

Kankalonselän tuulivoimahanke, Kauhajoki, YVA

Tuulivoimahankkeen meluselvitys

Liite 4

Päiväys	24.2.2025
Laatija	Toni Hägerth
Tarkastaja	Vesa Vähäkuopus
Projektinumero	YKK68360

24.2.2025

Sisällysluettelo

1	Taustatiedot	4
1.1	Selvitys ja kohde	4
1.2	Tilaaja	5
1.3	Tekijät	5
2	Tuulivoimat ja melu	5
3	Ohjearvot ja toimenpideraja-arvot	6
3.1	Melutason ohjearvot ulkona	6
3.2	Pienitaajuisten melun toimenpideraja-arvot sisätiloissa	6
4	Arviointimenetelmät ja lähtötiedot	7
4.1	Melulaskenta, laskenta-asetukset ja lähtötiedot	7
4.2	Suunniteltua hanketta ja läheisiä muita voimaloita koskevat lähtötiedot	8
5	Meluvaikutukset	10
5.1	Rakentamisen aikaiset vaikutukset	10
5.2	Voimaloiden toiminnan aikainen ulkomelu	10
5.3	Pienitaajuinen melu	12
6	Johtopäätökset	12
7	Viitteet	13

Liitteet:

- Liite 1 Tuulivoimaloiden aiheuttama päivä- ja yöajan keskiäänitaso vaihtoehdossa VE0. Melulähteinä on huomioitu ympäristön muiden tuulivoimahankkeiden voimat.
- Liite 2 Tuulivoimaloiden aiheuttama päivä- ja yöajan keskiäänitaso vaihtoehdossa VE1. Laskennassa ei ole huomioitu ympäristön muiden tuulivoimahankkeiden voimaloiden meluvaikutusta.
- Liite 3 Tuulivoimaloiden aiheuttama päivä- ja yöajan keskiäänitaso vaihtoehdossa VE2. Laskennassa ei ole huomioitu ympäristön muiden tuulivoimahankkeiden voimaloiden meluvaikutusta.
- Liite 4 Tuulivoimaloiden aiheuttama päivä- ja yöajan keskiäänitaso vaihtoehdossa VE1. Laskennassa on huomioitu ympäristön muiden tuulivoimahankkeiden voimaloiden meluvaikutus (yhteismelu).
- Liite 5 Tuulivoimaloiden aiheuttama päivä- ja yöajan keskiäänitaso vaihtoehdossa VE2. Laskennassa on huomioitu ympäristön muiden tuulivoimahankkeiden voimaloiden meluvaikutus (yhteismelu).



24.2.2025

- Liite 6 Mallinnustietojen raportti.
- Liite 7 Pienitaajuisen melun laskentatulokset.



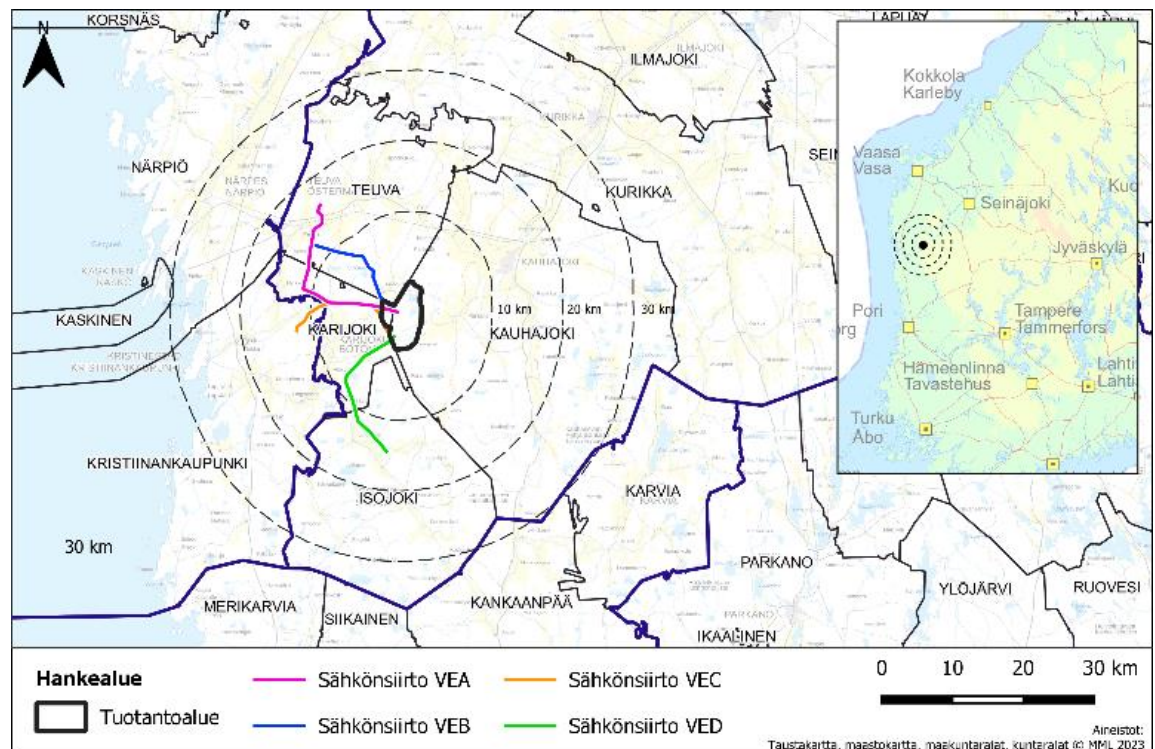
24.2.2025

Kankalonselän tuulivoimahanke, Kauhajoki, YVA

1 Taustatiedot

1.1 Selvitys ja kohde

Elements Suomi Oy suunnittelee Kauhajoen kaupungin ja Karijoen kunnan alueelle Kankalonselän tuulivoimahanke. Tuulivoimahanke muodostuu korkeintaan 35 tuulivoimalasta, joiden yksikköteho on korkeintaan 10 MW. Voimaloiden kokonaiskorkeus on enintään 350 m, josta voimalan napakorkeus on 225 metriä ja roottorin halkaisija 250 metriä. Tuulivoimaloiden lisäksi alueelle rakennetaan sähköasema sekä tarvittavat huoltotiet ja ilmajohtoyhteys sähköasemalle. Sitowise Oy laatii hanketta koskevaa ympäristövaikutusten arviointimenettelyä. Suunnitellun tuotantoalueen sijainti on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1 Suunnitellun tuotantoalueen sijainti on merkitty kuvaan mustalla (Lähde: YVA-ohjelma, Sitowise Oy)

Tässä selvityksessä tarkastellaan tuulivoimahankeksen meluvaikutuksia alueen ympäristöön.



24.2.2025

1.2 Tilaaja

Elements Suomi Oy

1.3 Tekijät

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

Toni Hägerth, FM, meluasiantuntija
Puh. +358 40 843 6485
toni.hagerth@sitowise.com

Vesa Vähäkuopus, DI, meluasiantuntija
Puh. +358 44 427 9590
vesa.vahakuopus@sitowise.com

2 Tuulivoimat ja melu

Ääni on aaltoliikettä, joka etenee väliaineessa. Melu puolestaan on ääntä, jonka kuulija kokee häiritseväksi, epämiellyttäväksi, tai joka on kuulolle haitallista. Äänen kokeminen meluna on subjektiivinen kokemus ja ihmisten herkkyys melulle vaihtelee. Äänen voimakkuuden mittayksikkönä käytetään desibeliä [dB], joka kuvaa havaitun äänenpainetason suuruutta verrattuna kuulokynnykseen. Voimakkuuden lisäksi äänen keskeisiä ominaisuuksia ovat taajuusjakauma sekä ajallinen vaihtelu.

Tuulivoimaloissa ääntä aiheutuu voimalan roottorin lavoista sekä koneistosta aiheutuvista äänistä. Näistä ensimmäinen on tavanomaisesti merkittävin. Tuulivoimaloissa melulähde sijaitsee korkealla, noin 100...250 m maanpinnan yläpuolella, jolloin voimalan melu pääsee leviämään esteittä ympäristöön. Melu on lapojen pyörimisen takia usein jaksottaisesti toistuvaa ja sisältää pienitaajuisia melua noin 20–200 Hz taajuusalueella. Pienitaajuiselle melulle on ominaista, että se vaimenee hitaasti ilmakehässä leviten kauas. Lisäksi se läpäisee hyvin rakenteita aiheuttaen mahdollisia haitallisia ääniä sisätiloissa. Tuulivoimaloiden äänen ominaisuudet, kuten voimakkuus, taajuus ja ajallinen vaihtelu, riippuvat tuulivoimalatyypistä, tuulivoimaloiden lukumäärästä, niiden etäisyyksistä toisiinsa sekä tuulen nopeudesta [1].

Ympäristön tarkastelupisteisiin aiheutuvan äänitason kannalta merkittävin tekijä on tarkastelupisteen etäisyys voimalasta/voimaloista. Lisäksi ympäristön akustisilla ominaisuuksilla on vaikutusta, koska esim. vesistöä pitkin ääni leviää kauemmas. Tämän takia tehokkain melun vaimennuskeino tuulivoimamelun osalta on riittävien suojaetäisyyksien asettaminen.



24.2.2025

3 Ohjearvot ja toimenpideraja-arvot

3.1 Melutason ohjearvot ulkona

Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 on esitetty tuulivoimalan toiminnasta aiheutuvan melun ohjearvot ulkona [2]. Ohjearvot on tarkoitettu sovellettavaksi maankäytön ja rakentamisen suunnittelussa, lupamenettelyssä ja valvonnassa, sekä ympäristönsuojelulain mukaisessa lupamenettelyssä ja valvonnassa. Ohjearvot ulkona on esitetty taulukossa 1.

Ohjearvot on määritetty melun A-painotetulle ekvivalenttitasolle eli keskiäänitasolle L_{Aeq} koko ohjearvon aikavälillä (päivällä klo 7–22 ja yöllä klo 22–7). Asetuksessa on lisäksi todettu, että mikäli melu on luonteeltaan iskumaista tai kapeakaistaista, tulee valvonnan yhteydessä saatuun mittaustulokseen lisätä 5 dB ennen tuloksen vertaamista ohjearvoon.

Taulukko 1 Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 annetut melutason ohjearvot.

Ohjearvot ulkona	Päivällä $L_{Aeq, klo 7-22}$	Yöllä $L_{Aeq, klo 22-7}$
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

3.2 Pienitaajuisen melun toimenpideraja-arvot sisätiloissa

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 545/2015 (asumisterveysasetus) on esitetty toimenpideraja-arvot sisätiloissa havaittavalle keskiäänitasolle ja pienitaajuiselle melulle [3]. Päivä- ja yöajan keskiäänitason toimenpideraja-arvot asuinhuoneissa ja oleskelutiloissa ovat $L_{Aeq,7-22} \leq 35$ dB ja $L_{Aeq,22-7} \leq 30$ dB. Pienitaajuisen melun toimenpideraja-arvot on esitetty taulukossa 2. Raja-arvot on annettu taajuuspainottamalle tunnin keskiäänitasolle $L_{eq,1h}$ taajuusalueella 20–200 Hz.

Taulukko 2 Pienitaajuisen melun toimenpideraja-arvot sisätiloissa.

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



24.2.2025

4 Arviointimenetelmät ja lähtötiedot

4.1 Melulaskenta, laskenta-asetukset ja lähtötiedot

Melun leviämislaskenta on tehty käyttäen Ympäristöministeriön laatiman Tuulivoimailoiden melun mallintaminen -ohjeen mukaisia menetelmiä ja laskentaparametrejä [4]. Laskenta on tehty laskentaohjelmalla windPRO 4.0 käyttäen ISO 9613-2 -laskentamallia [5]. Melulaskenta perustuu melun leviämiseen kolmiulotteisessa maastomallissa. Maastomallina on laskennassa käytetty maanmittauslaitoksen 10 x 10 m laserkeilausaineistoon perustuvaa pisteaineistoa. Maanpinnan akustisena kovuutena on käytetty laskennassa vesistöillä 0 (kova) ja muilla alueilla 0,4 (osittain kova). Laskennassa melukartan laskentapisteen sekä valittujen tarkastelupisteiden korkeutena on käytetty 4 m maan pinnasta.

Ympäristöministeriön mallinnusohjeen 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. Kyseistä korjausta ei ole huomioitu tässä selvityksessä, koska korkeusero ei täyty.

Melun leviämismallinnuksessa kullekin tuulivoimalalle asetetaan ohjelmistossa melupäästö eli lähtömelutaso. Lähtömelutason perusteella ohjelma laskee ympäristön tarkastelupisteisiin aiheutuvan äänitason huomioiden melun leviämiseen vaikuttavina tekijöinä etäisyysvaimennuksen, maanpinnan heijastusvaikutuksen ja ilmakehän tuottaman vaimennuksen.

Selvityksessä on laskettu tuulivoimapuiston ympäristöön ulkoalueille aiheutuva keskiäänitaso (L_{Aeq}). Keskiäänitaso vastaa tuulivoimailoiden aiheuttamaa päivä- ja yöajan keskiäänitaso päivänä/yönä, jona tuulen nopeus on vähintään 8 m/s 10 m korkeudella maan pinnasta. Tuloksia voidaan suoraan verrata valtioneuvoston päätöksessä 527/2014 esitettyihin melutason ohjearvoihin. Lisäksi on laskettu rakennuksiin kohdistuva pienitaajuinen melu taajuusalueella 20–200 Hz. Sisälle aiheutuvaa pienitaajuisista melua on arvioitu huomioiden DSO 1284 -menetelmän [6] mukainen rakennusten julkisivun äänitasoero sekä Turun Ammattikorkeakoulun Anojanssi-projektin raportissa [7] esitetty vaihtoehtoinen äänitasoero. Näistä Anojanssi-projektin äänitasoero on tuulivoimailoiden tyypillisillä ”ongelmataajuuksilla” 40..80 Hz muutamia desibelejä pienempi, mikä johtaa suurempiin sisä-äänitasoihin. Äänitasoerot on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3 Sisämelun arvioinnissa käytetyt rakennuksen ulkovaipan äänitasoerot

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



24.2.2025

4.2 Suunniteltua hanketta ja läheisiä muita voimaloita koskevat lähtötiedot

Tässä selvityksessä on tarkasteltu YVA:n vaihtoehtoja VE0, VE1 ja VE2. Vaihtoehdot ovat seuraavanlaiset:

- VE0: hanketta ei toteuteta
- VE1: hankkeessa toteutetaan 35 voimalaa
- VE2: hankkeessa toteutetaan 21 voimalaa

Voimaloiden kokonaiskorkeus on 350 m ja roottorin halkaisija on enimmillään 250 m. Näin ollen napakorkeutena on tarkasteluissa käytetty 225 m. Voimaloiden sijainti on esitetty taulukoissa 4 ja 5.

Taulukko 4 Vaihtoehdon VE1 tuulivoimaloiden sijainti.

Voimala	Itäinen koordinaatti (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koordinaatti (ETRS-TM35FIN)	Voimala	Itäinen koordinaatti (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koordinaatti (ETRS-TM35FIN)
1	236918	6920269	19	235906	6923562
2	236359	6920506	20	235369	6924007
3	235548	6920140	21	236710	6924643
4	234926	6920219	22	236070	6924331
5	236120	6920958	23	234321	6924009
6	236693	6921201	24	235181	6924710
7	235446	6921309	25	235665	6924712
8	234897	6921188	26	236161	6925124
9	236050	6921961	27	234562	6924825
10	236729	6922022	28	236186	6925821
11	237415	6922508	29	236229	6926320
12	236585	6922684	30	236845	6927197
13	235847	6922502	31	237631	6927157
14	237138	6923122	32	236952	6926489
15	235672	6922952	33	237319	6927961
16	236323	6923156	34	234314	6923245
17	237309	6923849	35	237245	6924580
18	236580	6923918			



24.2.2025

Taulukko 5 Vaihtoehdon VE2 tuulivoimaloiden sijainti.

Voimala	Itäinen koordinaatti (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koordinaatti (ETRS-TM35FIN)	Voimala	Itäinen koordinaatti (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koordinaatti (ETRS-TM35FIN)
1	236786	6922057	12	234416	6924519
2	236924	6921265	13	237356	6928055
3	236998	6920354	14	238520	6927195
4	236090	6922031	15	236196	6923772
5	237469	6922735	16	236164	6922922
6	236986	6923174	17	235858	6924716
7	235477	6923226	18	236356	6920496
8	235161	6924679	19	234635	6923800
9	236074	6925686	20	237312	6924426
10	236796	6926134	21	237718	6927368
11	236475	6926751			

Vaihtoehto VE1 on vaihtoehdoista suurempi (ns. maksimivaihtoehto). Melumallinnuksessa on käytetty VE1 voimaloiden melupäästönä Vestas V172 7,2 MW -voimalatyypin melupäästöä, joka on suuruudeltaan LWA = 106,9 dB tuulen nopeuden ollessa 8 m/s 10 m korkeudella maan pinnasta. Pienemmälle vaihtoehdolle VE2 on käytetty melupäästönä Siemens Gamesa 6,6 MW -voimalatyypin melupäästöä, joka on suuruudeltaan LWA = 106,0 dB tuulen nopeuden ollessa 8 m/s 10 m korkeudella maan pinnasta. Melupäästö on huomioitu laskennassa oktaavikaistoittain valmistajan ilmoittamien melupäästötietojen mukaisesti. Laskennassa käytetyt taajuusjakaumatiedot on esitetty liitteessä 6.

Kummankin vaihtoehdon osalta on tarkasteltu myös yhteismelua lähiympäristön muiden tuulivoimahankkeiden kanssa. Vaihtoehdon VE0 (hanketta ei toteuteta) melutaso on tarkastelussa käytetty lähiympäristön muiden hankkeiden aiheuttamaa melutasoa. Selvityksessä on huomioitu seuraavat läheiset hankkeet:

- Lautamäen tuulivoimahanke (suunnitteilla), 36 voimalaa, melupäästönä käytetty Vestas V172 7,2 MW -voimalatyypin melupäästöä. Voimaloiden paikat on arvioitu YVA-ohjelmassa esitetyn alustavan layoutin VE1 mukaisesti [8].
- Mustaisnevan tuulivoimahanke (tuotannossa), 9 tuulivoimalaa, melupäästönä käytetty Lagerwey L100-2,5 MW -voimalatyypin melupäästöä. Voimaloiden sijainti on huomioitu maanmittauslaitoksen paikkatietojen perusteella.
- Rajamäenkylän tuulivoimahanke, 53 tuulivoimalaa, melupäästönä käytetty Siemens Gamesa 6,6 MW -voimalatyypin melupäästöä. Voimaloiden sijainti on saatu hankkeen kehittäjältä.

Tuulivoimamelun mallintamisohjeen mukaisesti mallinnuksessa käytettävä voimalan melupäästön tulee olla määritetty ympäristöministeriön mittaushyönteeseen mukaisesti mittaamalla tai vaihtoehtoisesti valmistajan standardin IEC TS 61400-14 mukaisesti ilmoitettuna melupäästön takuuarvona [4]. Tässä selvityksessä käytetty melupäästö ei suoraan vastaa standardin IEC TS 61400-14 mukaista takuuarvoa



24.2.2025

epävarmuusmarginaaleineen. Tämän takia melupäästöön on laskennassa lisätty 2 dB varmuusmarginaali.

5 Meluvaikutukset

5.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Tuulivoimaloiden rakentamisvaiheessa ympäristöön voi aiheutua melua mm. maanrakennustöistä, kokoamistöistä sekä kuljetusliikenteestä. Tuulivoimaloiden suojaetäisyys lähimpiin melulle herkkiin kohteisiin on rakentamisvaiheen melulähteiden melupäästöön nähden pitkä. Rakentamisvaihe on väliaikainen ja rakentamisen melulle altistumisen aika on siten lyhyt. Näin ollen rakentamisesta ei normaalisti aiheudu lähimmille kohteille häiritsevää melua. Rakentamisen meluvaikutusta ei ole tarkasteltu tässä selvityksessä.

5.2 Voimaloiden toiminnan aikainen ulkomelu

Voimaloiden toiminnan aikaisen ulkomelun keskiäänitason melukartta on esitetty liitteissä 1–5. 11 lähintä rakennusta eri ilmansuunnissa valittiin laskennassa tarkastelupisteiksi. Valitut kohteet on esitetty taulukossa 6. Laskentatulokset kohteissa eri tarkastelutilanteissa on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 6 Tarkastelupisteiden sijainti ja rakennusten käyttötarkoitus

Tarkastelupiste	Itäinen koordinaatti (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koordinaatti (ETRS-TM35FIN)	Käyttötarkoitus
A	234761	6927814	Asuin
B	234360	6926861	Asuin
C	234251	6926647	Asuin
D	232578	6925322	Asuin
E	233340	6920718	Asuin
F	233980	6918551	Asuin
G	238952	6921198	Asuin
H	234508	6920979	Loma
I	234508	6920979	Loma



24.2.2025

Taulukko 7 Laskennan tulos tarkastelupisteissä eri tarkastelutilanteissa. Melutason ohjearvon 40 dB ylitykset on merkitty punaisella.

Tarkastelupiste	Äänitaso VE0	Äänitaso VE1	Äänitaso VE2	Äänitaso VE1 yhteismelu	Äänitaso VE1 yhteismelu
A	29,6	37,5	32,1	38,2	34,0
B	29,8	39,0	33,4	39,5	35,0
C	29,9	39,3	33,7	39,8	35,2
D	32,5	37,1	31,2	38,4	34,9
E	28,1	39,1	29,6	39,4	31,9
F	31,4	36,2	26,8	37,4	32,7
G	24,9	38,4	33,2	38,6	33,8
H	24,9	38,4	33,3	38,6	33,9
I	27,4	47,1	34,1	47,1	34,9

Laskennan perusteella VE0 -tilanteessa ympäröivien hankkeiden aiheuttama äänitaso tarkastellun hankkeen läheisillä asuin- ja lomarakennuksilla on pieni, pääosin alle 30 dB. Tarkastelluista vaihtoehtoista VE1 on ympäristön äänitason kannalta äänekkäämpi, koska siinä suunniteltuja voimaloita on enemmän, ja niiden laskennassa käytetty melupäästö on suurempi. Voimalat myös sijoittuvat lähemmäs asuin- ja lomarakennuksia. Vaihtoehdossa VE1 melutaso ylittää yöajan ohjearvon 40 dB yhdellä lomarakennuksella (tarkastelupiste I hankealueen lounaispuolella). Muilla ympäristön asuin- ja lomarakennuksilla tuulivoimaloiden aiheuttama äänitaso alittaa päiväajan ohjearvon 45 dB ja yöajan ohjearvon 40 dB tarkastelutilanteissa. Tuulivoimaloiden toiminnasta aiheutuvalla meluvaikutusalueella ei sijaitse hoito- tai oppilaitoksia, virkistys- tai leirintäalueita eikä kansallispuistoja.

Tarkastelupisteeseen I aiheutuvan äänitason kannalta merkittävimmät voimalaitoksen vaihtoehdossa VE1 on esitetty taulukossa 8. Jos laskennassa ei huomioida VE1 voimaloiden nro. 8, 4, 7 ja 3 aiheuttamaa ääntä, aiheutuva keskiäänitaso tarkastelupisteessä alittaa ohjearvon 40 dB.

Taulukko 8 Tarkastelupisteen I äänitason kannalta äänekkäämmät voimalat vaihtoehdossa VE1.

Voimala nro	Itäinen koordinaatti (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koordinaatti (ETRS-TM35FIN)	Äänitaso tarkastelupisteessä I
8	234897	6921188	44,3
4	234926	6920219	38,2
7	235446	6921309	36,8
3	235548	6920140	33,8
5	236120	6920958	31,7



24.2.2025

5.3 Pienitaajuinen melu

Pienitaajuista melua tarkasteltiin taulukon 6 mukaisissa tarkastelupisteissä. Ohjelmistolla laskettiin tarkastelupisteisiin "ulos" aiheutuva painottamaton äänitaso 1/3 oktaavitaajuuskaistoilla 20–200 Hz. Ulos aiheutuvien äänitasojen perusteella laskettiin pienitaajuisen melun sisä-äänitasoa huomioiden rakennuksen keskimääräinen julkisivun ääneneristävyys taulukon 3 mukaisia äänitasoeroarvoja käyttäen. Vertailu on tehty erikseen DSO 1284 -menetelmän mukaisilla äänitasoeroarvoilla ja Anojanssi-projektin mukaisilla arvoilla. Tuloksia on verrattu asumisterveysasetuksen pienitaajuisen melun toimenpideraja-arvoihin.

Yksityiskohtaiset laskentatulokset on esitetty liitteessä 7. Laskennan perusteella pienitaajuinen melu alittaa toimenpideraja-arvot tarkastelupisteissä A–H kaikissa tarkastelutilanteissa. Tarkastelupisteessä I pienitaajuisen melun taso vaihtoehdon VE1 tilanteessa ylittää toimenpideraja-arvon taajuuskaistoilla 50, 60 ja 80 Hz Anojanssi-projektin mukaisella äänitasoerolla. Ylitys on suuruudeltaan 1...2 dB. DSO 1284 mukaisella äänitasoerolla ohjearvo ei ylity. Kyseisessä tarkastelupisteessä I myös keskiäänitason ohjearvo 40 dB ylittyy. Melutaso pienenee etäisyyden kasvaessa, joten pienitaajuisen melu alittaa toimenpideraja-arvot myös tarkastelupisteitä kauempana sijaitsevilla kohteilla.

6 Johtopäätökset

Melumallinnuksen perusteella tarkastelluista vaihtoehdoista VE1 on ympäröivien alueiden melutason kannalta äänekkäämpi. Tämä johtuu suuremmasta voimaloiden määrästä, voimaloiden sijoittumisesta lähemmäs melulle herkkiä kohteita sekä laskennassa käytetystä vähäisesti suuremmasta melupäästöstä. Laskennan perusteella aiheutuva keskiäänitaso ylittää ohjearvon 40 dB yhdellä lomarakennuksella (tarkastelupiste I). Tarkastelupisteessä myös pienitaajuinen melu saattaa ylittää toimenpideraja-arvon taajuuskaistoilla 50, 60 ja 80 Hz. Muilla ympäristön asuin- ja lomakiinteistöillä melutaso alittaa ohjearvon sekä pienitaajuisen melun toimenpideraja-arvot.

Vaihtoehdossa VE2 melutaso alittaa keskiäänitason ohjearvon 40 dB sekä pienitaajuisen melun toimenpideraja-arvot kaikilla ympäristön asuin ja lomarakennuksilla.

Mallinnuksen perusteella hankkeen voimalat ovat toteutuessaan hankealuetta lähimpien asuin- ja lomakiinteistöjen kannalta merkittävimmät melulähteet. Vaihtoehdossa VE0 (muiden ympäristön tuulivoimahankkeiden taustamelu) melutaso tarkastellun hankealueen läheisyydessä sijaitsevilla asuin- ja lomarakennuksilla on pieni. Näin ollen vaihtoehdojen VE1 ja VE2 tilanteissa yhteismelu ympäröivien alueiden muiden tuulivoimahankkeiden kanssa on tarkastelupisteissä vain noin 0,5...1,5 dB pelkästään tarkastellun hankkeen voimaloiden aiheuttamaa melutasoa suurempi. Tarkastellun hankkeen ei arvioida aiheuttavan merkittävää yhteismeluvaikutusta kauempana, ympäröivien muiden hankkeiden läheisyydessä sijaitsevilla melulle herkillä kohteilla.



24.2.2025

7 Viitteet

- 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 terveysministeriön 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 Lautamäen tuulivoimahanke, Ympäristövaikutusten arviointiohjelma 319110, WSP Finland Oy ja Fortum Oy, 2.5.2024.



Kankalonselän tuulivoimahanke, Kauhajoki, YVA

Tuulivoimahankkeen meluselvitys

Liite 1: Tuulivoimaloiden aiheuttama päivä- ja yöajan keskiäänitaso vaihtoehdossa VE0, jossa hanketta ei toteudu. Laskennalla on tarkastelu ympäröivien alueiden nykyisten ja suunniteltujen muiden tuulivoimahankkeiden aiheuttamaa taustamelua.

Tarkastelupisteinä käytetyt asuin- ja lomarakennukset on merkitty kirjaimin.

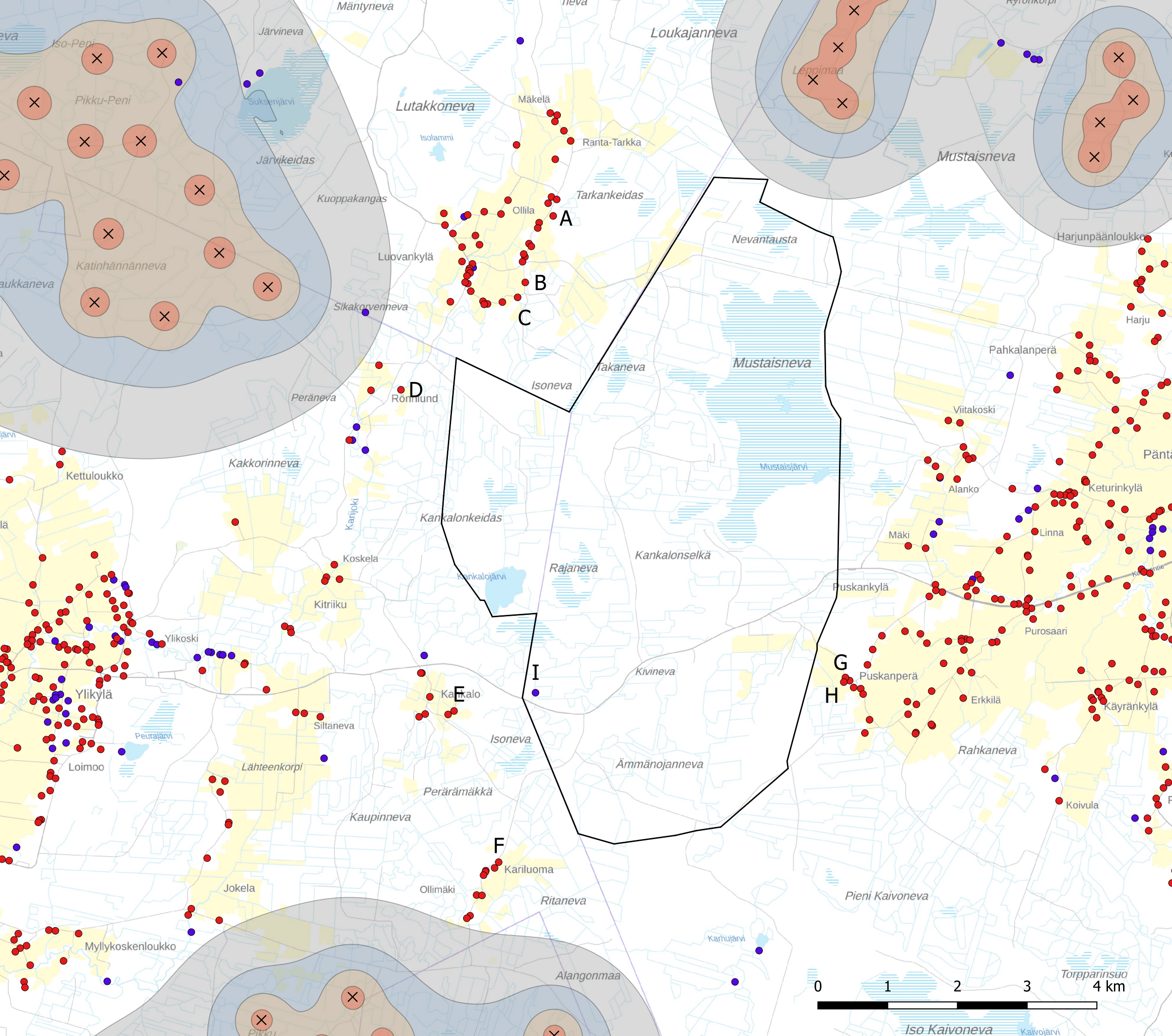
- Asuinrakennus
- Lomarakennukset
- × Muu voimala
- Hankealue

Keskiäänitaso LAeq

- > 35 dB
- > 40 dB
- > 45 dB
- > 50 dB

EMD windPRO 4.0, ISO 9613-2
Koordinaatisto ETRS-TM35FIN
Pohjakaartta: Maanmittauslaitos 2024
Mittakaava 1 : 50 000 (A3)
Päivämäärä 24.2.2025
Laatinut Sitowise Oy, THä

SITOWISE



Kankalonselän tuulivoima- hanke, Kauhajoki, YVA

Tuulivoimahankkeen meluselvitys

Liite 2: Tuulivoimaloiden aiheuttama päivä- ja yöajan keskiäänitaso vaihtoehdossa VE1.

Tarkastelupisteinä käytetyt asuin- ja lomarakennukset on merkitty kirjaimin.

Turbiini: Vestas V172 7,2 MW
Napakorkeus: 225 m
Melupäästö: LWA = 106,9 + 2 dB

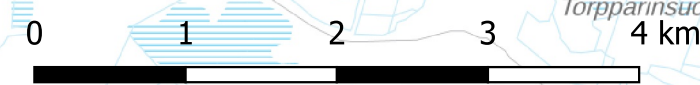
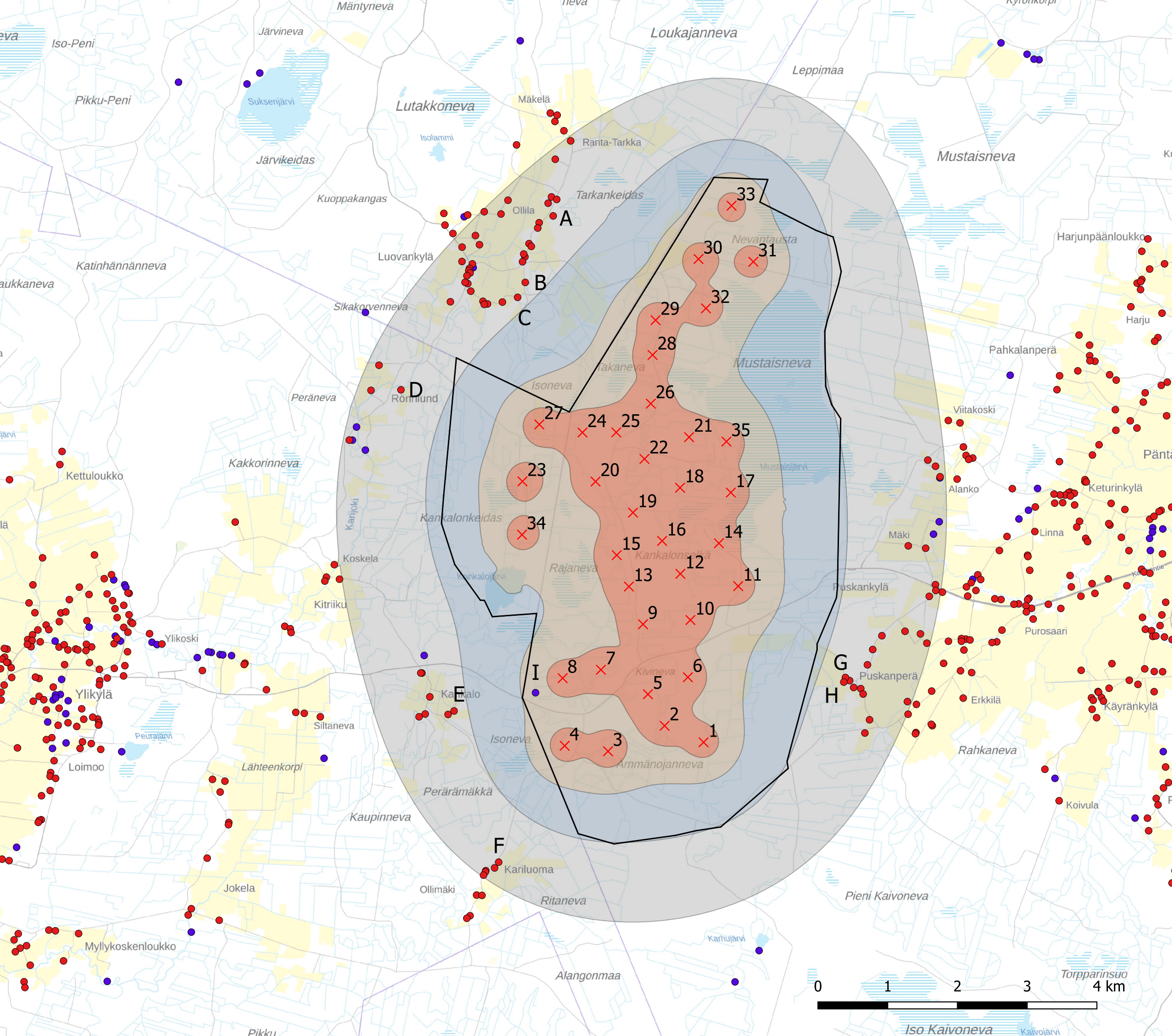
- Asuinrakennus
- Lomarakennukset
- ✗ Voimala VE1
- Hankealue

Keskiäänitaso LAeq

- > 35 dB
- > 40 dB
- > 45 dB
- > 50 dB

EMD windPRO 4.0, ISO 9613-2
Koordinaatisto ETRS-TM35FIN
Pohjakaartta: Maanmittauslaitos 2024
Mittakaava 1 : 50 000 (A3)
Päivämäärä 24.2.2025
Laatinut Sitowise Oy, THä

SITOWISE



Kankalonselän tuulivoimahanke, Kauhajoki, YVA

Tuulivoimahankkeen meluselvitys

Liite 3: Tuulivoimaloiden aiheuttama päivä- ja yöajan keskiäänitaso vaihtoehdossa VE2.

Tarkastelupisteinä käytetyt asuin- ja lomarakennukset on merkitty kirjaimin.

Turbiini: Siemens Gamesa 6,6 MW
Napakorkeus: 225 m
Melupäästö: LWA = 106,0 + 2 dB

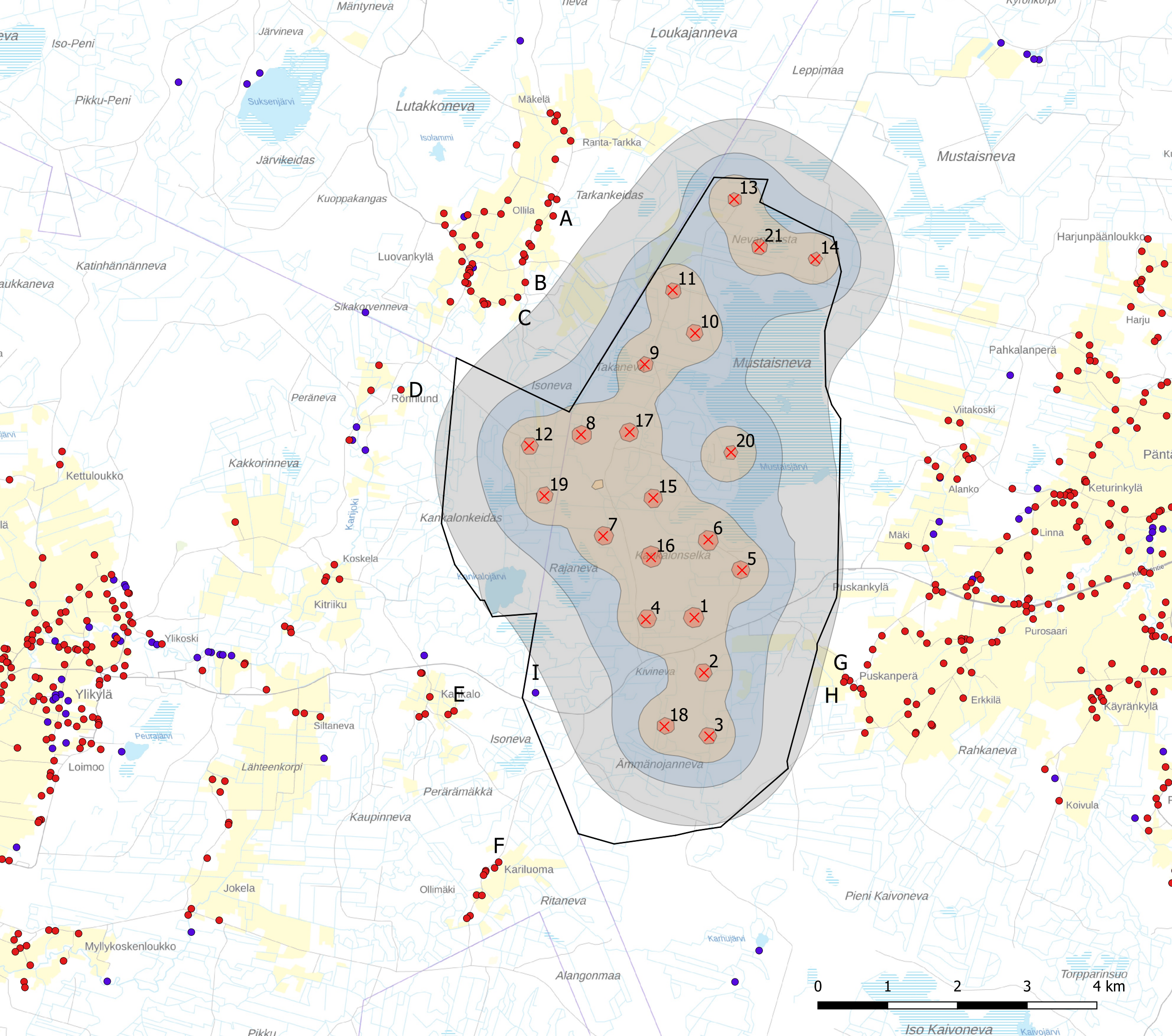
- Asuinrakennus
- Lomarakennukset
- ✗ Voimala VE2
- Hankealue

Keskiäänitaso LAeq

- > 35 dB
- > 40 dB
- > 45 dB
- > 50 dB

EMD windPRO 4.0, ISO 9613-2
Koordinaatisto ETRS-TM35FIN
Pohjakaarta: Maanmittauslaitos 2024
Mittakaava 1 : 50 000 (A3)
Päivämäärä 24.2.2025
Laatinut Sitowise Oy, THä

SITOWISE



Kankalonselän tuulivoima- hanke, Kauhajoki, YVA

Tuulivoimahankkeen meluselvitys

Liite 4: Tuulivoimaloiden aiheuttama päivä- ja yöajan keskiäänitaso vaihtoehdossa VE1. Laskennassa on huomioitu yhteismelu ympäröivien alueiden nykyisten ja suunniteltujen muiden tuulivoimahankkeiden kanssa.

Tarkastelupisteinä käytetyt asuin- ja lomarakennukset on merkitty kirjaimin.

Turbiini: Vestas V172 7,2 MW
Napakorkeus: 225 m
Melupäästö: LWA = 106,9 + 2 dB

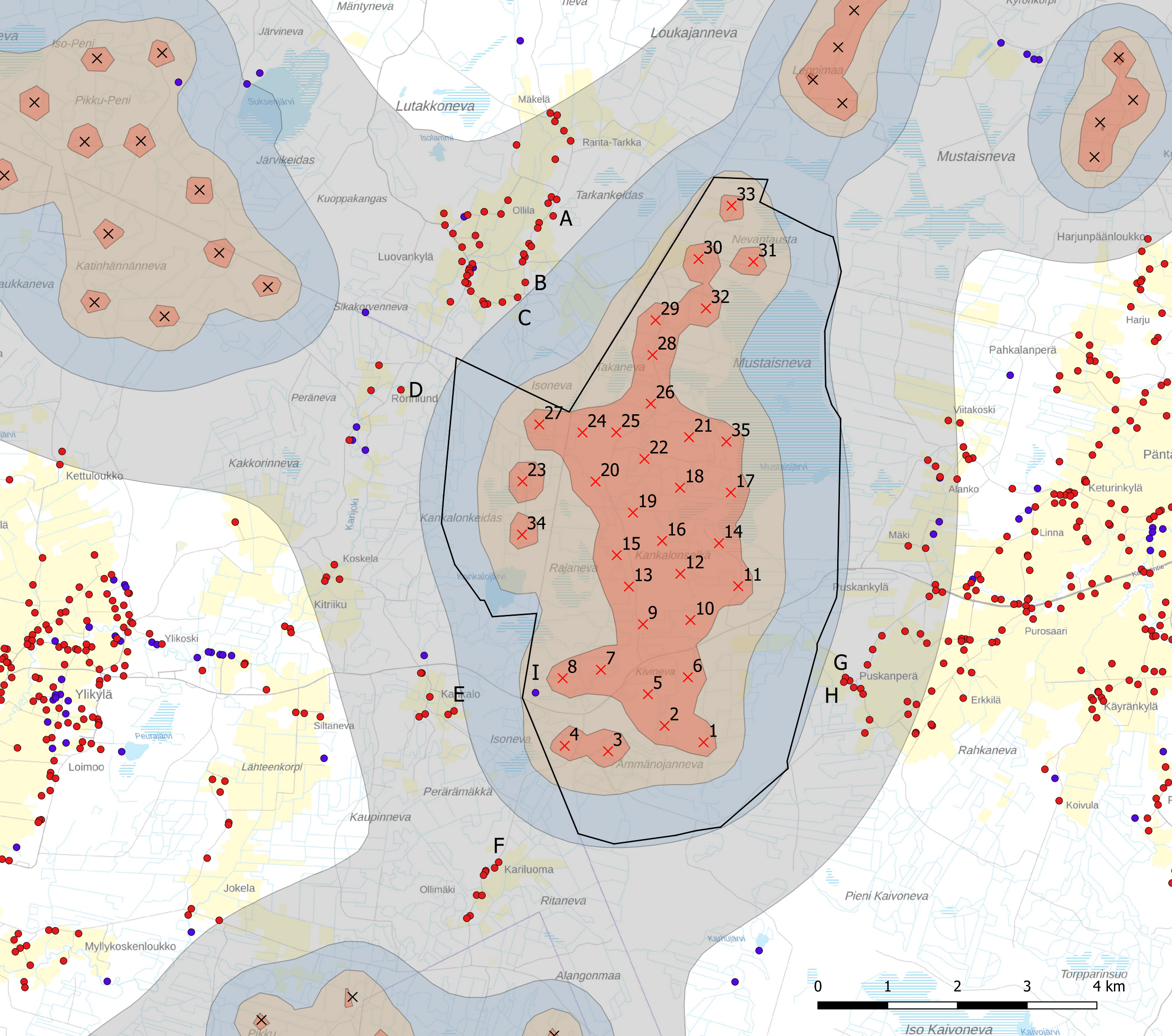
- Asuinrakennus
- Lomarakennukset
- × Voimala VE1
- × Muu voimala
- Hankealue

Keskiäänitaso LAeq

- > 35 dB
- > 40 dB
- > 45 dB
- > 50 dB

EMD windPRO 4.0, ISO 9613-2
Koordinaatisto ETRS-TM35FIN
Pohjakartta: Maanmittauslaitos 2024
Mittakaava 1 : 50 000 (A3)
Päivämäärä 24.2.2025
Laatinut Sitowise Oy, THä

SITOWISE



Kankalonselän tuulivoimahanke, Kauhajoki, YVA

Tuulivoimahankkeen meluselvitys

Liite 5: Tuulivoimaloiden aiheuttama päivä- ja yöajan keskiäänitaso vaihtoehdossa VE2. Laskennassa on huomioitu yhteismelu ympäröivien alueiden nykyisten ja suunniteltujen muiden tuulivoimahankkeiden kanssa.

Tarkastelupisteinä käytetyt asuin- ja lomarakennukset on merkitty kirjaimin.

Turbiini: Siemens Gamesa 6,6 MW
Napakorkeus: 225 m
Melupäästö: LWA = 106,0 + 2 dB

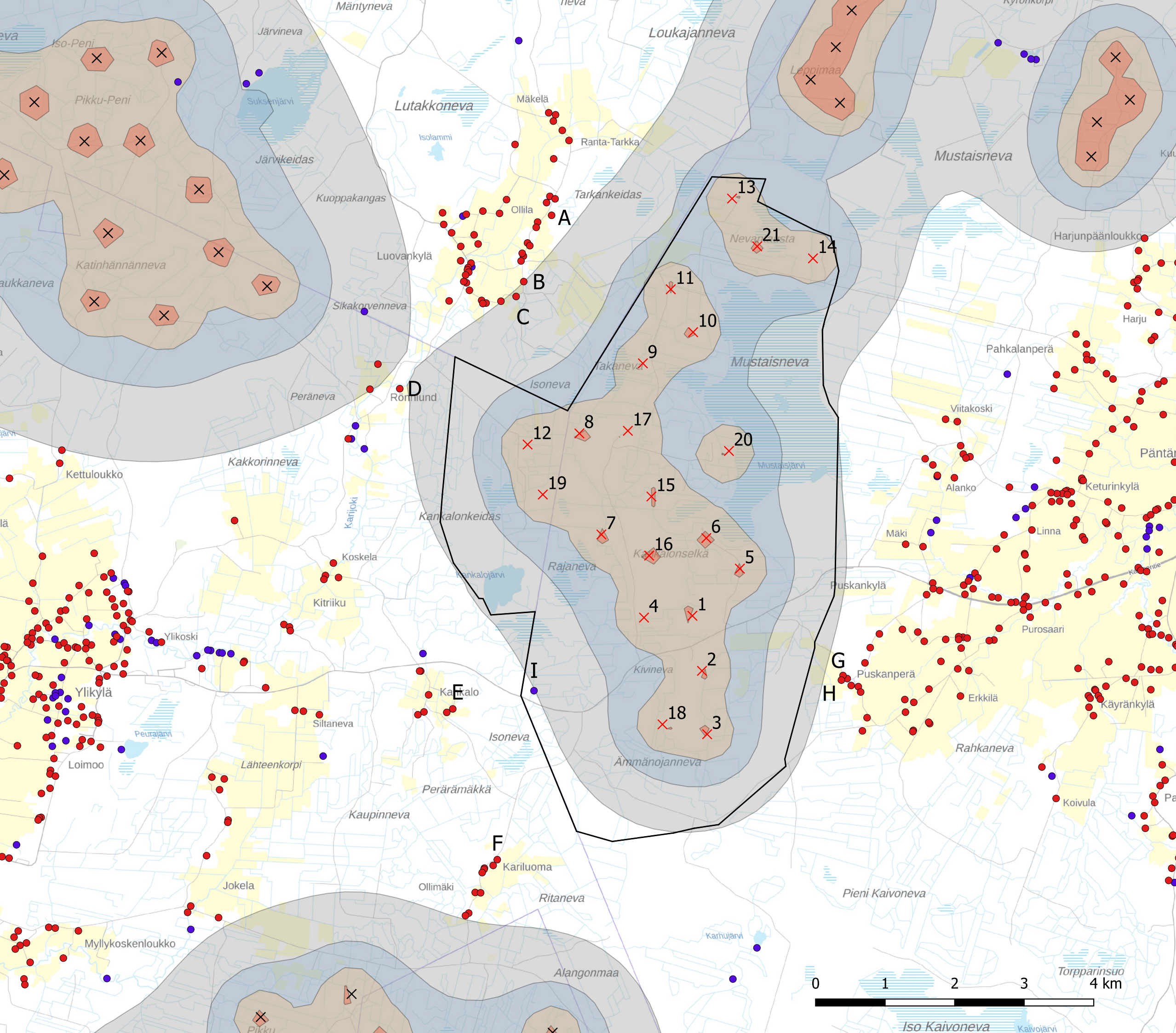
- Asuinrakennus
- Lomarakennukset
- × Voimala VE2
- × Muu voimala
- Hankealue

Keskiäänitaso LAeq

- > 35 dB
- > 40 dB
- > 45 dB
- > 50 dB

EMD windPRO 4.0, ISO 9613-2
Koordinaatisto ETRS-TM35FIN
Pohjakaarta: Maanmittauslaitos 2024
Mittakaava 1 : 50 000 (A3)
Päivämäärä 24.2.2025
Laatinut Sitowise Oy, THä

SITOWISE



Mallinnustietojen raportti

RAPORTIN JA RAPORTOIJAN TIEDOT					
Mallinnusraportin numero/tunniste:			Raportin hyväksyntäpäivämäärä: 24.2.2025		
Tekijä/organisaatio: Sitowise Oy, Linnoitustie 6 D, 02600 Espoo, p. 020 747 6000 (vaihe)					
Vastuuhenkilöt: Toni Hägerth ja Vesa Vähäkuopus					
Laatija: Toni Hägerth			Tarkastaja/hyväksyjä: Vesa Vähäkuopus		
MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT					
Mallinnusohjelma ja versio: EMD windPRO 4.0			Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2		
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN) TIEDOT: VE1 ja Lautamäen tuulivoimahanke					
Tuulivoimalan valmistaja: Vestas		Tyyppi: V172 7,2 MW PO7200 (with serrated trailing edges)		Sarjanumero/t:	
Nimellisteho: 7,2 MW	Napakorkeus: 225 m	Roottorin halkaisija: 172 m	Tornin tyyppi: Putkitorni		
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun					
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus		Muu, mikä	
Kyllä	- dB	Kyllä	- dB		dB
Ei		Ei			dB

AKUSTISET TIEDOT / LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT					
Melupäästötiedot: Vestas V172 7.2 MW (valmistajan ilmoittama melupäästö + 2 dB varmuus)					
<p style="text-align: center;">Vestas V172 7,2 MW, LWA = 106,9 dB + 2 dB</p> <p style="text-align: center;">1/3 oktaavikaistataajuus</p>					
Melun erityispiirteiden mittaus ja havainnot:					
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)	
Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei
				Muu, mikä:	
Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei



TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN) TIEDOT: VE2 ja Rajamäenkylän tuulivoimahanke							
Tuulivoimalan valmistaja: Siemens				Tyyppi: Gamesa SG-170 6,6 MW		Sarjanumero/t:	
Nimellisteho: 6,6 MW		Napakorkeus: 170–225 m		Roottorin halkaisija: 170 m		Tornin tyyppi: Putkitorni	
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun							
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus		Muu, mikä			
Kyllä	- dB	Kyllä	- dB				dB
Ei		Ei					dB

AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
Melupäästötiedot: Siemens Gamesa SG-170 6,6 MW (valmistajan ilmoittama melupäästö + 2 dB varmuus)							
Siemens Gamesa SG-170 6,6 MW, LWA = 106,0 dB + 2 dB							
<p>1/3 oktaavikaistataajuus</p>							
Melun erityispiirteiden mittaustulos ja havainnot:							
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)		Muu, mikä:	
Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei



TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN) TIEDOT: Mustaisnevan tuulivoimahanke							
Tuulivoimalan valmistaja: Lagerwey				Tyyppi: L100-2,5 MW		Sarjanumero/t:	
Nimellisteho: 2,5 MW		Napakorkeus: 120 m		Roottorin halkaisija: 100 m		Tornin tyyppi: Putkitorni	
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun							
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus		Muu, mikä			
Kyllä	- dB	Kyllä	- dB				dB
Ei		Ei					dB

AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
Melupäästötiedot: Lagerwey L100-2,5 MW (valmistajan ilmoittama melupäästö + 2 dB varmuus)							
<p style="text-align: center;">Lagerwey L100 2,5 MW, LWA = 105,4 dB + 2 dB</p> <p style="text-align: center;">1/3 oktaavikaistataajuus</p>							
Melun erityispiirteiden mittaustulos ja havainnot:							
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)		Muu, mikä:	
Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei



AKUSTISET TIEDOT / LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT			
Laskentakorkeus		Laskentaruudun koko	
4 m	Muu, mikä ja miksi:	25 m x 25 m	
Suhteellinen koskeus		Lämpötila	
70 %	Muu, mikä ja miksi:	15 °C	Muu, mikä ja miksi:
Maastomallin lähde ja tarkkuus			
Lähde: Maanmittauslaitos, avoin aineisto		Vaakaresoluutio: 10 m	Pystyresoluutio: 1,4 m
Maan- ja vedenpinnan absorptio ja heijastuksen huomioiminen, käytetyt kertoimet			
ISO 9613-2			
Vesialueet, (0) / (G)		0	
Maa-alueet, (0,4) / (A-D/E-F)		0,4	
Ilmakehän stabiilius laskennassa/meteorologinen korjaus			
Neutraali, (0): kyllä		Muu, mikä ja miksi:	
Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen			
Vapaa avaruus		Muu, mikä ja miksi:	
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet, lkm (ilman meluntorjuntaa/voimalan ohjausta) VE1			
Asuinrakennukset: 0 kpl	Vapaa-ajan rakennukset: 1 kpl	Hoito- ja oppilaitokset: 0 kpl	
Virkistysalueet: 0 kpl		Luonnonsuojelualueet: 0 kpl	
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet, lkm (ilman meluntorjuntaa/voimalan ohjausta) VE2			
Asukkaat: 0 kpl	Vapaa-ajan rakennukset: 0 kpl	Hoito- ja oppilaitokset: 0 kpl	
Virkistysalueet: 0 kpl		Luonnonsuojelualueet: 0 kpl	



Pienitaajuisten melun laskentatulokset

Pienitaajuisista melua tarkasteltiin 9 tarkastelupisteissä (A–I). Tulokset on esitetty kuvaajissa 1–12. Ohjelmistolla laskettiin tarkastelupisteisiin ”ulos” aiheutuva painottomaton äänitaso 1/3 oktaavitaajuuskaistoilla 20–200 Hz. Ulos aiheutuvien äänitasojen perusteella laskettiin pienitaajuisten melun sisä-äänitaso huomioiden rakennuksen keskimääräinen ulkovaipan äänitasoero (kokonaisääneneristävyys) alla olevan taulukon 1 mukaisia äänitasoeroarvoja käyttäen (sama kuin raportin taulukko 3). Vertailu tehtiin erikseen DSO 1284 -menetelmän mukaisilla äänitasoeroarvoilla ja Anojanssi-projektin mukaisilla arvoilla. Tuloksia on verrattu asumisterveysasetuksen pienitaajuisten melun toimenpideraja-arvoihin.

Taulukko 1 Sisämelun arvioinnissa käytetyt rakennuksen ulkovaipan äänitasoerot

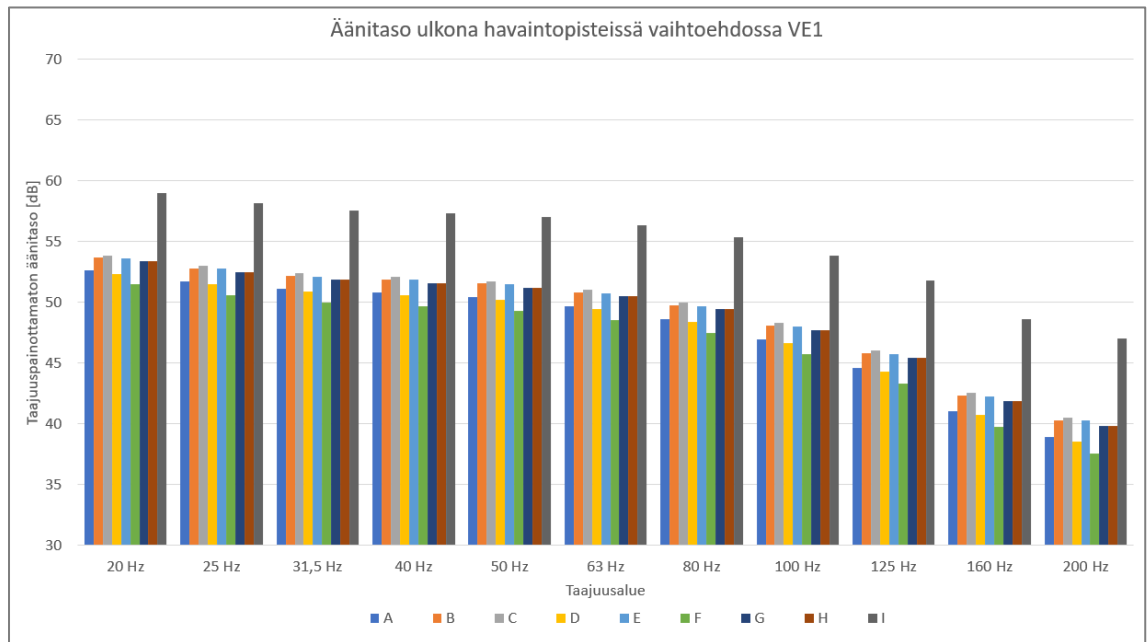
Kaista /Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
DSO 1284 DL_σ / dB	6,6	8,4	10,8	11,4	13	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	21,2
Anojanssi- projekti DL_σ / dB	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8

Matalataajuisten melun laskennan tulokset ovat tiivistetysti:

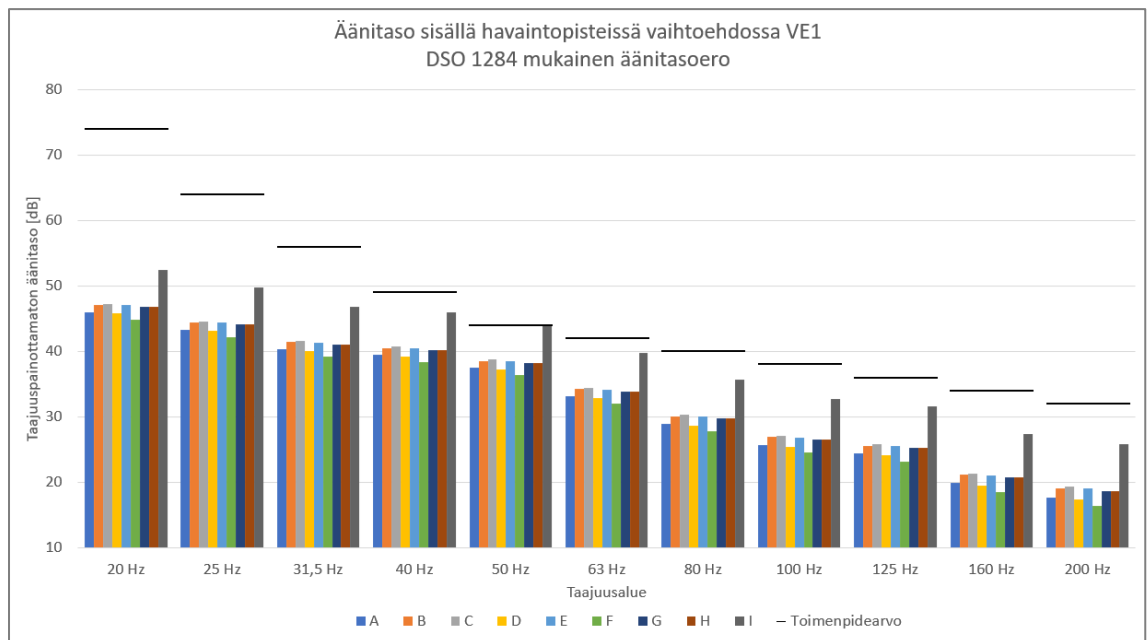
- Tarkastelupisteissä A–H pienitaajuisten melun taso alittaa toimenpidearvot kaikissa tarkastelutilanteissa koko taajuusalueella.
- Tarkastelupisteessä I pienitaajuisten melun taso vaihtoehdon VE1 tilanteessa ylittää toimenpidearvon taajuuskaistoilla 50, 60 ja 80 HZ Anojanssi-projektin mukaisella äänitasoerolla. DSO 1284 mukaisella äänitasoerolla ohjearvo ei ylity. Anojanssi-projektin mukaisella äänitasoerolla laskettuna ylitys on suuruudeltaan 1...2 dB ja se aiheutuu tarkastellun hankkeen vaikutuksesta. Tarkastelupisteessä I keskiäänitaso ylittää myös ulkomelun ohjearvon 40 dB.
- Vaihtoehdossa VE2 pienitaajuisten melun taso alittaa toimenpidearvot kaikissa tarkastelupisteissä koko taajuusalueella.
- Pääosa pienitaajuisesta melusta tarkastelupisteissä aiheutuu tarkastellun hankkeen voimaloista. Ympäröivien muiden hankkeiden vaikutus tarkastelupisteissä on vähäinen eikä niistä aiheutu toimenpidearvon ylittäviä tasoja.



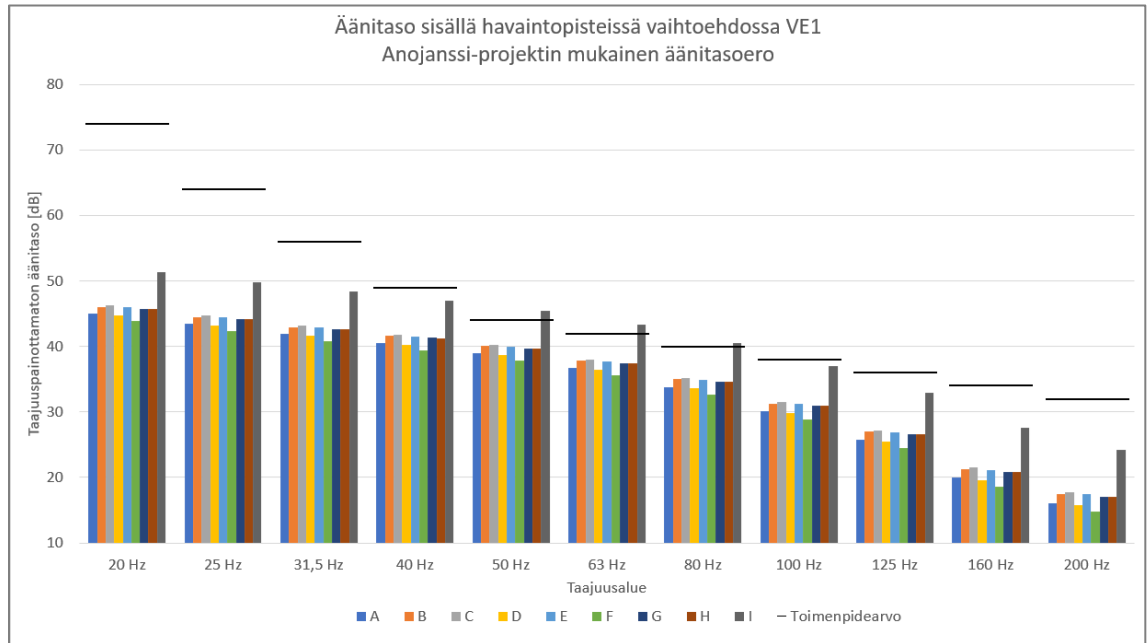
Vaihtoehto VE1



Kuva 1 Äänitaso ulkona vaihtoehdon VE1 mukaisessa tilanteessa.

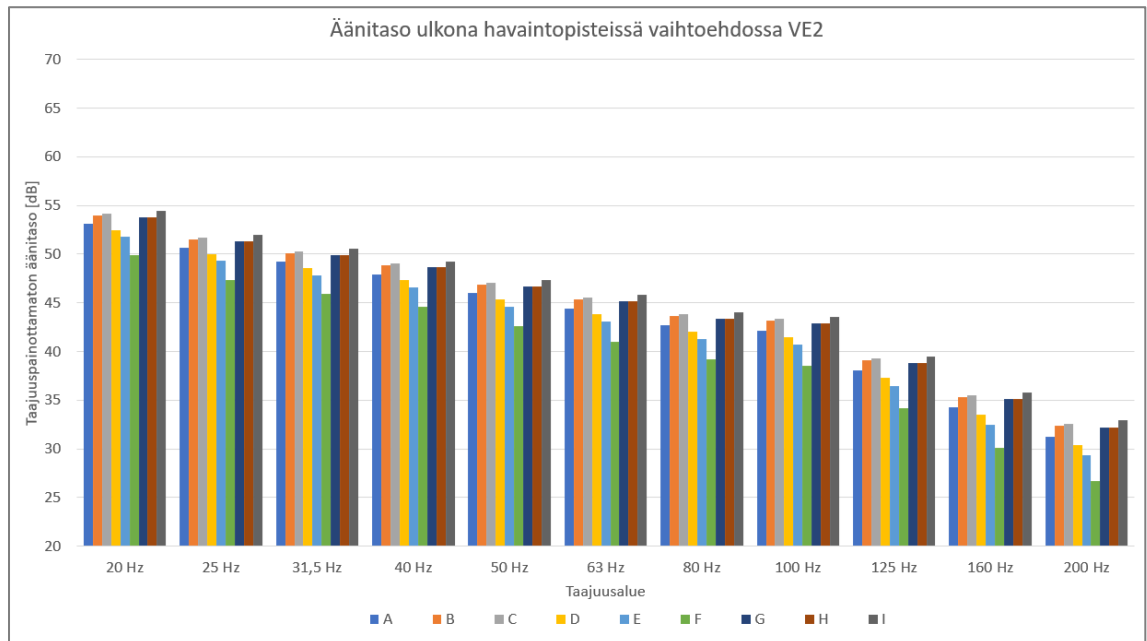


Kuva 2 Äänitaso sisällä DSO 1284 mukaisella äänitasoerolla vaihtoehdon VE1 mukaisessa tilanteessa.



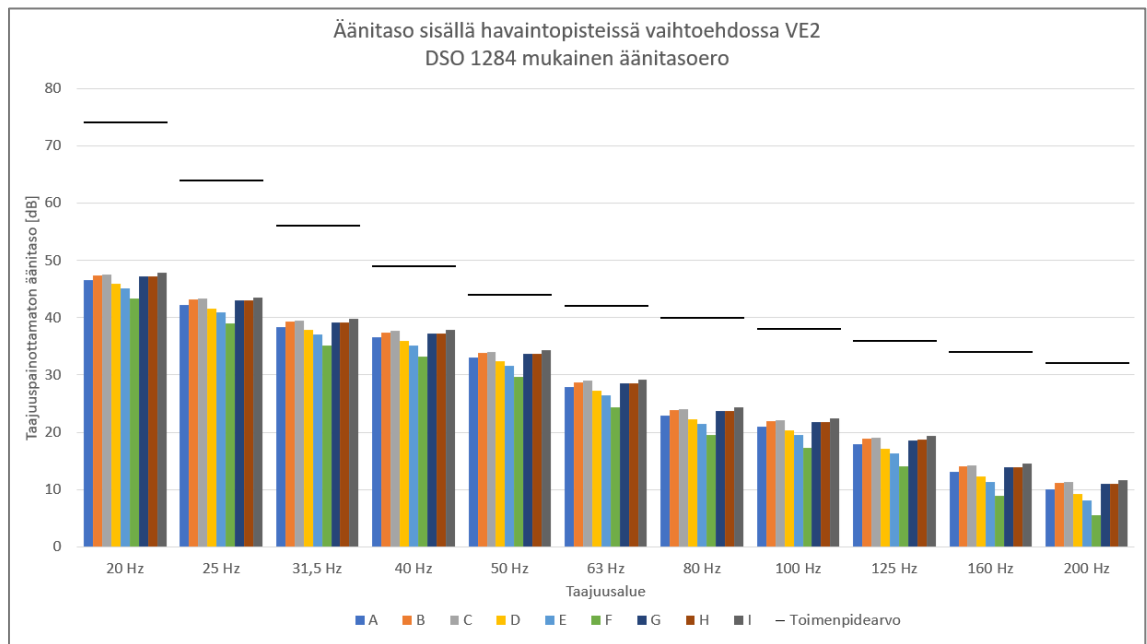
Kuva 3 Äänitaso sisällä Anojanssi-projektin mukaisella äänitasoerolla vaihtoehdon VE1 mukaisessa tilanteessa.

Vaihtoehto VE2

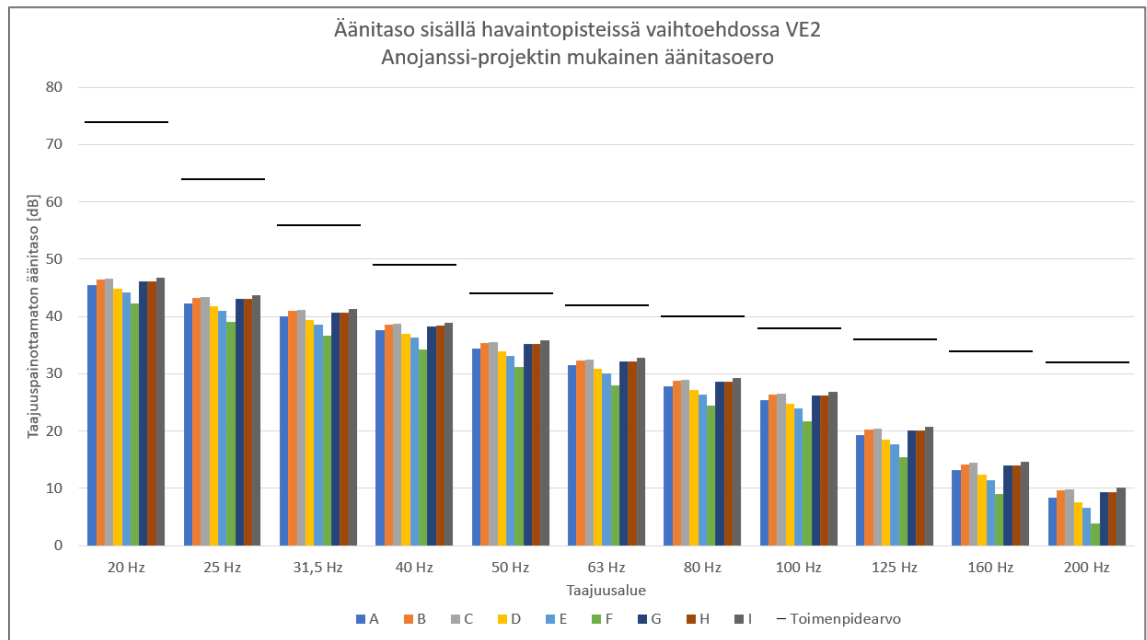


Kuva 4 Äänitaso ulkona vaihtoehdon VE2 mukaisessa tilanteessa.





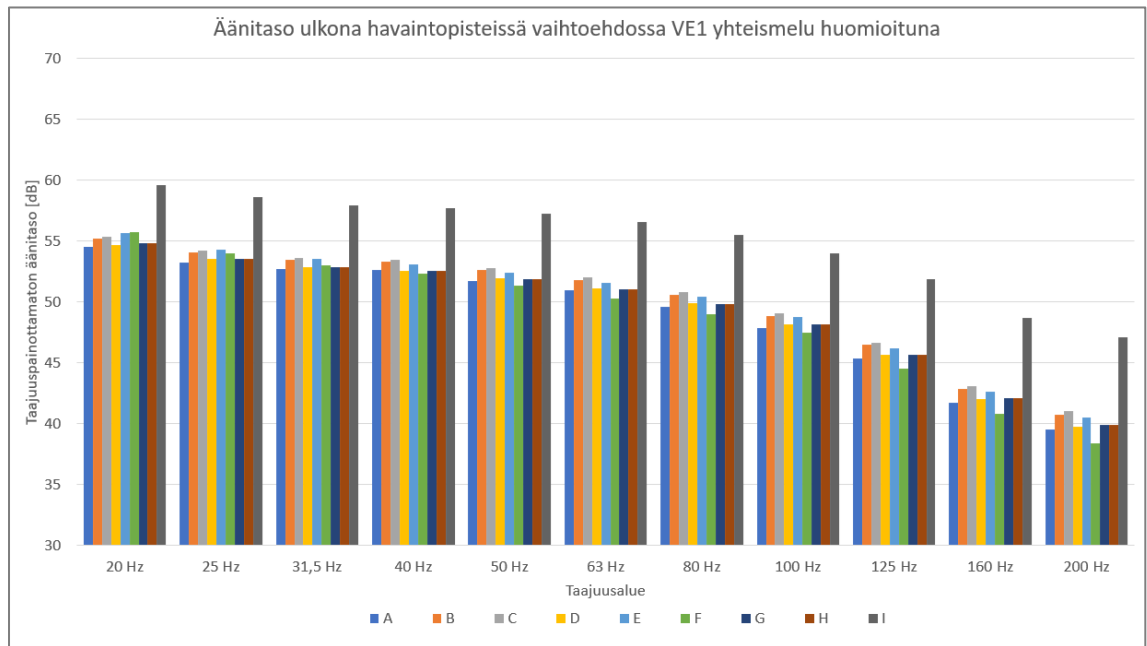
Kuva 5 Äänitaso sisällä DSO 1284 mukaisella äänitasoerolla vaihtoehdon VE2 mukaisessa tilanteessa.



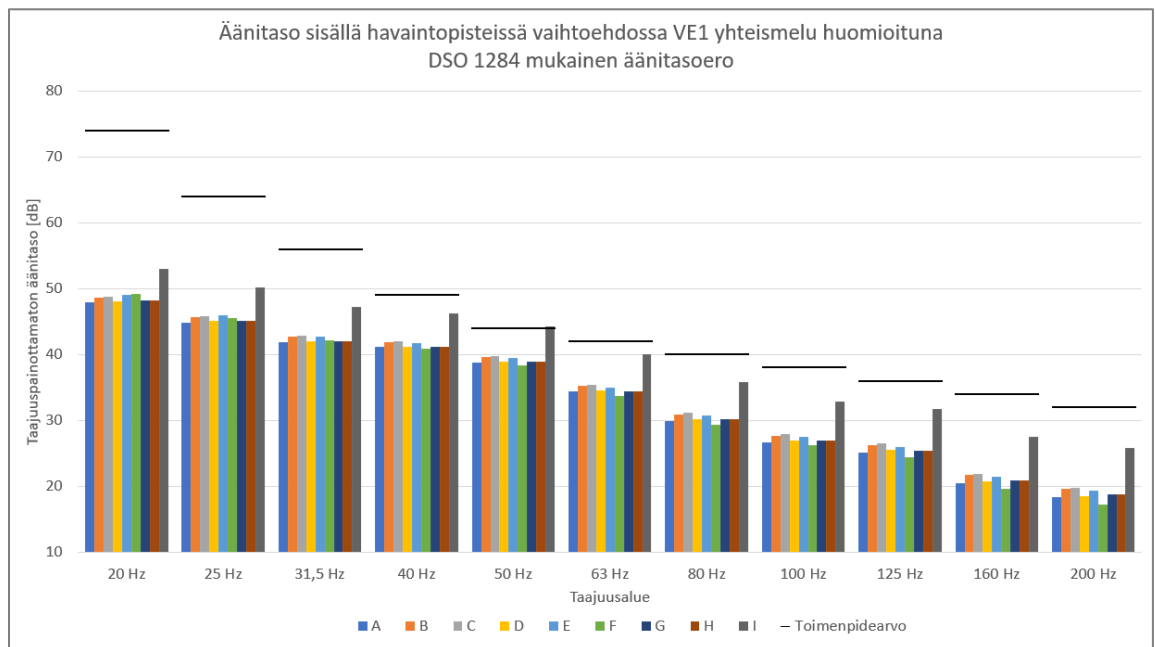
Kuva 6 Äänitaso sisällä Anojanssi-projektin mukaisella äänitasoerolla vaihtoehdon VE2 mukaisessa tilanteessa.



Vaihtoehto VE1 yhteismelu huomioituna

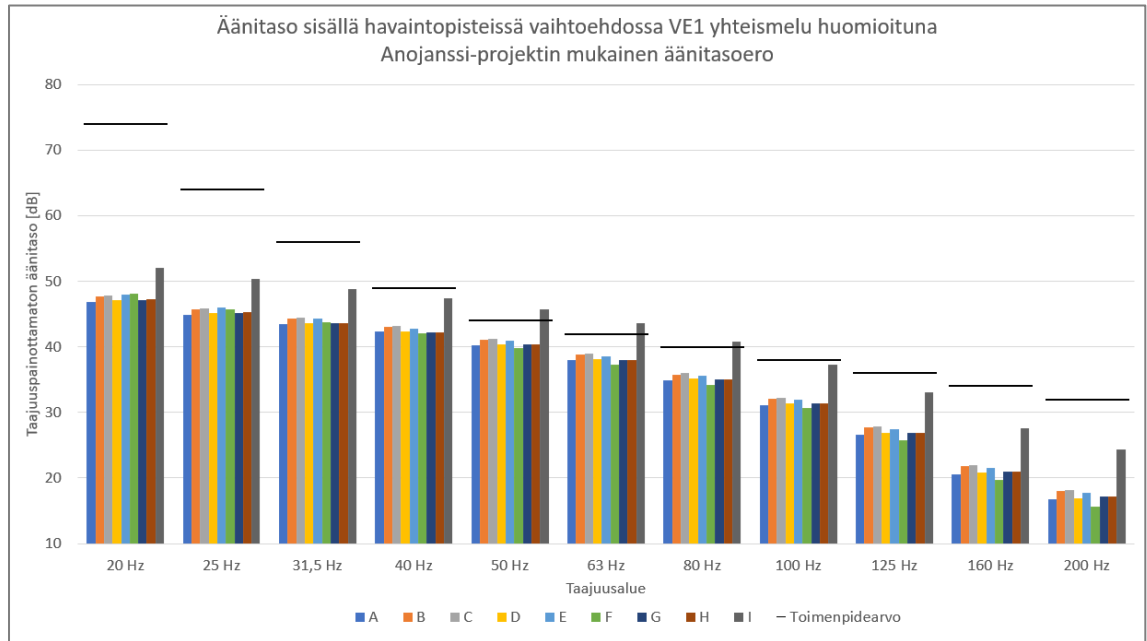


Kuva 7 Äänitaso ulkona vaihtoehdon VE1 mukaisessa tilanteessa yhteismelu huomioituna.



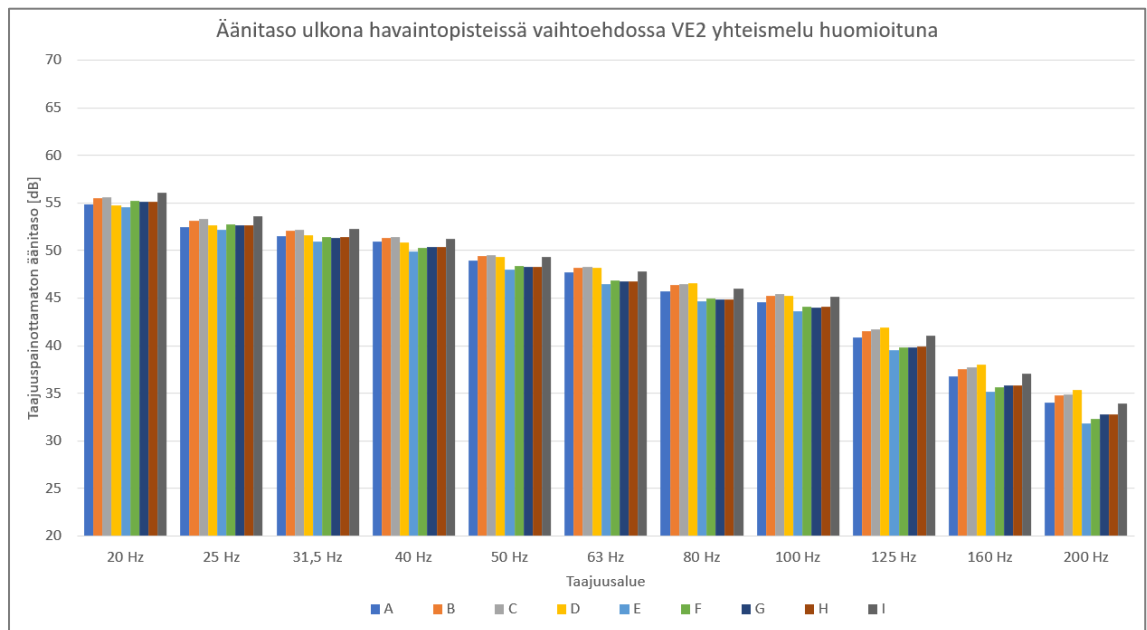
Kuva 8 Äänitaso sisällä DSO 1284 mukaisella äänitasoerolla vaihtoehdon VE1 mukaisessa tilanteessa yhteismelu huomioituna.





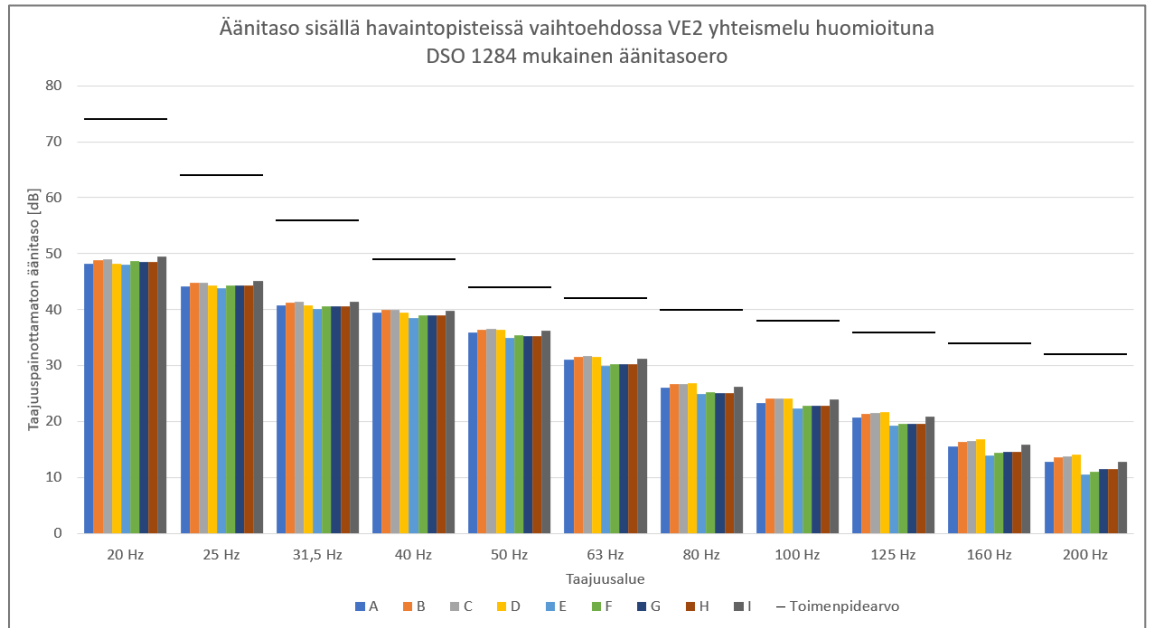
Kuva 9 Äänitaso sisällä Anojanssi-projektin mukaisella äänitasoerolla vaihtoehdon VE1 mukaisessa tilanteessa yhteismelu huomioituna.

Vaihtoehto VE2 yhteismelu huomioituna

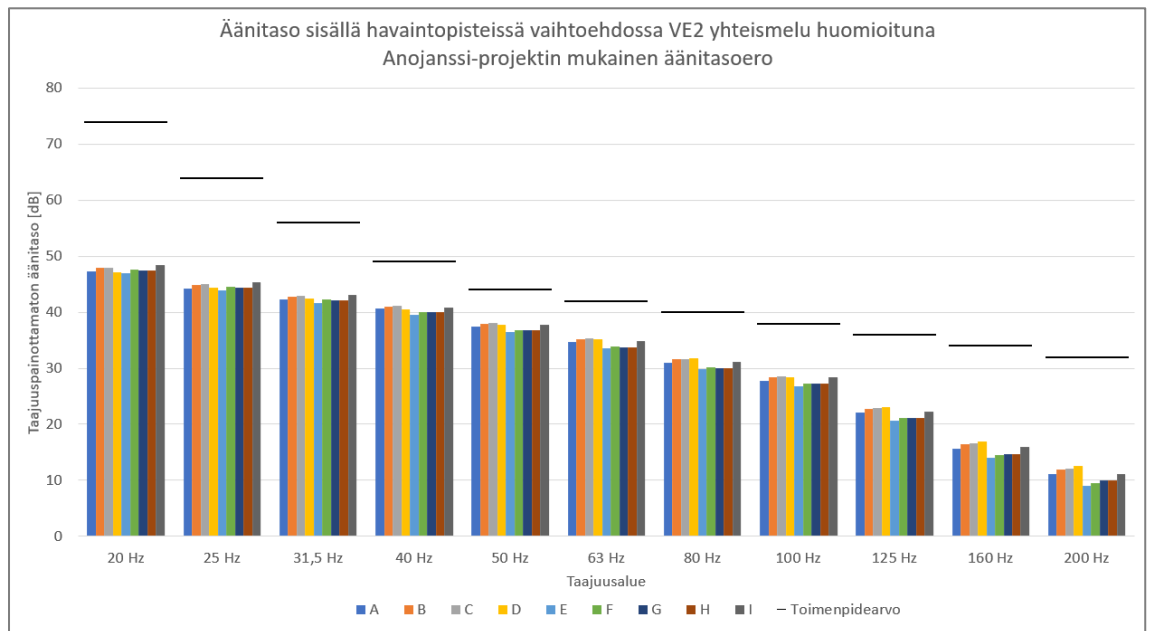


Kuva 10 Äänitaso ulkona vaihtoehdon VE2 mukaisessa tilanteessa yhteismelu huomioituna.





Kuva 11 Äänitaso sisällä DSO 1284 mukaisella äänitasoerolla vaihtoehdon VE2 mukaisessa tilanteessa yhteismelu huomioituna.



Kuva 12 Äänitaso sisällä Anojanssi-projektin mukaisella äänitasoerolla vaihtoehdon VE2 mukaisessa tilanteessa yhteismelu huomioituna.

