

Haaponevan tuulivoimahanke, Haapavesi.

Tuulivoimahankkeen meluselvitys

Päiväys	4.6.2025
Laatija	Toni Hägerth
Tarkastaja	Vesa Vähäkuopus
Projektinumero	12003449

Sisällysluettelo

1	Taustatiedot	3
1.1	Kohde ja ympäristö.....	3
1.2	Tilaaja	4
1.3	Tekijät	4
2	Tuulivoimalat ja melu.....	4
3	Ohjearvot ja toimenpideraja-arvot.....	5
3.1	Melutason ohjearvot ulkona	5
3.2	Pienitaajuisten melun toimenpideraja-arvot sisätiloissa.....	5
4	Arviointimenetelmät ja lähtötiedot	6
4.1	Melulaskenta, laskenta-asetukset ja lähtötiedot.....	6
4.2	Suunniteltua hanketta ja läheisiä muita voimaloita koskevat lähtötiedot	7
5	Meluvaikutukset	8
5.1	Rakentamisen aikaiset vaikutukset	8
5.2	Voimaloiden toiminnan aikainen ulkomelu.....	8
5.3	Pienitaajuinen melu	10
6	Johtopäätökset.....	10
7	Viitteet.....	11

Liitteet:

Liite 1	Tuulivoimaloiden aiheuttama päivä- ja yöajan keskiäänitaso vaihtoehdossa VE0. Melulähteinä on huomioitu ympäristön muiden tuulivoimahankkeiden voimalat.
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	Mallinnustietojen raportti.
Liite 6	Pienitaajuisten melun laskentatulokset.

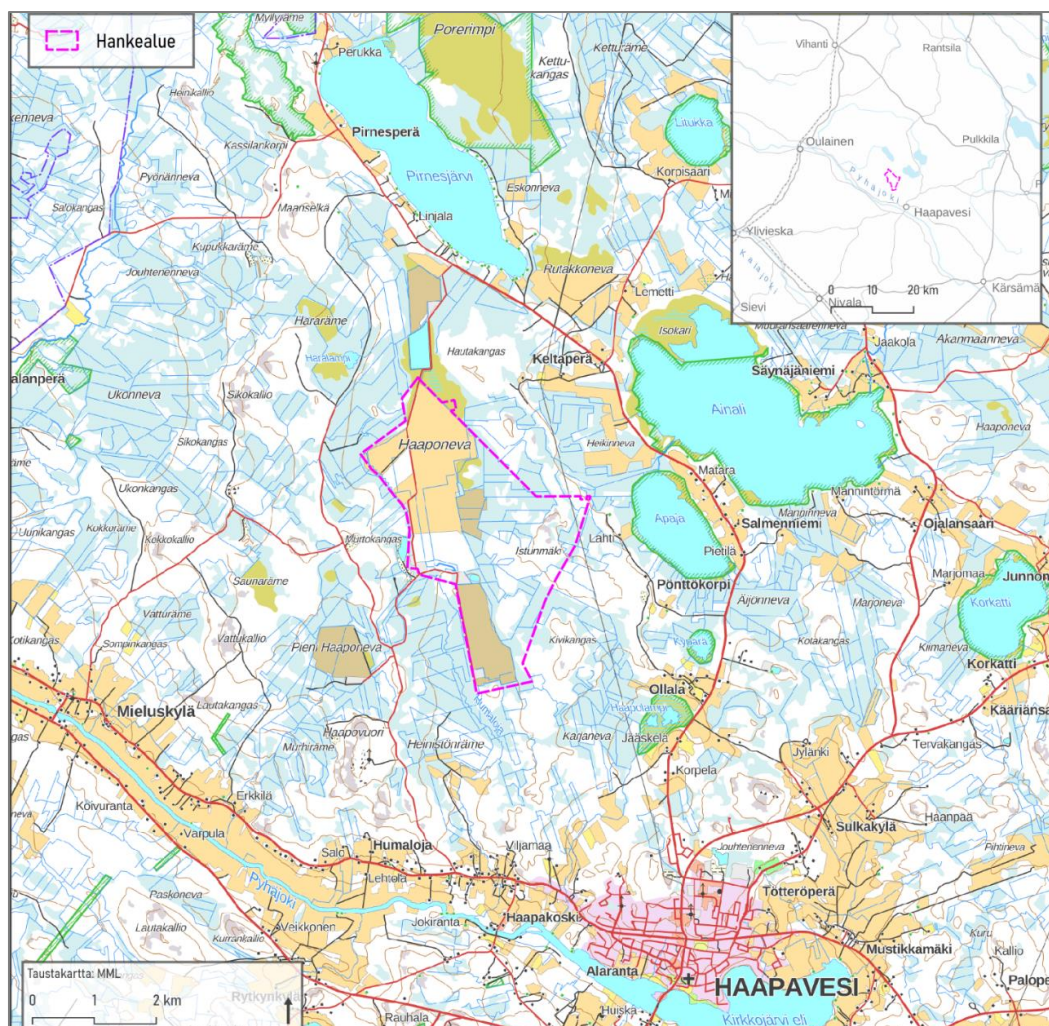


Haaponevan tuulivoimahanke, Haapavesi.

1 Taustatiedot

1.1 Kohde ja ympäristö

Nordic Generation Oy suunnittelee Haapavedelle Haaponevan alueelle 6–7 voimalan tuulivoimahanketta. Hankealueen pinta-ala on noin 835 hehtaaria. Suunniteltujen tuulivoimaloiden yksikköteho on 7–8 MW ja kokonaiskorkeus enintään 300 metriä. Hankkeen kokonaisteho on enintään 50 MW. Tuulivoimaloiden lisäksi alueelle rakennetaan tarvittavat voimaloiden väliset huoltotiet, maakaapelointi ja sähköasema. Hankkeeseen liittyy mahdollisesti myös energian varastointia sähköaseman läheisyyteen sijoitettavassa akkuvarastossa, jonka teho on enintään 20 MW. Suunnitellun tuotantoalueen sijainti on esitetty kuvassa 1.



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



Kohteen lähiympäristössä sijaitsee haja-asutusta. Lähimmät asuin- ja lomarakennukset sijaitsevat noin 2 km etäisyydellä lähimmästä voimalasta tuotantoalueen itä- ja koillispuolella ja alle 2,5 km etäisyydellä lähimmästä voimaloista sijaitsee alle 10 asuin- ja lomarakennusta. Hieman yli 2 km etäisyydellä tuotantoalueesta alueen länsipuolella sijaitsee muutamia yksityisellä maalla olevia luonnonsuojelualueita. Tuulivoimaloiden toiminnasta aiheutuvalla melun vaikutusalueella ei sijaitse hoito- tai oppilaitoksia, virkistys- tai leirintäalueita, kansallispuistoja tai muita melulle erityisen herkkiä alueita.

Hankkeessa on käynnissä ympäristövaikutusten arviointimenettely (myöhemmin YVA) sekä osayleiskaavoitus, joihin tämä selvitys liittyy. Tässä selvityksessä tarkastellaan tuulivoimahankkeen meluvaikutuksia alueen ympäristöön.

1.2 Tilaaja

Nordic Generation 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 Tuulivoimalat 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 herkkyyys 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 äänilähde sijaitsee korkealla, noin 100...250 m maanpinnan yläpuolella, jolloin voimalan melu pääsee leviämään esteittä ympäristöön. Ääni 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 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 äänen vaimennuskeino tuulivoimamelun osalta on voimaloiden ja melulle herkkien kohteiden välisen etäisyyden kasvattaminen.

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 Pienitaajuisten 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

4 Arviointimenetelmät ja lähtötiedot

4.1 Melulaskenta, laskenta-asetukset ja lähtötiedot

Melun leviämislaskenta on tehty käyttäen Ympäristöministeriön laatiman Tuulivoimaloiden melun mallintaminen -ohjeen mukaisia menetelmiä ja laskentaparametrejä [4]. Laskenta on tehty laskentaohjelmalla windPRO 4.1 käyttäen ISO 9613-2 -laskentamallia [5]. Melulaskenta perustuu melun leviämiseen kolmiulotteisessa maastomallissa. Maastomallina on laskennassa käytetty Maanmittauslaitoksen 10 x 10 m laserkeilausaineistoon perustuvaa pisteaineistoa (ladattu 10.4.2025). Maanpinnan akustisena kovuutena on käytetty laskennassa vesistöillä 0 (kova) ja muilla alueilla 0,4 (osittain kova). Laskennassa melukartan laskentapisteidien sekä valittujen tarkastelupisteiden korkeutena on käytetty 4 m maan pinnasta. Laskentaruudukon kokona on käytetty 25 m x 25 m. Melukartoilla esitetyt asuin- ja lomarakennukset on huomioitu Maanmittauslaitoksen maastotietokannan perusteella (ladattu 5.3.2024).

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. Laskennan tulosten perusteella ohjelma muodostaa melukäyrät, jotka tavanomaisesti esitetään 5 dB välein esim. 35 dB, 40 dB, 45 dB, 50 dB jne.

Selvityksessä on laskettu tuulivoimapuiston ympäristöön ulkoalueille aiheutuva keskiäänitaso (L_{Aeq}). Keskiäänitaso vastaa tuulivoimaloiden 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 pienitaajuista 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 tuulivoimaloiden 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

Taajuus- 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

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 7 voimalaa
- VE2: hankkeessa toteutetaan 6 voimalaa

Voimaloiden kokonaiskorkeus on 300 m ja roottorin halkaisija on enimmillään 200 m. Näin ollen napakorkeutena on tarkasteluissa käytetty 200 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	415498	7121596	5	416406	7120470
2	416218	7121749	6	417367	7120097
3	416020	7120985	7	417637	7119461
4	416749	7121202			

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	415498	7121596	4	416749	7121202
2	416218	7121749	5	416406	7120470
3	416020	7120985	6	417577	7119590

Melumallinnuksessa on käytetty hankkeen voimaloiden melupäästönä Vestas V172 7,2 MW -voimalatyypin melupäästöä, joka on valmistajan julkaiseman tiedon mukaan



suuruudeltaan $LWA = 107,8$ dB tuulen nopeuden ollessa 8 m/s 10 m korkeudella maan pinnasta. Melupäästö on huomioitu laskennassa oktaavitaajuuskaistoittain. Laskennassa käytetyt taajuusjakaumatiedot on esitetty liitteessä 5.

Vaihtoehtoon VE1 osalta on tarkasteltu myös yhteismelua lähellä sijaitsevan Sikokankaan tuulivoimahankkeen kanssa. Sikokankaan hanke sijaitsee tarkasteltavan hankkeen länsi- ja luoteispuolella välittömässä läheisyydessä ja myös kyseisessä hankkeessa on käynnissä YVA-menettely. Alueelle on suunniteltu sijoitettavan enimmillään 26 kpl tuulivoimalaa. Hanke on huomioitu hankekehittäjältä saatujen tietojen mukaisesti ja mallinnuksessa on käytetty samoja tietoja kuin ko. hankkeen YVA-vaiheen selvityksessä (napakorkeus 240 m, voimalatyyppi Nordex N175-6,8 MW). Tarkastellun hankkeen melun vaikutusalueella ei sijaitse muita olemassa olevia tai suunniteltuja tuulivoimahankkeita, joilla arvioitaisiin olevan yhteisvaikutuksia melun osalta.

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 käytetyn hankkeen voimaloiden melupäästön osalta ei ole voitu varmistua, vastaavako ne standardin IEC TS 61400-14 mukaista takuuarvoa epävarmuusmarginaaleineen. Tämän takia melupäästöön on laskennassa lisätty 2 dB varmuusmarginaali. Vastaava epävarmuus on lisätty myös pienitaajuisten melun melupäästöön taajuuskaistoittain.

5 Meluvaikutukset

5.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Tuulivoimaloiden rakentamisvaiheessa ympäristöön voi aiheutua melua mm. maanrakennustöistä, kokoamistöistä sekä kuljetusliikenteestä. Tuulivoimaloiden etäisyys 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 1–4. Lisäksi melua on tarkasteltu 10 kpl tarkastelupisteessä, jotka on sijoitettu lähimmille asuin- ja lomarakennuksille eri ilmansuunnissa. Valitut kohteet on esitetty taulukossa 6. Laskentatulokset kohteissa eri tarkastelutilanteissa on esitetty taulukossa 7. Tarkastelupisteet C–I sijaitsevat tarkastellun Haaponevan hankkeen läheisyydessä. Havaintopisteet A, B ja J sijaitsevat alueella, jolla Sikokankaan tuulivoimahankkeen melun vaikutus on tarkasteltua hanketta suurempi. Niiden osalta on haluttu varmistaa, ettei tarkasteltu hanke yhteisvaikutuksella oleellisesti lisää Sikokankaan hankkeen yksin aiheuttamaa melutasoa.



Taulukko 6 Tarkastelupisteiden sijainti ja rakennusten käyttötarkoitus

Tarkastelu- piste	Itäinen koordinaatti (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koordinaatti (ETRS-TM35FIN)	Käyttö- tarkoitus
A	414305	7125954	Loma
B	417011	7124745	Loma
C	417941	7122864	Asuin
D	418153	7122871	Loma
E	419334	7120661	Loma
F	419483	7120331	Asuin
G	419931	7119660	Asuin
H	419973	7118977	Loma
I	416523	7117014	Loma
J	410963	7118146	Asuin

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

Tarkastelu- piste	Äänitaso VE0 [dB]	Äänitaso VE1 [dB]	Äänitaso VE2 [dB]	Äänitaso VE1 yhteismelu [dB]
A	37,6	25,0	24,6	37,8
B	32,8	29,3	29,0	34,4
C	33,0	34,6	34,2	36,9
D	32,3	33,9	33,4	36,2
E	30,0	34,1	32,6	35,5
F	29,7	33,6	32,2	35,1
G	28,5	31,6	30,2	33,4
H	28,2	30,8	29,4	32,7
I	37,2	30,2	29,1	38,0
J	33,0	23,1	22,5	33,4

Tarkastellun hankkeen tuulivoimaloiden aiheuttama keskiäänitaso alittaa ohjearvon 40 dB ympäristön asuin- ja lomarakennuksilla. Äänitaso on suurimmillaan vaihtoehdossa VE1 noin 33...35 dB muutamien lähimpien rakennusten alueella eli alittaa ohjearvon noin 5 desibelillä. Tuulivoimaloiden toiminnasta aiheutuvalla meluvaikutusalueella ei sijaitse hoito- tai oppilaitoksia, virkistys- tai leirintäalueita, kansallispuistoja tai muita melulle erityisen herkkiä alueita.

Laskennan perusteella havaintopisteissä C–H merkittävin melunlähde on tarkastellun hankkeen voimalat ja havaintopisteissä A, B, I ja J Sikokankaan hankkeen voimalat. Yhteismelu on suurimmillaan muutamilla tarkastelupisteillä noin 37...38 dB eli alittaa ohjearvon 40 dB.



5.3 Pienitaajuinen melu

Pienitaajuisista 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-äänitaso 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 6. Laskennan perusteella pienitaajuinen melu alittaa toimenpideraja-arvot tarkastelupisteissä kaikissa tarkastelutilanteissa. Eniten melulle altistuvassa havaintopisteessä C pienitaajuinen melu äänekämmässä vaihtoehdossa VE1 alittaa toimenpidearvon kaikilla taajuuskaistoilla yli 7 desibelillä. Äänitaso pienenee etäisyyden kasvaessa, joten pienitaajuisen melu alittaa toimenpideraja-arvot myös tarkastelupisteitä kauempana sijaitsevilla kohteilla.

6 Johtopäätökset

Hankkeen voimalat sijaitsevat lähimmillään noin 2 km ja pääosin yli 2,5 km etäisyydellä ympäristön lähimmistä asuin- ja lomarakennuksista. Näin ollen etäisyys on melun näkökulmasta hyvä. Melumallinnuksen perusteella ulkoalueiden äänitaso alittaa yöajan ohjearvon 40 dB ympäristön asuin- ja lomakiinteistöillä tarkastelluissa vaihtoehdoissa. Vaihtoehto VE1 on vähäisesti äänekkämpi johtuen suuremmasta voimaloiden määrästä ja siinä ulkoalueiden äänitaso suurimmillaan noin 33...35 dB muutamilla lähimmillä rakennuksilla. Tuulivoimaloiden toiminnasta aiheutuvan melun vaikutusalueella ei sijaitse hoito- tai oppilaitoksia, virkistys- tai leirintäalueita, kansallispuistoja tai muita melulle erityisen herkkiä alueita.

Tarkastellulla hankkeella on laskennan perusteella vähäinen yhteismeluvaikutus Siko-kankaan hankkeen kanssa hankealueen pohjois-, itä- ja eteläpuoleisella alueella. Yhteismelutaso alittaa ohjearvon 40 dB kaikilla asuin- ja lomarakennuksilla. Hankkeen melun vaikutusalueella ei ole muita nykyisiä tai tiedossa olevia suunniteltuja tuulivoimahankeita.

Pienitaajuinen melu ympäristön asuin- ja lomakiinteistöillä alittaa pienitaajuisen melun toimenpideraja-arvot tarkastelutilanteissa VE1 ja VE2 sekä yhteisvaikutustarkastelussa.



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.



Haaponevan tuulivoimahanke, Haapavesi.

Tuulivoimahankkeen meluselvitys

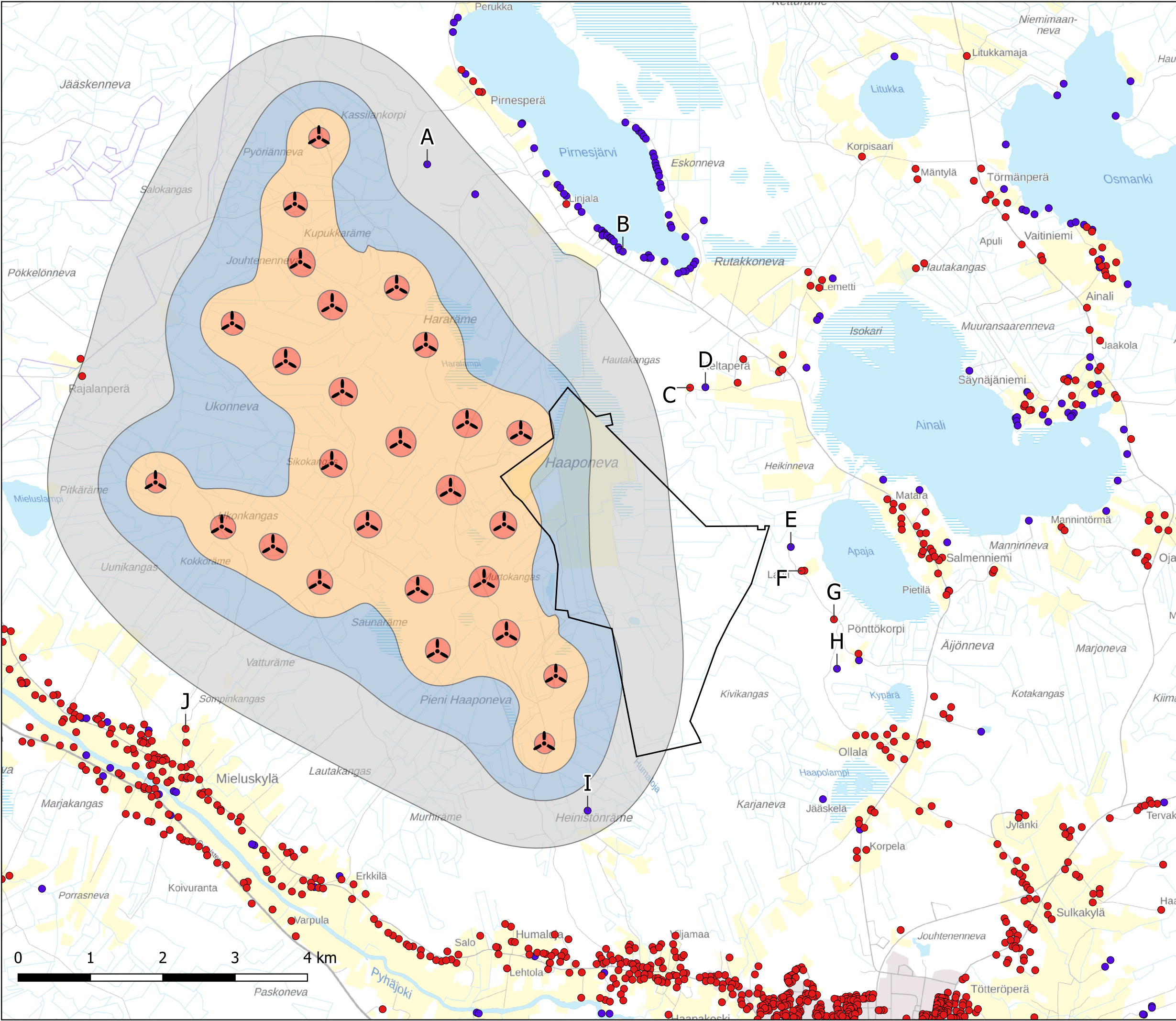
Liite 1: Tuulivoimaloiden aiheuttama päivä- ja yöajan keskiäänitaso vaihtoehdossa VE0, kun hanketta ei toteuteta. Laskennassa on huomioitu Sikokankaan tuulivoimahankkeen aiheuttama melu alueella.

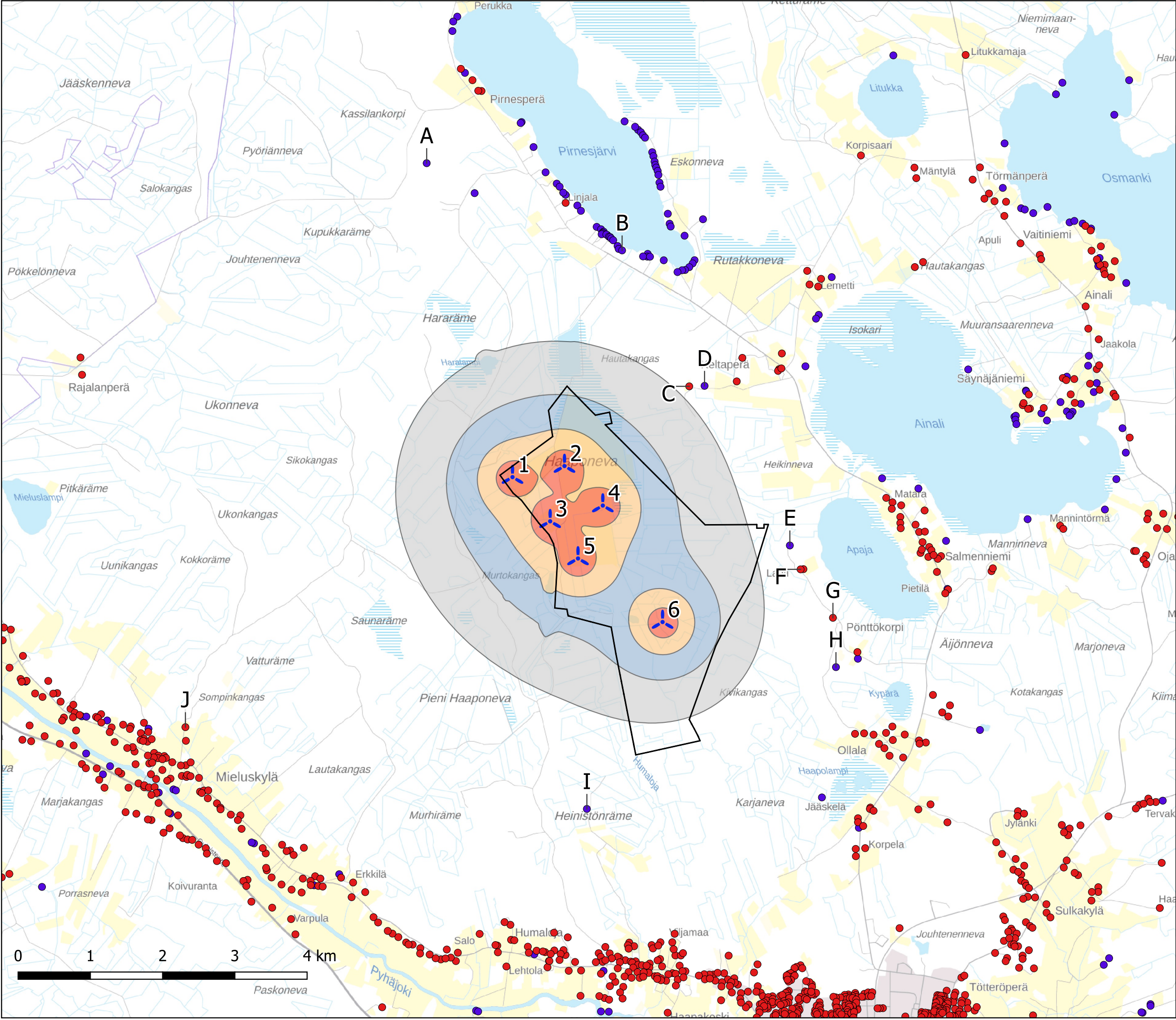
Tarkastelupisteinä käytetyt asuin- ja lomarakennukset on merkitty kirjaimin.

- Asuinrakennukset
- Lomarakennukset
- Hankealue / kaava-alue
- Sikokankaan voimala

- Keskiäänitaso LAeq
- > 35 dB
 - > 40 dB
 - > 45 dB
 - > 50 dB

EMD windPRO 4.1, ISO 9613-2
Koordinaatisto: ETRS-TM35FIN
Pohjakartta: Maanmittauslaitos 2024
Mittakaava: 1 : 50 000 (A3)
Päivämäärä: 4.6.2025
Laatinut: Sitowise Oy, THä





Haaponevan tuulivoimahanke, Haapavesi.

Tuulivoimahankkeen meluselvitys

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

Tarkastelupisteinä käytetyt asuin- ja lomarakennukset on merkitty kirjaimin.

Hankkeen voimaloiden lähtöarvot:
Napakorkeus: 200 m
Voimalatyyppi: Vestas V172 m
Melupäästö: LWA = 107,8 + 2 dB

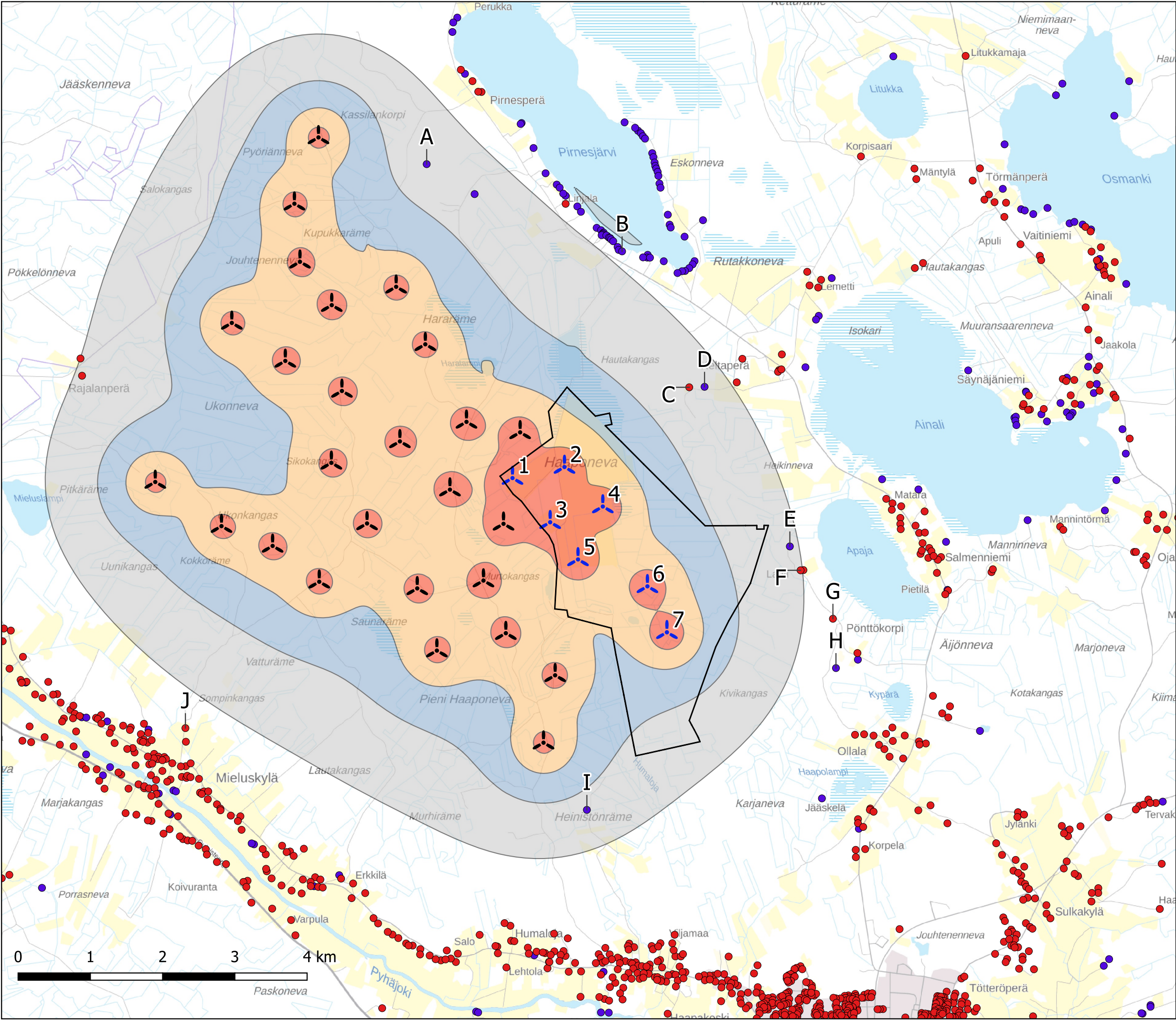
- Asuinrakennukset
- Lomarakennukset
- Hankealue / kaava-alue
- Voimala VE2

Keskiäänitaso LAeq

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

EMD windPRO 4.1, ISO 9613-2
Koordinaatisto: ETRS-TM35FIN
Pohjakartta: Maanmittauslaitos 2024
Mittakaava: 1 : 50 000 (A3)
Päivämäärä: 4.6.2025
Laatinut: Sitowise Oy, THä

SITOWISE



Haaponevan tuulivoimahanke, Haapavesi.

Tuulivoimahankkeen meluselvitys

Liite 4: Tuulivoimaloiden aiheuttama päivä- ja yöajan keskiäänitaso vaihtoehdossa VE1. Laskennassa on huomioitu yhteisvaikutus Sikokankaan tuulivoimahankkeen kanssa.

Tarkastelupisteinä käytetyt asuin- ja lomarakennukset on merkitty kirjaimin.

Hankkeen voimaloiden lähtöarvot:
Napakorkeus: 200 m
Voimalatyyppi: Vestas V172 m
Melupäästö: LWA = 107,8 + 2 dB

- Asuinrakennukset
- Lomarakennukset
- Hankealue / kaava-alue
- Voimala VE1
- Sikokankaan voimala

Keskiäänitaso LAeq

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

EMD windPRO 4.1, ISO 9613-2
Koordinaatisto: ETRS-TM35FIN
Pohjakartta: Maanmittauslaitos 2024
Mittakaava: 1 : 50 000 (A3)
Päivämäärä: 4.6.2025
Laatinut: Sitowise Oy, THä

SITOWISE

Mallinnustietojen raportti

RAPORTIN JA RAPORTOIJAN TIEDOT	
Mallinnusraportin numero/tunniste:	Raportin hyväksyntäpäivämäärä: 4.6.2025
Tekijä/organisaatio: Sitowise Oy, Linnoitustie 6 D, 02600 Espoo, p. 020 747 6000 (vaihde)	
Vastuuhenkilöt: Toni Hägerth	
Laatija: Toni Hägerth	Tarkastaja/hyväksyjä: Vesa Vähäkuopus
MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT	
Mallinnusohjelma ja versio: EMD windPRO 4.0	Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2

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 data		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	
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: 0 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	



Haaponevan hankkeen voimat

TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN) TIEDOT:							
Tuulivoimalan valmistaja: Vestas				Tyyppi: EnVentus V172 7,2 MW PO7200 (with STE)		Sarjanumero/t:	
Nimellisteho: 7,2 MW		Napakorkeus: 200		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				
Ei		Ei					

AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
Melupäästötiedot: Vestas V172 7.2 MW (valmistajan ilmoittama melupäästö + 2 dB varmuus) Dokumentti nro 0128-4336_1							
Vestas V172 7,2 MW, LWA = 107,8 dB + 2 dB 1/3 oktaavikaistataajuus							
Melun erityispiirteiden mittaust ja havainnot:							
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)		Muu, mikä:	
Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei



Sikokankaan hankkeen voimat

TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN) TIEDOT					
Tuulivoimalan valmistaja: Nordex			Tyyppi: N175-6.8 MW		Sarjanumero/t:
Nimellisteho: 6,8 MW		Napakorkeus: 240 m		Roottorin halkaisija: 175 m	Tornin tyyppi:
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun					
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus		Muu, mikä	
Kyllä	- dB	Kyllä	- dB		
Ei		Ei			

AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT																																																																	
Melupäästötiedot: Nordex N175 6,8 MW (valmistajan ilmoittama melupäästö + 2 dB varmuus)																																																																	
Dokumentti nro F008_278_A17_EN rev3, 2023-10-13																																																																	
Nordex N175 6.8 MW, LWA = 106,9 dB + 2 dB <table border="1"><caption>Sound Pressure Level (A-weighted) Data</caption><thead><tr><th>Frequency (Hz)</th><th>Sound Pressure Level (dB)</th></tr></thead><tbody><tr><td>20</td><td>74</td></tr><tr><td>25</td><td>77</td></tr><tr><td>31,5</td><td>79</td></tr><tr><td>40</td><td>80</td></tr><tr><td>50</td><td>82</td></tr><tr><td>63</td><td>86</td></tr><tr><td>80</td><td>89</td></tr><tr><td>100</td><td>91</td></tr><tr><td>125</td><td>93</td></tr><tr><td>160</td><td>95</td></tr><tr><td>200</td><td>96</td></tr><tr><td>250</td><td>97</td></tr><tr><td>315</td><td>97</td></tr><tr><td>400</td><td>97</td></tr><tr><td>500</td><td>97</td></tr><tr><td>630</td><td>97</td></tr><tr><td>800</td><td>98</td></tr><tr><td>1000</td><td>98</td></tr><tr><td>1250</td><td>98</td></tr><tr><td>1600</td><td>97</td></tr><tr><td>2000</td><td>96</td></tr><tr><td>2500</td><td>93</td></tr><tr><td>3150</td><td>90</td></tr><tr><td>4000</td><td>85</td></tr><tr><td>5000</td><td>82</td></tr><tr><td>6300</td><td>75</td></tr><tr><td>8000</td><td>67</td></tr><tr><td>10000</td><td>58</td></tr></tbody></table> 1/3 oktaavikaistataajuus								Frequency (Hz)	Sound Pressure Level (dB)	20	74	25	77	31,5	79	40	80	50	82	63	86	80	89	100	91	125	93	160	95	200	96	250	97	315	97	400	97	500	97	630	97	800	98	1000	98	1250	98	1600	97	2000	96	2500	93	3150	90	4000	85	5000	82	6300	75	8000	67	10000	58
Frequency (Hz)	Sound Pressure Level (dB)																																																																
20	74																																																																
25	77																																																																
31,5	79																																																																
40	80																																																																
50	82																																																																
63	86																																																																
80	89																																																																
100	91																																																																
125	93																																																																
160	95																																																																
200	96																																																																
250	97																																																																
315	97																																																																
400	97																																																																
500	97																																																																
630	97																																																																
800	98																																																																
1000	98																																																																
1250	98																																																																
1600	97																																																																
2000	96																																																																
2500	93																																																																
3150	90																																																																
4000	85																																																																
5000	82																																																																
6300	75																																																																
8000	67																																																																
10000	58																																																																
Melun erityispiirteiden mittaus ja havainnot:																																																																	
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)		Muu, mikä:																																																											
Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei																																																										



Pienitaajuisten melun laskentatulokset

Pienitaajuisista melua tarkasteltiin 10 tarkastelupisteissä (A–J). Tulokset on esitetty alla olevissa kuvaajissa. Ohjelmistolla laskettiin tarkastelupisteisiin "ulos" aiheutuva painottamaton äänitaso 1/3 oktaavitaajuuskaistoilla 20–200 Hz. Ulos aiheutuvien äänitasojen perusteella on laskettu pienitaajuisten melun sisä-äänitasoa huomioiden rakennuksen keskimääräinen julkisivun ääneneristävyys alla olevan taulukon 1 mukaisia äänitasoeroarvoja käyttäen (sama kuin raportin taulukko 3). Vertailu on tehty erikseen DSO 1284 -menetelmän mukaisilla äänitasoeroarvoilla ja Anojanssi-projektin mukaisilla arvoilla. Tuloksia on verrattu asumisterveysasetuksen pienitaajuisten melun toimenpideraja-arvoihin.

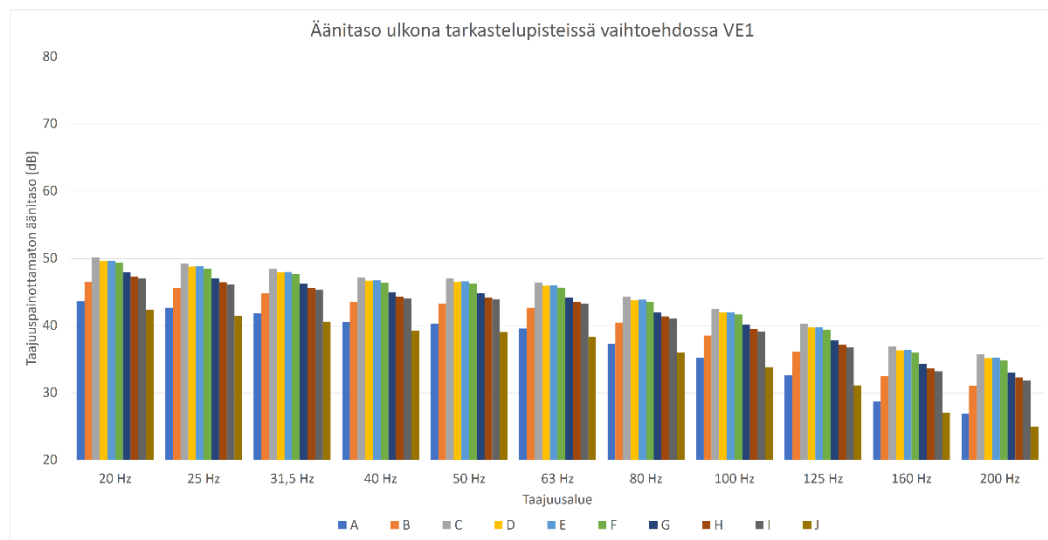
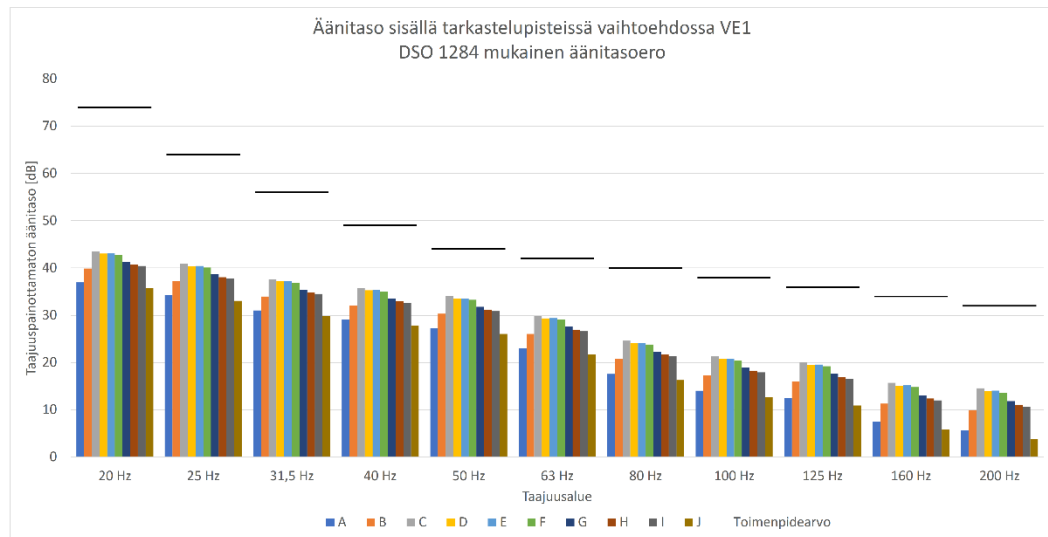
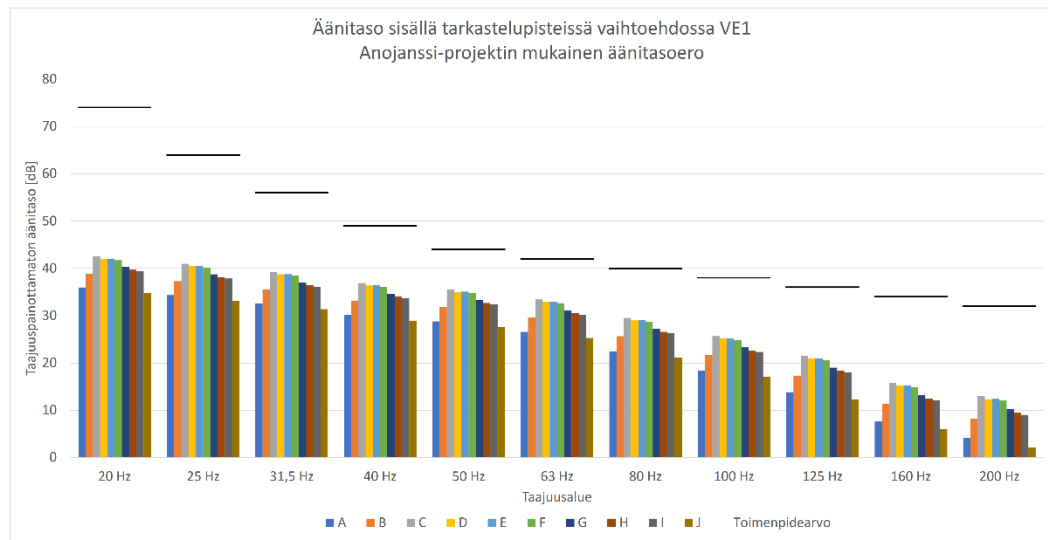
Taulukko 1 Sisämelun arvioinnissa käytetyt rakennuksen ulkovaipan äänitasoerot

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

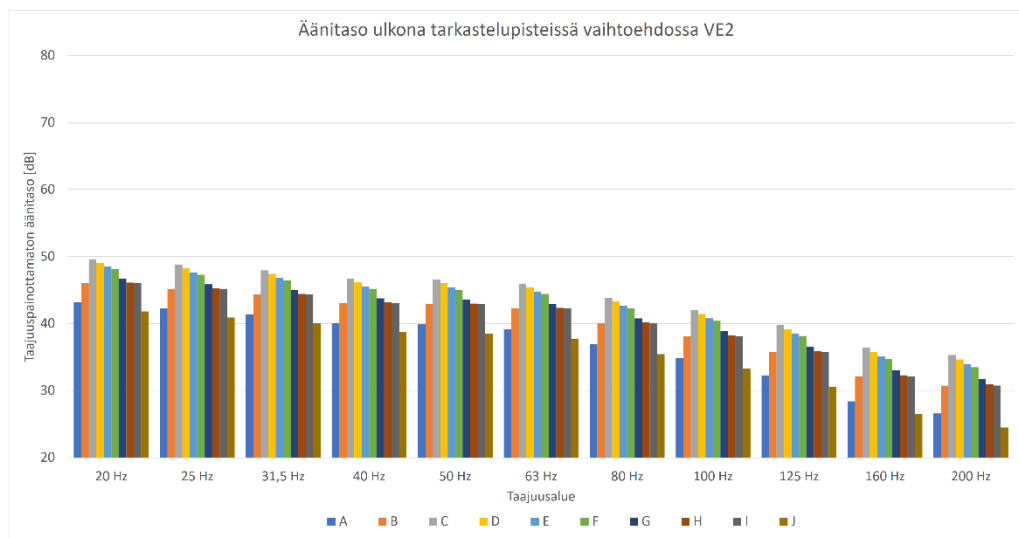
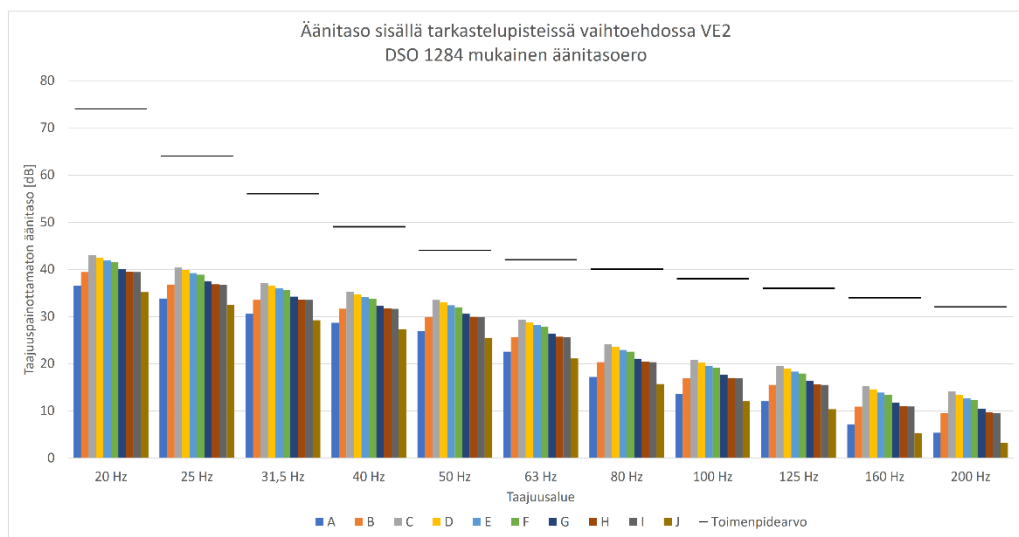
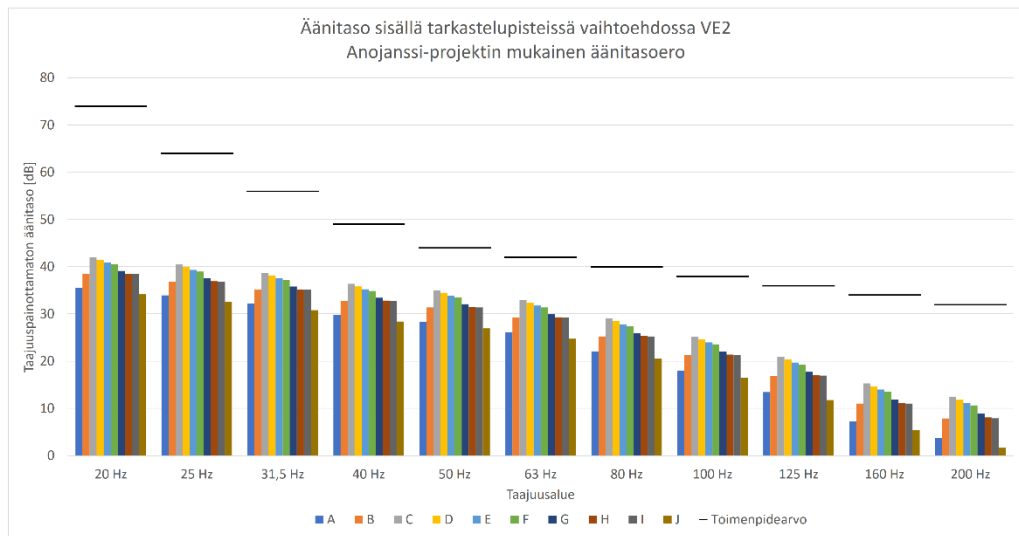
Matalataajuisten melun laskennan tulokset ovat tiivistetysti:

- Pienitaajuisten melun taso alittaa toimenpideraja-arvot tarkastelupisteissä tarkastelutilanteissa koko taajuusalueella kummallakin äänitasoerolla tarkasteltuna.
- Laskennan perusteella hankkeella on vähäinen yhteismeluvaikutus Sikokankaan tuulivoimahankkeen kanssa. Laskennan perusteella yhteismelu alittaa toimenpideraja-arvot kaikissa tarkastelupisteissä.



Pienitaajuisten melun laskentatulokset vaihtoehdolla VE1

Pienitaajuisten melun laskentatulokset vaihtoehdolla VE2



Pienitaajuisten melun laskentatulokset vaihtoehdolla VE1, yhteismelu

