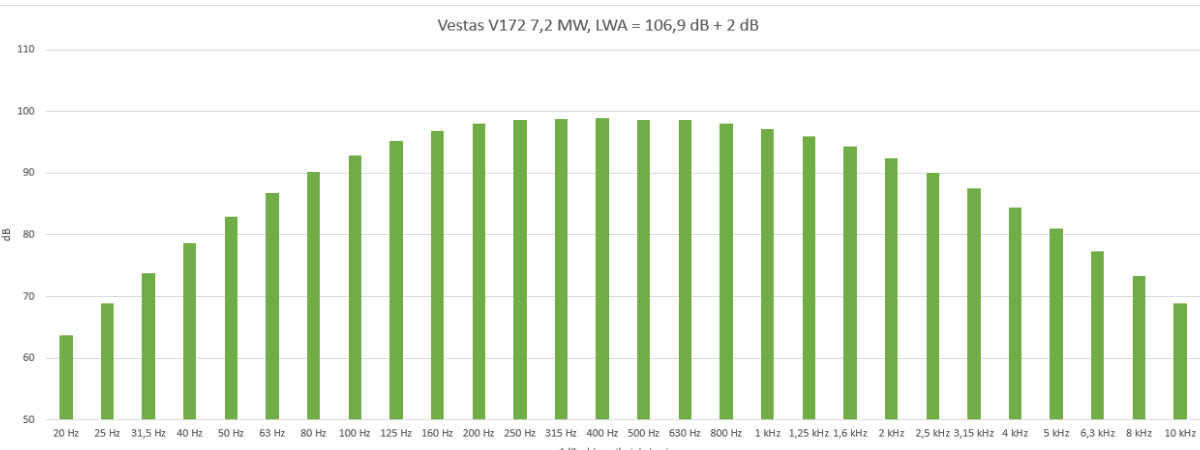
AKUSTISK INFORMATION/UTGÅNGSDATA			
Höjd		Rutstorlek	
4 m		25 m x 25 m	
Relativ fuktighet		Temp.	
70 %		15 °C	
Terrängmodell			
Källa: Maanmittauslaitos, avoin data		Vågrät resolution: 10 m	Lodrät resolution: 1,4 m
Absorption och albedo koefficienter enligt			
ISO 9613-2			
Vattenområden, (0) / (G)		0	
Markområden, (0,4) / (A-D/E-F)		0,4	
Atmosfärens stabilitet//meteorologisk korrigering			
Neutral, (0): ja			
Kraftverkens ljud, riktande och dämpning			
Rymd			
Antal exponerade invånare och objekt, st (utan bullerbekämpning/kraftverksstyrning) ALT0+			
Permanenta bostäder: 0 kpl		Fritidsbostäder: 0 kpl	Vård och läroinr.: 0 kpl
Rekreationsområden: 0 kpl		Naturskyddsområden: 0 kpl	
Antal exponerade invånare och objekt, st (utan bullerbekämpning/kraftverksstyrning) ALT1			
Invånare: 0 kpl		Fritidsbostäder: 0 kpl	Vård och läroinr.: 0 kpl
Rekreationsområden: 0 kpl		Naturskyddsområden: 0 kpl	



14.3.2025

Kraftverken i ALT1, ALT0+ i Nykarleby samt Dalalandet

KRAFTVERKENS DATA:					
Tillverkare: Vestas			Typ: V172 7,2 MW PO7200 (with serrated trailing edges)		Serienummert:
Nominell effekt: 7,2 MW	Navhöjd: ALT1 Vöyri 200 m ALT0+ Uusik. 166 m ALT1 Uusik. 200 m Da-lalandet 215 m		Rotordiameter: 172 m		Tornets typ: Cylindertorn
Möjligheter att påverka bullret i drift och effekten av detta					
Bladriktande		Roteringshastighet			
Ja	dB	Ja	dB		dB
Nej	okänt	Nej	okänt		dB

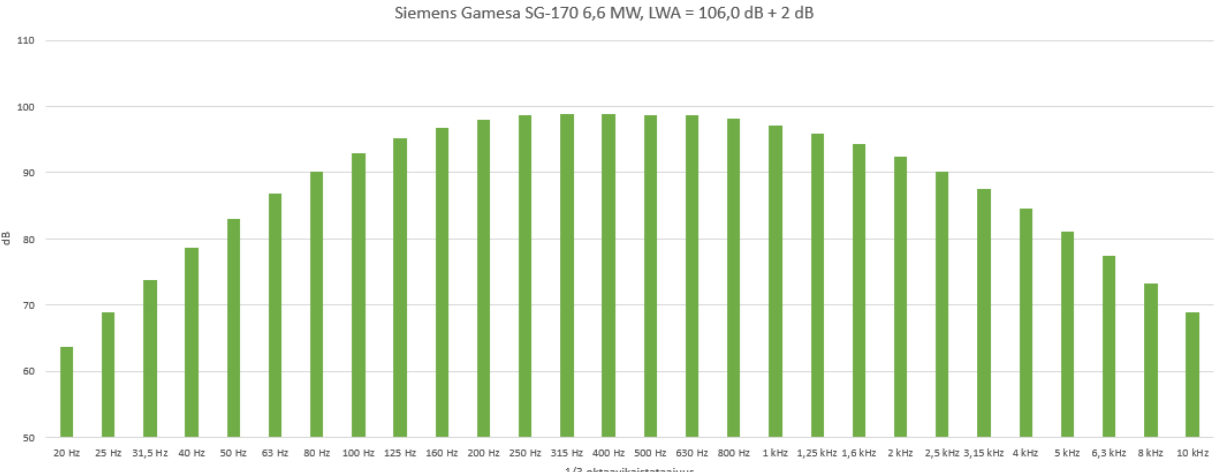
AKUSTISK INFORMATION/UTGÅNGSDATA							
Bullerutsläpp: Vestas V172 7.2 MW (enligt tillverkaren + 2 dB för säkerhets skull)							
Vestas V172 7,2 MW, LWA = 106,9 dB + 2 dB 							
Annan informtion							
Smalband/Tonalitet		Impulsartat		Amplitudimodulation		Annat, vad	
Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej



14.3.2025

Kraftverken i Sandbacken och Vargitmossen

KRAFTVERKENS DATA:					
Tillverkare: Siemens			Typ: Gamesa SG-170 6,6 MW		Serienummert:
Nominell effekt: 6,6 MW	Navhöjd: ALT1 Vöyri 200 m ALT0+ Uusik. 166 m ALT1 Uusik. 200 m Da- lalandet 215 m		Rotordiameter: 170 m		Tornets typ: Cylindertorn
Möjligheter att påverka bullret i drift och effekten av detta					
Bladriktande		Roteringshastighet			
Ja	dB	Ja	dB		dB
Nej	okänt	Nej	okänt		dB

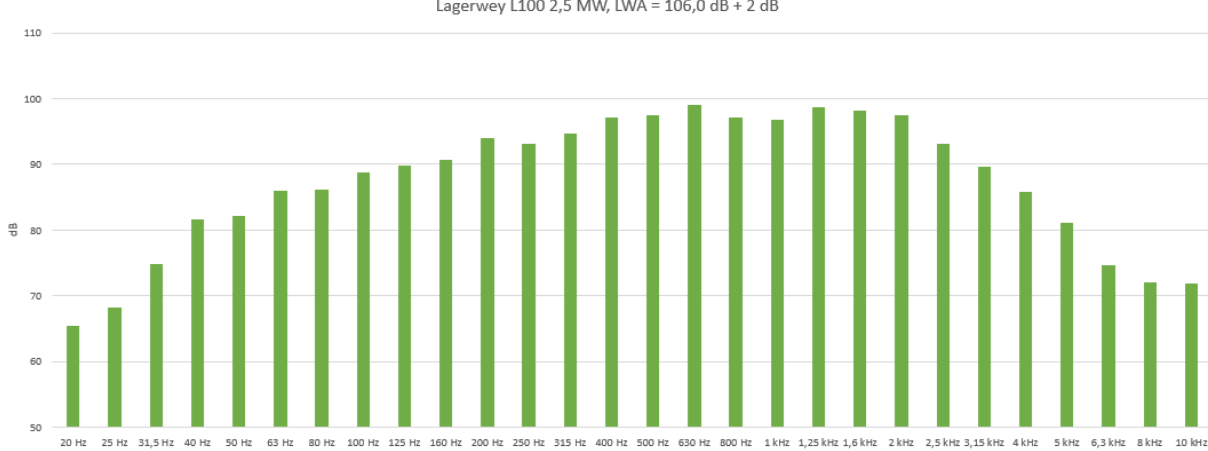
AKUSTISK INFORMATION/UTGÅNGSDATA							
Bullerutsläpp: Siemens Gamesa SG-170 6,6 MW (enligt tillverkaren + 2 dB för säkerhets skull)							
Siemens Gamesa SG-170 6,6 MW, LWA = 106,0 dB + 2 dB  1/3 oktaavikaistajuus							
Annan informtion							
Smalband/Tonalitet		Impulsartat		Amplitudimodulation		Annat, vad	
Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej



14.3.2025

Norpig-projektets kraftverk

KRAFTVERKENS DATA:					
Tillverkare: Lagerwey			Typ: L100-2,5 MW		Serienummert:
Nominell effekt: 2,5 MW	Navhöjd: 100 m		Rotordiameter: 100 m		Tornets typ: Cylindertorn
Möjligheter att påverka bullret i drift och effekten av detta					
Bladriktande		Roteringshastighet			
Ja	dB	Ja	dB		dB
Nej	okänt	Nej	okänt		dB

AKUSTISK INFORMATION/UTGÅNGSDATA							
Bullerutsläpp: Lagerwey L100-2,5 MW (enligt tillverkaren + 2 dB för säkerhets skull)							
Lagerwey L100 2,5 MW, LWA = 106,0 dB + 2 dB  1/3 oktaavikaistataajuus							
Annan information							
Smalband/Tonalitet		Impulsartat		Amplitudimodulation		Annat, vad	
Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej



14.3.2025

Jeppo-projektets kraftverk

KRAFTVERKENS DATA:					
Tillverkare: Vestas			Typ: V126 3,3 MW		Serienummert:
Nominell effekt: 3,3 MW		Navhöjd: 137 m		Rotordiameter: 126 m	Tornets typ: Cylindertorn
Möjligheter att påverka bullret i drift och effekten av detta					
Bladriktande		Roteringshastighet			
Ja	dB	Ja	dB		dB
Nej	okänt	Nej	okänt		dB

AKUSTISK INFORMATION/UTGÅNGSDATA							
Bullerutsläpp: Vestas V126 3,3 MW (enligt tillverkaren + 2 dB för säkerhets skull)							
Vestas V126 3,3 MW, LWA = 106,0 dB + 2 dB  1/3 oktaavikaistataajuus							
Annan informtion							
Smalband/Tonalitet		Impulsartat		Amplitudimodulation		Annat, vad	
Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej



14.3.2025

Storbacken-projektets kraftverk

KRAFTVERKENS DATA:					
Tillverkare: Vestas			Typ: V150 4,2 MW		Serienummert:
Nominell effekt: 4,2 MW	Navhöjd: 150 m		Rotordiameter: 140 m		Tornets typ: Cylindertorn
Möjligheter att påverka bullret i drift och effekten av detta					
Bladriktande		Roteringshastighet			
Ja	dB	Ja	dB		dB
Nej	okänt	Nej	okänt		dB

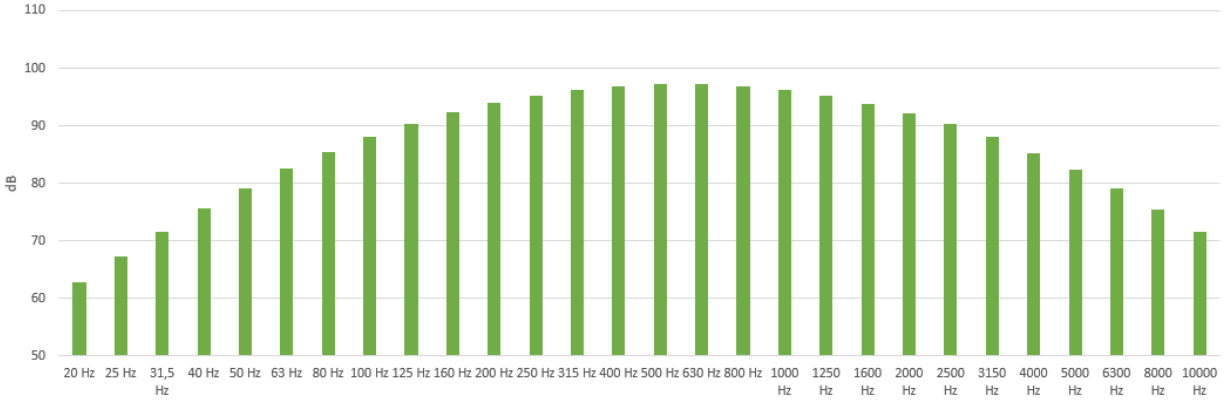
AKUSTISK INFORMATION/UTGÅNGSDATA							
Bullerutsläpp: Vestas V150 4,2 MW (enligt tillverkaren + 2 dB för säkerhets skull)							
Vestas V150 4,2 MW, LWA = 104,9 dB + 2 dB 1/3 oktaavikaistataajuus							
Annan information							
Smalband/Tonalitet		Impulsartat		Amplitudimodulation		Annat, vad	
Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej



14.3.2025

Kraftverken i alternativ ALT0+ samt i Björkbacken och Norkangas

KRAFTVERKENS DATA:					
Tillverkare: Vestas			Typ: V162 6,2 MW		Serienummert:
Nominell effekt: 6,2 MW		Navhöjd: ALT0+ Vörå 134 m Björkbacken 125 m Norkangas 169 m		Rotordiameter: 162 m	Tornets typ: Cylindertorn
Möjligheter att påverka bullret i drift och effekten av detta					
Bladriktande		Roteringshastighet			
Ja	dB	Ja	dB		dB
Nej	okänt	Nej	okänt		dB

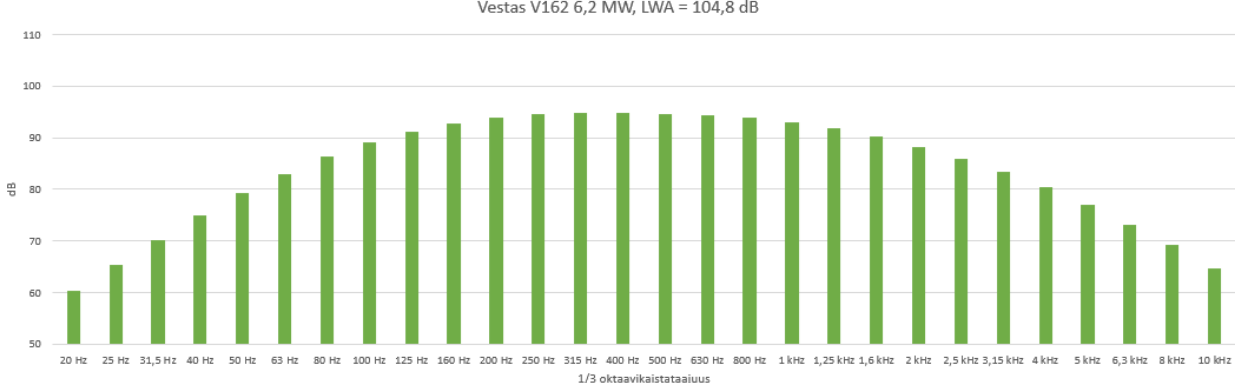
AKUSTISK INFORMATION/UTGÅNGSDATA							
Bullerutsläpp: Vestas V162 6,2 MW (enligt tillverkaren + 2 dB för säkerhets skull)							
Vestas V162 6,2 MW, LWA = 104,8 dB + 2 dB  1/3 oktaavikaistataajuus							
Annan informtion							
Smalband/Tonalitet		Impulsartat		Amplitudimodulation		Annat, vad	
Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej



14.3.2025

Storbötet 1-projektets kraftverk

KRAFTVERKENS DATA:					
Tillverkare: Vestas			Typ: V162 6,2 MW		Serienummert:
Nominell effekt: 6,2 MW		Navhöjd: 166 m		Rotordiameter: 162 m	Tornets typ: Cylindertorn
Möjligheter att påverka bullret i drift och effekten av detta					
Bladriktande		Roteringshastighet			
Ja	dB	Ja	dB		dB
Nej	okänt	Nej	okänt		dB

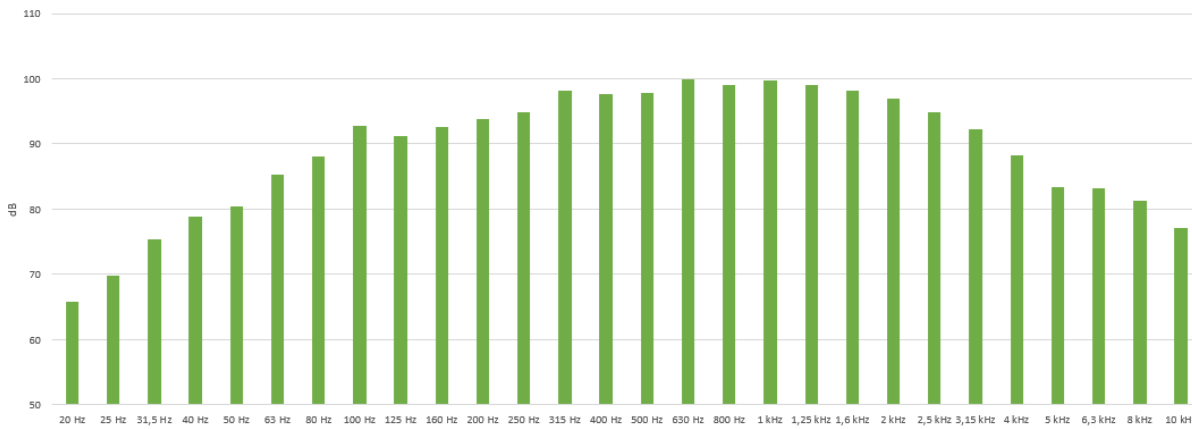
AKUSTISK INFORMATION/UTGÅNGSDATA							
Bullerutsläpp: Vestas V162 6,2 MW (garanterat av tillverkaren, dokument. nr. 0116-1715_03)							
Vestas V162 6,2 MW, LWA = 104,8 dB  1/3 oktaavikaistataajuus							
Annan informtion							
Smalband/Tonalitet		Impulsartat		Amplitudimodulation		Annat, vad	
Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej



14.3.2025

Mörknässkogens och Trolkullens kraftverk

KRAFTVERKENS DATA:					
Tillverkare: Nordex			Typ: N163-5,7		Serienummert:
Nominell effekt: 5,7 MW		Navhöjd: 159 m		Rotordiameter: 162 m	Tornets typ: Cylindertorn
Möjligheter att påverka bullret i drift och effekten av detta					
Bladriktande		Roteringshastighet			
Ja	dB	Ja	dB		dB
Nej	okänt	Nej	okänt		dB

AKUSTISK INFORMATION/UTGÅNGSDATA							
Bullerutsläpp: Nordex N163 5,7 MW (enligt tillverkaren + 2 dB för säkerhets skull)							
Nordex N163 5,7 MW, LWA = 107,2 dB + 2 dB  1/3 oktaavikaistataajuus							
Annan informtion							
Smalband/Tonalitet		Impulsartat		Amplitudimodulation		Annat, vad	
Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej



14.3.2025

Bilaga 7. Resultat för lågfrekvent buller

Vid 6 granskningspunkter (A–F) undersöktes lågfrekvent ljud. Resultaten finns presenterade i diagrammen 1–15. Programvaran beräknade det obalanserade ljudnivån "ut" vid granskningspunkterna på 1/3 oktavband mellan frekvenserna 20–200 Hz. Utifrån de utgående ljudnivåerna har den lågfrekventa buller inomhusljudnivån beräknats med hänsyn till byggnadens genomsnittliga fasadjudisolering, med hjälp av ljudnivådifferenser som anges i tabell 1 nedan (samma som rapportens tabell 3). Jämförelsen har gjorts separat med ljudnivådifferenser enligt DSO 1284-metoden och Anojanssi-projektets värden. Resultaten har jämförts mot insatsvärden för lågfrekvent buller enligt hälsoföreskrifterna för boendemiljö.

Tabell 1: Ljudnivådifferenser för byggnadens yttre skal, som används vid bedömning av buller inomhus

Band / Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
DSO 1284 DL_σ / dB	6,6	8,4	10,8	11,4	13,0	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	21,2
Anojanssi- projektet DL_σ / dB	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13,0	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8

Sammanfattning av beräkningsresultaten för lågfrekvent buller

- Lågfrekvent bullernivå underskrider insatsvärden vid alla granskningspunkter: I de undersökta situationerna, över hela frekvensområdet, är nivån av lågfrekvent buller under insatsgränsvärdena vid varje granskningspunkt, oavsett vilken ljudnivådifferens som används.
- Projektet har sammantagna bullerkonsekvenser med andra vindkraftprojekt i omgivningen: Enligt beräkningarna underskrider även det kombinerade bullret från projektet och andra vindkraftprojekt insatsgränsvärdena vid varje granskningspunkt.



14.3.2025

Alternativ ALT0 (bakgrundsljud)

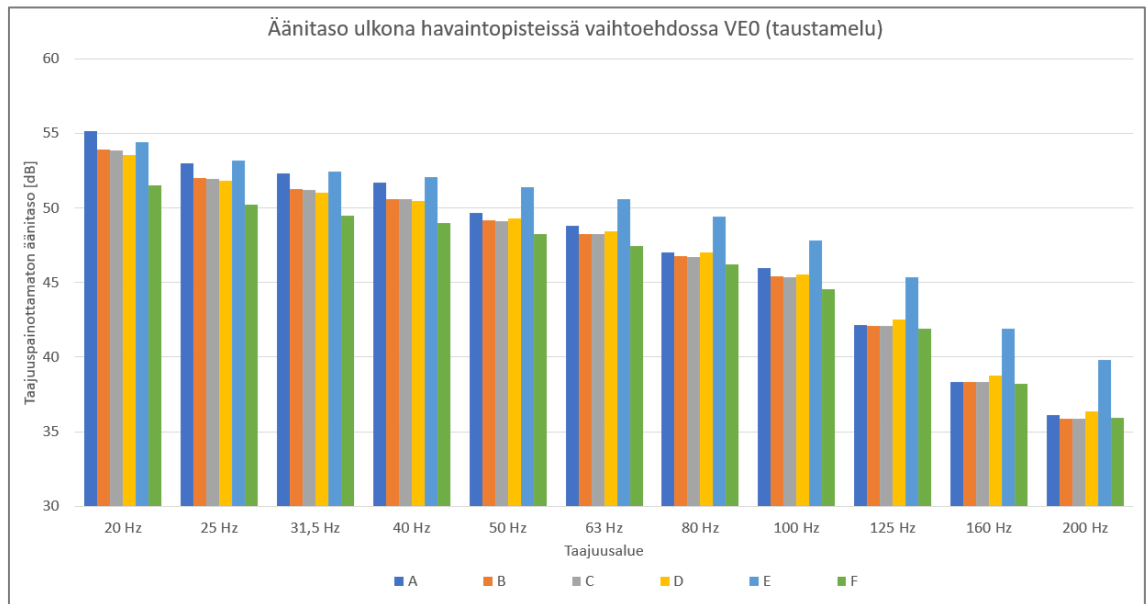


Bild 1 Ljudnivån utomhus i ALT0.

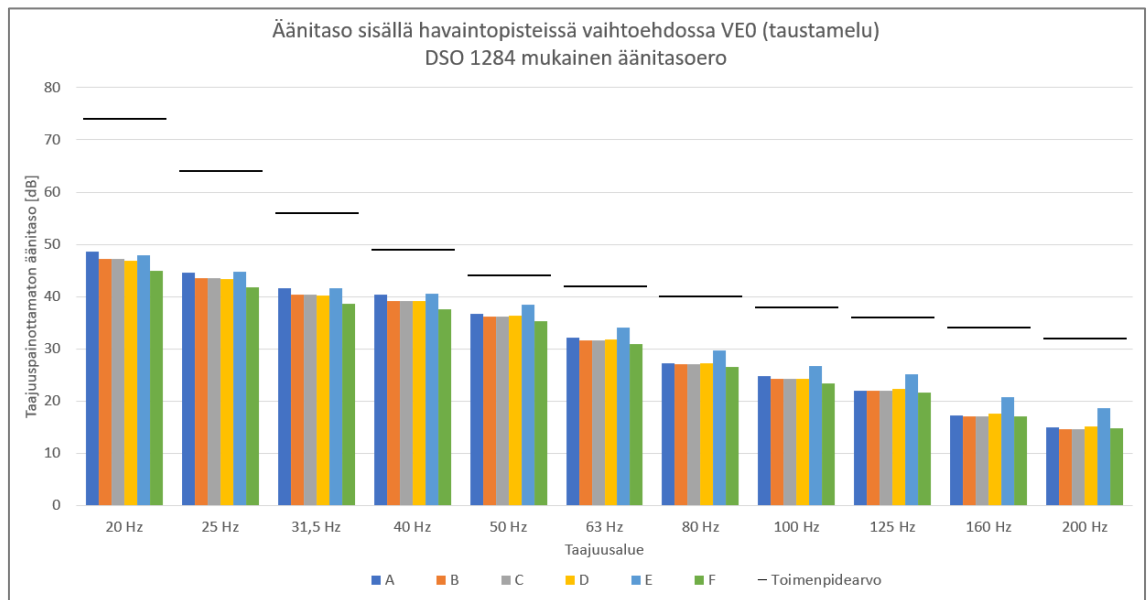


Bild 2 Ljudnivån inne enligt DSO 1284 ljudnivåskillnad i ALT0.



14.3.2025

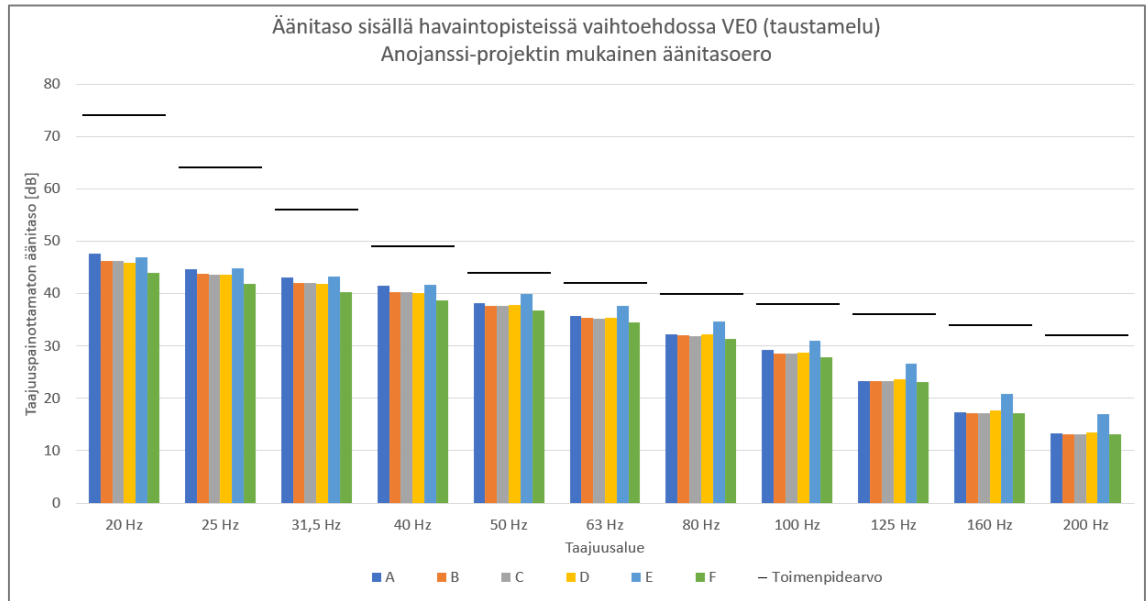


Bild 3 Ljudnivån inne enligt Anojanssi-projektets ljudnivåskillnad i ALTO

Alternativ ALTO +

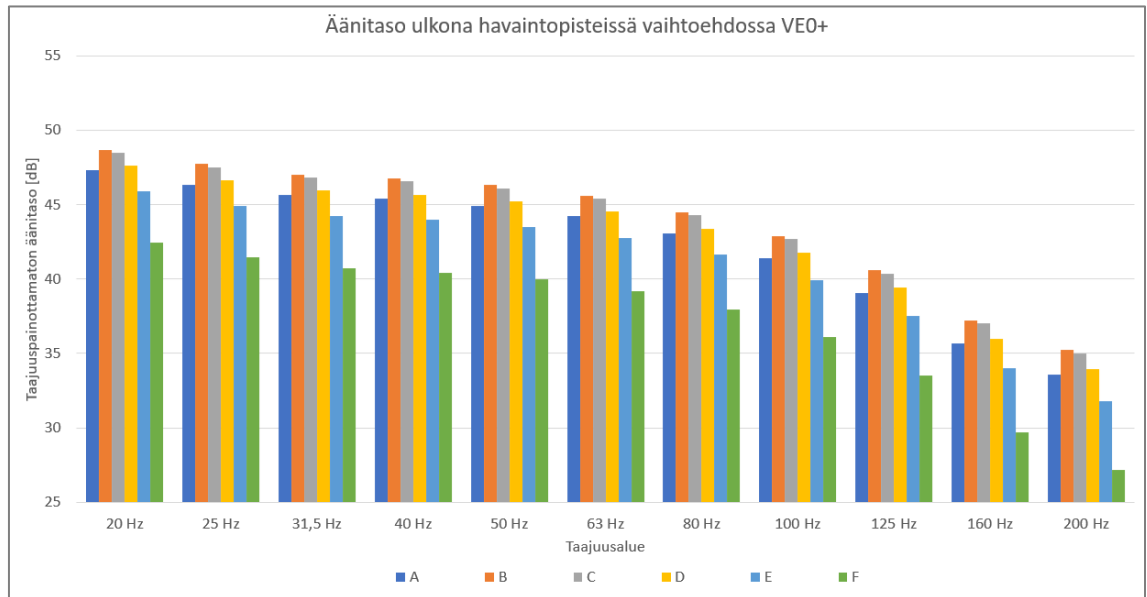


Bild 4 Ljudnivån utomhus i ALTO+.



14.3.2025

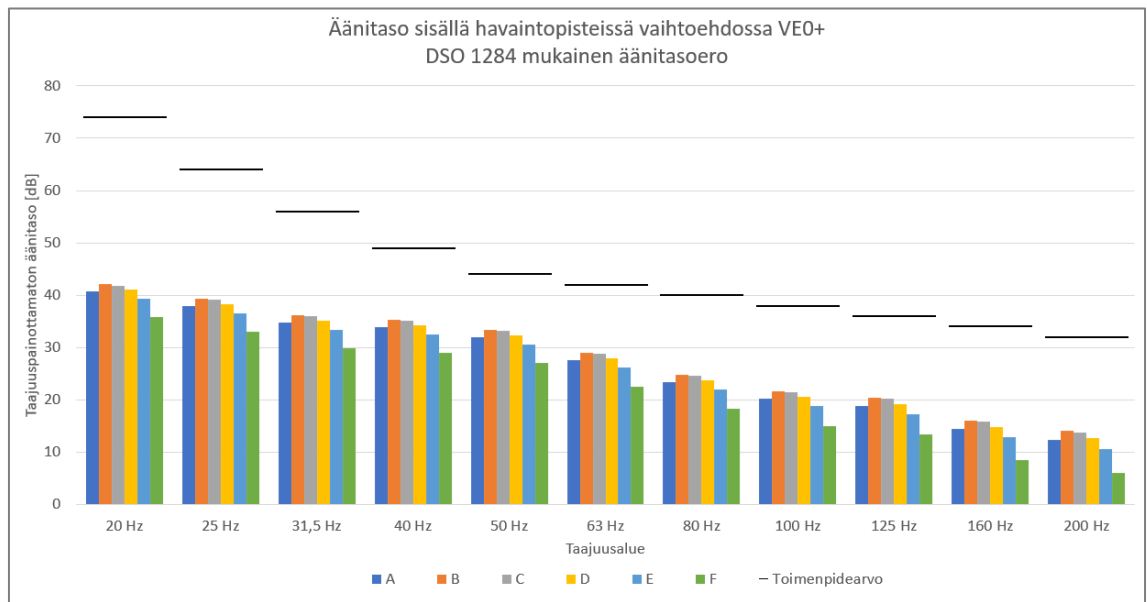


Bild 5 Ljudnivån inne enligt DSO 1284 ljudnivåskillnad i ALT0+.

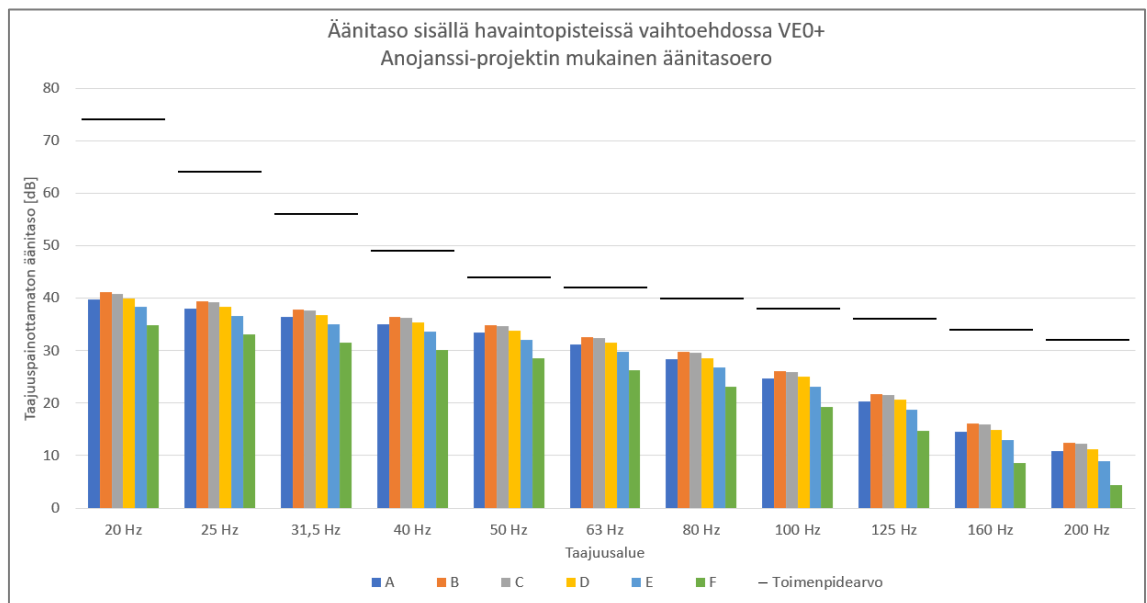


Bild 6 Ljudnivån inne enligt Anojanssi-projektets ljudnivåskillnad i ALT0+.



14.3.2025

Alternativ

ALT1

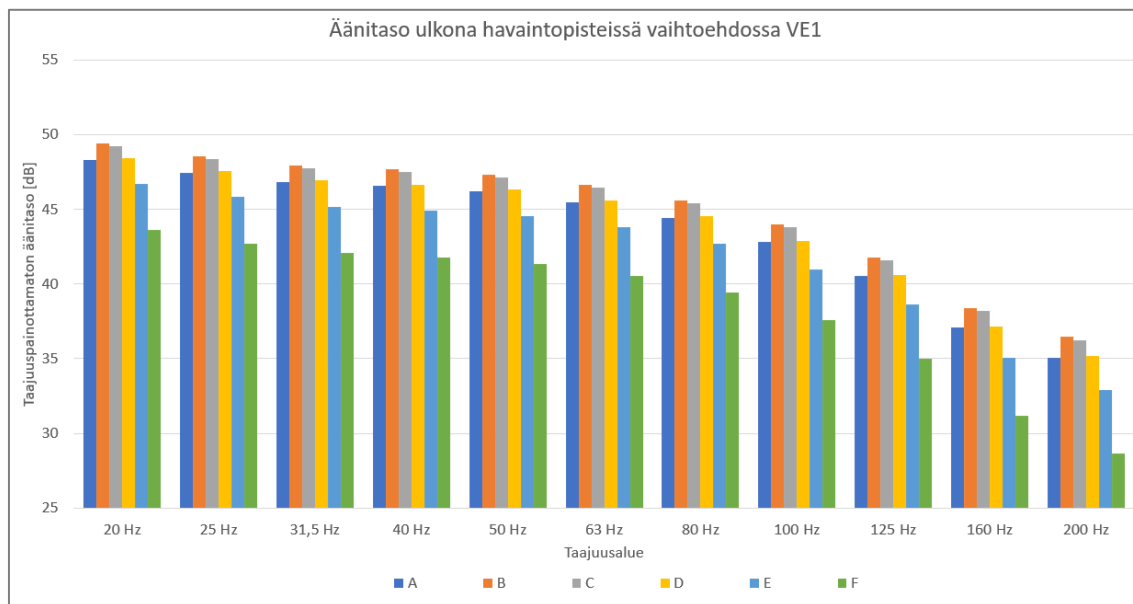


Bild 7 Ljudnivån utomhus i ALT1.

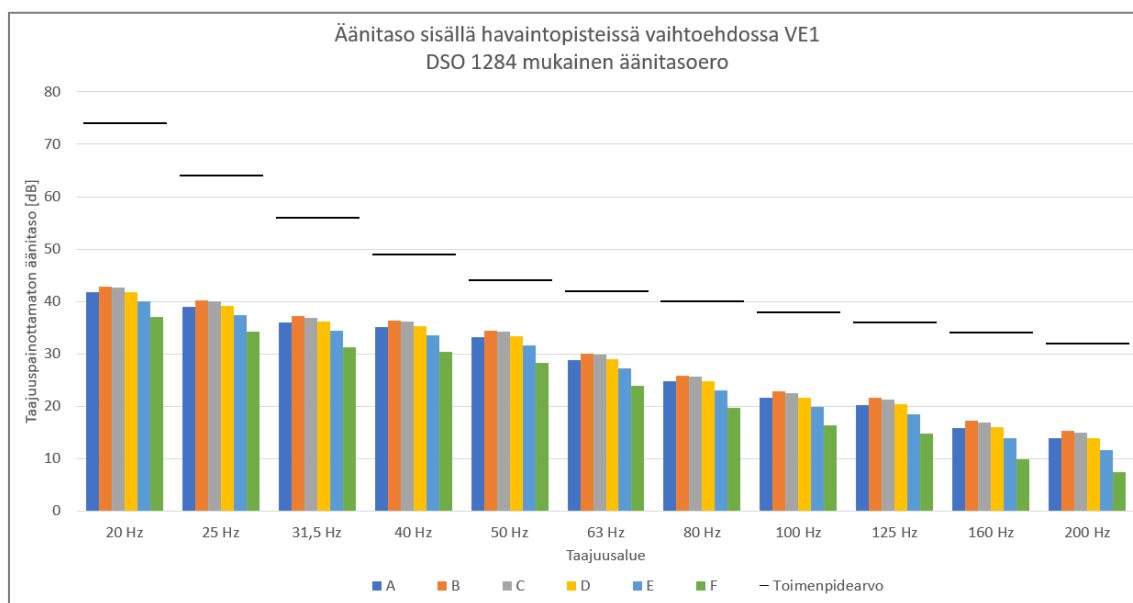


Bild 8 Ljudnivån inne enligt DSO 1284 ljudnivåskillnad i ALT1.



14.3.2025

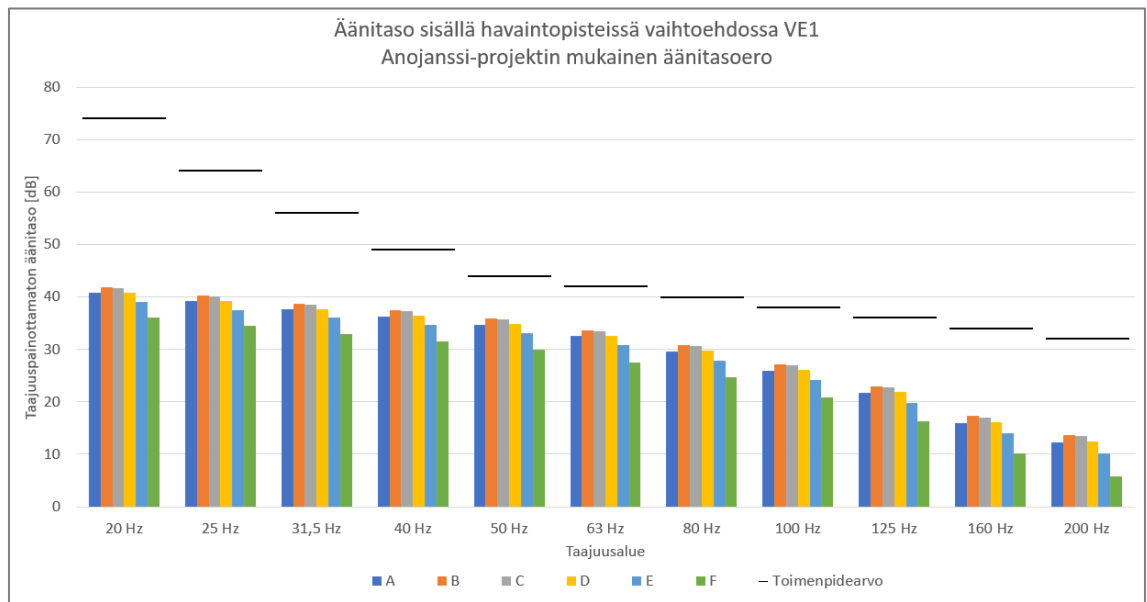


Bild 9 Ljudnivån inne enligt Anojanssi-projektets ljudnivåskillnad i ALT1

Alternativ ALT+ kombinerat buller

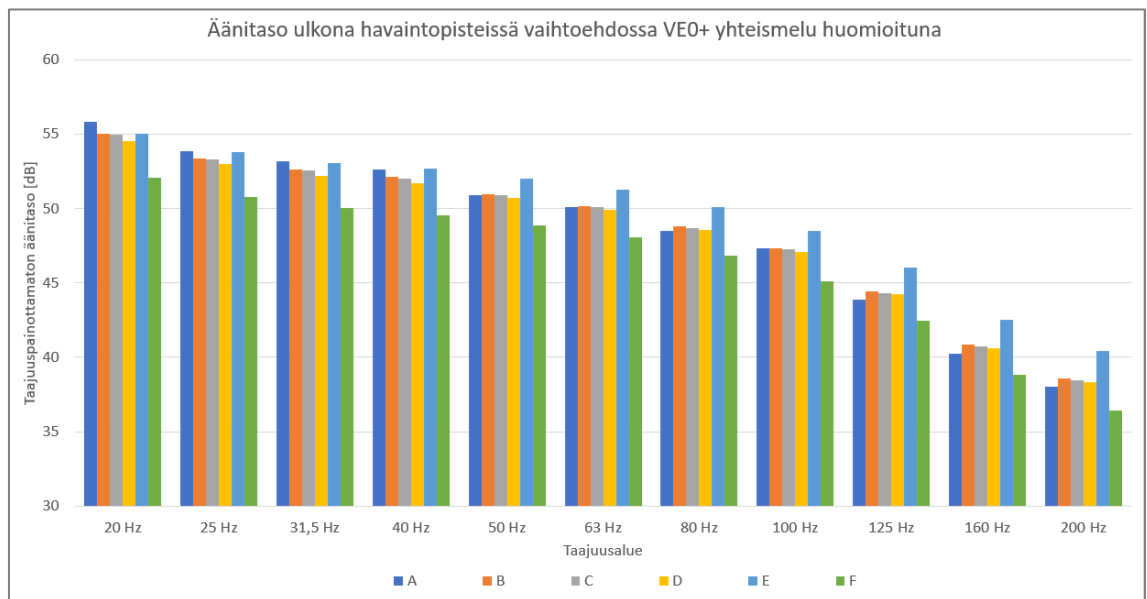


Bild 10 Ljudnivån utomhus i ALT0+. med beaktande av kombinerat buller.



14.3.2025

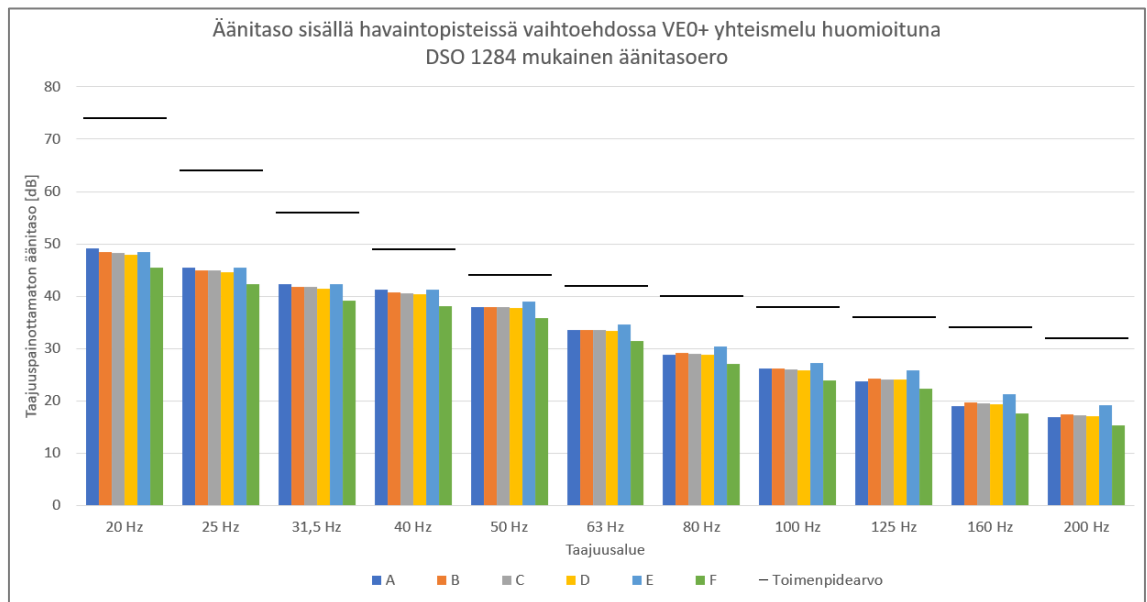


Bild 11 Ljudnivån inne enligt DSO 1284 ljudnivåskillnad i ALT0+ med beaktande av kombinerat buller.

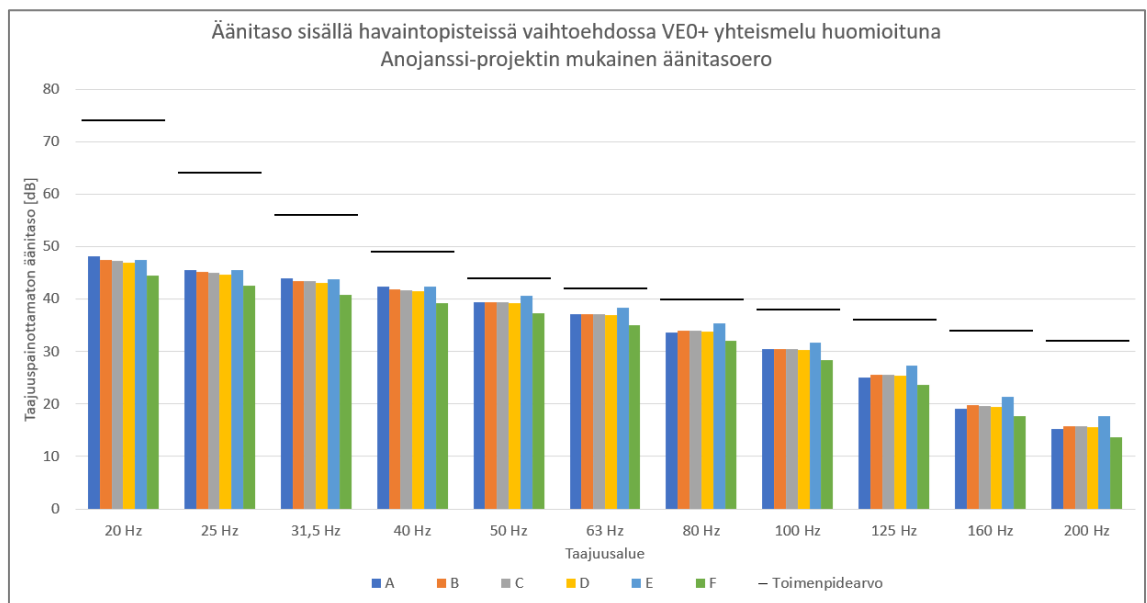


Bild 12 Ljudnivån inne enligt Anojanssi-projektets ljudnivåskillnad i ALT1 med beaktande av kombinerat buller.



14.3.2025



14.3.2025

Alternativ ALT1 kombinerat buller

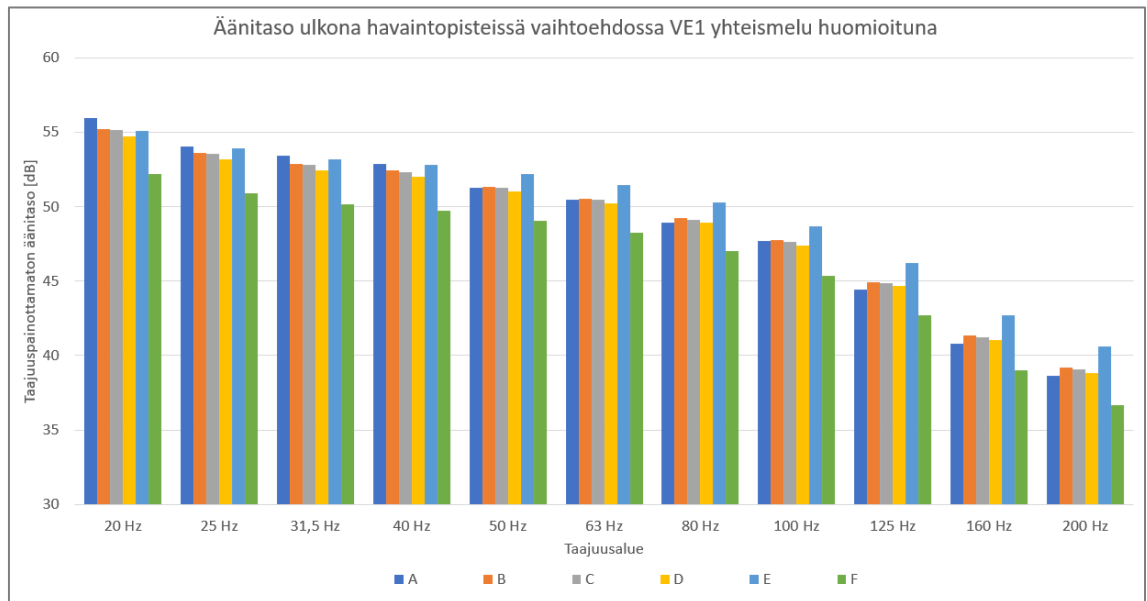


Bild 13 Ljudnivån utomhus i ALT1. med beaktande av kombinerat buller.

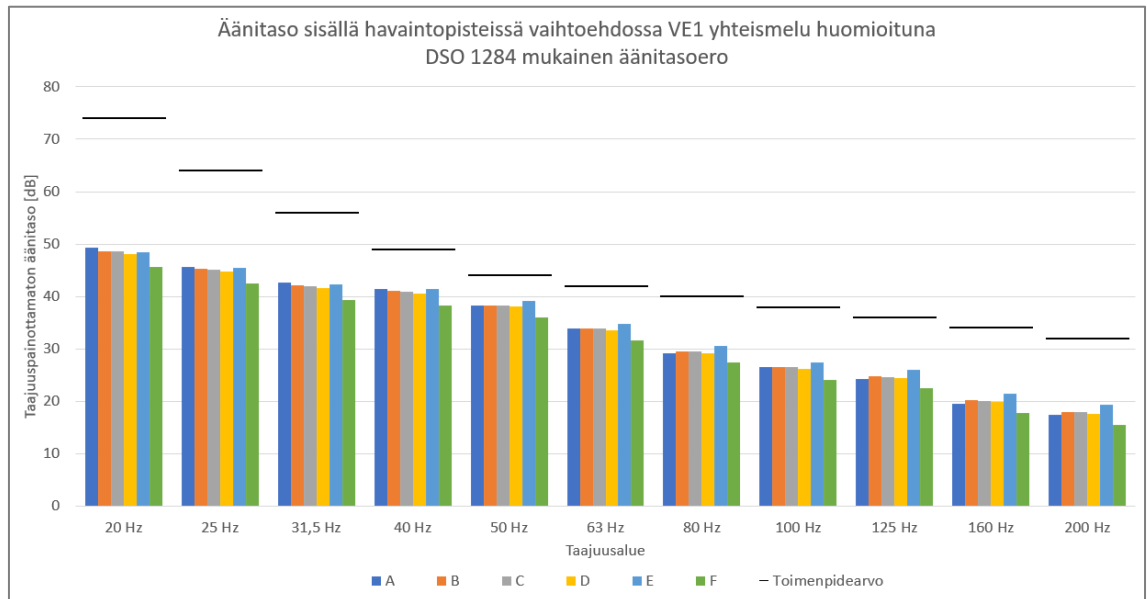


Bild 14 Ljudnivån inne enligt DSO 1284 ljudnivåskillnad i ALT1 med beaktande av kombinerat buller.



14.3.2025

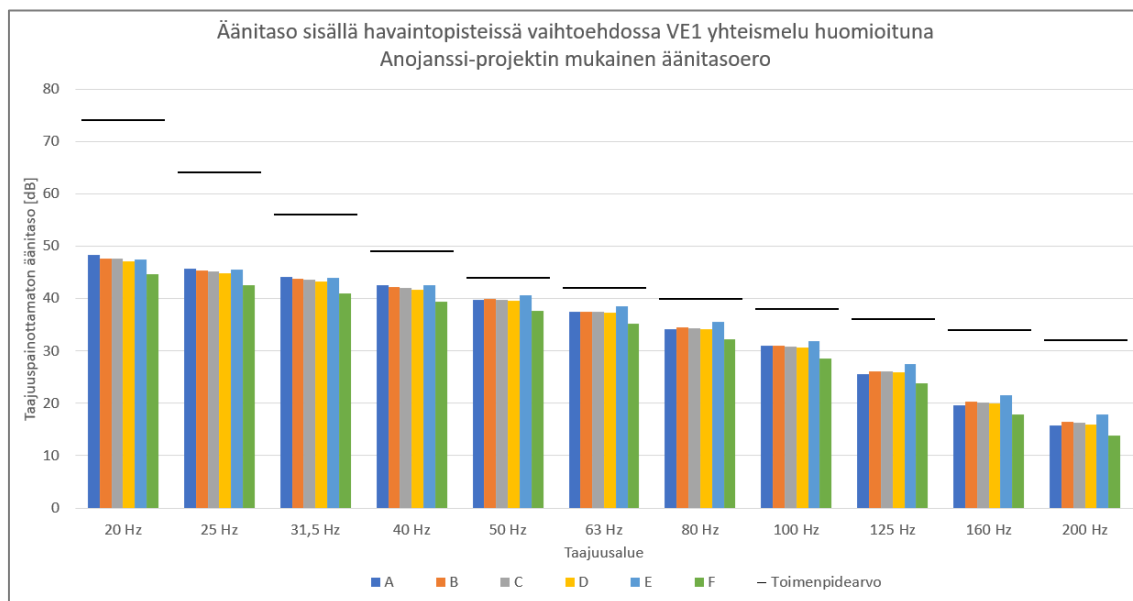


Bild 15 Ljudnivån inne enligt Anjonanssi-projektets ljudnivåskillnad i ALT1 med beaktande av kombinerat buller.

