



ETHA WIND



## MELUSELVITYS

Yhteistuulen Tuulivoimapuisto

15.01.2024

## SISÄLLYSLUETTELO

1	YHTEENVETO .....	3
2	TAUSTA.....	4
3	MELU.....	5
3.1	Yleistä .....	5
3.2	Melun muodostuminen .....	5
4	MELUN OHJEARVOT .....	7
4.1	Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista .....	7
4.2	Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat .....	7
5	LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT .....	9
5.1	Lähtötiedot.....	9
5.2	Menetelmät.....	10
6	ARVIOIDUT MELUVAIKUTUKSET .....	13
6.1	Nykytilanne .....	13
6.2	Rakentamisen aikaiset vaikutukset .....	13
6.3	Toiminnan aikaiset vaikutukset, VE1.....	13
6.4	Toiminnan aikaiset vaikutukset, VE2.....	15
6.5	Pienitaajuinen melu .....	16
6.6	Käytön lopettamisen aikaiset vaikutukset.....	17
6.7	Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät .....	17
7	HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA SEURANTA.....	18
8	LÄHTEET .....	19
9	MALLINNUSTIETOJEN RAPORTTI, YHTEISTUULI .....	20
	Liite 1: Melumallinnuksen tulokset.....	22
	Liite 2: Pienitaajuisen melun laskenta, VE1 .....	23

Liite 3: Sijoitussuunnitelmat .....26

## VERSIOHISTORIA

Versio	Tekijä, Päivämäärä	Tarkastettu	Hyväksytty	Tiivistelmä
Ver 1	Elina Sippola, 04.01.2024	Ilmari Katajamäki, 05.01.2024	Ilmari Katajamäki, 05.01.2024	Yhteistuulen tuulivoimapuiston meluselvitys
Ver 2	Elina Sippola, 08.01.2024	Ilmari Katajamäki, 08.01.2024	Ilmari Katajamäki, 08.01.2024	Yhteistuulen tuulivoimapuiston meluselvitys, lisätty pienitaajuinen melu
Ver 3	Elina Sippola, 15.01.2024	Ilmari Katajamäki, 15.01.2024	Ilmari Katajamäki, 15.01.2024	Yhteistuulen tuulivoimapuiston Meluselvitys, päivitetty VE2.

# 1 YHTEENVETO

## **Tehtävä:**

Meluselvitys Yhteistuulen tuulivoimapuiston vaikutusalueella.

## **Työmenetelmät:**

Meluselvitykseen on kerätty tietoa tuulivoimaloiden melun ominaispiirteistä, melun ohjearvoista, paikallisista olosuhteista sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty WindPRO Ver3.6 ohjelmiston DECIBEL-moduulia sekä ISO 9613-2 standardin mukaisia oletuksia ja lähtöarvoja. Mallinnus ja raportointi on tehty noudattaen ympäristöministeriön helmikuussa 2014 julkaisemia ohjeita (Tuulivoimaloiden melun mallintaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014). Matalataajuisen melun mallintaminen on myös tehty noudattaen Ympäristöministeriön ohjeita. Vaikutusten arvioinnissa käytetyt laskentaparametrit on taulukoitu tässä raportissa. Tuloksia on vertailtu valtioneuvoston asetuksen ohjearvoihin (Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista 1107/2015).

Pienitaajuinen melu on laskettu ympäristöministeriön helmikuussa 2014 julkaisemia ohjeita noudattaen. Rakennusten äänieristys on laskettu DSO 1284 -menetelmän mukaisesti, käyttäen R-ohjelmistoa laskentatyökaluna, ja tuloksia on vertailtu asumisterveysasetuksessa oleviin sisämelun ohjearvoihin. Lisäksi pienitaajuisen melun laskennassa on käytetty Turun Ammattikorkeakoulun tutkimuksessa (ANOJANSSI-projekti, 2020) ehdotettuja vaihtoehtoisia eristyskertoimia.

## **Tulokset:**

Melumallinnusten perusteella valtioneuvoston asetuksen ohjearvoja asunnoille ja vapaa-ajan asunnoille ei ylitetä. Myöskään STM:n antamia sisätilojen pienitaajuisen melun ohjearvoja ei ylitetä.

## 2 TAUSTA

Meluselvitys on tehty Pudasjärven kunnan alueella sijaitsevalle Yhteistuulen tuulivoimapuistolle. Hanke koostuu yhteensä 23-38 tuulivoimalasta. Mallinnus on tehty Vestaksen V172 7.2 MW -voimalalla, jonka napakorkeus on 214 metriä ja äänitehotaso 106,9 dB(A) + 2,0 dB(A) epävarmuusmarginaali.

Meluselvitys on tehty ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti (Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014 Tuulivoimaloiden melun mallintaminen) WindPRO Ver3.6 ohjelmiston melulaskentatyökalulla. Pienitaajuinen melu on laskettu käyttäen R-ohjelmistoa ja työ on tehty ympäristöministeriön helmikuussa 2014 julkaisemia ohjeita noudattaen.

Tässä selvityksessä on tarkistettu kaksi vaihtoehtoa:

- VE1: Molemmat hankealueet, Pärjä 16 voimalaa ja Kivari 22 voimalaa, yhteensä 38 voimalaa. Roottorihalkaisija 172 m ja napakorkeus 214 m.
- VE2: Molemmat hankealueet, Pärjä 11 voimalaa ja Kivari 12 voimalaa, yhteensä 23 voimalaa. Roottorihalkaisija 172 m ja napakorkeus 214 m.

## 3 MELU

### 3.1 YLEISTÄ

Ääni on aaltoliikettä, joka kulkee väliainetta, esimerkiksi ilmaa, pitkin äänilähteestä äänen havainnointipisteeseen. Äänelle on ominaista voimakkuuden, taajuuden ja jaksollisuuden vaihtelut. On syytä huomioida, että tässä yhteydessä paljon käytetty A-painotettu äänenvoimakkuuden arvo (dBA) on eri, kun absoluuttinen äänenvoimakkuus (dB). Absoluuttinen äänen voimakkuus sisältää kaikkien taajuuksien äänenvoimakkuuden summan, kun A-painotetussa arvossa painotetaan ihmiskorvalle herkkiä taajuuksia.

Ääni luokitellaan meluksi, jos ihminen kokee sen epämiellyttävänä tai häiritsevänä. Ihmiset kokevat meluvaikutukset, kuten muutkin vaikutukset, hyvin eri tavoin. Sama ääni voidaan kokea paikasta ja henkilöstä riippuen eri tilanteissa epämiellyttäväksi meluksi, neutraaliksi ääneksi tai nautinnolliseksi ääneksi. Äänen kokemiseen vaikuttaa myös sen voimakkuus, jaksollisuus sekä taajuus.

Oleellinen vaikutus äänilähteen, kuten tuulivoimalan, meluun on taustamelulla. Taustamelu voi mm. peittää äänilähteelle tyypillisiä ominaisuuksia, kuten äänen jaksollisuutta. Yleisimpiä taustamelun aiheuttajia ovat tuulen aiheuttama suhina sekä liikenteen kohina. Tuulen nopeuden kasvaessa riittävästi, peittää sen tuottama taustamelu tuulivoimalan melun alleen.

Voimakas tai häiritsevä melu voi aiheuttaa terveyshaittoja ja vaikuttaa luonnonympäristön toimintaan. Mitä lähemmäs tuulivoimaloita mennään, sitä häiritsevämpänä melu saatetaan kokea. Siksi on tärkeää tarkastella aluetta maankäytöllisestä näkökulmasta.

### 3.2 MELUN MUODOSTUMINEN

Tuulivoimaloiden synnyttämä ääni muodostuu lapojen liikkeestä, sekä koneiston aiheuttamasta mekaanisesta äänestä, joista ensimmäinen on yleensä vaikutusten kannalta merkittävämpi. Äänen ominaisuudet vaihtelevat vallitsevien olosuhteiden sekä suunniteltavien voimaloiden teknisten ominaisuuksien mukaisesti. (Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys 2016)

Lapojen aiheuttama aerodynaaminen melu johtuu pyörimisestä aiheutuvasta jatkuvasta huminasta sekä jaksollisesta huminasta. Kovalla tuulella äänet ovat voimakkaimmillaan etenkin, kun tuuli

puhaltaa voimalan suunnasta. Lämpötila ja ilmankosteus vaikuttavat melun voimakkuuteen. Oleellisimmat tekijät äänen voimakkuuden kannalta ovat kuitenkin etäisyys tuulivoimalasta ja lähistöllä olevien voimaloiden lukumäärä. (Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys 2016)

Äänelle on ominaista sen vaimeneminen paikallisten olosuhteiden mukaisesti. Äänenvoimakkuus vaimenee äänilähteestä kauemmas mentäessä, sillä sen sisältämä energia vähenee. Etenemiseen vaikuttavat myös ilman ominaisuudet, kuten lämpötila sekä suhteellinen kosteus. Maaston muodoilla, kasvillisuudella ja tuulensuunnalla on oleellinen merkitys äänen vaimenemisessa. Selvittämällä vaimenemiseen vaikuttavat tekijät, pystytään äänen kulkua arvioimaan teoreettisesti.

Tuulivoimaloiden rakentamisen aikana melu johtuu mm. teiden, tuulivoimaloiden, sähköverkon sekä muun infrastruktuurin rakentamisesta sekä alueen liikenteestä. Nämä vaikutukset ovat vain lyhytaikaisia ja tilapäisiä.

Seuraavassa taulukossa on vertailuarvoja äänenvoimakkuusarvojen suhteesta.

*Taulukko 1. Vertailutaulukko absoluuttisista äänenvoimakkuuksista*

Äänenvoimakkuus	Esimerkki	Kommentti
130 dB	Kipukynnys	
100-120 dB	Rock-konsertti	
90 dB	Rekan ohiajo	
80 dB	Vilkasliikenteinen katu	
70 dB	Ajoneuvon sisämelu	
60 dB	Toimisto, jossa ilmastointi	Tyypillinen äänitaso suoraan tuulivoimalan alla
50 dB	Vaimea keskustelu	
40 dB	Taustamelu kotona	
30 dB	Kuiskaus (1m)	

## 4 MELUN OHJEARVOT

### 4.1 VALTIONEUVOSTON ASETUS TUULIVOIMALOIDEN ULKOMELUTASON OHJEARVOISTA

Asetuksessa säädetään toimivien tuulivoimaloiden aiheuttaman laskennallisen tai mitatun melutason ohjearvot. Melulle altistuvalla alueella melutaso ei saa ulkona ylittää seuraavassa taulukossa lueteltuja A-taajuuspainotetun keskiäänitason ohjearvoja. Asetus on tullut voimaan 1.9.2015.

*Taulukko 2. Ohjearvot valtioneuvoston asetuksessa*

	Ulkomelutaso $L_{Aeq}$ päivällä 7-22	Ulkomelutaso $L_{Aeq}$ yöllä 7-22
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

### 4.2 ASUMISTERVEYSASETUKSEN TOIMENPIDERAJAT

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus vuodelta 2015 sisältää toimenpideraja-arvot yöaikaiselle matalataajuiselle sisämelulle. Raja-arvot on esitetty alla olevassa taulukossa, joka on annettu yhden tunnin matalataajuisen melun tasolle (raja-arvot eivät ole A-painotettuja).

*Taulukko 3. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat yöaikaiselle pienitaajuiselle sisämelulle*

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

Asuinhuoneistojen oleskeluun ja lepoon käytettävien huoneiden toimenpiderajoiksi on annettu päiväajan (klo 07–22) keskiäänitasolle  $L_{Aeq}$  35 dB ja yöajan (klo 22–07) keskiäänitasolle  $L_{Aeq}$  30 dB. Taustamelusta selvästi erottuvalle melulle, joka voi aiheuttaa esimerkiksi unihäiriötä, on toimenpiderajana nukkumiseen käytettävissä tiloissa yöaikaan (klo 22–07) yhden tunnin keskiäänitaso  $L_{Aeq, 1h}$  25 dB. Lisäksi on huomioitava melun erityisominaisuudet eli mahdolliset



kapeakaistaisuus- ja impulssimaisuuskorjaukset. Asetus sisältää toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle, jotka on annettu taajuuspainottamattomina tunnin keskiäänitasoina  $L_{eq, 1h}$ .

Sisämelun kokonaisäänitason mallintamiseksi ei ole annettu ohjeita eikä alalla ole yleisesti käytössä olevaa laskentamenetelmää. Asetuksen mukaisilla ulkomelun ohjearvoilla (40 dB(A)) pyritään kuitenkin varmistamaan myös sisämelun toimenpiderajojen alittuminen. Alalla sovelletun DSO 1284 -laskentamenetelmän mukaan rakennusten äänieristys taajuuksilla 80–200 Hz on noin 20 dB. Äänieristys vaimentaa korkeampia taajuuksia tyypillisesti tehokkaammin, jolloin taajuuksilla 200–500 Hz äänieristyksen voidaan odottaa olevan enemmän kuin 20 dB. Tuulivoimamelu 1–3 kilometrin etäisyydellä äänilähteestä koostuu lähinnä 200–500 Hz:n taajuuksista. Näin ollen on hyvin todennäköistä, että tuulivoimamelun ollessa ulkona 40 dB(A), rakennuksen sisämelu on noin 20 dB(A) tai alle.

Lisäksi ympäristöministeriön ohjeessa uudisrakennusten ääniympäristöstä (Ympäristöministeriö, 2018) on mainittu, että asuinhuoneen ulkovaipan äänieristys tulee olla aina vähintään 30 dB. Tämä tarkoittaa, että jos melutaso ulkona on 40 dB(A), niin sisämelutaso pysyy selvästi toimenpiderajan alapuolella.

## 5 LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT

### 5.1 LÄHTÖTIEDOT

Tuulivoimaloiden aiheuttamat meluvaikutukset on mallinnettu soveltaen ISO 9613-2 standardia. Lähtötietoina on käytetty alla olevissa taulukoissa olevia arvoja.

Mallinnuksessa on käytetty tuulivoimalavalmistajan ilmoittamia melupäästön takuuarvoja. Äänitehotasot on ilmoitettu 1/3 oktaavikaistoittain. Voimalavalmistajan käyttämät melupäästöarvot eivät ole suoraan verrattavissa IEC TS 61400-14-standardiin, ja epävarmuutta ei ole erikseen ilmoitettu. Tästä johtuen lähtömelutasoon on mallinnuksessa lisätty 2,0 dB:n epävarmuusmarginaali ympäristöministeriön ohjeen mukaisesti (Ympäristöministeriö, 2016). Lisätyllä marginaalilla varmistetaan, että mallinnustulokset ovat riittävän konservatiiviset suhteessa ympäristöministeriön ohjeisiin.

Mallinnuksessa käytetyt voimalatyypit on mainittu alla.

*Taulukko 4. Hankkeen voimalatiedot*

Hankealue	Voimalat	Voimalan tornin korkeus (m)	Voimalan äänitehotaso (Lwa)	1/3 oktaavikaistoittainen äänispektri
Pärjä	V172 7.2 MW	214	106.9 + 2 dB(A)	Käytössä
Kivari	V172 7.2 MW	214	106.9 + 2 dB(A)	Käytössä

*Taulukko 5. Melumallinnuksessa käytettyjä arvoja (Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014)*

Lähtötiedot	
Maaston vaikutus melun etenemiseen, kerroin	0,4
Vesistöjen vaikutus melun etenemiseen, kerroin	0,0
Tarkastelupisteen korkeus (metriä maanpinnan yläpuolella)	4 m
Ilman lämpötila	15 °C
Ilman suhteellinen kosteus	70 %

Alueen korkeustietona on käytetty Maanmittauslaitoksen kahden metrin korkeusmallia ja alueen maanpeitteisyys on Suomen ympäristökeskuksen OIVA-tietokannasta. Maaston vaimentava

vaikutus on huomioitu ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisella kertoimella 0,4. Rakennustiedot perustuvat Maanmittauslaitoksen maastotietokantaan.

Laskennassa on otettu lähtökohdaksi voimalan tuottama äänenvoimakkuus ja tämän pohjalta on mallinnettu äänen vaimeneminen (geometrinen vaimeneminen sekä ilmakehän vaimentava vaikutus) koko tuulivoimapuiston alueella. Mallinnuksessa on oletettu, että kaikki asunnot ovat tuulen alapuolella kaikkiin voimaloihin nähden ja tuulennopeus 10 metrin korkeudella maan pinnasta on 8 m/s. Alueelta valittiin 13 havainnointipistettä, joiden kohdalta voimaloiden aiheuttamat äänenvoimakkuudet ilmoitetaan.

## 5.2 MENETELMÄT

Melumallinnus on suoritettu WindPRO ohjelmiston DECIBEL-moduulia käyttäen. WindPRO on tanskalaisen EMD International A/S:n kehittämä tuulivoiman mallinnusohjelmisto. Ohjelmistolla mallinnetaan ja visualisoidaan äänen eteneminen ja vaimeneminen, mutta sitä käytetään myös muiden vaikutusten mallintamiseen sekä tuuliresurssien laskemiseen.

Mallinnusta tehtäessä ohjelmistoon syötetään ympäristöministeriön (2/2014) ohjeistamat parametrit sekä ISO 9613-2 standardin mukaiset lähtötiedot. Mallinnuksessa lasketaan melun leviäminen vaikutusalueella sekä hankkeesta aiheutuvat melutasot tarkastelluissa pisteissä.

Ympäristöministeriön ohjeistuksen 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. Tässä melumallinnuksessa korkeuserot ylittyivät kahdessa valitussa havainnointipisteissä Pärjän alueella.

Jos ääni on erityisen häiritsevää eli kapeakaistaista tai impulssimaista, lisätään laskenta- tai mittaustuloksiin 5 dB ennen asetuksen ohjearvoon vertaamista. Tässä mallinnuksessa laskentatuloksiin ei ole tarvetta lisätä sanktiota, koska lähtötiedoissa ei äänen erityispiirteitä havaittu.

Ympäristöministeriön ohjeessa (2/2014) mainitaan äänivaikutuksiin liittyvä ilmiö, Amplitudimodulaatio (EAM, excessive amplitude modulation). Esiintyessään ilmiö aiheuttaa sen, että äänenvoimakkuuden merkittävät jaksottaiset vaihtelut lisäävät melun häiritsevyyttä. Amplitudimodulaatio on paikallisista olosuhteista ja voimalatyyppistä riippuva ilmiö. Ilmiötä ei pysty

mallintamaan etukäteen, vaan se pystytään varmistamaan ainoastaan käytönaikaisilla melumittauksilla. Amplitudimodulaatiota ei mainita valtioneuvoston asetuksessa tuulivoimaloiden ulkomelutasoa koskien, eikä ilmiön todentamiseksi ole olemassa vakioitua menetelmää. Aiheesta on tehty kansainvälisiä tutkimuksia (esim. Bertagnolio, 2014), joiden mukaan havaittu amplitudimodulaatio on mahdollista hallita teknisesti.

Pienitaajuinen melulaskenta on tehty ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti, asuntojen ja vapaa-ajan asuntojen ulkopuolelta käyttäen annettua laskentakaavaa.

$$L_P = L_W - 20dB \cdot \log_{10}(d_1/1m) - 11dB + A_{gr} - A_{atm} \cdot d_2$$

missä

$L_P$  on äänen 1/3-oktaavitaso altistuvassa kohteessa [dB]

$L_W$  on tuulivoimalan 1/3-oktaavikaistan äänitehotaso [dB]

$d_1$  on tuulivoimalan navan etäisyys altistuvasta kohteesta [m]

$A_{gr}$  on heijastavan pinnan tuottama korjaus [dB]

$A_{atm}$  on ilmakehän tuottama vaimennus lämpötilassa 15 C° ja 70 % suhteellisessa kosteudessa [dB/km]

$d_2$  on tuulivoimalan navan etäisyys altistuvasta kohteesta [km]

(Ympäristöministeriö 2014).

Sisätilojen melutasot on laskettu niin ikään ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti. Rakennusten äänieristys on laskettu DSO 1284 menetelmän mukaisesti, ja tuloksia on vertailtu asumisterveysasetuksessa oleviin sisämelun toimenpiderajoihin. Lisäksi pienitaajuisen melun laskennassa on käytetty Turun Ammattikorkeakoulun tutkimuksessa (ANOJANSSI-projekti, 2020) ehdotettuja vaihtoehtoisia eristyskertoimia. Äänieristys,  $DL\sigma$ , on esitetty taulukossa 6.

*Taulukko 6. Äänieristyskertoimet.*

f/ Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
$DL\sigma$ (DSO 1284)	6.6	8.4	10.8	11.4	13	16.6	19.7	21.2	20.2	21.2	21.2
$DL\sigma$ (Anojanssi-projekti)	7.6	8.3	9.2	10.3	11.5	13	14.8	16.8	18.8	21.1	22.8

## 6 ARVIOIDUT MELUVAIKUTUKSET

### 6.1 NYKYTILANNE

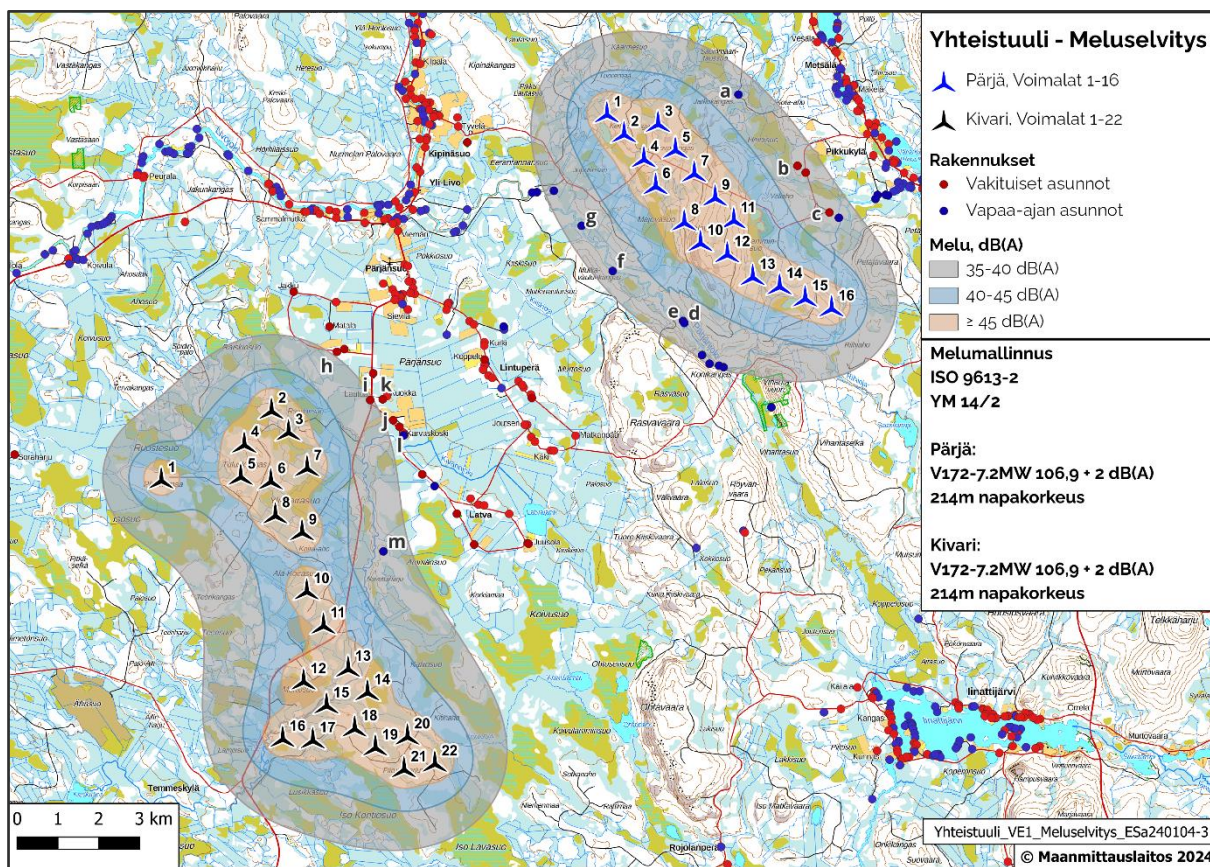
Yhteistuulen tuulivoimapuiston alue on pääasiassa metsätalousaluetta ja sen äänimaisema on tällaiselle alueelle tyypillistä.

### 6.2 RAKENTAMISEN AIKAISET VAIKUTUKSET

Tuulivoimapuiston rakentamisen aikana melua aiheutuu mm. maansiirtokoneista, nostureista, ajoneuvoliikenteestä sekä rakentamisesta. Rakennustyömaan melu on hyvin impulssimaista ja paikallista ja ajoittuu pääasiallisesti päiväaikaan. Tämän vuoksi meluvaikutukset eivät kasva merkittäviksi. Tiestön ja perustusten rakentaminen tuottaa eniten melua ja lisääntyvä liikenne saattaa nostaa valtatie melutasoa hieman. Rakentaminen kestää vain lyhyen ajan suhteessa tuulivoimaloiden elinkaareen, joten meluvaikutuksetkin voidaan katsoa lyhytkestoisiksi.

### 6.3 TOIMINNAN AIKAISET VAIKUTUKSET, VE1

Melumallinnuksessa käytettiin Vestaksen V172 7.2 MW serrated blade -tuulivoimalan äänitietoja. Tuulivoimalan kokonaisäänitaso on 106,9 dB(A) + 2,0 dB(A) epävarmuusmarginaali ja napakorkeus 214 metriä. Melumallinnuksessa on käytetty 38 voimalan sijoitussuunnitelmaa, joista 16 on Pärjän Pärjän alueella ja 22 Kivarin alueella. Voimaloiden koordinaatit löytyvät liitteestä 3.



Kuva 1. Yhteistuulen tuulivoimapaiston melumallinnus (VE1). 13 havainnointipistettä on merkitty kuvaan kirjaimilla.

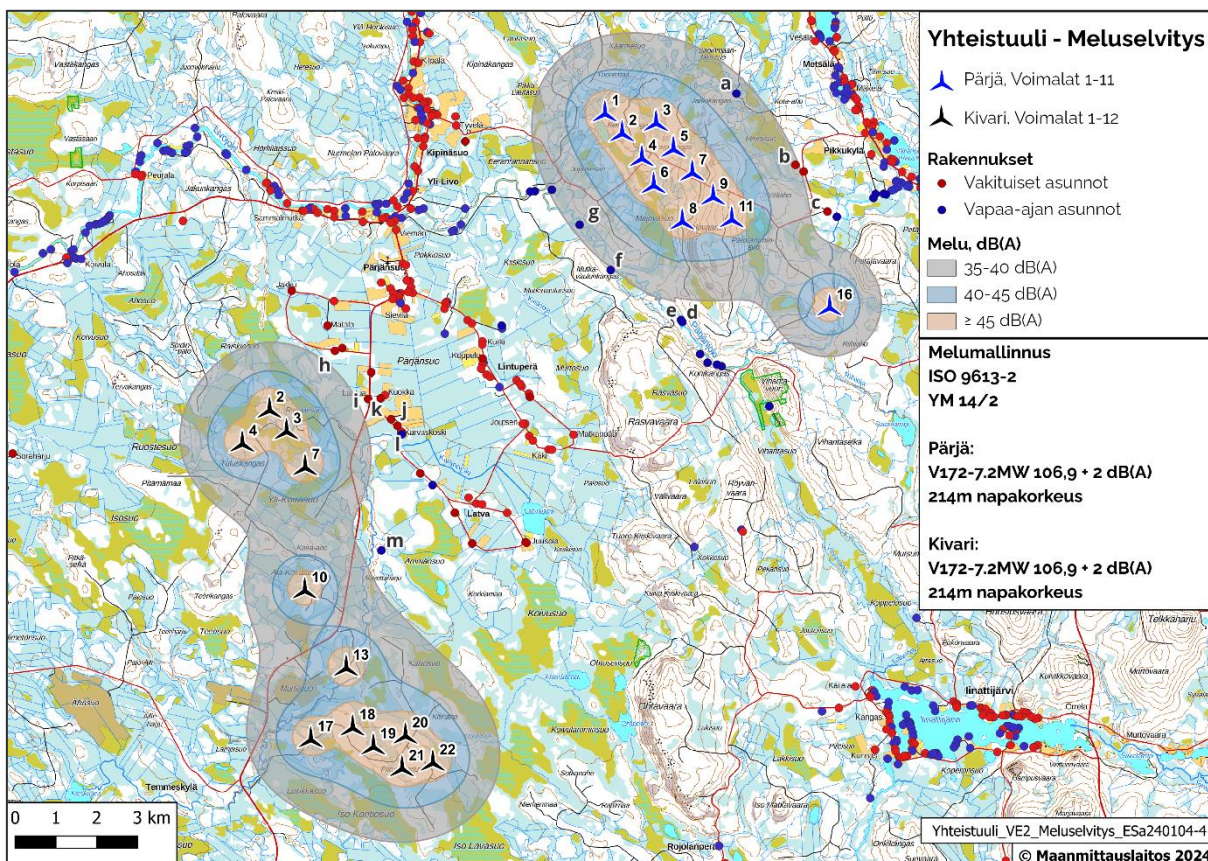
Melumallinnuksen mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dBA. Alueen läheisyydestä on valittu yhteensä 13 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 1.

Äänitaso lähimpien asuinrakennusten ja loma-asuntojen alueella on alle 39 dB(A) eli alle valtioneuvoston asetuksen mukaisen ohjearvon, korkein äänitaso ollen 38,0 dB(A) vapaa-ajan asunnon "e" kohdalla.

Tuulivoimapaiston alueella, voimaloiden välittömässä läheisyydessä, äänitaso on yli 45 dB(A), joten melulla saattaa olla vaikutuksia esimerkiksi alueen virkistyskäyttöön.

## 6.4 TOIMINNAN AIKAiset VAIKUTUKSET, VE2

Melumallinnuksessa käytettiin Vestaksen V172 7.2 MW serrated blade -tuulivoimalan äänitietoja. Tuulivoimalan kokonaisäänitaso on 106,9 dB(A) + 2,0 dB(A) epävarmuusmarginaali ja napakorkeus 214 metriä. Melumallinnuksessa on käytetty 23 voimalan sijoitus suunnitelmaa, joista 11 on Pärjän Pärjän alueella ja 12 Kivarin alueella. Voimaloiden koordinaatit löytyvät liitteestä 3.



Kuva 2. Yhteistuulen tuulivoimapaiston melumallinnus (VE2). 13 havainnointipistettä on merkitty kuvaan kirjaimilla.

Melumallinnuksen mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dBA. Alueen läheisyydestä on valittu 13 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 1.

Äänitaso lähimpien asuinrakennusten ja loma-asuntojen alueella on alle 37 dB(A) eli alle valtioneuvoston asetuksen mukaisen ohjearvon, korkein äänitaso ollen 36,5 dB(A) vapaa-ajan asunnon "a" kohdalla.



Tuulivoimapuiston alueella, voimaloiden välittömässä läheisyydessä, äänitaso on yli 45 dB(A), joten melulla saattaa olla vaikutuksia esimerkiksi alueen virkistyskäyttöön.

## 6.5 PIENITAAJUINEN MELU

Pienitaajuinen melu on laskettu ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti.

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla sisätilojen toimenpiderajat alittuvat. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoilla toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Laskennan tulokset löytyvät liitteestä 2.

Rakennusten äänieristys on laskettu DSO 1284 menetelmän mukaisesti, käyttäen R-ohjelmistoa laskentatyökaluna, ja tuloksia on vertailtu asumisterveysasetuksessa oleviin sisämelun ohjearvoihin. Lisäksi pienitaajuisen melun laskennassa on käytetty Turun Ammattikorkeakoulun tutkimuksessa (ANOJANSSI-projekti, 2020) ehdotettuja vaihtoehtoisia eristyskertoimia.

Laskennassa on käytetty laskentastandardissa todettuja äänieristysominaisuuksia, joten todellinen pienitaajuinen melu voi poiketa lasketusta arvosta (laskentamenetelmässä käytetään ainoastaan talojen keskimääräistä äänieristystä). Lasketut arvot eivät kuitenkaan ole lähellä asumisterveysasetuksen toimenpideraja-arvoja, joten arvion mukaan marginaalit ovat riittävät, eivätkä raja-arvot ylity.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että tuulivoimapuiston pienitaajuisen melun vaikutukset ovat vähäiset.

## 6.6 KÄYTÖN LOPETTAMISEN AIKAISET VAIKUTUKSET

Käytön lopettamisen aikaiset meluvaikutukset ovat samankaltaiset rakennusvaiheen vaikutusten kanssa. Ajallisesti meluvaikutukset ovat tuolloin lyhytkestoiset ja ne johtuvat työmaakoneiden äänistä ja liikenteestä. Käytön lopettamisen jälkeen alueen äänimaisema palaa samaan tilaan, kuin ennen tuulivoimapuiston rakentamista.

## 6.7 VAIKUTUSTEN ARVIOINNIN EPÄVARMUUSTEKIJÄT

Mallinnuksessa on käytetty ympäristöministeriön ohjeistuksen ja siellä mainittujen standardien mukaisia menetelmiä ja tulokset on raportoitu ohjeistuksen mukaisesti. Mallinnusmenetelmiin sisältyy aina pieni epävarmuus, jota on pienennetty mm. asiantuntijoiden yhteisesti päättämällä mallinnuksen lähtötiedoilla, jotka ympäristöministeriö on julkaissut.

## 7 HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA SEURANTA

Rakennusaikana meluhaittoja voidaan vähentää käyttämällä vähemmän melua aiheuttavia työkoneita ja ajoittamalla työt vähemmän häiritsevään aikaan vuorokaudesta.

Tuulivoimaloiden meluvaikutuksia voidaan säädellä vaikuttamalla äänilähteiden toimintaan. Konehuoneesta lähtevää ääntä voidaan vaimentaa lisäämällä konehuoneeseen eristeitä tai korjaamalla/muuttamalla tekniikkaa. Merkittävämpi vaimennus saadaan aikaan kuitenkin roottorin toimintaan vaikuttamalla.

Yksinkertaisesti voimalan ääntä saadaan vaimennettua hidastamalla roottorin pyörimistä tai säätämällä lapojen pyörimiskulmaa, mutta molemmilla tavoilla myös voimalan tuotanto pienenee. Säätämällä lähellä toisiaan pyörivien voimaloiden toimintaa, voidaan melua pienentää esimerkiksi muuttamalla lapojen kohtauskulmaa. Myös voimaloiden toimintaa voidaan tarvittaessa rajoittaa siten, että ohjearvot eivät ylitä herkällä alueella, joskaan tälle ei meluselvityksen tulosten mukaan ole tarvetta.

Melumallinnusten perusteella valtioneuvoston asetuksen ohjearvoja sekä STM:n antamia sisätilojen pienitaajuisen melun ohjearvoja ei ylitetä. Mikäli ohjearvoja kuitenkin ylitetään, voidaan tätä ehkäistä muuttamalla tuulivoimaloiden ajotapaa tai jopa pysäyttämällä haittaa aiheuttavat voimalat.

## 8 LÄHTEET

Bertagnolio, F. et.al. (2014). *Cyclic pitch for the control of wind turbine noise amplitude modulation*. Viitattu 14.1.2014. Saatavilla:

[http://www.acoustics.asn.au/conference\\_proceedings/INTERNOISE2014/papers/p551.pdf](http://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/INTERNOISE2014/papers/p551.pdf).

Etha Wind (2022). *01\_Noise\_Checklist\_ArM220707-1*. Internal work description.

Hongisto V., Radun J., Rajala V., et al. (2020). *Anojanssi - Projektin Tulokset: Ympäristömelun Häiritsevyys*. Turun ammattikorkeakoulu.

Saatavilla: <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522167606.pdf>

Maanmittauslaitos (2023). *Maanmittauslaitoksen avoimen tietoaiston CC 4.0 -lisenssi*.

Saatavilla: <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/tiedostopalvelu>

Sosiaali- ja Terveysministeriö (2015). *Asumisterveysasetus*. Helsinki. Saatavilla:

<http://www.stm.fi/tiedotteet/tiedote/-/view/1907834>

Valtioneuvosto (2015). *Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista*.

Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20151107>

Vestas (2019). *V162-5.6 MW Third Octave noise emission*. Document no. DMS 0079-5298\_01.

Vestas (2022). *V172-7.2 MW Third octave noise emission*. Document no. DMS 0128-4336\_00.

Ympäristöministeriö (2014). *Tuulivoimaloiden melun mallintaminen*. Helsinki. Saatavilla:

[https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/42937/OH\\_2\\_2014.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/42937/OH_2_2014.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Ympäristöministeriö, (2016). *Yhteenvedo tuulivoimaloiden melupäästön takuuarvon käyttämisestä meluselvityksissä liittyvästä kyselystä*. PDF-asiakirja.

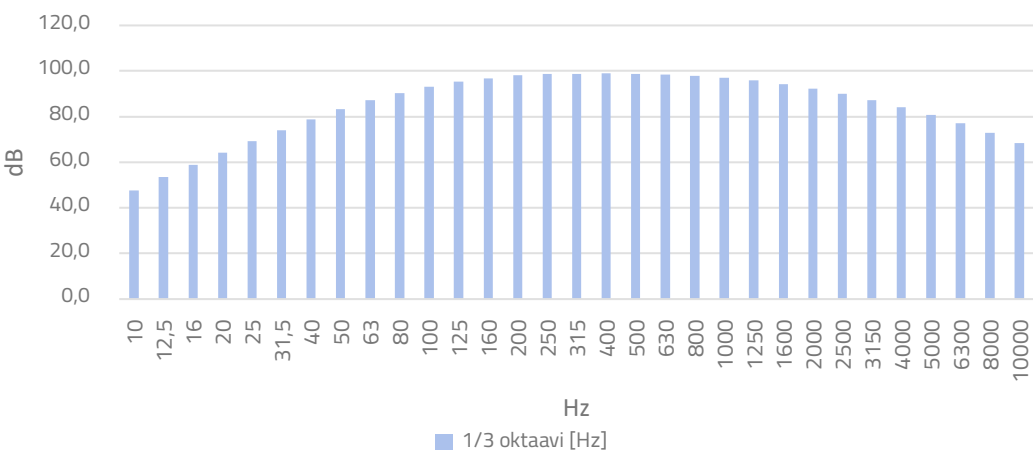
Ympäristöministeriö (2016). *Tuulivoimarakentamisen suunnittelu*. Päivitys 2016. Saatavilla:

<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/79057>

Ympäristöministeriö (2018). *Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä*. Saatavilla:

<https://www.ym.fi/download/noname/%7B2852D34E-DA43-4DCA-9CEE-47DBB9EFCB08%7D/138568>

## 9 MALLINNUSTIETOJEN RAPORTTI, YHTEISTUULI

RAPORTIN JA RAPORTOIJAN TIEDOT																																																																			
Mallinnusraportti numero/tunniste: <b>ESa240112-1</b>		Raportin hyväksyntäpäivämäärä: 15.01.2024																																																																	
Tekijä/organisaatio, yhteystiedot: <b>Etha Wind Oy, Vaasanpuistikko 14 B11, 65100 VAASA, puh. +358 2900 20440</b>																																																																			
Vastuuhenkilöt: <b>Elina Sippola</b>																																																																			
Laatija: <b>Elina Sippola</b>		Tarkastaja/hyväksyjä: <b>Ilmari Katajamäki</b>																																																																	
MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT																																																																			
Mallinnusohjelma ja versio: <b>WindPRO Ver3.6</b>		Mallinnusmenetelmä: <b>ISO 9613-2</b>																																																																	
TUULIVOIMALAN TIEDOT																																																																			
Tuulivoimalan valmistaja: <b>Vestas</b>		Tyyppi: <b>V172 7.2</b>	Sarjanumero/t:																																																																
Nimellisteho: <b>7.2 MW</b>	Napakorkeus: <b>214 m</b>	Roottorin halkaisija: <b>172 m</b>	Tornin tyyppi: <b>Putkitorni</b>																																																																
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun																																																																			
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus																																																																	
<b>Kyllä</b>	dB	<b>Kyllä</b>	dB																																																																
<b>Ei</b>	<b>Ei tiedossa</b>	<b>Ei</b>	<b>Ei tiedossa</b>																																																																
Muu, mikä																																																																			
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT																																																																			
Melupäästötiedot Vestas V172 7.2 MW, 214 m HH, 106,9 dB(A). Mallinuksissa lisätty +2,0 dB(A) epävarmuusmarginaali on lisätty alla olevassa kaaviossa.																																																																			
<p style="text-align: center;">Vestas V172, 214 m HH 108.9 dB(A)</p>  <table border="1"> <caption>Estimated data from the sound pressure level chart</caption> <thead> <tr> <th>Frequency (Hz)</th> <th>Sound Pressure Level (dB)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>10</td><td>45</td></tr> <tr><td>12.5</td><td>50</td></tr> <tr><td>16</td><td>55</td></tr> <tr><td>20</td><td>60</td></tr> <tr><td>25</td><td>65</td></tr> <tr><td>31.5</td><td>70</td></tr> <tr><td>40</td><td>75</td></tr> <tr><td>50</td><td>80</td></tr> <tr><td>63</td><td>85</td></tr> <tr><td>80</td><td>90</td></tr> <tr><td>100</td><td>108.9</td></tr> <tr><td>125</td><td>95</td></tr> <tr><td>160</td><td>90</td></tr> <tr><td>200</td><td>85</td></tr> <tr><td>250</td><td>80</td></tr> <tr><td>315</td><td>75</td></tr> <tr><td>400</td><td>70</td></tr> <tr><td>500</td><td>65</td></tr> <tr><td>630</td><td>60</td></tr> <tr><td>800</td><td>55</td></tr> <tr><td>1000</td><td>50</td></tr> <tr><td>1250</td><td>45</td></tr> <tr><td>1600</td><td>40</td></tr> <tr><td>2000</td><td>35</td></tr> <tr><td>2500</td><td>30</td></tr> <tr><td>3150</td><td>25</td></tr> <tr><td>4000</td><td>20</td></tr> <tr><td>5000</td><td>15</td></tr> <tr><td>6300</td><td>10</td></tr> <tr><td>8000</td><td>5</td></tr> <tr><td>10000</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>				Frequency (Hz)	Sound Pressure Level (dB)	10	45	12.5	50	16	55	20	60	25	65	31.5	70	40	75	50	80	63	85	80	90	100	108.9	125	95	160	90	200	85	250	80	315	75	400	70	500	65	630	60	800	55	1000	50	1250	45	1600	40	2000	35	2500	30	3150	25	4000	20	5000	15	6300	10	8000	5	10000	0
Frequency (Hz)	Sound Pressure Level (dB)																																																																		
10	45																																																																		
12.5	50																																																																		
16	55																																																																		
20	60																																																																		
25	65																																																																		
31.5	70																																																																		
40	75																																																																		
50	80																																																																		
63	85																																																																		
80	90																																																																		
100	108.9																																																																		
125	95																																																																		
160	90																																																																		
200	85																																																																		
250	80																																																																		
315	75																																																																		
400	70																																																																		
500	65																																																																		
630	60																																																																		
800	55																																																																		
1000	50																																																																		
1250	45																																																																		
1600	40																																																																		
2000	35																																																																		
2500	30																																																																		
3150	25																																																																		
4000	20																																																																		
5000	15																																																																		
6300	10																																																																		
8000	5																																																																		
10000	0																																																																		

Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitu- dimodulaatio)		Muu, Mikä:		
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT								
Laskentakorkeus						Laskentaruudun koko [m·m]		
<b>4 m</b>		Muu, mikä ja miksi:				<b>20 m * 20 m</b>		
Suhteellinen kosteus				Lämpötila				
<b>70 %</b>		Muu, mikä ja miksi:		<b>15 C°</b>		Muu, mikä ja miksi:		
Maastomallin lähde ja tarkkuus								
Maastomallin lähde: <b>Maanmittauslaitos</b>				Vaakaresoluutio: <b>2 m</b>		Pystyresoluutio: <b>1 m</b>		
Maan- ja vedenpinnan absorptio ja heijastuksen huomioiminen, käytetyt kertoimet								
<b>ISO 9613-2</b>								
Vesialueet, (0) / (G)				<b>0</b>				
Maa-alueet, (0,4) / (A-D/E-F)				<b>0,4</b>				
Maa-alueet, (0) / (G)								
Ilmakehän stabiilius laskennassa/meteorologinen korjaus								
Neutraali, (0): <b>kyllä</b>				Muu, mikä ja miksi:				
Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen								
<b>Vapaa avaruus</b>				Muu, mikä, miksi:				
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet, lkm (ilman meluntorjuntaa/voimalan ohjausta)								
Asukkaat: <b>0</b> kpl		Vapaa-ajan rakennukset: <b>0</b> kpl				Hoito- ja oppilaitokset: <b>0</b> kpl		
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet, lkm (meluntorjunta/voimalan ohjaus huomioiden)								
Asukkaat: <b>0</b> kpl		Vapaa-ajan rakennukset: <b>0</b> kpl				Hoito- ja oppilaitokset: <b>0</b> kpl		
Melun leviäminen virkistys- tai luonnonsuojelualueille								
Virkistysalueet: <b>0</b> kpl				Luonnonsuojelualueet: <b>0</b> kpl				

## LIITE 1: MELUMALLINNUKSEN TULOKSET

*Taulukko 7. Yhteistuulen mallinnuksen meluarvot valituissa kohteissa.*

Havainnointipiste	Asunnon luokka	Itäinen Koord. (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS-TM35FIN)	Ohjearvo [dB(A)]	VE1 Melu [dB(A)]	VE2 Melu [dB(A)]	Ohjearvojen ylitys
a	Vapaa-ajan asunto	516600	7277598	40	37,0	36,5	Ei
b	Vakituinen asunto	518050	7275853	40	36,9	35,3	Ei
c	Vakituinen asunto	518833	7274708	40	36,9	33,7	Ei
d	Vapaa-ajan asunto	515274	7271999	40	37,9	33,3	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	515241	7272050	40	38,0	33,5	Ei
f	Vapaa-ajan asunto	513516	7273273	40	36,9	34,8	Ei
g	Vapaa-ajan asunto	512754	7274382	40	36,7	35,8	Ei
h	Vakituinen asunto	506754	7271294	40	34,5	33,3	Ei
i	Vakituinen asunto	507569	7270111	40	35,3	33,8	Ei
j	Vakituinen asunto	508133	7269616	40	34,2	32,4	Ei
k	Vakituinen asunto	507876	7270128	40	34,3	32,6	Ei
l	Vapaa-ajan asunto	508387	7269243	40	33,9	31,8	Ei
m	Vapaa-ajan asunto	507893	7266403	40	36,9	33,5	Ei

## LIITE 2: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA, VE1

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat.

Pienitaajuinen melu on laskettu tilanteessa, jossa Pärjän (16 voimalaa) ja Kivarin (22 voimalaa) tuulivoimapuistot ovat toiminnassa.

*Taulukko 8. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.*

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)												
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
20	51,8	51,9	51,7	52,0	52,1	51,7	51,7	50,2	50,8	50,3	50,2	50,1	52,1
25	51,2	51,2	51,1	51,3	51,4	51,0	51,1	49,5	50,1	49,6	49,5	49,4	51,4
31,5	50,4	50,5	50,3	50,6	50,7	50,3	50,3	48,7	49,3	48,8	48,8	48,7	50,7
40	50,0	50,0	49,9	50,1	50,2	49,8	49,8	48,2	48,9	48,3	48,3	48,2	50,2
50	49,8	49,8	49,7	50,0	50,0	49,6	49,7	48,1	48,7	48,1	48,1	48,0	50,1
63	49,0	49,0	48,9	49,1	49,2	48,8	48,8	47,2	47,8	47,2	47,2	47,1	49,2
80	47,7	47,7	47,6	47,8	47,9	47,5	47,5	45,9	46,5	45,9	45,9	45,7	47,9
100	46,1	46,1	46,0	46,3	46,3	45,9	45,9	44,2	44,8	44,2	44,2	44,0	46,3
125	43,8	43,8	43,7	43,9	44,0	43,5	43,6	41,7	42,4	41,7	41,7	41,5	44,0
160	40,1	40,1	40,0	40,2	40,3	39,7	39,8	37,8	38,5	37,7	37,7	37,5	40,1
200	38,2	38,1	38,1	38,2	38,3	37,7	37,8	35,7	36,4	35,5	35,5	35,2	38,1

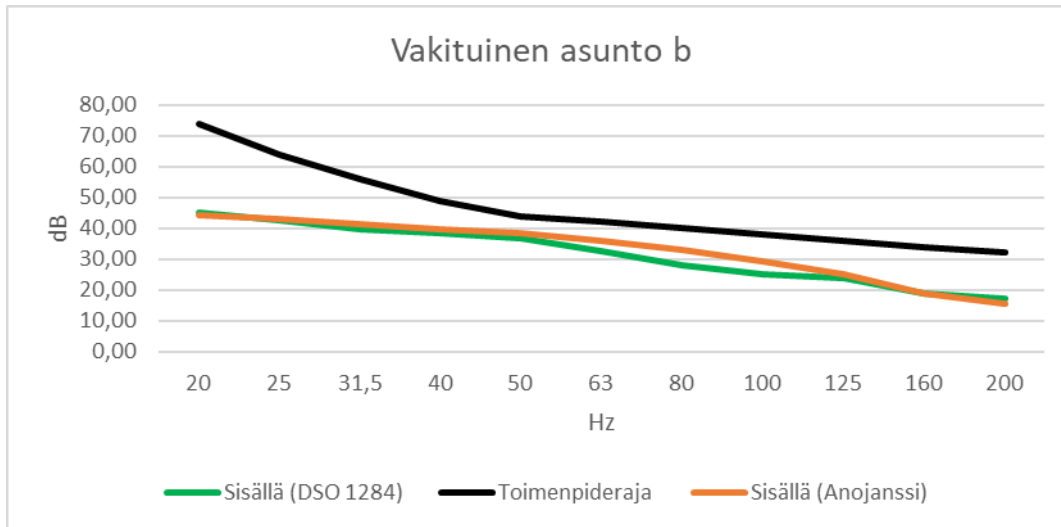


*Taulukko 9. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyyssarvoja.*

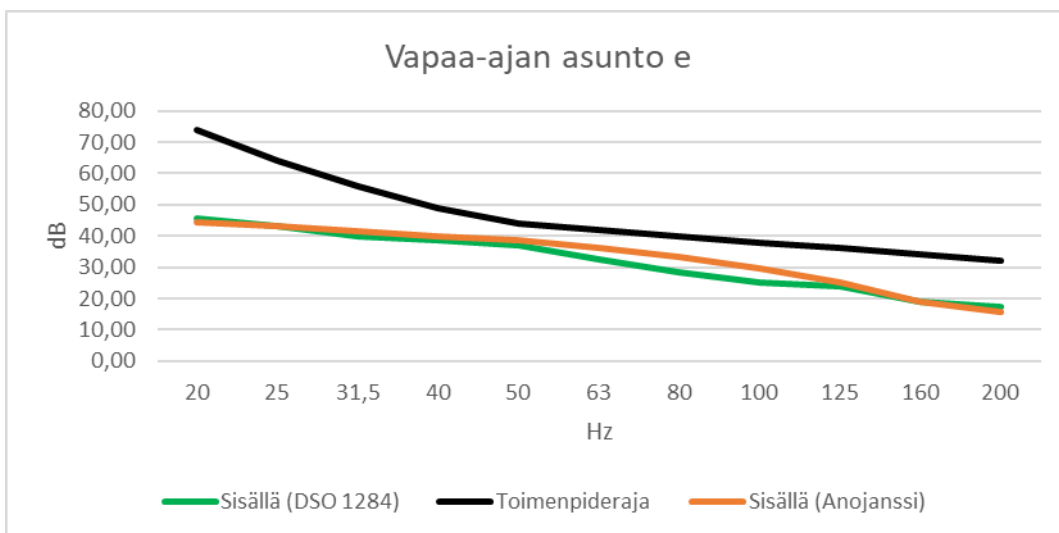
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)												
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
20	45,2	45,2	45,1	45,4	45,4	45,0	45,1	43,5	44,1	43,6	43,6	43,5	45,5
25	42,7	42,8	42,6	42,9	43,0	42,6	42,6	41,0	41,6	41,1	41,1	41,0	43,0
31,5	39,6	39,6	39,5	39,8	39,8	39,4	39,5	37,9	38,5	38,0	37,9	37,8	39,9
40	38,5	38,6	38,4	38,7	38,8	38,4	38,4	36,8	37,4	36,9	36,8	36,7	38,8
50	36,7	36,8	36,7	36,9	37,0	36,6	36,6	35,0	35,6	35,1	35,0	34,9	37,0
63	32,3	32,3	32,2	32,5	32,6	32,1	32,2	30,5	31,2	30,6	30,6	30,4	32,6
80	28,0	28,0	27,9	28,1	28,2	27,8	27,8	26,1	26,7	26,2	26,1	26,0	28,2
100	24,9	24,9	24,8	25,0	25,1	24,6	24,7	22,9	23,6	23,0	22,9	22,8	25,1
125	23,6	23,6	23,5	23,7	23,8	23,3	23,4	21,5	22,2	21,5	21,5	21,3	23,7
160	18,8	18,8	18,7	18,9	19,0	18,5	18,5	16,6	17,3	16,5	16,5	16,2	18,9
200	16,9	16,9	16,8	17,0	17,1	16,5	16,6	14,5	15,2	14,3	14,3	14,0	16,9

*Taulukko 10. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyyssarvoja.*

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)												
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
20	44,2	44,3	44,1	44,4	44,5	44,1	44,1	42,6	43,2	42,7	42,6	42,5	44,5
25	42,9	42,9	42,8	43,0	43,1	42,7	42,8	41,2	41,8	41,3	41,2	41,1	43,1
31,5	41,2	41,3	41,1	41,4	41,5	41,1	41,1	39,5	40,1	39,6	39,6	39,5	41,5
40	39,7	39,7	39,6	39,8	39,9	39,5	39,5	37,9	38,6	38,0	38,0	37,9	39,9
50	38,3	38,3	38,2	38,5	38,5	38,1	38,2	36,6	37,2	36,6	36,6	36,5	38,6
63	36,0	36,0	35,9	36,1	36,2	35,8	35,8	34,2	34,8	34,2	34,2	34,1	36,2
80	32,9	32,9	32,8	33,0	33,1	32,7	32,7	31,1	31,7	31,1	31,1	30,9	33,1
100	29,3	29,3	29,2	29,5	29,5	29,1	29,1	27,4	28,0	27,4	27,4	27,2	29,5
125	25,0	25,0	24,9	25,1	25,2	24,7	24,8	22,9	23,6	22,9	22,9	22,7	25,2
160	19,0	19,0	18,9	19,1	19,2	18,6	18,7	16,7	17,4	16,6	16,6	16,4	19,0
200	15,4	15,3	15,3	15,4	15,5	14,9	15,0	12,9	13,6	12,7	12,7	12,4	15,3



Kuva 3. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vakituuisessa asunnossa b.



Kuva 4. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa e.

### LIITE 3: SIOITUSSUUNNITELMAT

Voimaloiden sijainnit on esitetty alla olevissa taulukoissa.

*Taulukko 11. Yhteistuulen Pärjän alueen voimaloiden sijaintitiedot, VE1 (16 voimalaa)*

Voimala	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Voimalamalli / Napakorkeus / Lähtömelutaso
1	513371	7277179	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
2	513792	7276694	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
3	514625	7276948	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
4	514278	7276084	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
5	515051	7276309	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
6	514567	7275423	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
7	515514	7275728	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
8	515269	7274533	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
9	516025	7275137	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
10	515666	7274028	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
11	516483	7274583	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
12	516324	7273752	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
13	516947	7273195	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
14	517607	7272967	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
15	518233	7272668	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
16	518882	7272425	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)

Taulukko 12. Yhteistuulen Kivarin alueen voimaloiden sijaintitiedot, VE1 (22 voimalaa)

Voimala	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Voimalamalli / Napakorkeus / Lähtömelutaso
1	502441	7268211	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
2	505144	7269915	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
3	505562	7269391	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
4	504477	7269086	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
5	504389	7268300	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
6	505127	7268188	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
7	506018	7268510	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
8	505238	7267352	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
9	505893	7266938	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
10	506009	7265490	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
11	506419	7264649	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
12	505931	7263280	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
13	507025	7263592	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
14	507498	7263014	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
15	506494	7262694	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
16	505419	7261876	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
17	506157	7261839	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
18	507184	7262128	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
19	507692	7261663	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
20	508478	7261930	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
21	508395	7261128	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
22	509151	7261267	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)

Taulukko 13. Yhteistuulen Pärjän alueen voimaloiden sijaintitiedot, VE2 (11 voimalaa)

Voimala	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Voimalamalli / Napakorkeus / Lähtömelutaso
1	513371	7277179	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
2	513792	7276694	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
3	514625	7276948	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
4	514278	7276084	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
5	515051	7276309	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
6	514567	7275423	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
7	515514	7275728	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
8	515269	7274533	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
9	516025	7275137	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
11	516483	7274583	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
16	518882	7272425	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)

Taulukko 14. Yhteistuulen Kivarin alueen voimaloiden sijaintitiedot, VE2 (12 voimalaa)

Voimala	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Voimalamalli / Napakorkeus / Lähtömelutaso
2	505144	7269915	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
3	505562	7269391	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
4	504477	7269086	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
7	506018	7268510	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
10	506009	7265490	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
13	507025	7263592	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
17	506157	7261839	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
18	507184	7262128	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
19	507692	7261663	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
20	508478	7261930	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
21	508395	7261128	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)
22	509151	7261267	Vestas V172 7.2 MW, 214m HH, 106,9+2 dB(A)