



## **PIIPSANNEVAN TUULIVOIMAPUISTON MELUSELVITYS**

## Sisällysluettelo

Yhteenveto.....	3
1 Tausta.....	4
2 Melu.....	4
2.1 Yleistä.....	4
2.2 Melun muodostuminen.....	4
3 Melun ohjeavot .....	6
3.1 Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista.....	6
3.2 Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat .....	6
4 Lähtötiedot ja menetelmät.....	7
4.1 Lähtötiedot.....	7
4.2 Menetelmät.....	8
5 Arvioidut meluvaikutukset .....	9
5.1 Nykytilanne .....	9
5.2 Rakentamisen aikaiset vaikutukset .....	9
5.3 Toiminnan aikaiset vaikutukset .....	9
5.4 Pienitaajuinen melu.....	11
5.5 Käytön lopettamisen aikaiset vaikutukset.....	11
5.6 Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät .....	11
6 Haittojen ehkäiseminen ja seuranta .....	12
7 Lähteet.....	13
8 Mallinnustietojen raportti, Piipsanneva .....	14
Liite 1: Melumallinnuksen tulokset.....	16
Liite 2: Pienitaajuisen melun laskenta (painottamattomat melutasot) vaihtoehdossa VE1 .....	17
Liite 3: Pienitaajuisen melun laskenta (painottamattomat melutasot) vaihtoehdossa VE2 .....	20
Liite 4: Sijoitussuunnitelma.....	23

## Versiohistoria

Versio	Tekijä	Tarkastettu	Hyväksytty	Tiivistelmä
Ver 1, 2019-11-13	ArM	TLa	TLa	Piipsannevan tuulivoimapuiston meluselvitys

## Yhteenveto

- Tehtävä:** Meluselvitys Piipsannevan tuulivoimapuiston vaikutusalueella kahdelle sijoitussuunnitelmalle (VE1 ja VE2).
- Työmenetelmät:** Meluselvitykseen on kerätty tietoa tuulivoimaloiden melun ominaispiirteistä, melun ohjearvoista, paikallisista olosuhteista sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty WindPRO Ver3.2 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.
- Tulokset:** Melumallinnusten perusteella valtioneuvoston asetuksen ohjearvoja asunnoille ja vapaa-ajan asunnoille ei ylitetä. Myöskään STM:n antamia sisätilojen pienitaajuisen melun ohjearvoja ei ylitetä.

## 1 Tausta

Tämä meluselvitys on tehty Piipsannevan tuulivoimapuistolle Haapaveden kaupungin alueella. Tuulivoimapuistolle on muodostettu kaksi vaihtoehtoa: vaihtoehdossa VE1 rakennetaan 50 tuulivoimalaa ja vaihtoehdossa VE2 rakennetaan 43 tuulivoimalaa. Tässä selvityksessä tarkastellaan molempien hankevaihtoehtojen meluvaikutuksia.

Meluselvitys on tehty ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti (Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014 Tuulivoimaloiden melun mallintaminen) WindPRO Ver3.2 ohjelmiston melulaskentatyökalulla. Pienitaajuinen melu on laskettu käyttäen R-ohjelmistoa ja työ on tehty ympäristöministeriön helmikuussa 2014 julkaisemia ohjeita noudattaen. Melumallinnuksessa on käytetty Vestas V162 5.6 MW -tuulivoimalamallin lähtötietoja.

## 2 Melu

### 2.1 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 häiritsevä. 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 alle.

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.

### 2.2 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. Oleellimmat 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)	

### 3 Melun ohjearvot

#### 3.1 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 klo 7–22	ulkomelutaso $L_{Aeq}$ yöllä klo 22–7
pysyvä asutus	45 dB	40 dB
loma-asutus	45 dB	40 dB
hoitolaitokset	45 dB	40 dB
oppilaitokset	45 dB	-
virkistysalueet	45 dB	-
leirintäalueet	45 dB	40 dB
kansallispuistot	45 dB	40 dB

#### 3.2 Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat

Sosiaali- ja terveysministeriön vuoden 2015 Asumisterveysasetuksessa määrittelemät yöaikaisen pieni- eli matalataajuuden sisämelun toimenpiderajat on esitetty alla.

*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

## 4 Lähtötiedot ja menetelmät

### 4.1 Lähtötiedot

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

Mallinnuksessa on käytetty tuulivoimalavalmistajan ilmoittamia, ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti määriteltyjä, melupäästön takuuarvoja. Tämän takuuarvon tuulivoimalavalmistaja on arvioinut mittausten, roottorikoon ja tuulivoimalan toimintaperiaatteiden perusteella.

Äänitehotasot ilmoitetaan joko kokonaisäänitehotasona tai 1/3 oktaavikaistoittain riippuen valmistajasta ja käytettävästä voimalasta. Piipsannevan tapauksessa äänitehotasot on ilmoitettu 1/3 oktaavikaistoittain.

Mallinnuksessa käytetty voimalatyyppi on mainittu alla.

*Taulukko 4. Hankkeiden voimalatiedot*

Hankealue	Suunnittelu- vaihe	Voimat	Voimalan tornin korkeus (m)	Voimalan äänitehotaso (L <sub>wa</sub> )	1/3 oktaavikaistoittainen äänispektri
Piipsanneva	YVA-selostus / kaavaluonnos	V162 5.6 MW	219	106.8	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 ja on päivitetty kunnallisen viranomaisten tietojen mukaisesti.

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 10 havainnointipistettä, joiden kohdalta voimaloiden aiheuttamat äänenvoimakkuudet ilmoitetaan.

## 4.2 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 tapauksessa korkeuserot eivät ylity eikä korjauksia ole tehty.

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.

Amplitudimodulaatio on paikallisista olosuhteista ja voimalatyypistä riippuva ilmiö. Ilmiötä ei pysty mallintamaan etukäteen, vaan se pystytään varmistamaan ainoastaan käytönaikaisilla melumittauksilla. 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. 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.

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

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)



## 5 Arvioidut meluvaikutukset

### 5.1 Nykytilanne

Piipsannevan tuulivoimapuiston alue koostuu turvetuotantoalueista, viljellyistä peltoalueista ja metsätalousalueista. Turvetuotannon vuoksi alueen lähtötilanteessa on ihmistoiminnasta aiheutuvaa melua.

### 5.2 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 rakentamisen aikaiset meluvaikutukset eivät kasva merkittäviksi, ja niitä voidaankin verrata turvetuotannosta syntyvään melutasoon. Tiestön ja perustusten rakentaminen tuottaa eniten melua ja lisääntyvä kuljetustarve saattaa nostaa liikennemelun tasoa.

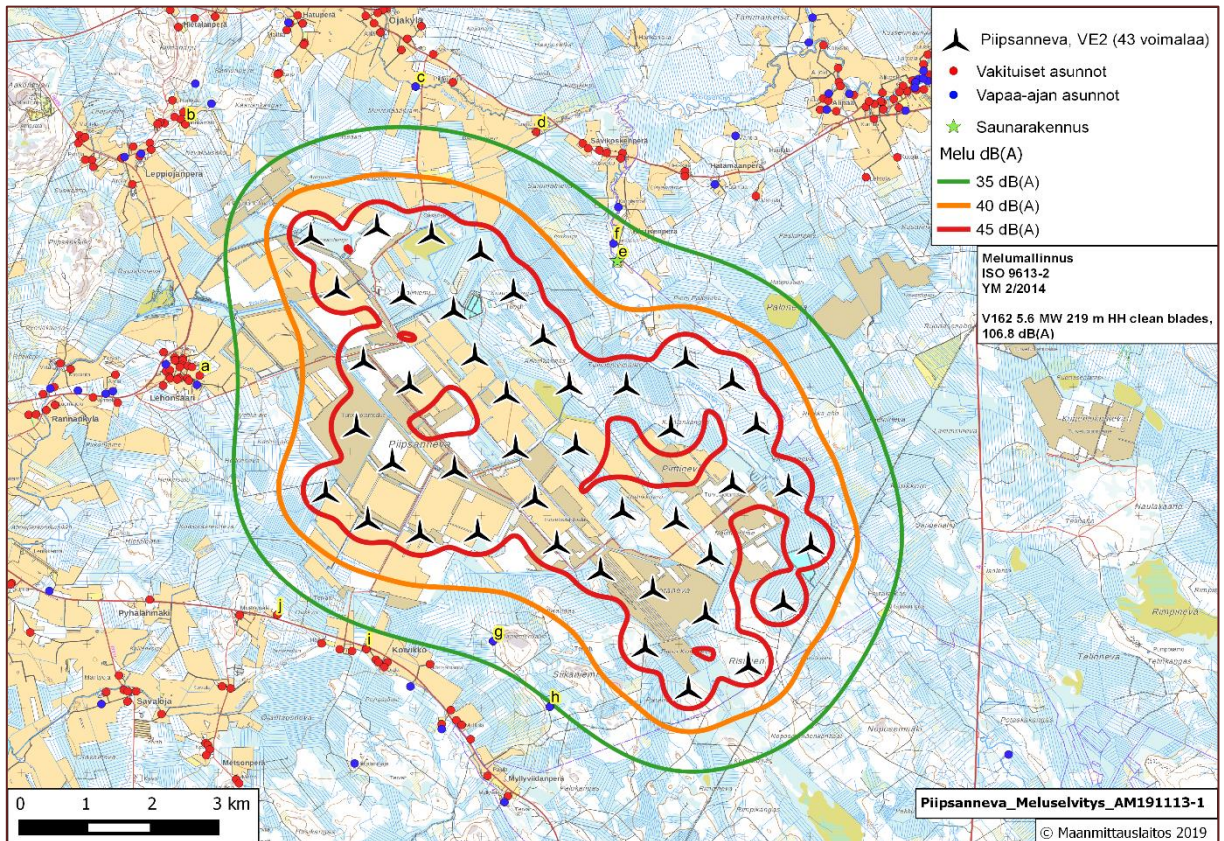
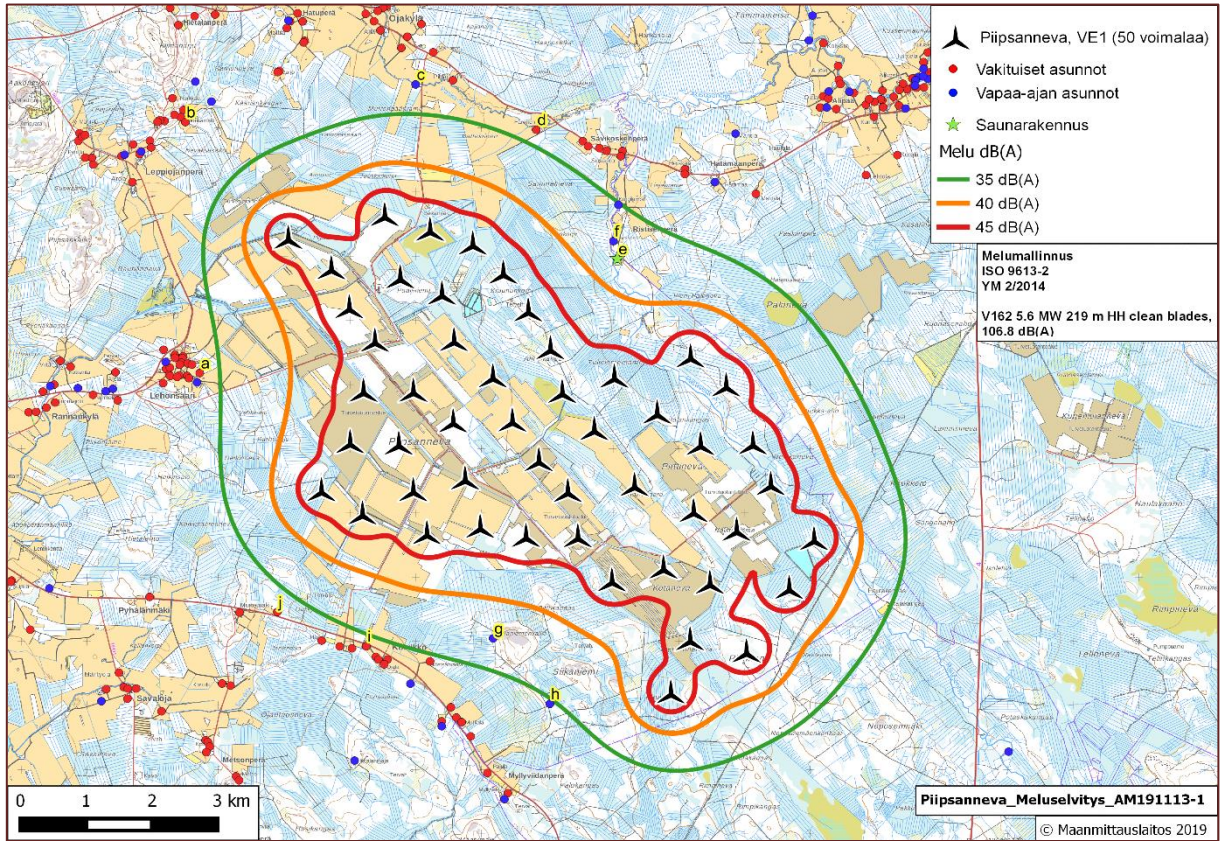
Rakentaminen kestää vain lyhyen ajan (noin kaksi vuotta) suhteessa tuulivoimaloiden elinkaareen (noin 25 vuotta), joten meluvaikutukset voidaan katsoa lyhytkestoisiksi.

### 5.3 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Piipsannevan melumallinnuksessa on käytetty Vestas V162 5.6 MW (clean blades) -tuulivoimalamallin lähtötietoja. Mallinnuksessa tuulivoimaloiden napakorkeutena käytettiin 219 metriä ja kokonaisäänitasona 106.8 dB(A). Laskennassa käytetty kokonaisäänitaso on korkea verrattuna useisiin markkinoilla oleviin voimalamalleihin, joten tuloksiin sisältyy varmuusmarginaalia.

Tuulivoimapuistolle on muodostettu kaksi vaihtoehtoa: vaihtoehdossa VE1 rakennetaan 50 tuulivoimalaa ja vaihtoehdossa VE2 rakennetaan 43 tuulivoimalaa. Seuraavassa tarkastellaan molempien hankevaihtoehtojen meluvaikutuksia.

Rakennustiedot on poimittu Maanmittauslaitoksen maastotietokannasta. Lisätietoja rakennuksista on saatu lisäksi hankkeesta vastaavalta.



Kuvat 1 ja 2. Yllä Piipsannevan tuulivoimapaiston melumallinnus vaihtoehdossa VE1 ja alla vaihtoehdossa VE2. Yksitoista havainnointipistettä on merkitty kirjaimilla.

Melumallinnuksen mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dBA kummassakaan hankevaihtoehdossa (VE1 ja VE2). Tulosten perusteella voidaan todeta, että Piipsannevan tuulivoimaloiden meluvaikutukset ovat vähäiset. Alueen läheisyydestä on valittu 10 havainnointipistettä, joiden laskennalliset melutasot on raportoitu liitteessä 1.

#### 5.4 Pienitaajuinen melu

Pienitaajuinen melu on laskettu ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti molempien hankevaihtoehtojen osalta.

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat selvästi lähimmissä asunnoissa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla sisätilojen toimenpiderajat alittuvat. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoilla toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Laskennan tulokset on raportoitu liitteissä 2 ja 3.

Laskennassa on käytetty laskentastandardissa todettuja äänieristysominaisuuksia, joten todellinen pienitaajuinen melu voi poiketa lasketusta arvosta (DSO 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 Piipsannevan tuulivoimaloiden pienitaajuisen melun vaikutukset ovat vähäiset kummassakin hankevaihtoehdossa.

#### 5.5 Käytön lopettamisen aikaiset vaikutukset

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

#### 5.6 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. Lisäksi mallinnuksessa käytetty kokonaisäänitaso 106.8 dBA on korkea verrattuna useisiin markkinoilla oleviin voimalamalleihin, joten tuloksiin sisältyy varmuusmarginaalia myös tältä osin. Myöhemmin valittava lopullinen voimalamalli on todennäköisesti hiljaisempi, jolloin vaikutukset jäävät pienemmäksi, kuin tässä selvityksessä on raportoitu.

## 6 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.

## 7 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 (2016) *01-Noise-CGYK141220-1-Rev4*. Internal work description.
- Maanmittauslaitos (2019). Maanmittauslaitoksen avoimen tietoaaineiston CC 4.0 -lisenssi.  
<http://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/avoimien-aineistojen-tiedostopalvelu>
- Sosiaali- ja Terveysministeriö (2015). *Asumisterveysasetus*. Helsinki.  
<http://www.stm.fi/tiedotteet/tiedote/-/view/1907834>
- Suomen ympäristökeskus (2018). *OIVA – Ympäristö- ja paikkatietopalvelu asiantuntijoille*.  
[http://paikkatieto.ymparisto.fi/lapio/lapio\\_flex.html#](http://paikkatieto.ymparisto.fi/lapio/lapio_flex.html#)
- Valtioneuvosto (2015). *Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista*.  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20151107>
- Vestas (2019). V162-5.6 MW Third octave noise emission. DMS no.: 0079-5298\_01
- Ympäristöministeriö (2016). Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys 2016.  
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/79057>
- Ympäristöministeriö (2014). *Tuulivoimaloiden melun mallintaminen*. Helsinki.  
[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42937/OH\\_2\\_2014.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42937/OH_2_2014.pdf?sequence=1)

## 8 Mallinnustietojen raportti, Piipsanneva

RAPORTIN JA RAPORTOIJAN TIEDOT								*tarkentavat tiedot voi esittää kartalla tai muissa liitteissä	
Mallinnusraportin numero/tunniste:				Raportin hyväksyntäpäivämäärä: <b>13.11.2019</b>					
Tekijä/organisaatio, yhteystiedot: <b>Etha Wind Oy, Kirkkopuistikko 4, 65100 Vaasa, puh. 044-3809237</b>									
Vastuuhenkilöt <b>Arina Makarova, Etha Wind Oy</b>									
Laatija: <b>Arina Makarova</b>				Tarkastaja/hyväksyjä: <b>Toni Lustila</b>					
MALLINNUSSOHJELMAN TIEDOT									
Mallinnusohjelma ja versio: <b>WindPRO Ver3.2</b>				Mallinnusmenetelmä: <b>ISO 9613-2</b>					
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)									
Tuulivoimalan valmistaja: <b>Vestas</b>				Tyyppi: <b>V162</b>			Sarjanumero/t:		
Nimellisteho: <b>5,6 MW</b>		Napakorkeus: <b>219 m</b>		Roottorin halkaisija: <b>162,0 m</b>			Tornin tyyppi: <b>Putkitorni</b>		
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun									
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus			Muu, mikä				
<b>Kyllä</b>	dB	<b>Kyllä</b>	dB						dB
<b>Ei</b>	<b>Ei tiedossa</b>	<b>Ei</b>	<b>Ei tiedossa</b>						dB
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT									
Melupäästötiedot Vestas V162 5.6 MW 219 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: clean blades 106.8 dB(A)).									
<p>Vestas V162, 219 m HH 106.8 dB(A)</p> <p>Legend: ■ 1/3 oktaavi [Hz]</p>									
Pienitaajuuden melun laskennassa lisätään 2 dBA:ä kuhunkin 1/3 oktaavikaistaan IEC 61400-14 standardin mukaisesti, jotta saadaan Lwd arvot.									
Melun erityispiirteiden mittaustulokset ja havainnot:									
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)		Muu, Mikä:			
<b>kyllä</b>	<b>ei</b>	<b>kyllä</b>	<b>ei</b>	<b>kyllä</b>	<b>ei</b>	<b>kyllä</b>	<b>ei</b>		

AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT			
Laskenta korkeus		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</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 6. Piipsannevan mallinnuksen meluarvot valituissa kohteissa vaihtoehdossa VE1*

Havainnointi piste	Luokka	Itäinen Koord. (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen Koord. (ETRS-TM35FIN)	Ohjearvo (dBA)	Melu [dBA]	Ohjearvon ylitys
a	Vakituinen asunto	429716	7113178	40	33.8	Ei
b	Vakituinen asunto	429497	7117087	40	29.6	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	432999	7117673	40	32.8	Ei
d	Vakituinen asunto	434832	7116968	40	33.9	Ei
e	Saunarakennus	436066	7114957	40	37.9	Ei
f	Vapaa-ajan asunto	436007	7115233	40	37.1	Ei
g	Vapaa-ajan asunto	434177	7109044	40	37.0	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	435040	7108024	40	34.7	Ei
i	Vakituinen asunto	432248	7108920	40	34.2	Ei
j	Vakituinen asunto	430895	7109455	40	33.4	Ei

*Taulukko 7. Piipsannevan mallinnuksen meluarvot valituissa kohteissa vaihtoehdossa VE2*

Havainnointi piste	Luokka	Itäinen Koord. (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen Koord. (ETRS-TM35FIN)	Ohjearvo (dBA)	Melu [dBA]	Ohjearvon ylitys
a	Vakituinen asunto	429716	7113178	40	32.7	Ei
b	Vakituinen asunto	429497	7117087	40	28.5	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	432999	7117673	40	32.0	Ei
d	Vakituinen asunto	434832	7116968	40	33.1	Ei
e	Saunarakennus	436066	7114957	40	37.3	Ei
f	Vapaa-ajan asunto	436007	7115233	40	36.5	Ei
g	Vapaa-ajan asunto	439999	7109691	40	36.4	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	435040	7108024	40	34.8	Ei
i	Vakituinen asunto	432248	7108920	40	33.6	Ei
j	Vakituinen asunto	434177	7109044	40	32.6	Ei



## Liite 2: Pienitaajuisen melun laskenta (painottamattomat melutasot) vaihtoehdossa VE1

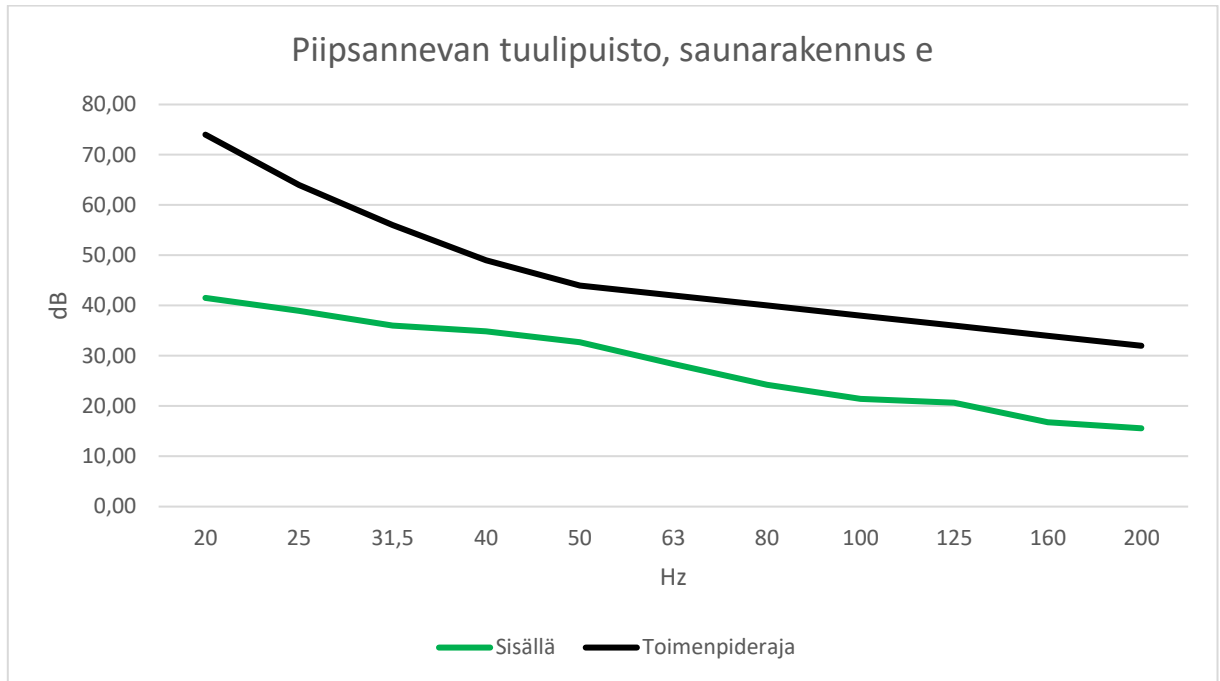
Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevissa asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat.

*Taulukko 8. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella*

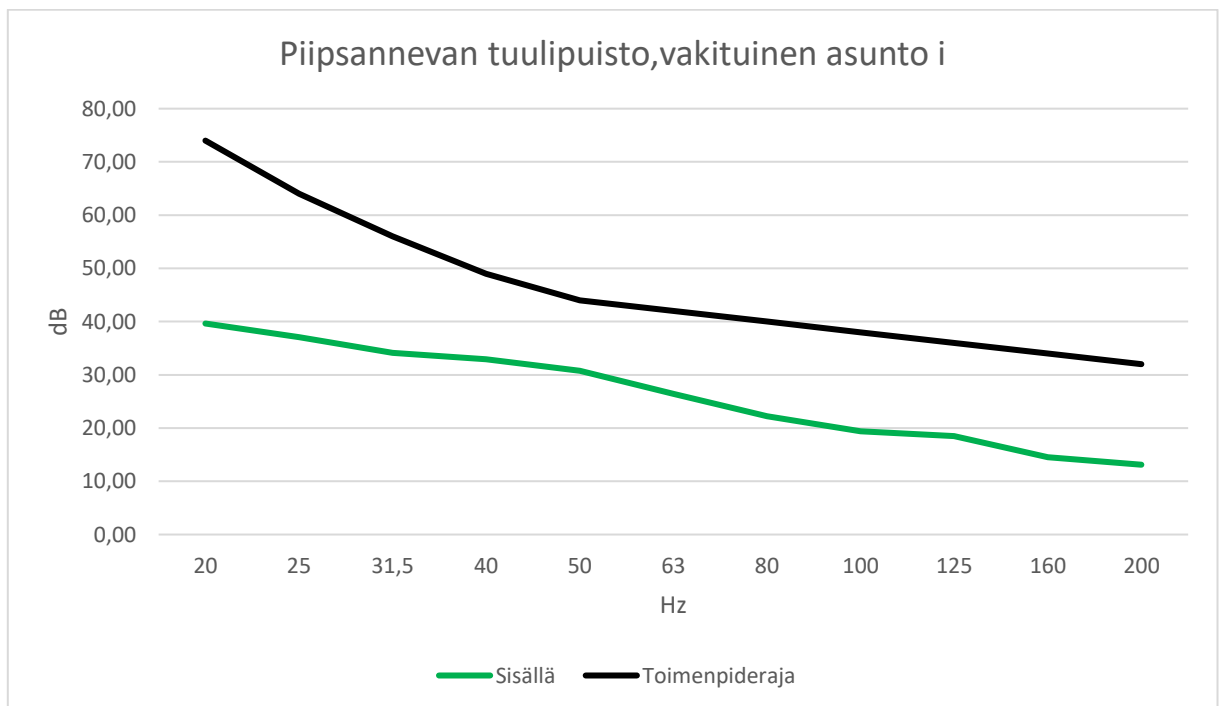
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)									
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
20	45.92	43.17	45.13	45.98	48.60	48.12	48.00	46.57	46.24	45.58
25	45.14	42.36	44.35	45.21	47.84	47.36	47.23	45.80	45.46	44.79
31,5	44.60	41.81	43.80	44.67	47.32	46.83	46.70	45.26	44.92	44.25
40	44.02	41.20	43.22	44.09	46.76	46.27	46.14	44.68	44.35	43.67
50	43.44	40.59	42.63	43.51	46.20	45.70	45.58	44.11	43.77	43.09
63	42.69	39.78	41.86	42.75	45.48	44.98	44.85	43.36	43.02	42.32
80	41.59	38.62	40.76	41.66	44.44	43.93	43.79	42.28	41.93	41.22
100	40.25	37.15	39.39	40.31	43.18	42.65	42.52	40.95	40.59	39.86
125	38.36	35.09	37.46	38.42	41.41	40.86	40.72	39.09	38.70	37.95
160	35.36	31.87	34.42	35.42	38.59	38.00	37.85	36.12	35.71	34.92
200	33.97	30.20	32.98	34.02	37.41	36.78	36.62	34.76	34.32	33.49

*Taulukko 9. Pienitaajuinen melu sisätiloissa*

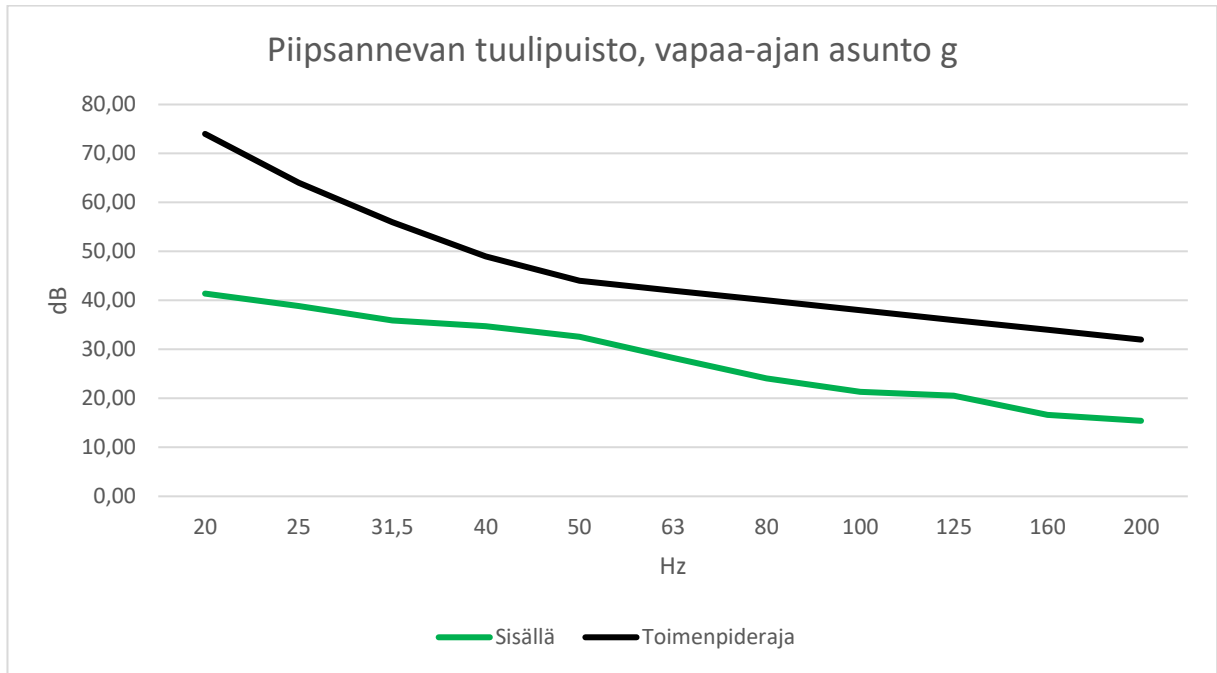
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)									
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
20	39.32	36.57	38.53	39.38	42.00	41.52	41.40	39.97	39.64	38.98
25	36.74	33.96	35.95	36.81	39.44	38.96	38.83	37.40	37.06	36.39
31,5	33.80	31.01	33.00	33.87	36.52	36.03	35.90	34.46	34.12	33.45
40	32.62	29.80	31.82	32.69	35.36	34.87	34.74	33.28	32.95	32.27
50	30.44	27.59	29.63	30.51	33.20	32.70	32.58	31.11	30.77	30.09
63	26.09	23.18	25.26	26.15	28.88	28.38	28.25	26.76	26.42	25.72
80	21.89	18.92	21.06	21.96	24.74	24.23	24.09	22.58	22.23	21.52
100	19.05	15.95	18.19	19.11	21.98	21.45	21.32	19.75	19.39	18.66
125	18.16	14.89	17.26	18.22	21.21	20.66	20.52	18.89	18.50	17.75
160	14.16	10.67	13.22	14.22	17.39	16.80	16.65	14.92	14.51	13.72
200	12.77	9.00	11.78	12.82	16.21	15.58	15.42	13.56	13.12	12.29



*Kuva 4. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveystieteiden toimenpiderajat saunarakennuksessa e.*



*Kuva 2. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveystieteiden toimenpiderajat vakituksessa rakennuksessa i.*



Kuva 5. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa g.

### Liite 3: Pienitaajuisen melun laskenta (painottamattomat melutasot) vaihtoehdossa VE2

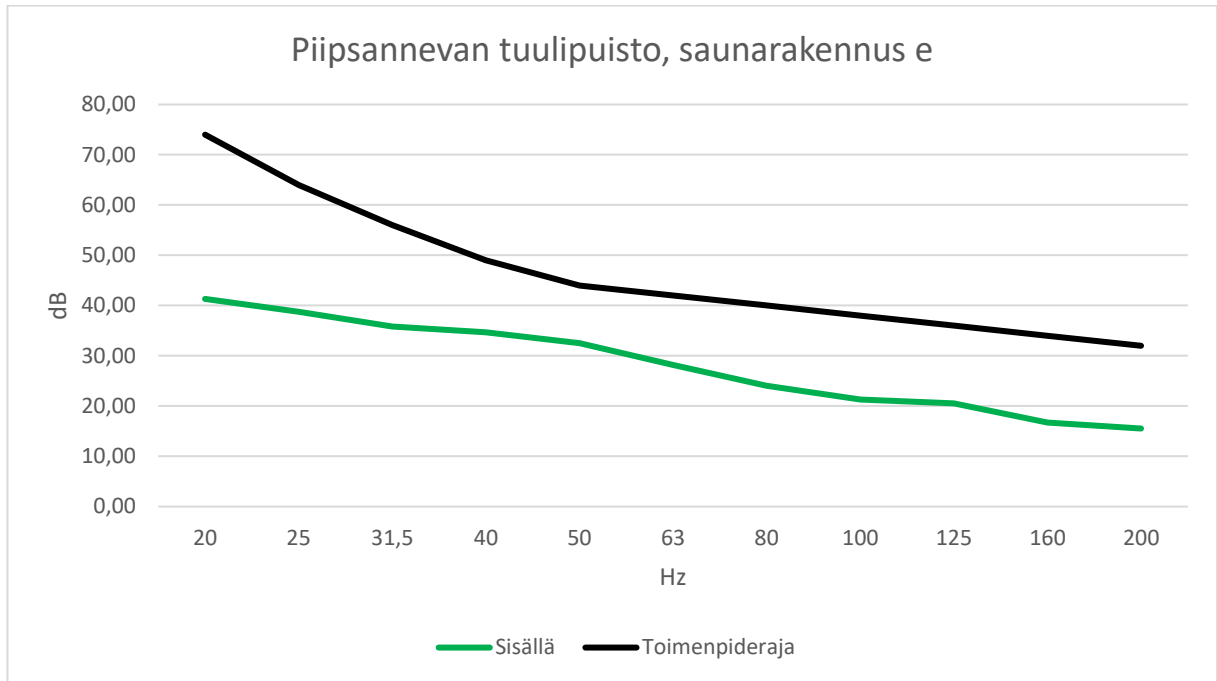
Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevissa asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat.

*Taulukko 10. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella*

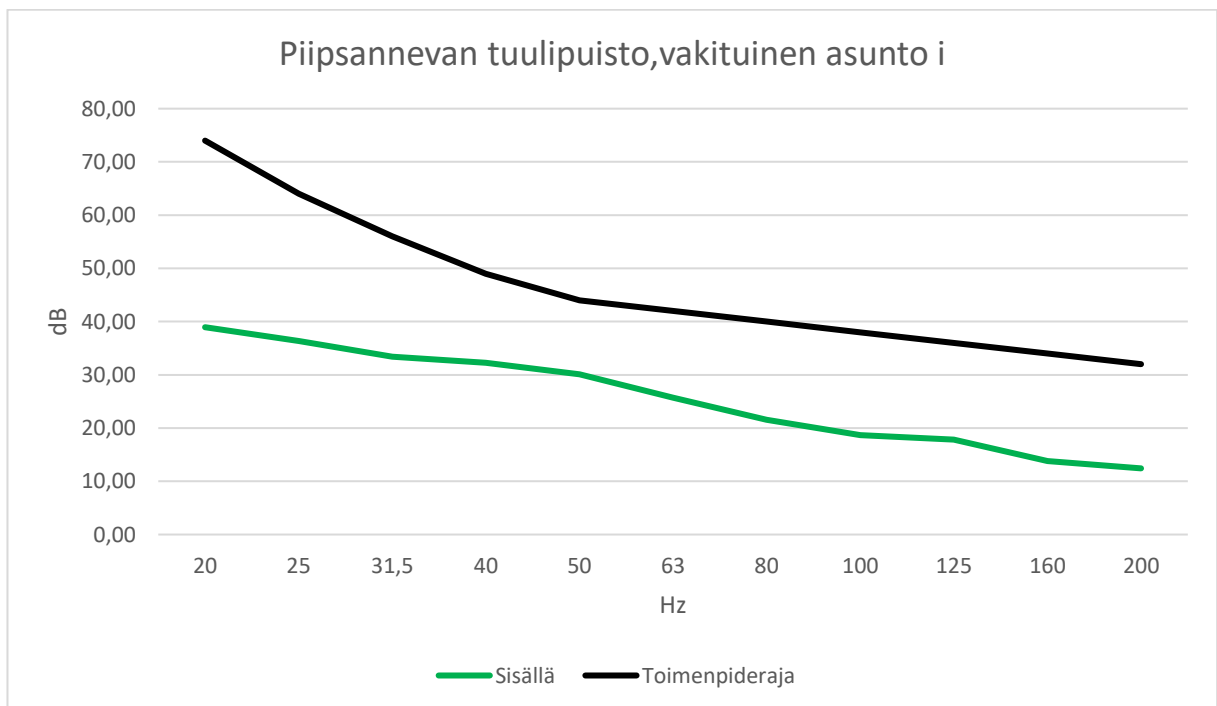
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)									
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
20	44.93	42.25	44.31	45.20	47.92	47.42	46.55	46.29	45.54	47.41
25	44.15	41.44	43.52	44.42	47.16	46.66	45.78	45.52	44.77	46.65
31,5	43.61	40.88	42.98	43.88	46.63	46.13	45.25	44.98	44.23	46.11
40	43.02	40.27	42.39	43.30	46.08	45.57	44.69	44.41	43.65	45.55
50	42.44	39.66	41.81	42.72	45.52	45.01	44.13	43.84	43.07	44.99
63	41.68	38.84	41.03	41.97	44.80	44.28	43.41	43.10	42.32	44.27
80	40.58	37.67	39.92	40.87	43.76	43.23	42.35	42.03	41.23	43.21
100	39.23	36.19	38.55	39.52	42.50	41.96	41.09	40.72	39.89	41.94
125	37.32	34.12	36.62	37.63	40.73	40.17	39.31	38.88	38.01	40.14
160	34.30	30.86	33.57	34.62	37.91	37.31	36.49	35.94	35.01	37.28
200	32.88	29.17	32.12	33.22	36.73	36.09	35.33	34.64	33.63	36.05

*Taulukko 11. Pienitaajuinen melu sisätiloissa*

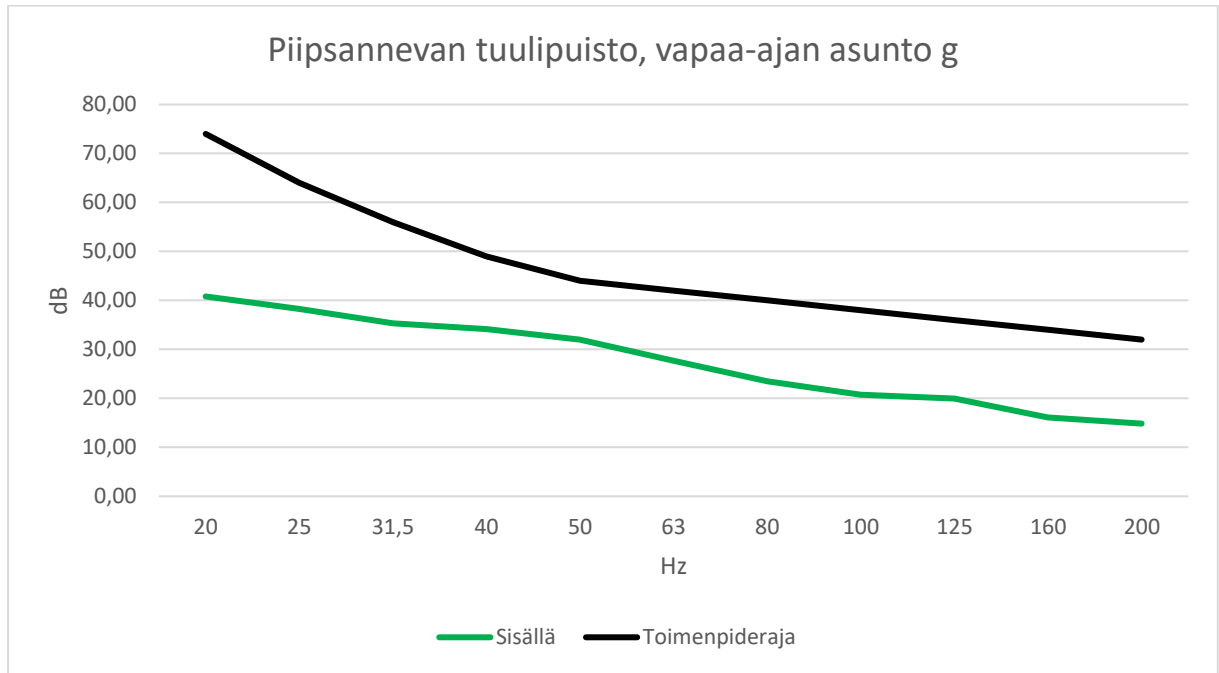
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)									
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
20	38.33	35.65	37.71	38.60	41.32	40.82	40.81	39.69	38.94	38.22
25	35.75	33.04	35.12	36.02	38.76	38.26	38.25	37.12	36.37	35.64
31,5	32.81	30.08	32.18	33.08	35.83	35.33	35.31	34.18	33.43	32.70
40	31.62	28.87	30.99	31.90	34.68	34.17	34.15	33.01	32.25	31.51
50	29.44	26.66	28.81	29.72	32.52	32.01	31.99	30.84	30.07	29.33
63	25.08	22.24	24.43	25.37	28.20	27.68	27.67	26.50	25.72	24.97
80	20.88	17.97	20.22	21.17	24.06	23.53	23.51	22.33	21.53	20.76
100	18.03	14.99	17.35	18.32	21.30	20.76	20.74	19.52	18.69	17.90
125	17.12	13.92	16.42	17.43	20.53	19.97	19.94	18.68	17.81	16.99
160	13.10	9.66	12.37	13.42	16.71	16.11	16.08	14.74	13.81	12.95
200	11.68	7.97	10.92	12.02	15.53	14.89	14.85	13.44	12.43	11.53



*Kuva 3. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveystieteiden toimenpiderajat saunarakennuksessa e.*



*Kuva 4. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveystieteiden toimenpiderajat vakituksessa rakennuksessa i.*



*Kuva 5. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa g.*

## Liite 4: Sijoitussuunnitelma

Melumallinnus perustuu Piipsannevan sijoitussuunnitelmiin (VE1 ja VE2). Piipsannevan voimaloiden sijainnit on esitetty alla olevissa taulukoissa.

*Taulukko 12. Piipsannevan voimaloiden sijaintitiedot, VE1 (50 voimalaa)*

Voimala	Itäinen Koord. (ETRS- TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS- TM35FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	431988	7114220	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
2	432961	7112918	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
3	433567	7112443	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
4	434675	7110657	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
5	433216	7115426	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
6	432740	7112095	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
7	432526	7115657	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
8	434870	7111839	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
9	435981	7109966	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
10	431714	7114828	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
11	432762	7114686	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
12	434467	7112455	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
13	436765	7110165	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
14	437472	7109929	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
15	436877	7108221	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
16	438027	7108859	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
17	438677	7109848	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
18	439056	7110610	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
19	437878	7110753	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
20	437223	7111046	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
21	438397	7111466	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
22	436325	7111450	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
23	438124	7112101	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
24	437719	7113002	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
25	437177	7113453	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
26	435463	7110652	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
27	433580	7113709	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
28	436670	7112578	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
29	436018	7113138	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
30	435310	7111357	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
31	435713	7112322	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
32	433978	7110800	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
33	433168	7110701	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
34	433749	7111552	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
35	432188	7111008	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
36	431564	7111370	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
37	432000	7112118	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
38	435226	7112901	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
39	434330	7114758	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
40	432377	7113698	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
41	432203	7112918	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
42	434709	7114172	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
43	435046	7113582	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
44	431059	7115301	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
45	433866	7115211	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
46	433396	7114432	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
47	437171	7109048	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
48	432960	7111370	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
49	434171	7113143	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
50	437329	7112089	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)

Taulukko 13. Piipsannevan voimaloiden sijaintitiedot, VE2 (43 voimalaa)

Voimala	Itäinen Koord. (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS-TM35FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	431799	7114560	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
2	432202	7113443	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
3	432097	7112404	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
4	432901	7113078	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
5	433238	7115409	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
6	432407	7115524	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
7	434378	7112926	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
8	434810	7111297	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
9	431403	7115382	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
10	432801	7114462	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
11	436603	7109879	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
12	433982	7115134	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
13	433573	7114230	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
14	434484	7114517	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
15	434933	7113810	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
16	435333	7113067	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
17	433939	7110776	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
18	437101	7113463	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
19	437808	7113127	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
20	438667	7111479	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
21	436202	7113053	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
22	433587	7111756	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
23	438176	7112443	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
24	437477	7110413	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
25	437145	7108329	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
26	435809	7110175	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
27	436486	7108982	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
28	431628	7111388	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
29	438585	7109683	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
30	439005	7110581	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
31	434517	7112072	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
32	435144	7110590	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
33	432640	7111868	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
34	436138	7111111	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
35	436956	7110967	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
36	435430	7112123	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
37	437405	7109492	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
38	437812	7111526	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
39	436878	7112398	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
40	433896	7113516	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
41	433061	7110755	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
42	432269	7110959	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)
43	438056	7108704	Vestas V162 5.6 MW 129 m HH clean blades, 106.8 dB(A)