



# **Neoen Renewables Finland Oy**

Kolmihaara

Tuulivoimapuiston meluselvitys

23.02.2026

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 101025072-006.

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:

**Neoen Renewables Finland Oy**

Lauri Kuusisto

[lauri.kuusisto@neoen.com](mailto:lauri.kuusisto@neoen.com)

Tekijä:

**AFRY Finland Oy**

Juulianna Lähteinen

[juulianna.lahteinen@afry.com](mailto:juulianna.lahteinen@afry.com)

Renewables & Energy Storage Development, Finland

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

Raportin tiedot:

Projektinumero: 101025072-006

Raporttiversio: 003

Raportin tila: VALMIS

Raporttihistoria:

Versio	Pvm/Laatija	Pvm/Tarkastaja	Merkinnät/Muutokset
001	05.09.2025/ Helmi Uusitalo, Technical Consultant	05.09.2025/ Erkki Heikkola, Senior Consultant	Alkuperäinen
002	30.09.2025/ Erkki Heikkola, Senior Consultant	30.09.2025/ Mika Laitinen, Senior Consultant	Layout päivittynyt
003	23.02.2026/ Juulianna Lähteinen, Technical Consultant	23.02.2026/ Erkki Heikkola, Senior Consultant	Voimalanumerointi ja karttaku- vat päivitetty.

## SISÄLLYS

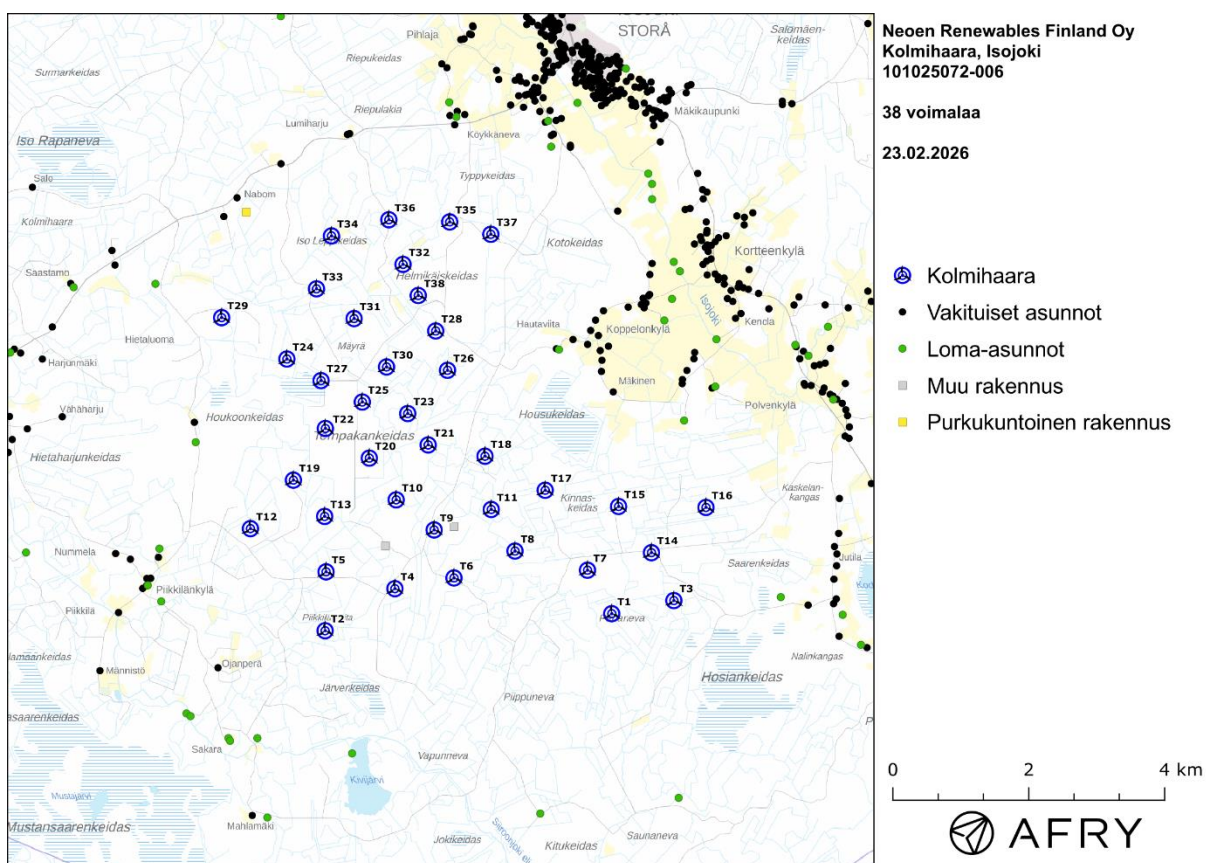
1	JOHDANTO .....	5
2	TUULIVOIMALOIDEN MELU .....	7
2.1	Yleistä tuulivoimamelusta .....	7
2.2	Melumallinnusohjeistus.....	8
2.3	Ohjeavot .....	9
2.4	Sisämelutasojen arviointi .....	10
3	TUULIVOIMAKOHTTEEN MELUMALLINNUS.....	11
3.1	Keskiäänitasojen LAeq mallinnus .....	11
3.2	Matalataajuisen melun mallinnus .....	16
3.3	Melun yhteisvaikutukset .....	18
4	YHTEENVETO.....	22
5	VIITTEET .....	23
6	MELUMALLINNUKSEN TIEDOT .....	24

# 1 JOHDANTO

Selvityksessä arvioidaan Isojoen kunnan alueelle suunnitellun Kolmihaaran tuulivoimapuiston aiheuttamaa meluvaikutusta laskennallisten mallien avulla. Kolmihaaran tuulivoimapuistolle käytetään 38 voimalan suunnitelmaa. Voimaloiden sijainnit on esitetty karttapohjalla kuvassa (Kuva 1-1) ja koordinaatit annettu taulukossa (Taulukko 1-1).

Mallinnuksissa voimaloille on käytetty napakorkeutta 219 m ja tuulivoimalatyypin V162 7,2 MW taajuusjakaumaa äänitehotasolla 108,3 dB(A) (tuulivoimalavalmistajan ilmoittama maksimiäänitehotaso 106,3 dB(A) + varmuusarvo 2 dB(A)). Tuulivoimalatyypin melupäästön tunnusarvoa ei pystytä tässä yhteydessä määrittämään standardin IEC TS 61400-14 mukaisesti, joten ilmoitettuun melupäästön lukuarvoon lisätään 2 dB tunnusarvon saamiseksi. Näin määriteltynä selvityksessä käytetyt lähtömelutasot ovat ympäristöministeriön mallinnusohjeistuksen mukaisia melupäästön tunnusarvoja.

Selvityksessä arvioidaan lisäksi tuulivoimapuistojen melun yhteisvaikutuksia. Yhteisvaikutuksia käsitellään kappaleessa 3.3.



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

**Taulukko 1-1: Tuulivoimaloiden (38 kpl) sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatissa ja maaston korkeus tuulivoimalan paikalla.**

Tuulivoimalat	E	N	Maaston korkeus [m]
T1	237619	6888895	99
T2	233397	6888644	82
T3	238534	6889088	100
T4	234425	6889263	89
T5	233411	6889511	86
T6	235295	6889421	91
T7	237262	6889535	102
T8	236194	6889817	97
T9	235003	6890128	92
T10	234444	6890571	94
T11	235844	6890429	97
T12	232297	6890147	86
T13	233390	6890327	90
T14	238204	6889793	105
T15	237720	6890473	104
T16	239007	6890459	107
T17	236639	6890712	104
T18	235752	6891213	100
T19	232930	6890861	90
T20	234048	6891185	90
T21	234915	6891379	95
T22	233401	6891621	89
T23	234614	6891841	96
T24	232834	6892644	92
T25	233945	6892011	91
T26	235200	6892478	98
T27	233337	6892326	92
T28	235026	6893057	100
T29	231873	6893253	89
T30	234302	6892527	97
T31	233824	6893239	96
T32	234545	6894037	99
T33	233270	6893677	96
T34	233491	6894456	98
T35	235232	6894662	106
T36	234336	6894694	102
T37	235838	6894480	103
T38	234769	6893579	97

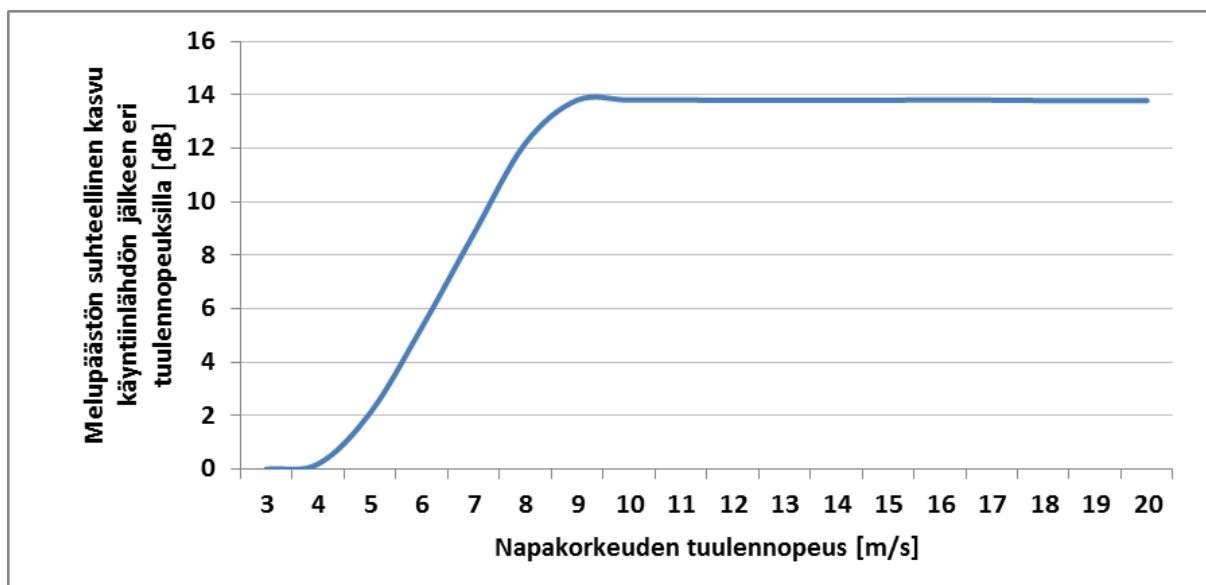
## 2 TUULIVOIMALOIDEN MELU

### 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 tyyppillisesti 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 tyyppillisesti 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 absorption 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 kokonaismelutason 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 ääneneristyksen 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 ilmaäänieristyksen 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 V162 7,2 MW PO7200 (with serrated trailing edges) taajuusjakaumia. Taajuusjakaumat on saatu seuraavista tuulivoimalavalmistajan dokumenteista:

- Third octave noise emission EnVentus™ V162. Document no. 0116-1715\_04. 2024-11-29.

Dokumentissa esitetyt melutiedot perustuvat tuulivoimalatyypillä V162 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.”

Tuulivoimalatyypin V162 7,2 MW PO7200 äänitehotaso on 106,3 dB(A). Mallinuksissa voimaloille on käytetty äänitehotasoa 108,3 dB(A). Mallinuksissa käytetyt taajuusjakaumat vastaavat tuulennopeutta 15 m/s napakorkeudella 219 m, jonka arvioidaan vastaavan melumallinnusohjeistuksen mukaista referenssinopeutta 8 m/s 10 m korkeudella. Tuulivoimaloiden melun impulssimaisuuteen tai amplitudimodulaatioon liittyvää sanktiota ei ole käytetty mallinuksissa.

Tuulivoimalatyypin 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. Luvussa 6 esitettyjen 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.

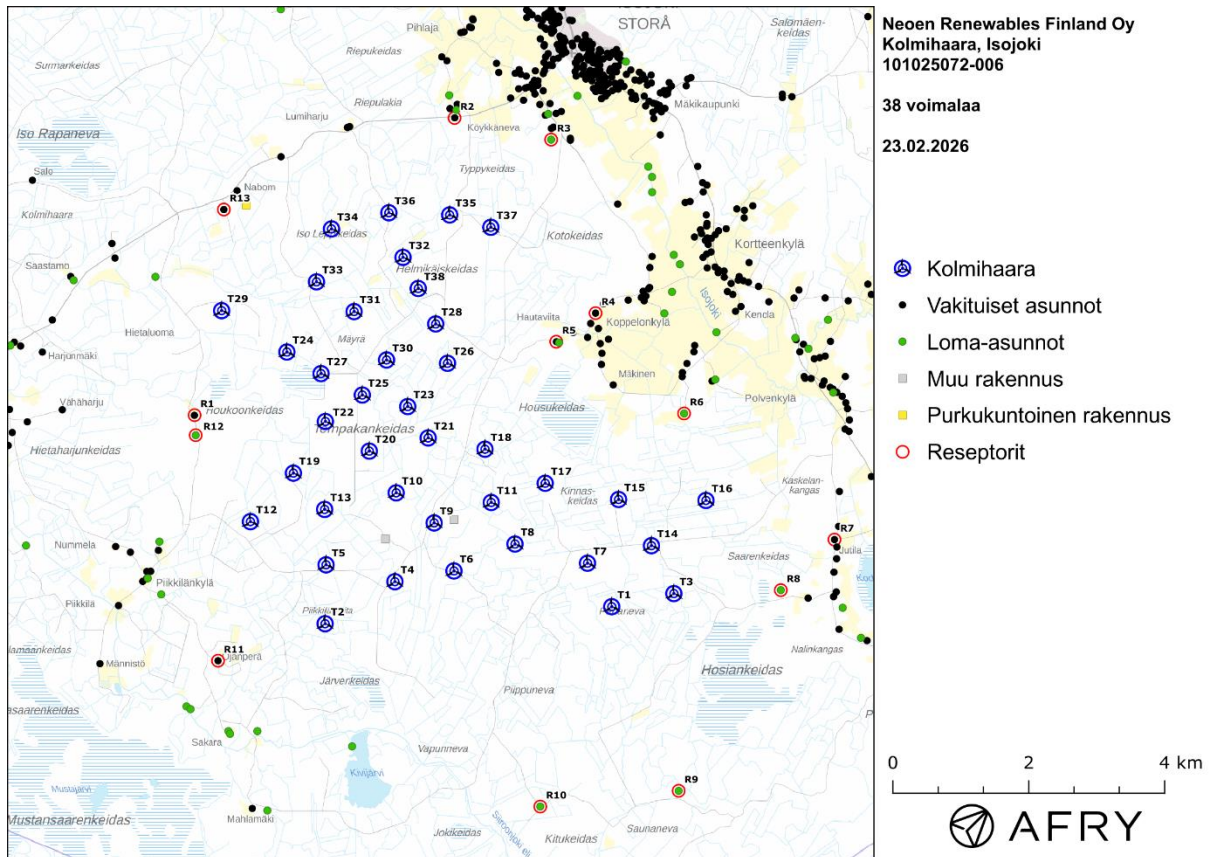
Taulukossa (Taulukko 3-1) on määritelty tuulivoimaloiden ympäristöstä 13 pistettä, joiden kohdilla keskiäänitason LAeq ja matalataajuuden melun tasoja tarkastellaan tarkemmin. Pisteet on valittu asuntojen kohdilta, joihin kohdistuu suurin meluvaikutus. Näitä pisteitä

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

Hankealueen sisäpuolella voimalan T9 itä- ja länsipuolella sijaitsee kaksi loma-asunnoiksi luokiteltua rakennusta. Asiakkaalta tulleen tiedon mukaan rakennukset eivät todellisuudessa ole loma-asuntoja, minkä vuoksi niitä ei ole otettu huomioon meluvaikutusten arvioinnissa. Hankealueen luoteispuolella kiinteistöllä 151-402-12-69 sijaitseva asuinrakennukseksi luokiteltu rakennus on todettu rakennusviranomaisen toimesta purkukuntoiseksi, minkä vuoksi sitä ei huomioida tämän raportin melutarkasteluissa.

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

Reseptori	E	N	Maaston korkeus [m]	Rakennusluokitus
R1	231476	6891712	91	vakituinen asunto
R2	235305	6896087	103	vakituinen asunto
R3	236728	6895768	104	loma-asunto
R4	237382	6893214	102	vakituinen asunto
R5	236803	6892793	105	vakituinen asunto
R6	238686	6891737	101	loma-asunto
R7	240901	6889880	102	vakituinen asunto
R8	240111	6889136	105	loma-asunto
R9	238606	6886182	91	loma-asunto
R10	236568	6885950	88	loma-asunto
R11	231821	6888097	81	vakituinen asunto
R12	231492	6891417	97	loma-asunto
R13	231907	6894739	88	vakituinen asunto



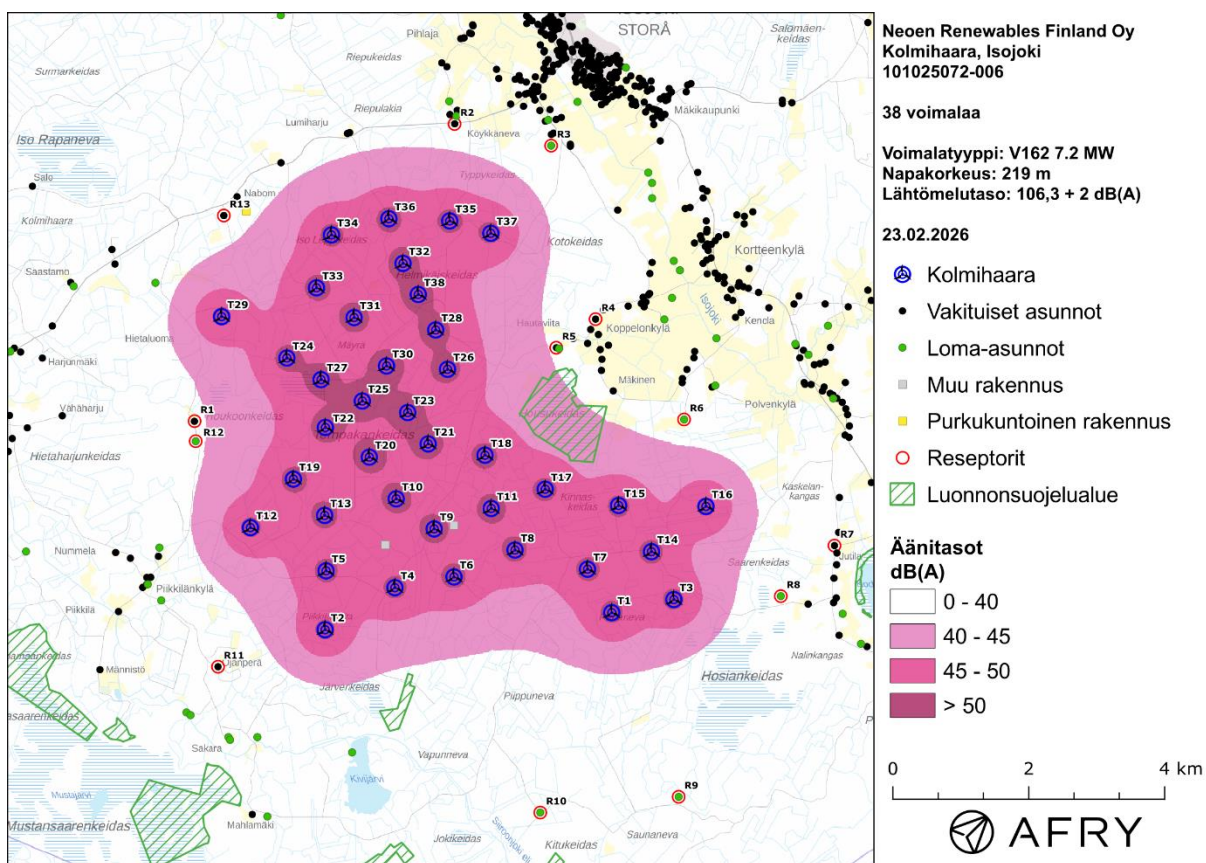
**Kuva 3-1: Reseptoreiden paikat Kolmihaaran tuulivoimapuiston hankealueella.**

## 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.

Karttakuvassa on lisäksi esitetty hankkeen ympäristössä sijaitsevat luonnonsuojelualueet. Voimaloiden T17 ja T18 koillispuolella sijaitsee yksityisessä omistuksessa oleva Villenmaan luonnonsuojelualue, jossa 40 dB:n melutaso ylittyy. 45 dB(A):n päiväajan ja 40 dB(A):n yöajan ohjearvoa sovelletaan kuitenkin ainoastaan yleiselle virkistyskäytölle tärkeillä luonnonsuojelualueilla, joille on rakennettu käyttöä palvelevia polkuja tai muita rakenteita.



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

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

Reseptori	Äänitaso dB(A)
R1	39,4
R2	37,5
R3	35,7
R4	37,3
R5	39,6
R6	38,1
R7	33,2
R8	36,1
R9	31,3
R10	31,9
R11	36,1
R12	39,4
R13	38,1

### 3.2 Matalataajuisen melun mallinnus

Matalataajuisen melun laskenta on suoritettu ympäristöministeriön mallinnusohjeistuksen mukaisesti [7]. Laskennan lähtötietona on käytetty samoja valmistajan ilmoittamia melun taajuusjakauksia kuin keskiäänitasojen mallinnuksessa, mutta 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

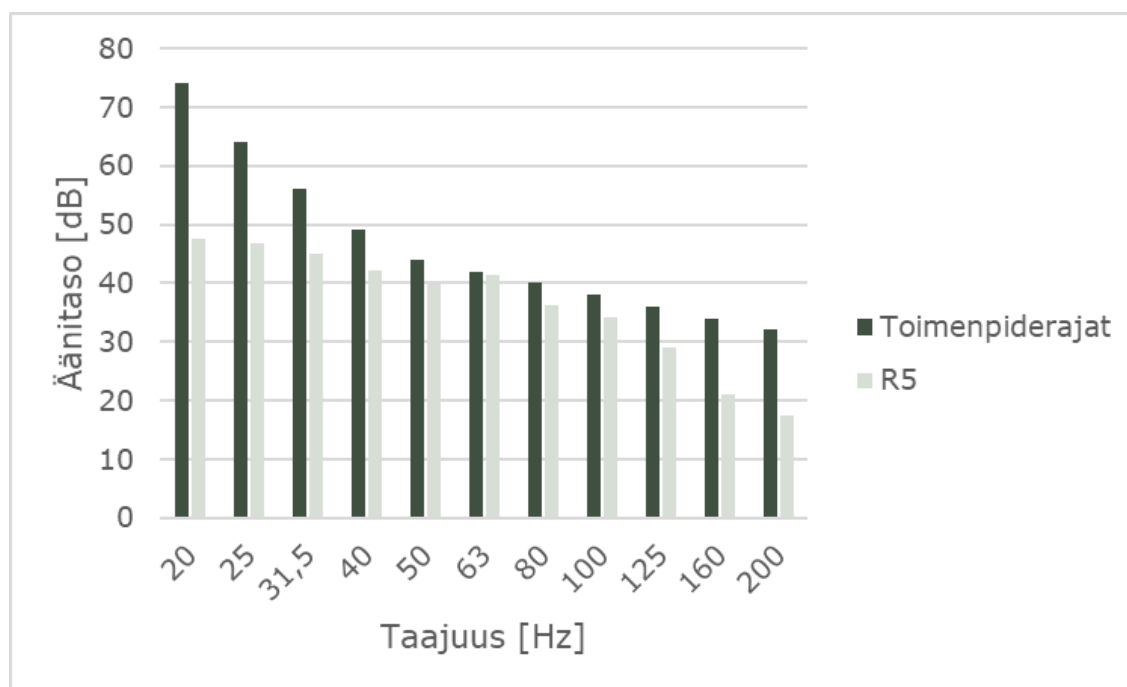
Melutasoja tarkastellaan aiemmin määriteltyjen reseptoreiden paikoilla. Lisäksi lasketaan sisämelutasot eniten melulle altistuvassa kohteessa käyttäen alempia äänitasoeroja (Taulukko 3-3) ja verrataan näitä tuloksia Asumisterveysasetuksen arvoihin. Tuulivoimaloiden aiheuttama matalataajuinen ulkomelutaso 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 R5, 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	54,9	54,7	53,8	52,0	51,0	53,9	50,7	50,5	47,5	41,8	40,0
R2	53,4	53,2	52,3	50,5	49,5	52,4	49,1	48,9	45,9	40,2	38,3
R3	52,3	52,1	51,2	49,4	48,4	51,3	48,0	47,7	44,6	38,8	36,8
R4	53,8	53,5	52,7	50,9	49,8	52,7	49,5	49,2	46,1	40,4	38,4
R5	55,3	55,1	54,2	52,4	51,4	54,3	51,1	50,9	47,9	42,2	40,4
R6	53,8	53,6	52,8	50,9	49,9	52,8	49,5	49,3	46,3	40,6	38,7
R7	50,4	50,1	49,3	47,4	46,4	49,2	45,9	45,5	42,3	36,4	34,3
R8	52,1	51,8	51,0	49,1	48,1	51,0	47,7	47,5	44,4	38,7	36,7
R9	49,4	49,2	48,3	46,4	45,3	48,2	44,8	44,4	41,1	35,0	32,7
R10	49,9	49,6	48,8	46,9	45,8	48,7	45,3	44,9	41,6	35,6	33,2
R11	52,4	52,1	51,3	49,5	48,4	51,3	48,0	47,8	44,6	38,9	36,9
R12	54,9	54,7	53,9	52,0	51,0	53,9	50,7	50,5	47,5	41,9	40,0
R13	53,8	53,6	52,8	50,9	49,9	52,8	49,5	49,3	46,3	40,6	38,8



**Kuva 3-3: Matalataajuisen sisämelun tasot reseptorin R5 kohdalla.**

### 3.3 Melun yhteisvaikutukset

Tässä luvussa arvioidaan Kolmihaaran voimaloiden sekä läheisten suunnitteilla olevien Marjakeitaan ja Surmankeitaan tuulivoimapuistojen aiheuttamaa melun yhteisvaikutusta.

Marjakeitaan tuulivoimahanketta suunnittelee Neoen Renewables Finland Oy ja Surmankeitaan tuulivoimahanketta suunnittelee CPC Surmankeidas Oy. Marjakeitaan tuulivoimapuistoon on suunnitteilla 24 voimalaa, joista lähin sijaitsee noin 7,5 km etäisyydellä Kolmihaaran voimaloista. Surmankeitaan tuulivoimapuistoon suunnitellaan puolestaan 22 voimalaa, joista lähin sijaitsee noin 3,2 km etäisyydellä Kolmihaaran voimaloista.

Melumallinnuksessa Marjakeitaan voimaloille on käytetty tuulivoimalatyyppiä V172 7,2 MW PO7200 (with serrated trailing edges), jonka lähtömelutaso on 107,8 dB(A). Tähän melutasoon on lisätty 2 dB:n varmuusarvo tunnusarvon saamiseksi, joten mallinnuksessa on käytetty äänitehotasoa 109,8 dB(A). Marjakeitaan voimaloille on käytetty napakorkeutta 200 m. Marjakeitaan taajuusjakauma perustuu dokumenttiin:

- Third octave noise emission EnVentus™ V172. Document no. 0128-4336\_01. 2024-11-29.

Surmankeitaan voimaloille on käytetty tuulivoimalatyyppiä V162 7,2 MW PO7200 (with serrated trailing edges), jonka lähtömelutaso on 106,3 dB(A). Tähän melutasoon on lisätty 2 dB:n varmuusarvo tunnusarvon saamiseksi, joten mallinnuksessa on käytetty äänitehotasoa 108,3 dB(A). Tuulivoimatyyppin melun taajuusjakaumat on saatu samasta dokumentista kuin Kolmihaaran voimaloille käytetty taajuusjakauma (kappale 3.1). Surmankeitaan voimaloille on käytetty napakorkeutta 199 m.

Naapuripuistojen voimaloiden koordinaatit on annettu taulukoissa (Taulukko 3-5 ja Taulukko 3-6).

**Taulukko 3-5: Marjakeitaan (24 kpl) tuulivoimaloiden sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa ja maaston korkeus tuulivoimalan paikalla.**

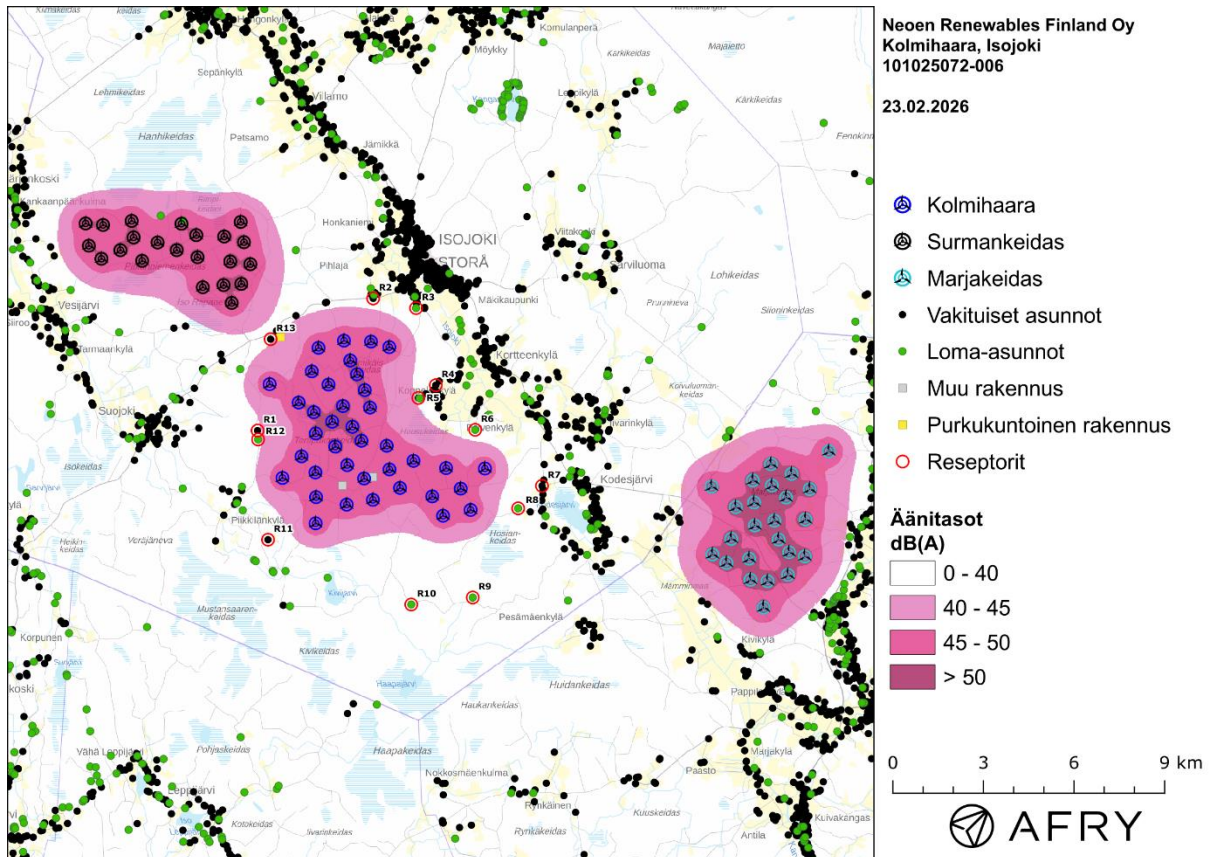
Tuulivoimalat	E	N	Maaston korkeus [m]
M07	248989	6889497	122
M05	247887	6890066	120
M08	249632	6888771	116
M15	247323	6889182	125
M03	249171	6890282	120
M02	248487	6890602	120
M11	248602	6888730	117
M16	247955	6888569	118
M24	248240	6885850	115
M19	246548	6887614	112
M12	248741	6888104	117
M22	248374	6886724	117
M01	250406	6891028	125
M18	247765	6887473	119
M10	247928	6889335	120
M14	249610	6887547	116

M21	247808	6886772	118
M04	249771	6889776	117
M09	246519	6889858	124
M20	247014	6887332	113
M23	249052	6886936	115
M17	247171	6888129	118
M13	249089	6887682	115
M06	248518	6889895	120

**Taulukko 3-6: Surmankeitaan (22 kpl) tuulivoimaloiden sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa ja maaston korkeus tuulivoimalan paikalla.**

Tuulivoimalat	E	N	Maaston korkeus [m]
S1	228158	6897945	82
S2	228794	6897691	80
S3	228949	6898567	84
S4	227364	6898113	79
S5	227299	6898662	85
S6	226352	6898526	78
S7	229483	6897457	80
S8	229443	6898190	83
S9	230365	6898144	85
S10	225774	6898576	78
S11	225880	6897839	78
S12	226927	6897690	76
S13	226298	6897405	75
S14	227647	6897337	75
S15	230913	6898626	88
S16	231023	6897955	90
S17	231235	6897227	90
S18	230567	6897316	87
S19	230934	6896573	89
S20	230346	6896535	83
S21	230616	6895944	84
S22	229657	6896464	82

Kolmihaaran ja naapuripuistojen mallinnettu keskiäänitaso LAeq on esitetty karttakuvana (Kuva 3-4). Keskiäänitasot reseptorien kohdalla on lueteltu taulukossa (Taulukko 3-7). Mallinnustulosten perusteella Kolmihaaran, Marjakeitaan sekä Surmankeitaan aiheuttamat melun yhteisvaikutukset jäävät alle valtioneuvoston 40 dB(A):n ohjearvon kaikkien ympäristön asuin- ja lomarakennusten kohdilla. Asutuksen kohdalla yhteisvaikutukset nostavat keskiäänitasoa 0,1–1,7 dB(A). Melutaso nousee eniten reseptorin R13 kohdalla, joka on Kolmihaaran ja Surmankeitaan tuulivoimaloiden ympäröimänä.



**Kuva 3-4: Keskiäänitasot LAeq, kun mallinuksissa huomioidaan Kolmihaaran ja naapuripuistojen voimat.**

**Taulukko 3-7: Keskiäänitasot LAeq reseptoripisteiden kohdilla, kun mallinuksissa huomioidaan Kolmihaaran ja naapuripuistojen voimat.**

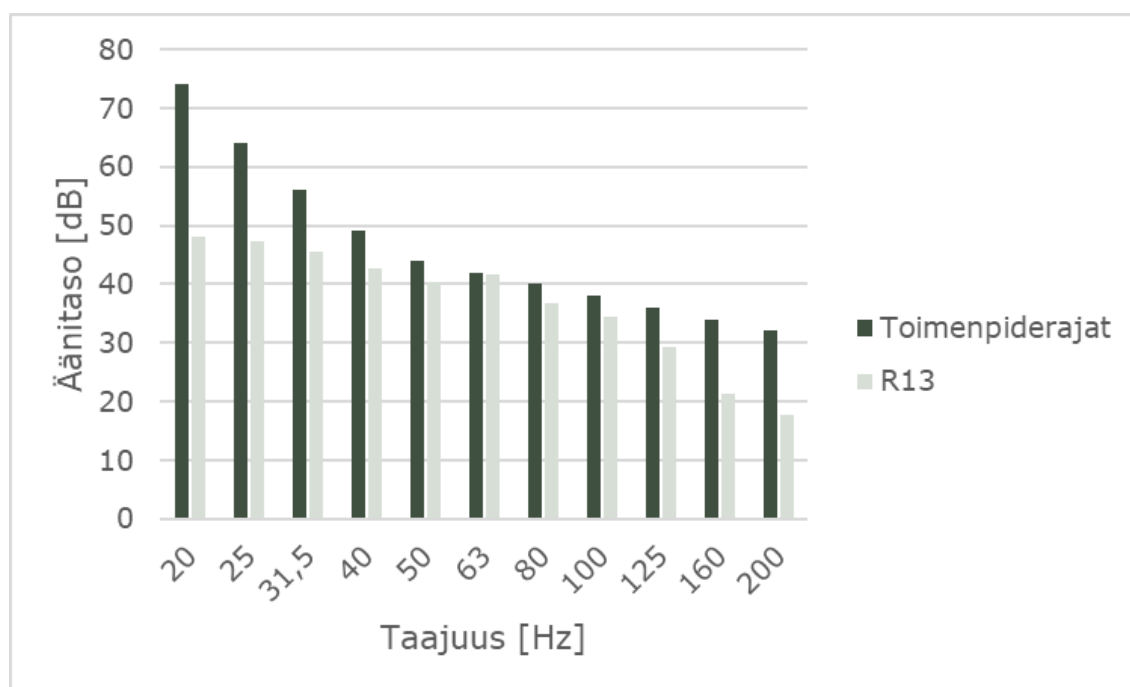
Reseptori	Äänitaso dB(A)
R1	39,6
R2	37,9
R3	36,0
R4	37,4
R5	39,7
R6	38,2
R7	34,0
R8	36,4
R9	31,6
R10	32,2
R11	36,2
R12	39,6
R13	39,8

Kolmihaaran ja naapuripuistojen aiheuttama matalataajuinen ulkomelutaso reseptoreiden kohdilla taajuuskaistoittain ja ilman taajuuspainotusta on lueteltu taulukossa (Taulukko 3-8). Korkeimmat matalataajuisen melun tasot kohdistuvat reseptoripisteeseen R13, jonka

kohdalla on myös laskettu sisämelutasot ja verrattu niitä Asumisterveysasetuksen arvoihin (Kuva 3-5). Kun otetaan huomioon rakennuksien ääneneristävyys, melutasot jäävät toimenpiderajojen alapuolelle koko taajuusvälillä.

**Taulukko 3-8: Matalataajuisen ulkomelun äänitasot (dB) reseptoreiden kohdilla, kun mallinuksissa huomioidaan Kolmihaara sekä naapuripuistojen voimat.**

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	55,5	55,2	54,4	52,6	51,5	54,4	51,1	50,9	47,9	42,2	40,3
R2	55,9	55,6	54,8	53,0	52,0	54,8	51,5	51,3	48,3	42,6	40,7
R3	54,4	54,2	53,3	51,5	50,5	53,3	50,0	49,7	46,6	40,9	38,9
R4	53,3	53,0	52,1	50,3	49,3	52,0	48,7	48,3	45,2	39,3	37,2
R5	54,4	54,1	53,3	51,4	50,4	53,2	49,9	49,5	46,4	40,6	38,6
R6	55,7	55,5	54,6	52,8	51,8	54,6	51,4	51,1	48,1	42,4	40,5
R7	54,4	54,1	53,3	51,4	50,5	53,2	49,9	49,6	46,5	40,8	38,9
R8	52,0	51,6	50,7	48,9	48,1	50,2	47,0	46,3	43,1	37,4	35,2
R9	53,1	52,7	51,9	50,1	49,2	51,6	48,4	47,9	44,8	39,1	37,2
R10	50,7	50,3	49,5	47,6	46,7	48,9	45,6	45,0	41,6	35,6	33,2
R11	50,9	50,5	49,6	47,8	46,8	49,3	45,9	45,3	42,0	35,9	33,5
R12	53,0	52,7	51,8	50,0	49,0	51,7	48,4	48,1	44,9	39,1	37,0
R13	55,5	55,2	54,4	52,5	51,5	54,4	51,1	50,9	47,8	42,1	40,2



**Kuva 3-5: Matalataajuisen sisämelun tasot reseptorin R13 kohdalla, kun mallinuksissa huomioidaan Kolmihaaran ja naapuripuistojen voimat.**

## 4 YHTEENVETO

Raportissa on esitetty Isojoen kunnan alueelle suunnitellun Kolmihaaran tuulivoimapuiston ympäristölleen aiheuttaman meluvaikutuksen laskennallinen arvio. Arviointi on tehty 38 voimalan suunnitelmalla käyttäen tuulivoimalatyyppin V162 7,2 MW PO7200 taajuusjakaumia ja napakorkeutta 219 m. Selvityksessä on lisäksi arvioitu Kolmihaaran ja läheisten tuulivoimapuistojen melun yhteisvaikutuksia.

Mallinnusten perusteella melutasot jäävät valtioneuvoston asetuksen ohjearvon alapuolelle kaikkien alueen loma- ja asuinrakennusten kohdilla, kun huomioidaan yhteisvaikutukset läheisten tuulivoimapuistojen kanssa. Myös matalataajuisen melun tasot pysyvät kaikkien rakennusten kohdalla asumisterveysasetuksessa asetettujen arvojen alapuolella.

## 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>101025072-006.003</b>				Raportin hyväksyntäpäivämäärä: <b>23.02.2026</b>			
Tekijä/organisaatio, yhteystiedot: <b>AFRY Finland Oy</b>							
Vastuuhenkilöt: <b>Helmi Uusitalo ja 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>V162 7.2 MW PO7200 (with serrated trailing edges)</b>		Sarjanumero/t:	
Nimellisteho: <b>7.2 MW</b>		Napakorkeus: <b>219 m</b>		Roottorin halkaisija: <b>162 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 EnVentus™ V162. Document no. 0116-1715_04. 2024-11-29.</li> </ul> Alla oleviin arvoihin on jo lisätty 2 dB:n varmuusarvo.							
Oktaaveittain [Hz]		1/3-oktaaveittain [Hz]					
31,5		20	63,6	200	96,0	2000	97,1
63	92,4	25	69,2	250	96,1	2500	94,5
125	99,4	31,5	73,9	315	95,9	3150	94,4
250	100,8	40	77,3	400	95,1	4000	91,8
500	100,6	50	80,9	500	95,4	5000	86,8
1000	101,6	63	88,4	630	96,7	6300	83,9
2000	101,4	80	89,7	800	96,1	8000	78,8
4000	96,8	100	93,7	1000	97,5	10000	73,7
8000	85,4	125	95,2	1250	96,8		
		160	94,8	1600	97,7		

<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>1 kpl</b>					
Lineaariset melutasot [dB] altistuvien kohteiden (rakennusten) ulkopuolella:											
Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	54,9	54,7	53,8	52,0	51,0	53,9	50,7	50,5	47,5	41,8	40,0
R2	53,4	53,2	52,3	50,5	49,5	52,4	49,1	48,9	45,9	40,2	38,3
R3	52,3	52,1	51,2	49,4	48,4	51,3	48,0	47,7	44,6	38,8	36,8
R4	53,8	53,5	52,7	50,9	49,8	52,7	49,5	49,2	46,1	40,4	38,4
R5	55,3	55,1	54,2	52,4	51,4	54,3	51,1	50,9	47,9	42,2	40,4
R6	53,8	53,6	52,8	50,9	49,9	52,8	49,5	49,3	46,3	40,6	38,7
R7	50,4	50,1	49,3	47,4	46,4	49,2	45,9	45,5	42,3	36,4	34,3
R8	52,1	51,8	51,0	49,1	48,1	51,0	47,7	47,5	44,4	38,7	36,7
R9	49,4	49,2	48,3	46,4	45,3	48,2	44,8	44,4	41,1	35,0	32,7
R10	49,9	49,6	48,8	46,9	45,8	48,7	45,3	44,9	41,6	35,6	33,2
R11	52,4	52,1	51,3	49,5	48,4	51,3	48,0	47,8	44,6	38,9	36,9
R12	54,9	54,7	53,9	52,0	51,0	53,9	50,7	50,5	47,5	41,9	40,0
R13	53,8	53,6	52,8	50,9	49,9	52,8	49,5	49,3	46,3	40,6	38,8