



# **Ilmatar Ooperi Oy**

Ooperi

Tuulivoimapuiston meluselvitys

30.03.2026

Copyright © AFRY Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään. Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman AFRY Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

AFRY Finland Oy:n projektinumero on 101034005-003.

Kannen kuva: © AFRY

Selvityksessä on käytetty Maanmittauslaitoksen ja Suomen ympäristökeskuksen avoimien aineistojen käyttöluvien alaista materiaalia, jotka on lisensoitu Creative Commons Nimeä 4.0 Kansainvälinen -lisenssillä: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fi>.

## YHTEYSTIEDOT

Hankkeesta vastaava:

### **Ilmatar Ooperi Oy**

Kiia Kanerva

[kiia.kanerva@ilmatar.com](mailto:kiia.kanerva@ilmatar.com)

Tekijä:

### **AFRY Finland Oy**

Erkki Heikkola

[erkki.heikkola@afry.com](mailto:erkki.heikkola@afry.com)

Renewables & Energy Storage Development, Finland

[www.afry.com](http://www.afry.com)

Raportin tiedot:

Projektinumero: 101034005-003

Raporttiversio: 001

Raportin tila: VALMIS

Raporttihistoria:

Versio	Pvm/Laatija	Pvm/Tarkastaja	Merkinnät/Muutokset
001	30.03.2026/ Erkki Heikkola, Senior Consultant	30.03.2026/ Mika Laitinen, Senior Consultant	Alkuperäinen

## SISÄLLYS

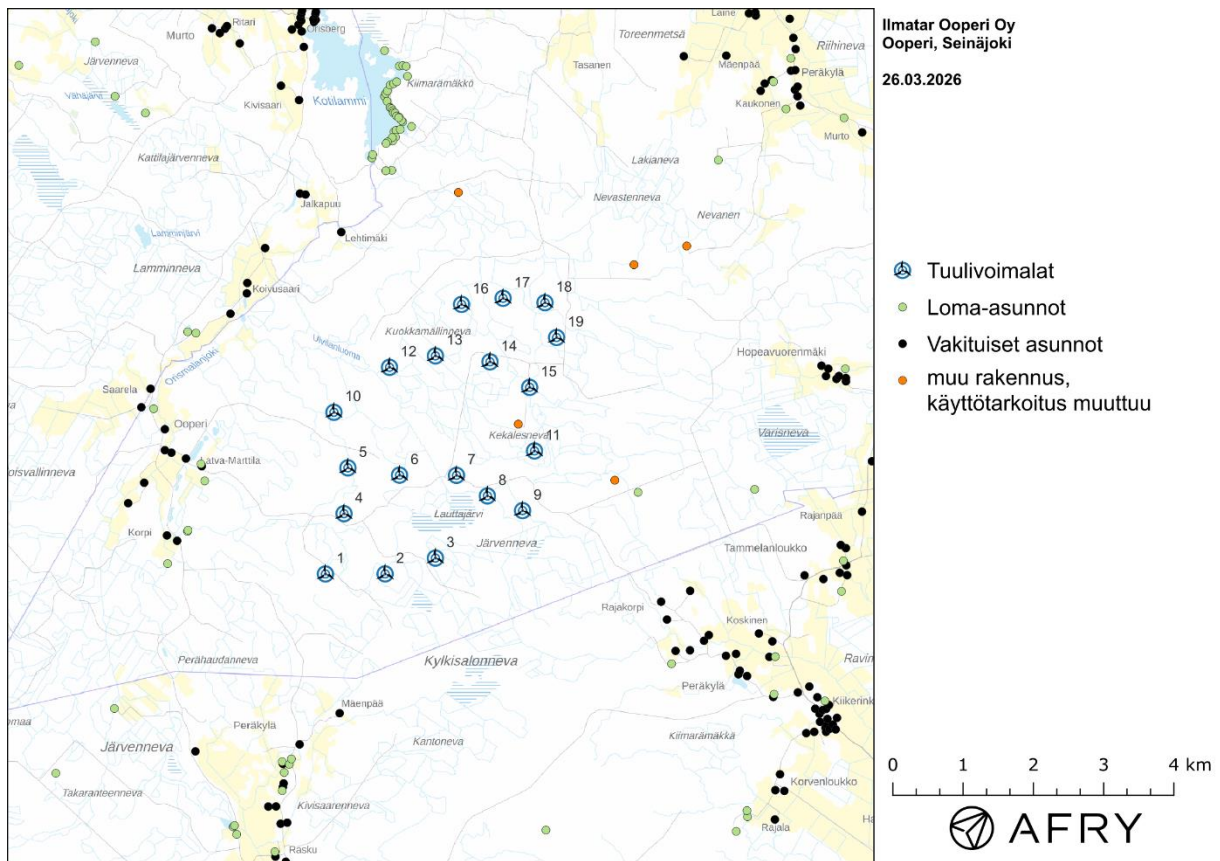
1	JOHDANTO .....	5
2	TUULIVOIMALOIDEN MELU .....	7
2.1	Yleistä tuulivoimamelusta .....	7
2.2	Melumallinnusohjeistus.....	8
2.3	Ohjearvot .....	9
2.4	Sisämelutasojen arviointi .....	10
3	TUULIVOIMAKOHTTEEN MELUMALLINNUS.....	11
3.1	Keskiäänitasojen LAeq mallinnus .....	11
3.2	Matalataajuisen melun mallinnus .....	15
3.3	Melun yhteisvaikutukset .....	17
4	YHTEENVETO.....	22
5	VIITTEET .....	23
6	MELUMALLINNUKSEN TIEDOT .....	24

# 1 JOHDANTO

Selvityksessä arvioidaan Seinäjoen kaupungin alueelle suunnitellun Ooperin tuulivoima-  
 puiston aiheuttamaa meluvaikutusta laskennallisten mallien avulla. Arviointi tehdään kaa-  
 vaehdotuksen mukaiselle 19 voimalan suunnitelmalle. Voimaloiden sijainnit on esitetty  
 karttapohjalla kuvassa (Kuva 1-1) ja koordinaatit annettu taulukossa (Taulukko 1-1).

Mallinuksissa voimaloille on käytetty napakorkeutta 180 m ja tuulivoimalatyypin V172 7,2  
 MW (STE) taajuusjakaumaa äänitehotasolla 109,8 dB(A) (tuulivoimalavalmistajan ilmoit-  
 tama maksimiäänitehotaso 107,8 dB(A) + varmuusarvo 2 dB(A)). Tuulivoimalatyypin me-  
 lupäästön tunnusarvoa ei pystytä tässä yhteydessä määrittämään standardin IEC TS  
 61400-14 mukaisesti, joten ilmoitettuun melupäästön lukuarvoon lisätään 2 dB tunnusar-  
 von saamiseksi. Näin määriteltynä selvityksessä käytetyt lähtömelutasot ovat ympäristö-  
 ministeriön mallinnusohjeistuksen mukaisia melupäästön tunnusarvoja.

Selvityksessä arvioidaan lisäksi Ooperin sekä lähelle suunniteltujen tuulivoimakohteiden  
 melun yhteisvaikutuksia. Yhteisvaikutuksia käsitellään kappaleessa 3.3.



**Kuva 1-1: Tuulivoimaloiden sijainnit Ooperin hankealueella.**

**Taulukko 1-1: Ooperin tuulivoimaloiden (19 kpl) sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa ja maaston korkeus tuulivoimalan paikalla.**

Tuulivoimalat	E	N	Maaston korkeus [m]
T01	265708	6973572	84,2
T02	266558	6973573	80,6
T03	267274	6973798	80,5
T04	265972	6974430	80,7
T05	266028	6975082	83,4
T06	266763	6974978	80,7
T07	267574	6974976	80,9
T08	268014	6974683	77,3
T09	268515	6974474	78,5
T10	265829	6975873	75,0
T11	268685	6975323	77,4
T12	266620	6976513	66,7
T13	267274	6976676	66,6
T14	268051	6976591	70,4
T15	268616	6976227	70,7
T16	267646	6977408	62,8
T17	268237	6977495	68,6
T18	268834	6977433	69,2
T19	268999	6976937	69,0

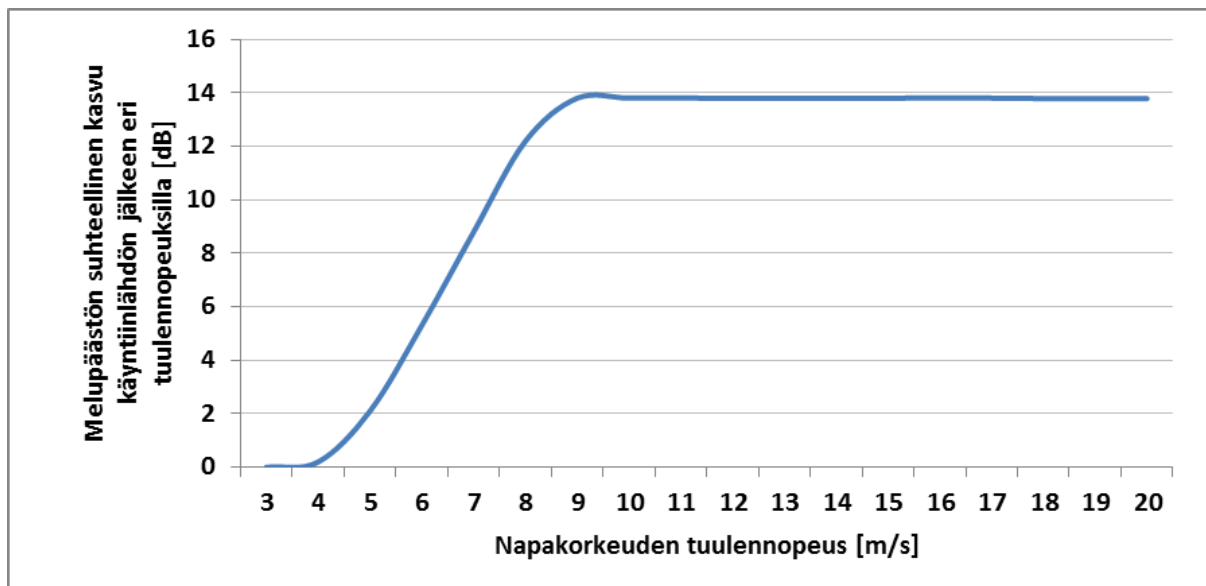
## 2 TUULIVOIMALOIDEN MELU

### 2.1 Yleistä tuulivoimamelusta

Tuulivoimalaitosten käyntiääni koostuu pääosin laajakaistaisesta lapojen aerodynaamisesta melusta sekä hieman kapeakaistaisemmasta sähköntuotantokoneiston yksittäisten osien aiheuttamasta melusta, johon kuuluvat muun muassa vaihteisto, generaattori sekä jäähdytysjärjestelmät. Tuulivoimaloiden aerodynaaminen melu on hallitsevin äänilähde, joka kattaa noin 90 prosenttia kokonaisäänienergiasta lapojen suuren vaikutuspinta-alan vuoksi [14]. Tuulivoimamelu on A-taajuusjakaumaltaan painottunut tyypillisesti 200–1000 Hz:n väliin.

Modernit kolmilapaiset tuulivoimalaitokset ovat nykyisin ylävirtalaitoksia, joissa siivistö sijaitsee tuulen etupuolella suhteessa voimalan torniin. Katsottaessa aerodynaamisen melun suuntaavuutta ylhäältä käsin on siivistön äänitaso sivutuulen puolelta noin 4–6 dB alhaisempi kuin tuulen ylä- ja alapuolilla samalla etäisyydellä [17].

Vaihtuvanopeuksisen tuulivoimalan äänipäästö on suoraan verrannollinen tuulennopeuteen siten, että alhaisilla tuulilla eli hitaalla roottorin pyörimisnopeudella ja lähellä käyntiinlähön nopeutta lähtöäänitaso on usein noin 10–15 dB alhaisempi kuin voimalan nimellisteholla, jossa roottori saavuttaa suurimman kierrosnopeuden (Kuva 2-1).



**Kuva 2-1: Esimerkkikuva äänipäästön kasvusta napakorkeuden tuulennopeuden mukaan. Äänitason nousu tasoittuu n. 10 m/s voimalan napakorkeudella mitatun tuulennopeuden jälkeen.**

Äänipäästön  $L_{WA}$  huipputaso saavutetaan voimalan nimellistehotasolla, joka tarkoittaa tyypillisesti yli 10 m/s tuulennopeutta napakorkeudella voimalamallista ja etenkin tornikorkeudesta riippuen. Tuulennopeuden edelleen kasvaessa tuulivoimalan siipikulmasäätö tasoittaa äänitehotason nousun roottorin pyörimisnopeuden pysyessä ennallaan.

Taustamelu, kuten liikennemelu ja teollisuusmelu sekä tuulen tuottama aallokko- ja puustokohina, peittävät tuulivoimaloiden melua, mutta peittoäänet ovat ajallisesti ja tasoltaan vaihtelevia. Tuulikohina esimerkiksi puustossa on taajuuskaistaltaan laajakaistaista ja tuulensuunnasta, puulajeista, vuodenajasta ja tuulennopeudesta riippuva. Puustokohinan äänitaso mittauskorkeudella 1,5 m voi nousta kuitenkin tuulennopeuden mukaan kokemukseräisesti jopa yli 60 dB:n tasolle [16].

Ilmakehän pystysuuntaisen stabiilisuuden ja ilmavirran turbulenssin vaihtelut vuorokauden eri aikoina voivat vaikuttaa tuulisuuden tasoon eri korkeuksilla [15]. Ilmakehän neutraalin stabiilisuuden vallitessa 8 m/s tuulennopeus 10 metrin korkeudella vastaa korkeudella 100 m nopeutta 12 m/s, korkeudella 160 m nopeutta 14 m/s ja korkeudella 200 m nopeutta 15 m/s.

Moderneissa tuulivoimalaitoksissa melun lähtöäänitasoa voidaan kontrolloida erillisellä optimointisäädöllä, jonka avulla kellonajan, tuulensuunnan ja tuulennopeuden mukaan säädetään lapakulmaa haluttuun pyörimisnopeuteen ja melutasoon. Tällä säädöllä on kuitenkin vaikutuksia voimalan sen hetkiseen tuotantotehoon. Modernit voimalamallit sisältävät usein myös siiven jättöreunan sahalaidoituksen, joka vähentää melupäästöä nimellisteholla tällä hetkellä noin 2–3 dB ja tulevaisuudessa vieläkin enemmän serraatioiden tuotekehityksen johdosta [13].

Tarkempia taustatietoja tuulivoimaloiden aiheuttaman melun syntymekanismeista, luonteesta ja vaikutuksista on koottuna julkaisuihin [1], [2] ja [5].

## 2.2 Melumallinnusohjeistus

Ympäristöministeriö on julkaissut 28.2.2014 ohjeen tuulivoimaloiden melun mallintamiseen [7]. Ohjeessa on annettu tietoja mallinnusmenettelyistä arvioitaessa tuulivoimaloiden aiheuttamaa melukuormitusta ympäristönsuojelulain täytäntöönpanossa ja soveltamisessa sekä maankäyttö- ja rakennuslain mukaisissa menettelyissä. Ohjeissa määritellään yksityiskohtaisesti käytettävät mallit, niiden parametrit ja lähtötiedot sekä tulosten esittämis tavat. Yksityiskohtainen ohjeistus on koettu tarpeelliseksi, jotta mallinnustulokset olisivat aina tekijöistä riippumatta vertailukelpoisia keskenään. Tämän raportin melumallinnus on toteutettu ympäristöministeriön mallinnusohjeistuksen mukaisesti.

Melumallinnuksen lähtötietona tulisi käyttää teknisen spesifikaation IEC TS 61400-14 mukaista tuulivoimalan melupäästön tunnusarvoa (declared value)  $L_{WAd}$ . Se määritellään standardin IEC 61400-11 mukaisissa mittauksissa äänitehotasoksi, jonka varmuus melupäästön mahdollisessa verifiointissa on 95 %. Tunnusarvo koostuu mitatusta keskimääräisestä äänitehotasosta  $L_{WA}$  sekä varmuusarvosta  $K$ , joka vastaa voimalatyyppien melutason vaihteluväliä 95 %:n varmuudella.

Äänitehotasot on ilmoitettava 1/3-oktaaveittain keskitaajuuksilla 20–10000 Hz ja oktaaveittain keskitaajuuksilla 31,5–8000 Hz, ja ne tulee olla saatavilla 10 m:n referenssikorkeutta vastaavilla tuulen nopeuksilla 8 m/s ja 10 m/s. Melumallinnuksen epävarmuus on tarkastelussa ja ohjeistuksessa sisällytetty laskennassa käytettyyn tuulivoimaloiden melupäästön arvoon, jolloin mallinnustuloksia voidaan suoraan verrata suunnitteluohjearvoihin ilman erillistä epävarmuustarkastelua, ja äänen etenemisen ja ympäristöolosuhteiden mallinnukseen voidaan käyttää vakioituja sää- ja ympäristöolosuhdearvoja.

Melun häiritsevyyteen vaikuttaa äänitasojen lisäksi melupäästöön mahdollisesti liittyvät erityisen häiritsevät melukomponentit: melun kapeakaistaisuus, melun impulssimaisuus ja merkityksellinen sykintä (nk. amplitudimodulaatio). Melun impulssimaisuuden ja merkityksellisen sykinän vaikutukset oletetaan sisältyvän valmistajan ilmoittamiin melupäästön tunnusarvoihin, eikä mallinnusohjeistuksessa edellytetä niiden erillistä tarkastelua.

Äänen etenemislaskennassa käytetään ohjeen mukaisia standardiin ISO 9613-2:2024 perustuvia sää- ja ympäristöolosuhdearvoja. Maaston pinnan laatu ja muoto otetaan mallinnuksessa erillisinä huomioon. Lisäksi matalataajuisen äänen eteneminen tulee mallintaa erikseen ohjeistuksessa määritellyn erillislaskennan avulla, joka perustuu Tanskassa

annettuun ohjeistukseen, jonka parametreja on mukautettu Suomen olosuhteisiin [3]. Laskennassa otetaan huomioon geometrinen etäisyysvaimennus sekä ohjeistuksen mukaiset ilmakehän absorptio ja maastovaikutuksen parametrit. Matalataajuisen äänen tarkastelu tehdään erikseen 1/3-oktaaveittain taajuusalueella 20–200 Hz melulle merkittävimmin altistuvien kohteiden (rakennusten) ulkopuolella. Laskennan tarkoituksena on tuottaa tieto ulkomelutasoista terssikaistoittain, ja niiden perusteella voidaan arvioida rakennuksen sisämelutaso oletetulla ääneneristävyydellä.

## 2.3 Ohjearvot

Valtioneuvoston 1.9.2015 voimaan astunut asetus 1107/2015 määrittää tuulivoimaloiden aiheuttaman ulkomelutason ohjearvot [9]. Päätöstä sovelletaan meluhaittojen ehkäisemiseksi ja ympäristön viihtyisyyden turvaamiseksi maankäytön, liikenteen ja rakentamisen suunnittelussa sekä rakentamisen lupamenettelyissä. Ohjearvot määritetään melun A-painotettuina päivä- (klo 07–22) ja yöajan (klo 22–07) ekvivalenttimelutasoina ulkoalueille asumiseen käytettävillä alueilla. Valtioneuvoston asetus korvaa aiemmat ympäristöministeriön suosittelemat suunnitteluarvot tuulivoimaloiden ulkomelutasoille [8].

Valtioneuvoston aiemmassa melutasoihin liittyvässä päätöksessä 993/1992 on annettu luonnonsuojelualueille päiväajan ohjearvo 45 dB(A) ja yöajan ohjearvo 40 dB(A) [10]. Tuulivoimameluasetuksen 1107/1/2015 perustelumuiden mukaan asetusta ei sovelleta kaikilla luonnonsuojelualueilla, vaan ainoastaan yleiselle virkistyskäytölle tärkeillä luonnonsuojelualueilla, joille on rakennettu käyttöä palvelevia polkuja ja muita rakenteita. Aieman melupäätöksen 993/1992 luonnonsuojelualueiden ohjearvoja ei siis tuulivoimamelun osalta sovellettaisi.

Kun laskennallisia melutasoja verrataan valtioneuvoston asetuksen ohjearvoihin, lasketuun melutasoon ei tehdä korjausta melun impulssimaisuuden tai kapeakaistaisuuden vuoksi. Ympäristöministeriön melumallinnusohjeistuksen [7] mukaan näiden vaikutusten oletetaan lähtökohtaisesti sisältyvän valmistajan ilmoittamiin melupäästön tunnusarvoihin, joita käytetään laskennan lähtötietoina. Sen sijaan valvonnan yhteydessä tehtäviin mitaustuloksiin lisätään 5 dB ennen valtioneuvoston ohjearvoon vertaamista, mikäli tuulivoimalan ääni sisältää kapeakaistaisia tai impulssimaisia komponentteja. Valtioneuvoston ohjearvot on koottu taulukkoon (Taulukko 2-1).

### Taulukko 2-1: Mallinnustulosten arvioinnissa sovellettavat valtioneuvoston asetuksen mukaiset ohjearvot.

Tuulivoimamelun ohjearvot	LA <sub>eq</sub> päiväajalle (klo 7–22)	LA <sub>eq</sub> yöajalle (klo 22–7)
Pysyvä asutus, Loma-asutus, Hoitolaitokset, Leirintäalueet	45 dB	40 dB
Oppilaitokset, Virkistysalueet	45 dB	-
Kansallispuistot	40 dB	40 dB

Sosiaali- ja terveysministeriö on määrittänyt 15.5.2015 voimaan astuneessa asumisterveysasetuksessa toimenpiderajat matalataajuiselle yöaikaiselle melulle sisätiloissa [6]. Melun toimenpiderajat on annettu terssikaistoittain painottamattomille tunnin keskiäänitasoille, ja ne on lueteltu taulukossa (Taulukko 2-2). Ohjeistuksen mukaiset mallinnustulokset vastaavat matalataajuisen melun tasoa ulkotiloissa, joten ne eivät ole suoraan verrannollisia Asumisterveysasetuksen arvoihin. Ulkomelutasojen avulla voidaan kuitenkin

arvioida sisämelutasoja, kun rakennuksen vaipan ääneneristävyys tunnetaan riittävällä tarkkuudella.

**Taulukko 2-2: Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat sisämelulle terssikaistoittain. Desibeliarvot ovat taajuuspainottamattomia.**

Taajuus [Hz]	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Äänitaso $L_{eq,1h}$ [dB]	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

## 2.4 Sisämelutasojen arviointi

Asumisterveysasetuksessa 545/2015 annetaan matalien taajuuksien 20–200 Hz tunnin keskiäänitasojen (Taulukko 2-2) lisäksi toimenpiderajat päivä- ja yöajan kokonaismelutasoille sisätiloissa. Päiväaikainen (klo 07-22) keskiäänitaso ei saa ylittää 35 dB(A) ja yöaikainen (klo 22-07) keskiäänitaso 30 dB(A). Lisäksi yöaikainen musiikkimelu tai muu vastaava mahdollisesti unihäiriötä aiheuttava melu, joka erottuu selvästi taustamelusta, ei saa ylittää 25 dB yhden tunnin keskiäänitasona  $L_{eq,1h}$  mitattuna niissä tiloissa, jotka on tarkoitettu nukkumiseen.

Ympäristöministeriön melumallinnusohjeet eivät sisällä erillisiä ohjeita sisämelun kokonaistason mallintamiseksi. Yöajan sisämelun toimenpiderajojen oletetaan kuitenkin alittuvan, mikäli melumallinnuksen antamat ulkomelutasot sekä matalataajuisen sisämelun tasot alittavat valtioneuvoston asetuksen ohjearvot ja asumisterveysasetuksen toimenpideravot. Ympäristöministeriön asetuksen 796/2017 mukaan uudisrakennusten ulkovaipan ääneneristykseen on oltava vähintään 30 dB. Jos tuulivoimaloiden aiheuttama ulkomelutaso alittaa 40 dB(A), niin sisämelutaso pysyy uudisrakennuksilla selkeästi toimenpiderajan alapuolella. Vanhemmat rakennukset eivät kuitenkaan välttämättä toteuta uuden asetuksen vaatimustasoa.

Suomalaisten asuinrakennusten ääneneristävyttä on tutkittu artikkelissa [4], jossa on esitetty taajuuskohtaiset äänitasoerot matalille taajuuskaistoille 20-200 Hz. Artikkelin arvot (Taulukko 3-3) on määritetty tilastollisesti niin, että ne ylittyvät 84 % todennäköisyydellä suomalaisissa pientaloissa, ja niitä on käytetty tässä selvityksessä matalataajuisen sisämelutasojen arviointiin. Rakennusten ilmaäänieristykseen keskimääräinen profiili kasvaa korkeammille taajuuksille mentäessä, jonka perusteella mallinnusohjeistuksen mukainen sisämelujen arviointi tehdään vain matalille taajuuksille. Jos matalataajuisen sisämelun tasojen todetaan pysyvän annetuissa toimenpiderajoissa, myös kokonaismelun tasot pysyvät todennäköisesti raja-arvojen alapuolella.

### 3 TUULIVOIMAKOHTTEEN MELUMALLINNUS

#### 3.1 Keskiäänitasojen LAeq mallinnus

Tuulivoimaloiden aiheuttaman keskiäänitason mallinnus on suoritettu laskentastandardin ISO 9613-2:2024 mukaisesti AFRY Numerola -mallinnusohjelmistolla. Mallinnuksessa on käytetty voimalatyyppin Vestas V172 7,2 MW (with serrated trailing edges) taajuusjakaumia, jotka on saatu seuraavasta tuulivoimalavalmistajan dokumentista:

- Third octave noise emission EnVentusTM 172-7.2MW 50/60 Hz. Document no. 0128 4336\_01. 2024-11-29.

Dokumentissa esitetyt melutiedot perustuvat tuulivoimalatyyppillä V172 tehtyihin testimitauksiin. Dokumentissa ilmoitettuihin melutasoihin on lisätty ympäristöministeriön 14.9.2016 antaman lisäohjeistuksen mukainen 2 dB:n varmuusarvo [11]:

”Takuuarvoa ei ole aina esitetty dokumentissa IEC 61400-14 standardin määrittämällä tavalla ja takuuarvo joudutaan tällöin arvioimaan hankekehittäjän tai meluselvitystä tekevän konsultin toimesta. Tässä tapauksessa laskeminen tulee suorittaa IEC 61400-14 mukaisesti. Mikäli takuuarvoa ei ole mahdollista määrittää standardin IEC 61400-14 mukaisesti, tulee tuulivoimalan melupäästön lukuarvoon lisätä varmuusarvona 2 dB takuuarvon saamiseksi.”

Tuulivoimalatyyppin V172 7.2 MW PO7200 äänitehotaso on 107,8 dB(A), ja mallinuksissa voi maloille on käytetty äänitehotasoa 109,8 dB(A). Mallinuksissa käytetyt taajuusjakaumat vastaavat tuulennopeutta 15 m/s napakorkeudella 180 m, jonka arvioidaan vastaavan melumallinnusohjeistuksen mukaista referenssinopeutta 8 m/s 10 m korkeudella. Tuulivoimaloiden melun impulssimaisuuteen tai amplitudimodulaatioon liittyvää sanktiota ei ole käytetty mallinuksissa.

Tuulivoimalatyyppien melupäästön kapeakaistaisuuden arvioinnissa on käytetty ympäristöministeriön raportissa Ympäristömelun mittaaminen [12] esitettyä yksinkertaista menetelmää, joka perustuu äänitehotasojen vertailuun terssikaistoittain (1/3-oktaaveittain). Melun tulkitaan olevan kapeakaistaista, mikäli ainakin yhden terssikaistan äänitehotaso on vähintään 5 dB suurempi kuin välittömästi kyseisen kaistan ala- ja yläpuolella olevien terssikaistojen tasot. Voimalan valmistajalta saatujen melun taajuusjakaumien mukaan tämä ehto ei toteudu, joten melun kapeakaistaisuuteen liittyvää sanktiota ei ole käytetty.

Maaston korkeusaineistona on käytetty Maanmittauslaitoksen aineistoa *Korkeusmalli 2 m*, jonka pystysuuntainen tarkkuus on 0,3 m ja vaakasuuntainen resoluutio 2 m. Melutasot tuulivoimaloiden ympäristössä laskettiin hilapisteistöön, jonka korkeus on (ohjeistuksen mukaisesti) 4 m maanpinnasta ja vaakaresoluutio 10 m. Ilmakehän absorptio aiheuttama vaimennus, äänen suuntaavuus ja sääolosuhteiden vaikutus äänen etenemiseen on määritetty ympäristöministeriön ohjeistusten mukaisesti. Tuulivoimalan sijoituspaikan ympäristössä maaston vaikutuskerroin on ollut maa-alueilla 0,4 ja vesialueilla 0,0. Mallinnusohjeistuksen mukaisesti tuulivoimalan melupäästöön lisätään 2 dB, mikäli voimalan ja melulle altistuvan kohteen välinen korkeusero ylittää 60 m. Akustisen laskennan lähtötiedoista ja parametreista on tehty yhteenveto lukuun 6.

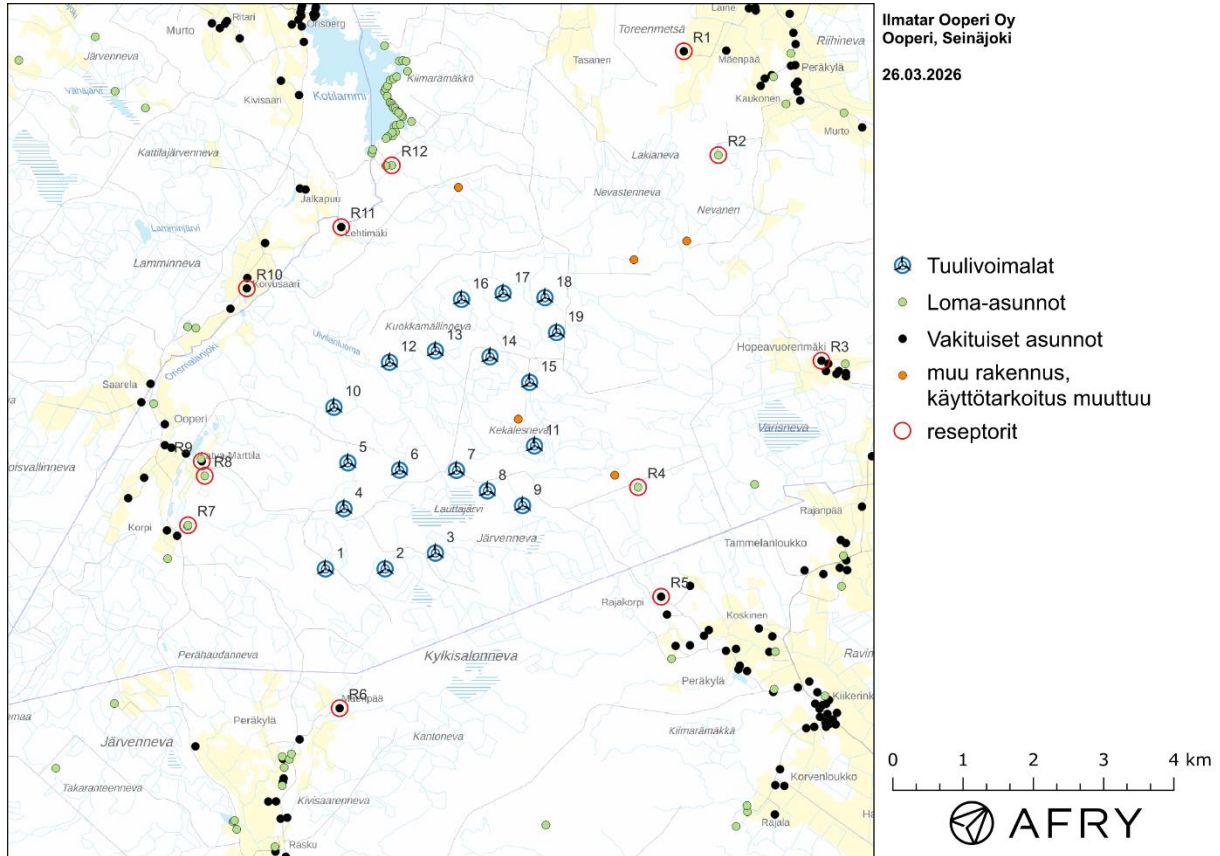
Taulukossa (Taulukko 3-1) on määritelty tuulivoimaloiden ympäristöstä 12 pistettä, joiden kohdilla keskiäänitason LAeq ja matalataajuuden melun tasoja tarkastellaan tarkemmin. Pisteet on valittu asuntojen kohdilta, joihin kohdistuu suurin meluvaikutus. Näitä pisteitä

kutsutaan reseptoreiksi, ja niiden paikat suhteessa tuulivoimaloihin on esitetty karttapohjalla (Kuva 3-1). Reseptorit sijaitsevat noin 1,6-4,0 km etäisyydellä voimaloista.

Kartoissa näkyvät vakituiset ja vapaa-ajan asuinrakennukset on ladattu Maanmittauslaitoksen maastotietokannasta. Hankealueella on rakennuksia, jotka on merkitty maastotietokantaan asunnoiksi, mutta jotka eivät hankekehittäjältä saadun tiedon mukaan ole luokiteltu asunnoiksi. Alueella on myös asuntoja, joista hankekehittäjä on tehnyt sopimuksen ja joiden käyttötarkoitus voidaan muuttaa asunnosta muuksi rakennukseksi. Näitä rakennuksia ei huomioida välkevaikutusten tarkasteluissa ja ne on merkitty karttoihin tunnisteella "Muu rakennus/käyttötarkoitus muuttuu".

**Taulukko 3-1: Reseptorien koordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa.**

Reseptori	E	N	Maaston korkeus [m]	Rakennusluokitus
R1	270812	6980937	37,1	vakituinen asuinrakennus
R2	271305	6979459	49,2	loma-asunto
R3	272772	6976534	53,4	vakituinen asuinrakennus
R4	270161	6974733	78,0	loma-asunto
R5	270490	6973175	69,8	vakituinen asuinrakennus
R6	265912	6971589	73,0	vakituinen asuinrakennus
R7	263753	6974192	65,1	loma-asunto
R8	263991	6974894	63,2	loma-asunto
R9	263949	6975103	62,2	vakituinen asuinrakennus
R10	264591	6977563	48,5	vakituinen asuinrakennus
R11	265935	6978435	46,8	vakituinen asuinrakennus
R12	266655	6979314	45,0	loma-asunto

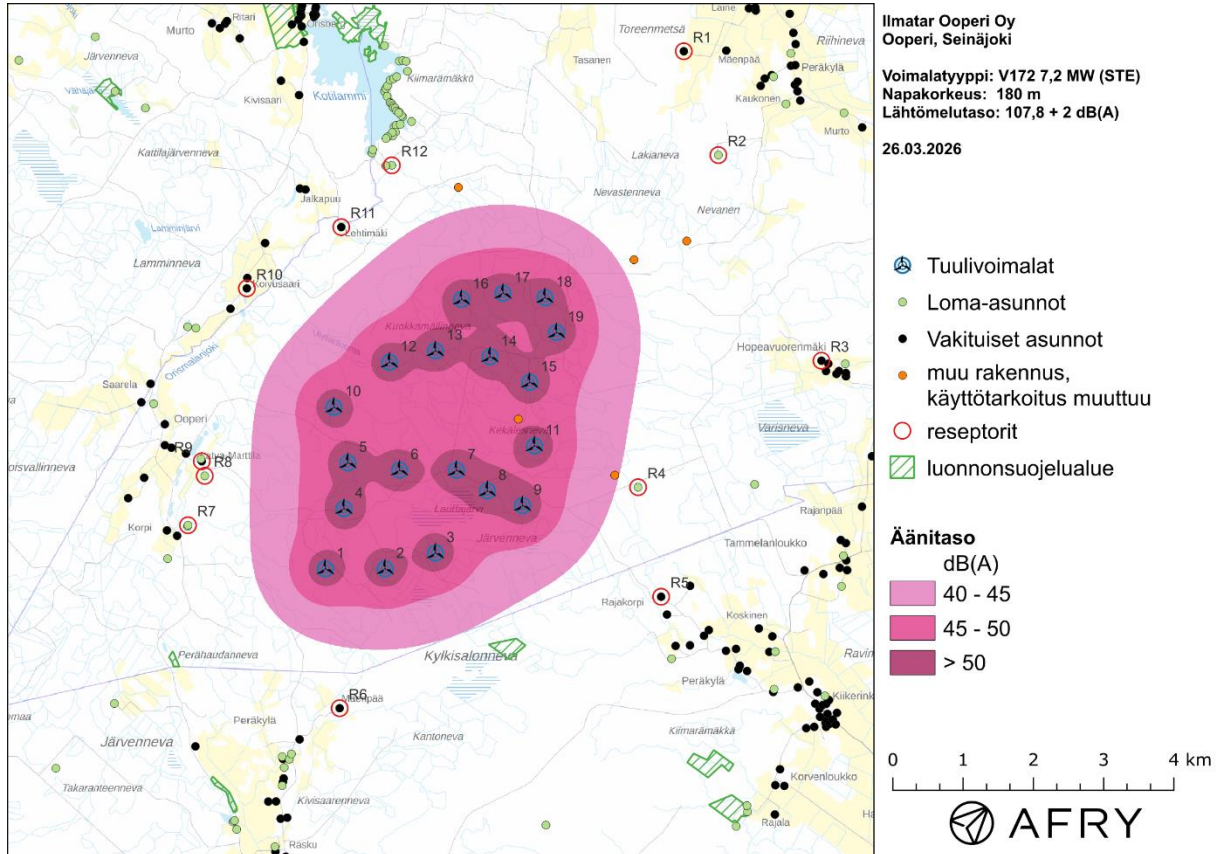


**Kuva 3-1: Reseptoreiden paikat Ooperin tuulivoimapuiston hankealueella.**

## Meluvaikutus

Tuulivoimaloiden aiheuttama mallinnettu keskiäänitaso LAeq on esitetty karttakuvana (Kuva 3-2). Alueen rakennustieto perustuu Maanmittauslaitoksen maastotietokannan aineistoon, jossa on eritelty alueen asuinrakennukset ja loma-asunnot. Karttakuvaan on merkitty keskiäänitasojen 40 dB(A), 45 dB(A) ja 50 dB(A) mukaiset vyöhykkeet, joita käytetään apuna tulosten arvioinnissa.

Keskiäänitasot reseptoreiden kohdilla on lueteltu taulukossa (Taulukko 3-2). Mallinnustulosten perusteella keskiäänitasot jäävät valtioneuvoston asetuksen 40 dB(A):n ohjearvon alapuolelle kaikkien alueen asuin- ja lomarakennusten kohdilla.



**Kuva 3-2: Keskiäänitasot LAeq Ooperin tuulivoimapaiston hankealueella.**

**Taulukko 3-2: Keskiäänitasot LAeq reseptoripisteiden kohdilla.**

Reseptori	Äänitaso dB(A)
R1	28,6
R2	30,8
R3	30,0
R4	38,3
R5	34,0
R6	35,2
R7	35,5
R8	36,7
R9	36,5
R10	35,4
R11	36,8
R12	35,2

### 3.2 Matalataajuisen melun mallinnus

Matalataajuisen melun laskenta on suoritettu ympäristöministeriön mallinnusohjeistuksen mukaisesti [7]. Laskennan lähtötietoina on käytetty voimalalle V172 7,2 MW (STE) ilmoitettuja melun taajuusjakauksia ja samaa 2 dB:n varmuusarvoa kuin keskiäänitasojen mallinnuksessa rajoittuen 1/3-oktaaveittain taajuuksille 20-200 Hz. Matalataajuisen melun laskenta suoritetaan taajuuspainottamattomilla melutasoilla.

#### Meluvaikutus

Matalataajuisen melun arvioinnissa käytetään Suomen asumisterveysasetuksessa määritellyjä taajuuskohtaisia arvoja, jotka antavat toimenpiderajat matalataajuisen melun yöaikaisille *sisämelutasoille* (Taulukko 2-2). Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen mallinnus antaa matalataajuisen *ulkomelun* tasot voimaloita lähimpien rakennusten kohdilla. Tulokset eivät siis ole suoraan vertailukelpoisia asumisterveysasetuksen arvoihin, vaan tulkinnassa pitää huomioida myös rakennusten ulkovaipan ääneneristävyys.

Ympäristöministeriön ohjeiden mukainen matalataajuisen melun laskenta perustuu Tanskan ympäristöhallinnon ohjeissa esitettyyn menetelmään [3], jonka parametreihin on tehty joitakin Suomen olosuhteisiin perustuvia tarkennuksia. Tanskan menetelmässä on määritetty rakennuksesta aiheutuva äänitasoero ( $\Delta L_{\sigma}$ ) taajuuskaistoittain, jolloin saadaan laskettua myös sisämelutasot ja toimenpiderajoihin verrannolliset mallinnustulokset.

Tässä raportissa käytetyt rakennusten parametrit perustuvat tutkimukseen suomalaisten pientalojen äänieristävyiden arvoista [4]. Turun ammattikorkeakoulussa tehdyssä tutkimuksessa esitetyt arvot perustuvat suomalaisissa pientaloissa tehtyihin mittauksiin, joiden avulla on johdettu tilastollinen estimaatti talojen ääneneristävyyksille eri taajuuksilla. Artikkelin [4] äänitasoerot ylittyvät 84 % todennäköisyydellä suomalaisissa pientaloissa, ja ne ovat selkeästi alhaisempia kuin Tanskan ympäristöhallinnon ohjeissa annetut arvot. Ne antavat siten konservatiivisen arvion rakennusten aiheuttamalle ääneneristävyydelle, ja tässä raportissa vertailurakennusten matalataajuisia sisämelutasoja arvioidaan käyttäen näitä alempia äänitasoeroja. Taulukossa (Taulukko 3-3) on esitetty sekä Tanskan ympäristöhallinnon ohjeissa että artikkelissa [4] annetut äänitasoerot.

**Taulukko 3-3: Rakennuksen äänitasoerot taajuuskaistoittain.**

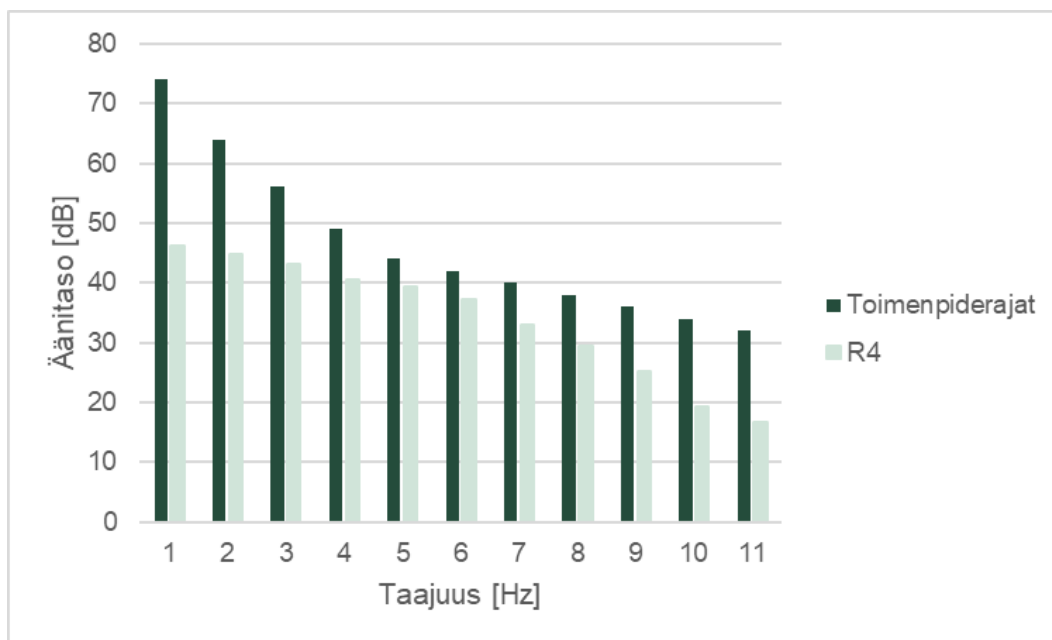
Taajuus [Hz]	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Äänitasoero [dB] (Tanskan ohjeistus)	6,6	8,4	10,8	11,4	13,0	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	-
Äänitasoero [dB] (viite [4])	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13,0	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8

Melutasoja tarkastellaan aiemmin määriteltyjen reseptoreiden paikoilla. Lisäksi lasketaan sisämelutasot eniten melulle altistuvassa kohteessa käyttäen alempia äänitasoeroja (Taulukko 3-3) ja verrataan näitä tuloksia Asumisterveysasetuksen arvoihin. Tuulivoimaloiden aiheuttama matalataajuinen ulkomelutaso reseptoreiden kohdilla taajuuskaistoittain ja ilman taajuuspainotusta on lueteltu taulukossa (Taulukko 3-4). Taulukkoon on eritelty ohjeistuksen mukaisesti lasketut ulkotilojen melutasot.

Korkeimmat matalataajuisen melun tasot kohdistuvat reseptoripisteeseen R4, jonka kohdalla on laskettu myös sisämelutasot ja verrattu niitä Asumisterveysasetuksen arvoihin (Kuva 3-3). Kun otetaan huomioon rakennuksien ääneneristävyys, melutasot jäävät toimenpiderajojen alapuolelle koko taajuusvälillä.

**Taulukko 3-4: Matalataajuisen ulkomelun äänitasot (dB) reseptoreiden kohdilla.**

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	47,1	46,4	45,6	44,1	44,0	43,2	40,8	38,9	36,3	32,1	30,4
R2	48,6	47,9	47,1	45,6	45,5	44,8	42,4	40,5	38,1	34,1	32,6
R3	48,1	47,5	46,6	45,1	45,1	44,3	41,9	40,0	37,5	33,4	31,9
R4	53,7	53,1	52,2	50,8	50,8	50,1	47,9	46,2	44,0	40,4	39,5
R5	50,8	50,2	49,3	47,9	47,8	47,1	44,8	43,0	40,7	36,9	35,7
R6	51,4	50,7	49,9	48,4	48,4	47,7	45,4	43,7	41,4	37,7	36,6
R7	51,7	51,0	50,2	48,8	48,7	48,0	45,8	44,0	41,8	38,0	36,9
R8	52,5	51,9	51,0	49,6	49,6	48,9	46,6	44,9	42,7	39,0	38,0
R9	52,4	51,7	50,9	49,5	49,4	48,8	46,5	44,8	42,5	38,8	37,8
R10	51,8	51,1	50,3	48,8	48,8	48,1	45,8	44,1	41,8	38,0	36,9
R11	52,7	52,0	51,2	49,8	49,7	49,1	46,8	45,1	42,9	39,2	38,2
R12	51,6	50,9	50,1	48,6	48,6	47,9	45,6	43,9	41,6	37,8	36,7


**Kuva 3-3: Matalataajuisen sisämelun tasot reseptorin R4 kohdalla.**

### 3.3 Melun yhteisvaikutukset

Tässä luvussa arvioidaan Ooperin voimaloiden ja neljän lähelle suunnitella olevan tuulivoimapuiston voimaloiden aiheuttamaa melun yhteisvaikutusta. Mallinnuksissa huomioitava naapurikohteet ovat

- Kattiharju (OX2), 16 voimalaa,
- Suorssaneva (Ilmatar), 15 voimalaa,
- Taaborinvuori-Miiluhaudanmäki-Jokiperä (Ilmatar), 46 voimalaa,
- Lamminsaari (Galileo), 16 voimalaa.

Yhteisvaikutusten melumallinnuksessa käytetyt voimalatiedot on koottuna taulukkoon (Taulukko 3-5). Naapuripuistojen voimaloiden koordinaatit on annettu taulukoissa (Taulukko 3-6-Taulukko 3-9). Tuulivoimalatyyppien N163 6,8 MW ja N175 6,8 MW melun taa-juusjakaumat on saatu seuraavista tuulivoimalavalmistajan dokumenteista:

- Third octave sound power levels, Nordex N163/6.X, Doc. 2017737EN, Revision 11, 2025-03-07,
- Third octave sound power levels, Nordex N175/6.X, Doc. 9003492, Revision 12, 2026-01-20.

**Taulukko 3-5: Yhteisvaikutusten melumallinnuksessa käytetyt voimalatiedot.**

Tuulivoimapuisto	Napakorkeus	Voimalatyyppi	Lähtömelutaso
Kattiharju (Isokyrö)	148,5 m	N163 6,8 MW (STE, mode 1)	107,2 + 2 dB(A)
Kattiharju (Laihia)	169 m	N175 6,8 MW (STE, mode 0)	106,9 + 2 dB(A)
Suorssaneva	200 m	V172 7,2 MW (STE)	107,8 + 2 dB(A)
Taaborinvuori-Miiluhaudanmäki-Jokiperä	200 m	V172 7,2 MW (STE)	107,8 + 2 dB(A)
Lamminsaari	200 m	V172 7,2 MW (STE)	107,8 + 2 dB(A)

**Taulukko 3-6: Kattiharjun tuulivoimaloiden (16 kpl) sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa ja maaston korkeus tuulivoimalan paikalla.**

Tuulivoimalat	E	N	Maaston korkeus [m]
KAT.1010	258892	6984359	45,0
KAT.1020	258361	6984512	52,5
KAT.1030	257878	6984922	49,3
KAT.1040	257087	6984720	50,9
KAT.1050	257163	6985462	50,5
KAT.1060	258414	6983575	54,2
KAT.1070	257962	6983145	53,2
KAT.1080	257766	6984006	53,2
KAT.1090	257382	6984262	52,0
KAT.1100	260052	6984010	51,1
KAT.1110	260574	6983589	45,4
KAT.1120	260637	6982769	48,0

KAT.1130	259773	6983040	51,3
KAT.1140	259278	6983511	53,2
KAT.1150	255892	6985353	50,9
KAT.1160	256462	6984661	50,3

**Taulukko 3-7: Suorssanevan tuulivoimaloiden (16 kpl) sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa ja maaston korkeus tuulivoimalan paikalla.**

Tuulivoimalat	E	N	Maaston korkeus [m]
S1	253310	6985900	43,8
S2	252998	6985048	48,2
S3	252960	6984000	45,0
S4	253178	6983157	41,9
S5	253140	6982325	43,6
S6	253921	6982855	44,5
S7	253875	6983826	44,1
S8	254090	6984857	44,3
S9	254007	6985538	47,9
S10	254854	6985671	46,9
S11	255157	6984973	48,3
S12	254700	6983882	44,1
S13	255352	6983966	48,3
S14	255332	6982952	49,0
S15	254509	6984374	45,7

**Taulukko 3-8: Taaborinvuori-Miiluhaudanmäki-Jokiperän tuulivoimaloiden (46 kpl) sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa ja maaston korkeus tuulivoimalan paikalla.**

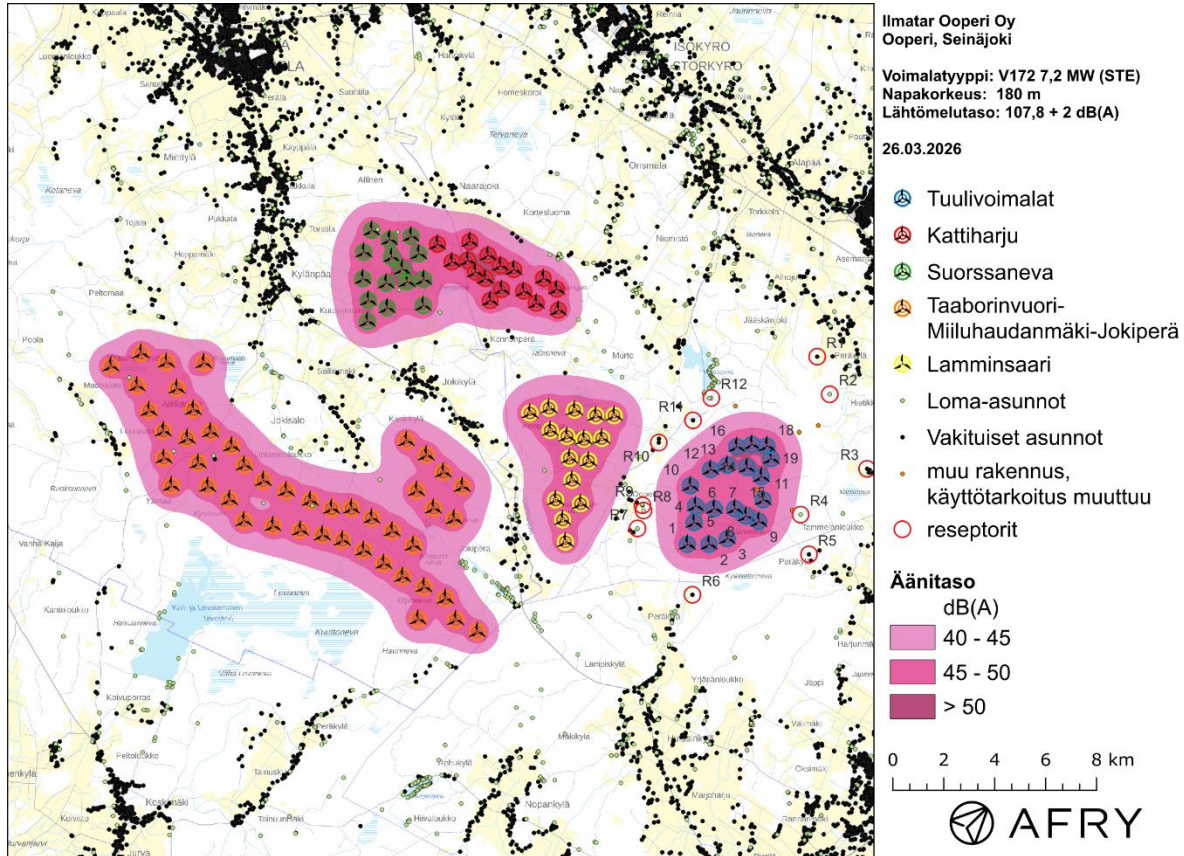
Tuulivoimalat	E	N	Maaston korkeus [m]	Tuulivoimalat	E	N	Maaston korkeus [m]
T1	254672	6977636	54,4	T24	249428	6974299	73,7
T2	255451	6977076	57,6	T25	248291	6974494	76,8
T3	256122	6976408	58,9	T26	249056	6976071	57,5
T4	256867	6975839	60,7	T27	247724	6975323	73,8
T5	255071	6975679	62,6	T28	248304	6976684	63,1
T6	256544	6974570	70,8	T29	247808	6977429	62,9
T7	252155	6973734	76,1	T30	246979	6977982	51,8
T8	252990	6973334	75,0	T31	246869	6975841	73,2
T9	253783	6972821	76,8	T32	246495	6976759	68,4
T10	254521	6972300	76,5	T33	245438	6975874	87,6
T11	255363	6971901	77,0	T34	245148	6976963	60,2
T12	255127	6970639	80,3	T35	246064	6977726	53,6

T13	256605	6970613	74,1	T36	245125	6978021	45,2
T14	257456	6970139	72,9	T37	244561	6978822	39,3
T15	252515	6974987	67,2	T38	244093	6979794	39,9
T16	253309	6974604	67,8	T39	243063	6980572	37,6
T17	254109	6974095	70,9	T40	246298	6978864	41,9
T18	254939	6973530	70,4	T41	245657	6979699	40,8
T19	255732	6974990	66,8	T42	246712	6980694	38,4
T20	256203	6971447	74,4	T43	245249	6980721	39,8
T21	250506	6974130	75,4	T44	244251	6981080	38,7
T22	250897	6975291	61,1	T45	251734	6974980	66,8
T23	249951	6975672	57,4	T46	251369	6973938	74,2

**Taulukko 3-9: Lamminsaaren tuulivoimaloiden (16 kpl) sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa ja maaston korkeus tuulivoimalan paikalla.**

Tuulivoimalat	E	N	Maaston korkeus [m]
T1	261076	6976955	60,3
T2	260917	6973671	65,1
T3	260808	6974539	64,7
T4	261513	6975172	59,3
T5	260530	6975321	62,4
T6	261180	6976092	56,0
T7	261828	6976841	58,0
T8	262344	6977733	56,6
T9	261646	6977699	59,5
T10	260980	6977813	59,3
T11	260326	6978044	58,9
T12	259523	6978729	58,5
T13	260273	6978922	56,1
T14	261277	6978844	55,2
T15	262113	6978628	52,8
T16	262833	6978631	54,6

Ooperin ja naapuripuistojen mallinnettu keskiäänitaso LAeq on esitetty karttakuvana (Kuva 3-4). Keskiäänitasot reseptorien kohdalla on lueteltu taulukossa (Taulukko 3-10). Mallinustulosten perusteella melun yhteisvaikutukset jäävät alle valtioneuvoston 40 dB(A):n ohjearvon kaikkien ympäristön asuin- ja lomarakennusten kohdilla. Reseptorien kohdalla yhteisvaikutukset nostavat keskiäänitasoa 0,2-3,1 dB(A). Melutaso nousee eniten reseptorin R10 kohdalla, joka sijoittuu Ooperin ja Lamminsaaren tuulivoimaloiden väliin.



**Kuva 3-4: Keskiäänitasot LAeq, kun mallinuksissa huomioidaan Ooperin ja naapuripuistojen voimalat.**

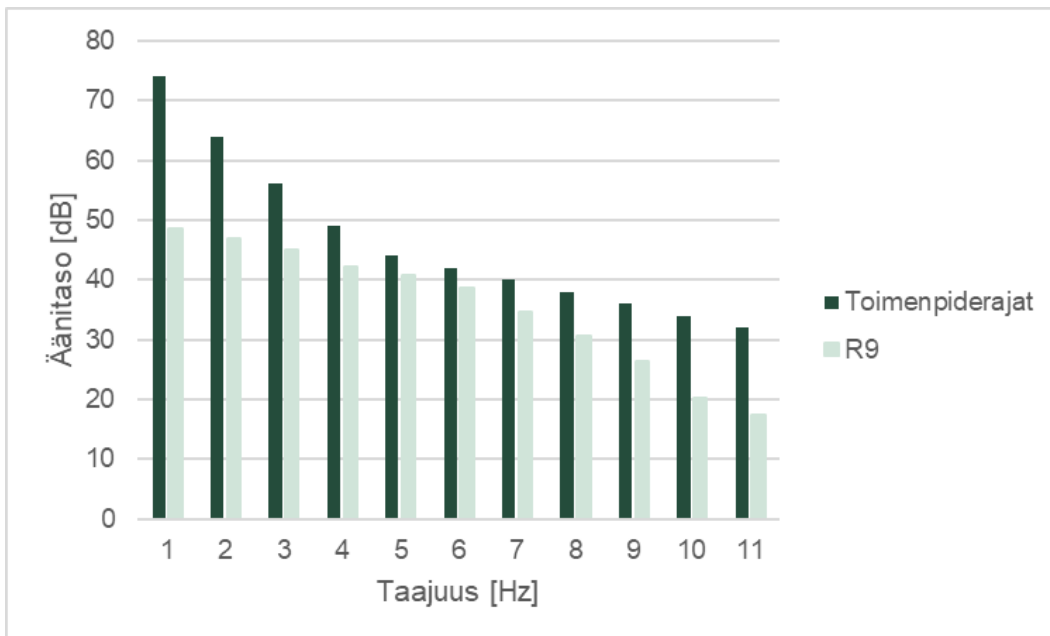
**Taulukko 3-10: Keskiäänitasot LAeq reseptoripisteiden kohdilla, kun mallinuksissa huomioidaan Ooperin ja naapuripuistojen voimalat.**

Reseptori	Äänitaso dB(A)
R1	29,8
R2	31,5
R3	30,6
R4	38,5
R5	34,4
R6	35,8
R7	37,9
R8	38,8
R9	38,8
R10	38,5
R11	37,9
R12	36,3

Ooperin ja naapuripuistojen aiheuttama matalataajuinen ulkomelutaso reseptoreiden kohdilla taajuuskaistoittain ja ilman taajuuspainotusta on lueteltu taulukossa (Taulukko 3-11). Korkeimmat matalataajuisen melun tasot kohdistuvat reseptoripisteeseen R9, jonka kohdalla on myös laskettu sisämelutasot ja verrattu niitä Asumisterveysasetuksen arvoihin (Kuva 3-5). Kun otetaan huomioon rakennuksien ääneneristävyys, yhteisvaikutusten melutasot jäävät asetusarvojen alapuolelle koko taajuusvälillä.

**Taulukko 3-11: Matalataajuisen ulkomelun äänitasot (dB) reseptoreiden kohdilla, kun mallinuksissa huomioidaan Ooperin sekä naapuripuistojen voimat.**

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	51,4	49,9	48,4	46,5	46,1	45,1	42,6	40,5	37,7	33,1	31,1
R2	51,7	50,5	49,1	47,4	47,0	46,1	43,7	41,6	39,0	34,7	33,0
R3	50,9	49,7	48,5	46,7	46,4	45,5	43,0	41,0	38,2	33,9	32,2
R4	54,9	54,0	53,0	51,5	51,4	50,6	48,3	46,6	44,3	40,6	39,6
R5	52,7	51,7	50,6	49,0	48,8	48,0	45,6	43,7	41,2	37,2	35,9
R6	53,7	52,7	51,7	50,0	49,9	49,1	46,7	44,8	42,4	38,4	37,2
R7	55,6	54,6	53,5	51,9	51,8	51,0	48,7	46,9	44,5	40,6	39,4
R8	56,1	55,2	54,1	52,5	52,3	51,6	49,3	47,5	45,1	41,3	40,1
R9	56,2	55,2	54,1	52,5	52,4	51,6	49,3	47,5	45,2	41,3	40,2
R10	56,4	55,3	54,1	52,4	52,2	51,5	49,2	47,4	45,0	41,1	39,9
R11	55,9	54,7	53,5	51,8	51,6	50,9	48,5	46,7	44,4	40,5	39,3
R12	55,0	53,8	52,5	50,8	50,5	49,7	47,4	45,5	43,1	39,1	37,7



**Kuva 3-5: Matalataajuisen sisämelun tasot reseptorin R9 kohdalla, kun mallinuksissa huomioidaan Ooperin ja naapuripuistojen voimat.**

## 4 YHTEENVETO

Raportissa on esitetty Seinäjoen kaupungin alueelle suunnitellun Ooperin tuulivoimapuiston ympäristölleen aiheuttaman meluvaikutuksen laskennallinen arvio. Arviointi on tehty kaavaehdotuksen mukaisella 19 voimalan suunnitelmalla käyttäen tuulivoimalatyypin V172 7,2 MW (STE) taajuusjakaumia ja napakorkeutta 180 m.

Mallinnusten perustella melutasot alueen loma- ja asuinrakennusten kohdilla jäävät alle valtioneuvoston ohjearvojen. Myös matalataajuisen melun tasot pysyvät kaikkien rakennusten kohdalla asumisterveysasetuksessa asetettujen arvojen alapuolella.

Selvityksessä arvioitiin lisäksi melun yhteisvaikutuksia Ooperin lähelle suunniteltujen tuulivoimapuistojen kanssa. Mallinnusten perusteella yhteisvaikutuksista ei aiheudu melun ohjearvon ylityksiä.

## 5 VIITTEET

- [1] C. Di Napoli: Tuulivoimaloiden melun syntytavat ja leviäminen, Suomen Ympäristö 4, 2007.
- [2] D. Siponen: Noise Annoyance of Wind Turbines, VTT Research Report VTTR-00951-11, 2011.
- [3] J. Jakobsen: Danish regulation for low frequency noise from wind turbines, Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control 31(4), 2012.
- [4] J. Keränen, J. Hakala, V. Hongisto: The sound insulation of façades at frequencies 5–5000Hz, Building and Environment 156, 2019.
- [5] S. Uosukainen: Tuulivoimaloiden melun synty, eteneminen ja häiritsevyys, VTT Tiedotteita 2529, 2010.
- [6] Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Sosiaali- ja terveysministeriö 2015.
- [7] Tuulivoimaloiden melun mallintaminen, Ympäristöhallinnon ohjeita 2|2014. Ympäristöministeriö.
- [8] Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys 2016. Ympäristöhallinnon ohjeita 5|2016. Ympäristöministeriö, 2016.
- [9] Valtioneuvoston asetus 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista. Astui voimaan 1.9.2015.
- [10] Valtioneuvoston päätös 993/1992 melutason ohjearvoista. Astui voimaan 1.1.1993.
- [11] Yhteenveto tuulivoimaloiden melupäästön takuuarvon käyttämisestä meluselvityksissä liittyvästä kyselystä. Ympäristöministeriö, 14.9.2016.
- [12] Ympäristömelun mittaaminen. Ympäristöministeriö, Ohje I 1995.
- [13] C. A. León: Trailing Edge Serrations, Effect of Their Flap Angle on Flow and Acoustics. 7th International Conference on Wind Turbine Noise, Rotterdam, 2nd to 5th May 2017.
- [14] M. Gupta, K. Madsen: Advancements in continuous learning for tonality free turbine design. Conference Proceedings. 8th International Conference on Wind Turbine Noise, Lissabon, June 12-14, 2019.
- [15] K. Bolin: The Influence of Background Sounds on Loudness and Annoyance of Wind Turbine Noise. Acta Acustica united with Acustica, Vol 98 (2012) pages 741-748.
- [16] D. Halstead, N. Tam: A study of background noise levels measured during far-field receptor testing of wind turbine facilities. Conference Proceedings. 8th International Conference on Wind Turbine Noise, Lissabon, June 12-14, 2019.
- [17] S. Oerlemans, J.G. Schepers: Prediction of wind turbine noise directivity and swish, Proc. 3rd Int. conference on wind turbine noise, Aalborg, Denmark, 2009.

## 6 MELUMALLINNUKSEN TIEDOT

Raportin ja raportioijan tiedot							
Mallinnusraportin numero/tunniste: <b>101034005-003.001</b>				Raportin hyväksyntäpäivämäärä: <b>30.03.2026</b>			
Tekijä/organisaatio, yhteystiedot: <b>AFRY Finland Oy</b>							
Vastuuhenkilöt: <b>Erkki Heikkola</b>							
Laatija: <b>Erkki Heikkola</b>				Tarkastaja/hyväksyjä: <b>Mika Laitinen</b>			
Mallinnusohjelman tiedot							
Mallinnusohjelma ja versio: <b>AFRY Numerola -mallinnusohjelmisto</b>				Mallinnusmenetelmä: <b>ISO 9613-2:2024</b>			
Tuulivoimalan/Tuulivoimaloiden tiedot							
Tuulivoimalan valmistaja: <b>Vestas</b>				Tyyppi: <b>V172 7,2 MW (STE)</b>		Sarjanumero/t:	
Nimellisteho: <b>7,2 MW</b>		Napakorkeus: <b>180 m</b>		Roottorin halkaisija: <b>172 m</b>		Tornin tyyppi:	
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun							
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus			Muu, mikä		
Kyllä	dB	Kyllä	dB			dB	
Ei	<b>Ei tiedossa</b>	Ei	<b>Ei tiedossa</b>			dB	
Akustiset tiedot/Laskennan lähtötiedot							
Melupäästötiedot (valmistajan ilmoittamat melupäästön tunnusarvot)							
<ul style="list-style-type: none"> <li>Third octave noise emission EnVentusTM 172-7.2MW 50/60 Hz. Document no. 0128 4336_01. 2024-11-29.</li> </ul>							
Alla olevat arvot sisältävät 2 dB:n varmuusarvon.							
Oktaaveittain [Hz]		1/3-oktaaveittain [Hz]					
31,5		20	64,7	200	97,7	2000	97,2
63	91,8	25	69,9	250	99,2	2500	96,6
125	98,8	31,5	74,6	315	98,9	3150	96,8
250	103,4	40	78,4	400	97,8	4000	96,3
500	102,4	50	83,0	500	97,4	5000	92,0
1000	103,0	63	86,9	630	97,6	6300	85,7
2000	101,9	80	89,2	800	98,2	8000	81,4
4000	100,3	100	91,7	1000	98,4	10000	77,2
8000	87,5	125	94,0	1250	98,0		
		160	95,6	1600	97,5		

<b>Melun erityispiirteiden mittaus ja havainnot:</b>											
Kapeakaistaisuus/ tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudi- modulaatio)			Muu, mikä:				
kyllä	<b>ei</b>	kyllä	<b>ei</b>	kyllä	<b>ei</b>	kyllä	<b>ei</b>	kyllä	<b>ei</b>		
Laskentakorkeus						Laskentaruudun koko [m x m]					
<b>4 m</b>						<b>10 m x 10 m</b>					
Suhteellinen kosteus						Lämpötila					
<b>70 %</b>						<b>15 C°</b>					
Maastomallin lähde ja tarkkuus											
Maastomallin lähde: <b>Maanmittauslaitos</b>						Vaakaresoluutio: <b>2 m</b>		Pystyresoluutio: <b>0,3 m</b>			
Maan- ja vedenpinnan absorptio ja heijastuksen huomioiminen, käytetyt kertoimet											
<b>ISO 9613-2:2024</b>											
Vesialueet, (0) / (G)											
Maa-alueet, (0,4) / (A-D/E-F)											
Maa-alueet (0) / (G)											
Ilmakehän stabiilius laskennassa/meteorologinen korjaus											
<b>Neutraali</b>											
Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen											
<b>Vapaa avaruus</b>											
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet, lkm (ilman meluntorjuntaa/voimalan ohjausta)											
Asukkaat: <b>0 kpl</b>				Vapaa-ajan rakennukset: <b>0 kpl</b>				Hoito- ja oppilaitokset: <b>0 kpl</b>			
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet, lkm (meluntorjunta/voimalan ohjaus huomioiden)											
Asukkaat: <b>0 kpl</b>				Vapaa-ajan rakennukset: <b>0 kpl</b>				Hoito- ja oppilaitokset: <b>0 kpl</b>			
Melun leviäminen virkistys- tai luonnonsuojelualueille											
Virkistysalueet: <b>0 kpl</b>						Luonnonsuojelualueet: <b>0 kpl</b>					
Lineaariset melutasot [dB] altistuvien kohteiden (rakennusten) ulkopuolella:											
Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	47,1	46,4	45,6	44,1	44,0	43,2	40,8	38,9	36,3	32,1	30,4
R2	48,6	47,9	47,1	45,6	45,5	44,8	42,4	40,5	38,1	34,1	32,6
R3	48,1	47,5	46,6	45,1	45,1	44,3	41,9	40,0	37,5	33,4	31,9
R4	53,7	53,1	52,2	50,8	50,8	50,1	47,9	46,2	44,0	40,4	39,5
R5	50,8	50,2	49,3	47,9	47,8	47,1	44,8	43,0	40,7	36,9	35,7
R6	51,4	50,7	49,9	48,4	48,4	47,7	45,4	43,7	41,4	37,7	36,6
R7	51,7	51,0	50,2	48,8	48,7	48,0	45,8	44,0	41,8	38,0	36,9
R8	52,5	51,9	51,0	49,6	49,6	48,9	46,6	44,9	42,7	39,0	38,0
R9	52,4	51,7	50,9	49,5	49,4	48,8	46,5	44,8	42,5	38,8	37,8
R10	51,8	51,1	50,3	48,8	48,8	48,1	45,8	44,1	41,8	38,0	36,9
R11	52,7	52,0	51,2	49,8	49,7	49,1	46,8	45,1	42,9	39,2	38,2
R12	51,6	50,9	50,1	48,6	48,6	47,9	45,6	43,9	41,6	37,8	36,7