



ETHA WIND



MELUSELVITYS

Ponteman Tuulivoimapuisto, 15.02.2023

SISÄLLYSLUETTELO

1	YHTEENVETO	3
2	TAUSTA.....	4
3	MELU.....	5
3.1	Yleistä	5
3.2	Melun muodostuminen	5
4	MELUN OHJEARVOT	6
4.1	Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista	6
4.2	Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat	7
5	LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT	8
5.1	Lähtötiedot.....	8
5.2	Menetelmät.....	9
6	ARVIOIDUT MELUVAIKUTUKSET	11
6.1	Nykytilanne	11
6.2	Rakentamisen aikaiset vaikutukset	11
6.3	Toiminnan aikaiset vaikutukset, VE1	12
6.4	Toiminnan aikaiset vaikutukset, VE2.....	13
6.5	Toiminnan aikaiset vaikutukset, VE3.....	14
6.6	Yhteisvaikutusten mallinnus.....	16
6.7	Pienitaajuinen melu	19
6.8	Käytön lopettamisen aikaiset vaikutukset	19
6.9	Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät	19
7	HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA SEURANTA	20
8	LÄHTEET	21
9	MALLINNUSTIETOJEN RAPORTTI, PONTEMA.....	22

Liite 1: Melumallinnuksen tulokset	24
Liite 2: Melumallinnuksen tulokset: Ponteman, Pahkavaaran ja Maaselän yhteisvaikutukset	24
Liite 3: Pienitaajuisen melun laskenta, Ponteman (VE1), Maaselän ja Pahkavaaran Yhteisvaikutukset (painottamattomat melutasot)	25
Liite 4: Pienitaajuisen melun laskenta, Ponteman (VE2), Maaselän ja Pahkavaaran Yhteisvaikutukset (painottamattomat melutasot)	27
Liite 5: Pienitaajuisen melun laskenta, Ponteman (VE3), Maaselän ja Pahkavaaran Yhteisvaikutukset (painottamattomat melutasot)	30
Liite 6: Sijoitussuunnitelmat	33

VERSIOHISTORIA

Versio	Tekijä, Päivämäärä	Tarkastettu	Hyväksytty	Tiivistelmä
Ver 1	Arina Makarova, 2021-07-05	Christian Granlund	Christian Granlund	Ponteman tuulivoimapuiston meluselvitys.
Rev 1	Arina Makarova, 2021-09-01	Christian Granlund	Christian Granlund	Muotoilupäivitys.
Ver 2	Arina Makarova, 2021-12-03	Christian Granlund	Christian Granlund	Meluselvitys, päivitetty sijoitussuunnitelma (VE1/VE2/VE3).
Ver 3	Arina Makarova, 2023-01-10	Christian Granlund	Christian Granlund	Meluselvitys, päivitetty sijoitussuunnitelma (VE3).
Rev1	Arina Makarova, 2023-02-15	Alexander Ehrs	Alexander Ehrs	Pientaajuisen melun laskenta, lisätty (VE1/VE2/VE3) tuloksia käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

1 YHTEENVETO

Tehtävä:

Meluselvitys Ponteman tuulivoimapuiston vaikutusalueella.

Työmenetelmät:

Meluselvitykseen on kerätty tietoa tuulivoimaloiden melun ominaispiirteistä, melun ohjearvoista, paikallisista olosuhteista sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty WindPRO Ver3.5 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). 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. Erot hankevaihtoehtojen meluvaikutuksissa ovat hyvin pienet.

2 TAUSTA

Meluselvitys on tehty Ponteman tuulivoimapuistolle Utajärven kunnan alueella. Suunniteltu hanke koostuu yhteensä 35–51 tuulivoimalasta. Melumallinnuksessa on käytetty V162 6.0 MW-voimalan lähtötietoja. Mallinnuksessa voimaloiden napakorkeus oli 219 metriä ja äänitehotaso 107,1 dB(A) + 2 dB(A) epävarmuusmarginaali. Mallinnuksessa käytettiin Vestaksen marraskuussa 2020 päivittämiä äänitietoja.

Meluselvitys on tehty ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti (Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014 Tuulivoimaloiden melun mallintaminen) WindPRO Ver3.5 ohjelmiston melulaskentatyökalulla. Pienitaajuinen melu on laskettu käyttäen R-ohjelmistoa ja työ on tehty ympäristöministeriön helmikuussa 2014 julkaisemia ohjeita noudattaen.

Tässä selvityksessä on tarkistettu kaksi hankevaihtoehtoa, jotka on muodostettu ympäristövaikutusten arviointimenettelyä ja kaavamenettelyä varten:

- VE1: 51 voimalaa. Roottorihalkaisija 162 m ja napakorkeus 219 m. Kokonaiskorkeus on 300 m.
- VE2: 45 voimalaa. Roottorihalkaisija 162 m ja napakorkeus 219 m. Kokonaiskorkeus on 300 m.
- VE3: 35 voimalaa. Roottorihalkaisija 162 m ja napakorkeus 219 m. Kokonaiskorkeus on 300 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 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.

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. 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)	

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	45 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 äänieristykseen 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, ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti määriteltäviä, 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. Pontema tapauksessa äänitehotasot on ilmoitettu 1/3 oktaavikaistoittain.

Turbiinivalmistajien äänitiedot sisältävät epävarmuusmarginaalin. Vestaksen käyttämä epävarmuusmarginaali ei ole suoraan verrattavissa IEC TS 61400-14 -standardiin, johon ympäristöministeriön ohjeet viittaavat. Edellä mainituista syistä johtuen lähtömelutasoon on mallinnuksessa lisätty 2 dB:n epävarmuusmarginaali. Lisätyllä marginaalilla varmistetaan, että mallinnustulokset ovat riittävän konservatiiviset suhteessa ympäristöministeriön ohjeisiin ja lopulliseen voimalatyypin.

Mallinnuksessa käytetty voimalatyyppi on mainittu alla.

Taulukko 4. Hankkeen voimalatiedot.

Hankealue	Voimalat	Voimalan tornin korkeus (m)	Voimalan äänitehotaso (Lwa)	1/3 oktaavikaistoittainen äänispektri
Pontema	V162 6.0 MW	219	107,1+2,0	Käytössä
Pahkavaara	SG170 6.2 MW	150	106,0+2,0	Käytössä
Maaselkä	SG170 6.2 MW	170	106,0+2,0	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. Useiden voimaloiden yhteismeluvaiikutukset on otettu huomioon. Alueelta valittiin 11 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 eivät ylity valituissa havainnointipisteissä 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.

Ympäristöministeriön ohjeessa (2/2014) mainitaan äänivaikutuksiin liittyvä ilmiö, Amplitudimodulaatio (EAM, excessive amplitude modulation). Esiintyessään ilmiö aiheuttaa sen, että äänen voimakkuuden 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

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

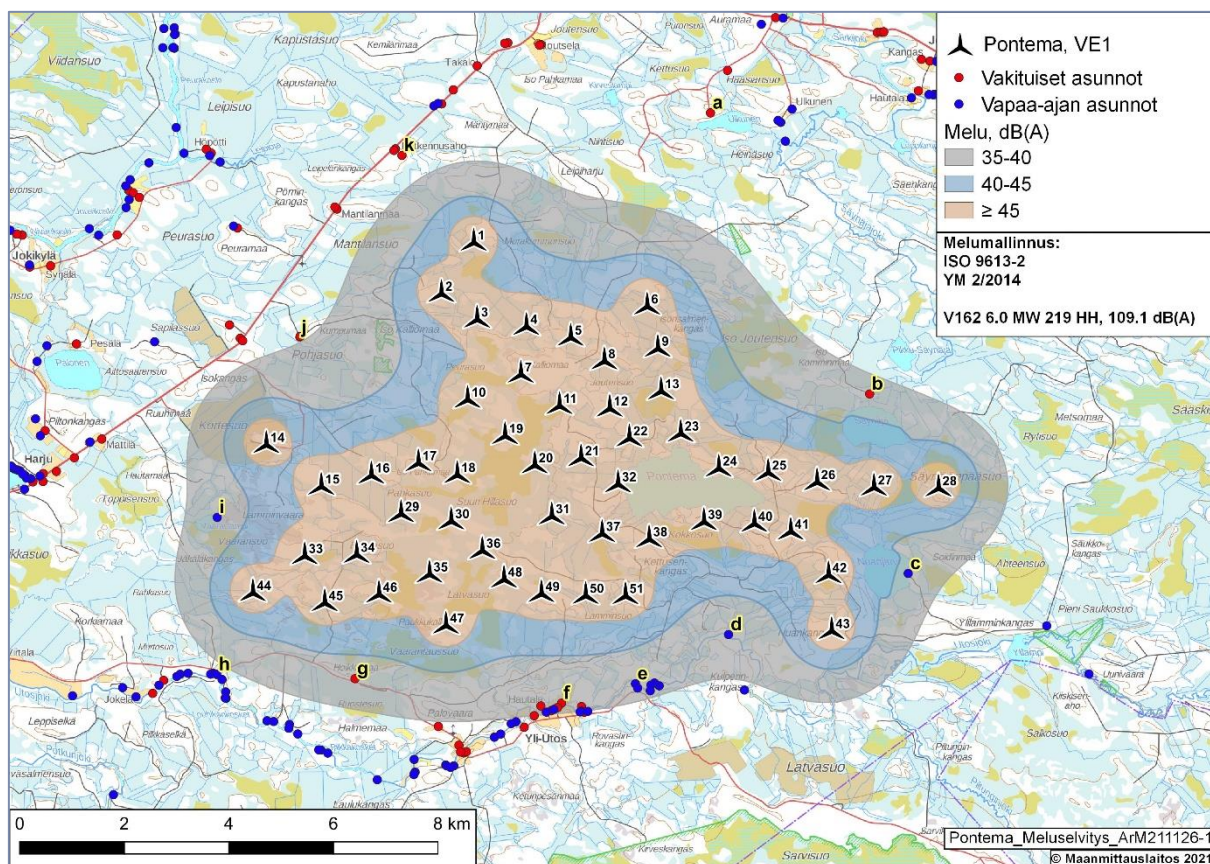
6.2 RAKENTAMISEN AIKAISET VAIKUTUKSET

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 on käytetty Vestaksen V162 6.0 MW clean blade voimalaa, jonka kokonaisäänitaso on 107,1 + 2 dB(A) ja napakorkeus 219 metriä. Melumallinnuksessa on käytetty 51 voimalan sijoitussuunnitelmaa. Voimaloiden koordinaatit löytyvät liitteestä 6.



Kuva 1. Ponteman tuulivoimapaiston melumallinnus, V162 6.0 MW 219 m HH 109.1 dB(A). Yksitoista havainnointipistettä on merkitty kuvaan kirjaimilla.

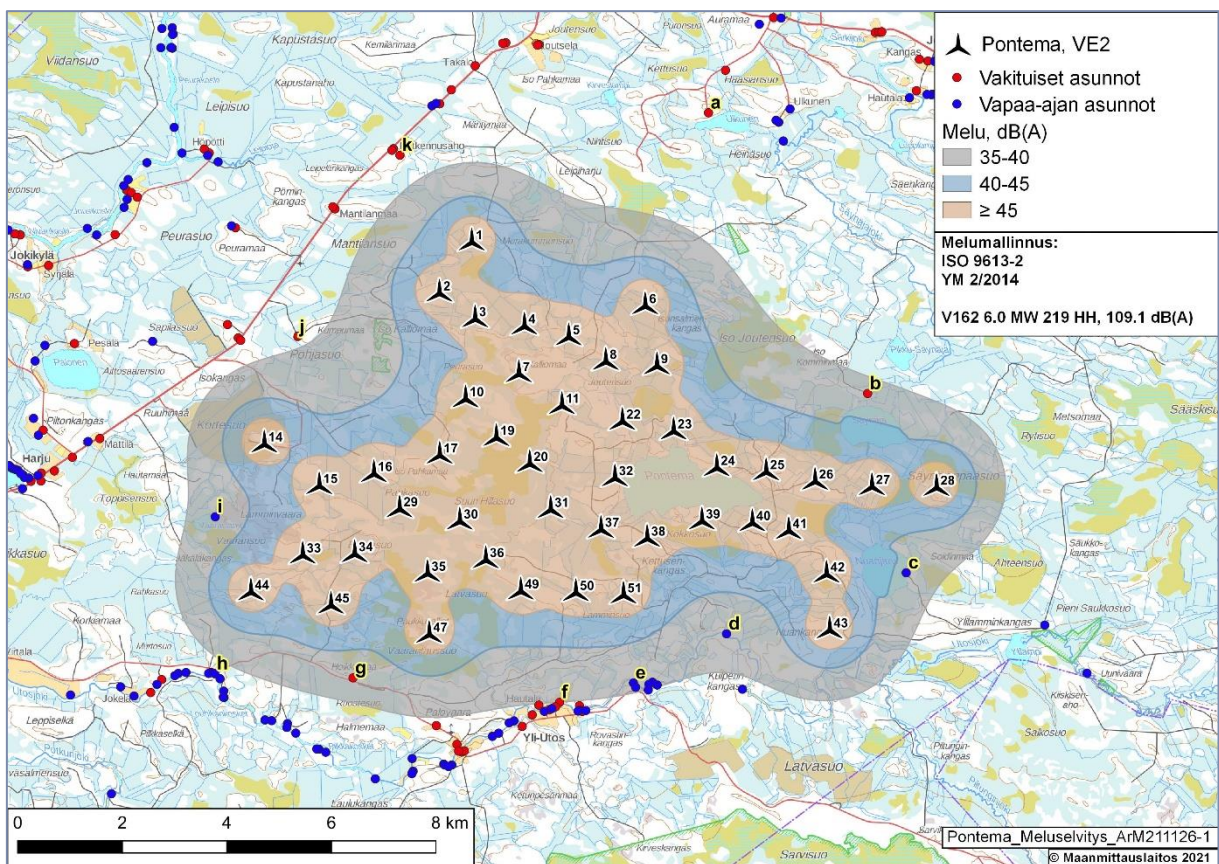
Melumallinnuksien mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A). Alueen läheisyydestä on valittu 11 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 1.

Äänitaso lähimpien asuinrakennusten ja loma-asuntojen alueella on selvästi alle 39 dB(A), eli alle valtioneuvoston asetuksen mukaisen ohjearvon. Korkein äänitaso lähialueella sijaitsevan havaintopisteen kohdalla on 38,1 dB(A) (vapaa-ajan asunto c, Nuanjärven alueella). Tulosten perusteella voidaan todeta, että Ponteman tuulivoimaloiden meluvaikutukset ovat melko vähäiset.

Tuulivoimapuiston 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 on käytetty Vestaksen V162 6.0 MW clean blade voimalaa, jonka kokonaisäänitaso on 107,1 + 2 dB(A) ja napakorkeus 219 metriä. Melumallinnuksessa on käytetty 45 voimalan sijoitussuunnitelmaa. Voimaloiden koordinaatit löytyvät liitteestä 6.



Kuva 2. Ponteman tuulivoimapuiston melumallinnus, V162 6.0 MW 219 m HH 109.1 dB(A). Yksitoista havainnointipistettä on merkitty kuvaan kirjaimilla.

Melumallinnuksien mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A). Alueen läheisyydestä on valittu 11 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 1.

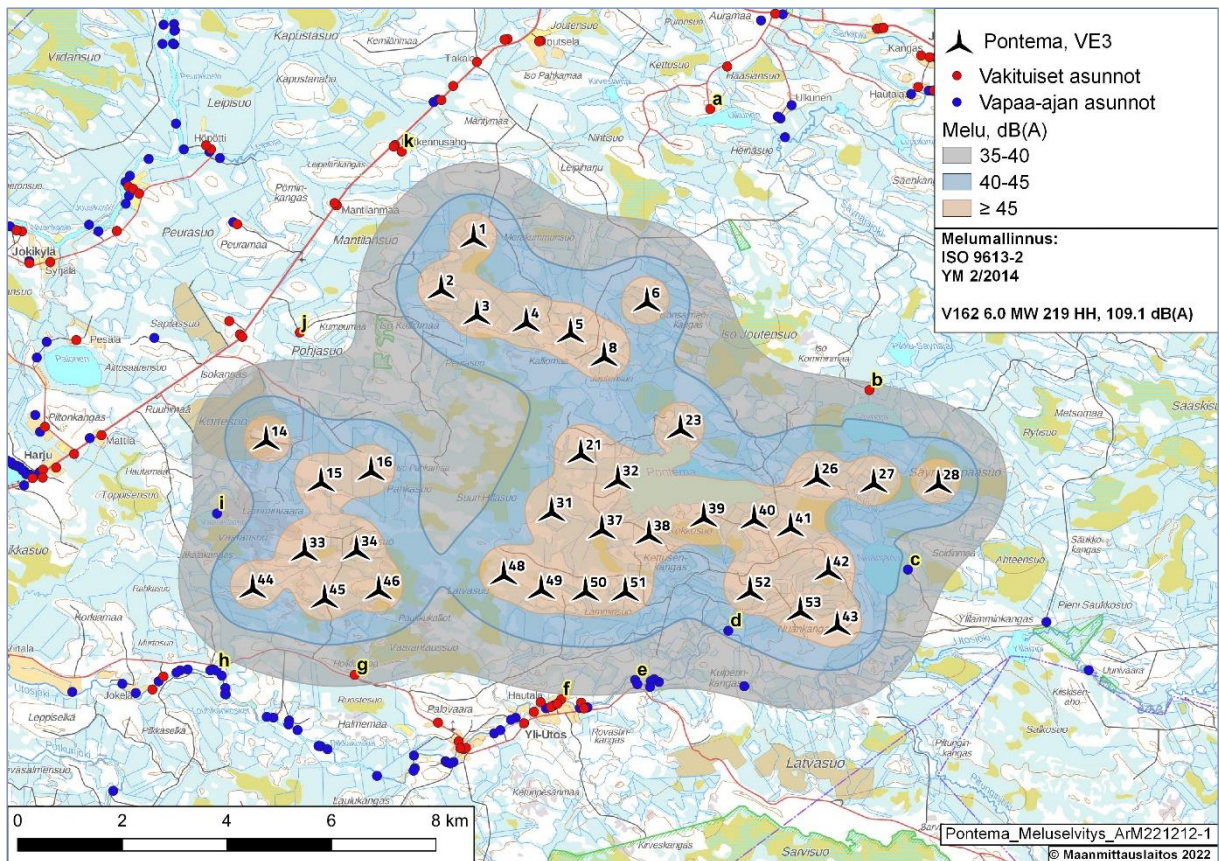
Äänitaso lähimpien asuinrakennusten ja loma-asuntojen alueella on selvästi alle 39 dB(A), eli alle valtioneuvoston asetuksen mukaisen ohjearvon. Korkein äänitaso lähialueella sijaitsevan

havaintopisteen kohdalla on 38,0 dB(A) (vapaa-ajan asunto c, Nuanjärven alueella). Tulosten perusteella voidaan todeta, että Ponteman tuulivoimaloiden meluvaikutukset ovat melko vähäiset.

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

6.5 TOIMINNAN AIKAiset VAIKUTUKSET, VE3

Melumallinnuksessa on käytetty Vestaksen V162 6.0 MW clean blade voimalaa, jonka kokonaisäänitaso on 107,1 + 2 dB(A) ja napakorkeus 219 metriä. Melumallinnuksessa on käytetty 35 voimalan sijoitussuunnitelmaa. Voimaloiden koordinaatit löytyvät liitteestä 6.



Kuva 3. Ponteman tuulivoimapuiston melumallinnus, V162 6.0 MW 219 m HH 109.1 dB(A). Yksitoista havainnointipistettä on merkitty kuvaan kirjaimilla.

Melumallinnuksien mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A). Alueen läheisyydestä on valittu 11 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 1.

Äänitaso lähimpien asuinrakennusten ja loma-asuntojen alueella on selvästi alle 39 dB(A), eli alle valtioneuvoston asetuksen mukaisen ohjearvon. Korkein äänitaso lähialueella sijaitsevan havaintopisteen kohdalla on 38,5 dB(A) (vapaa-ajan asunto c, Nuanjärven alueella). Tulosten perusteella voidaan todeta, että Ponteman tuulivoimaloiden meluvaikutukset ovat melko vähäiset.

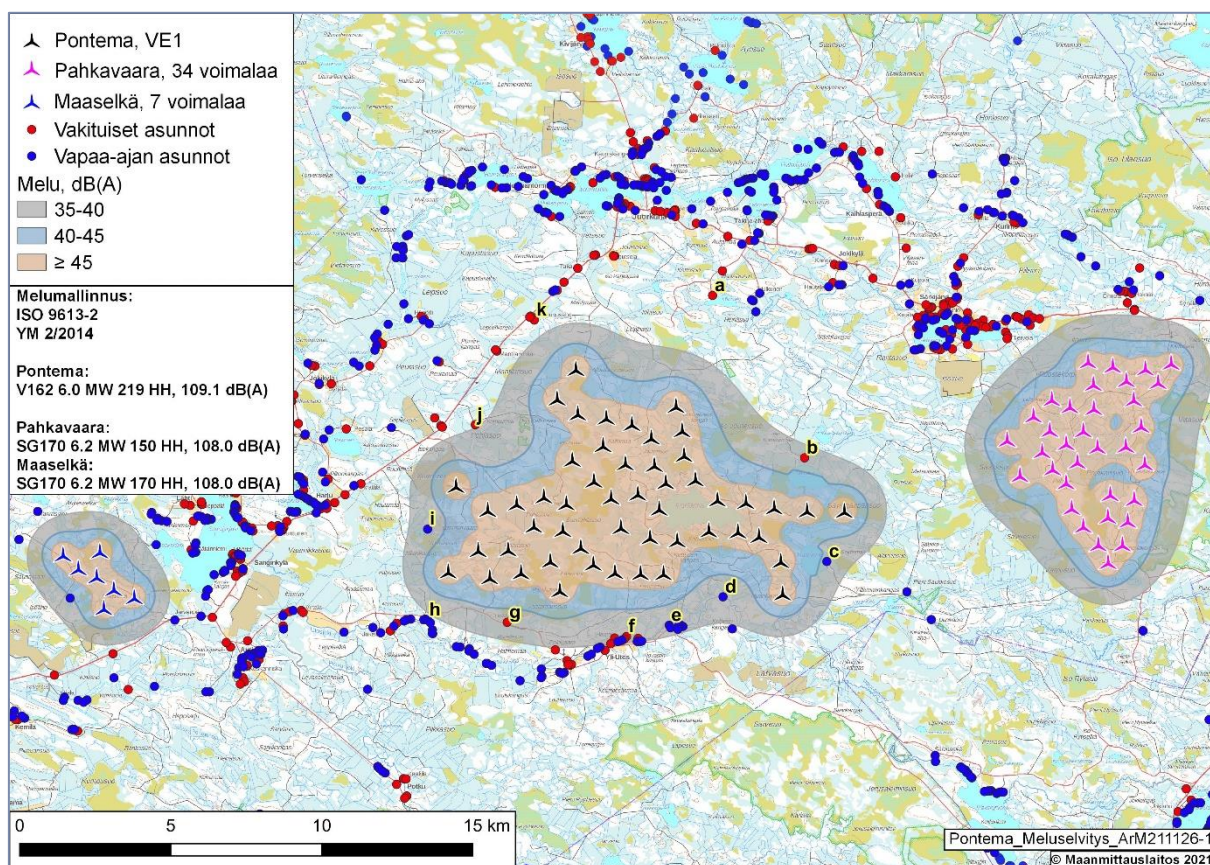
Vapaa-ajan asunnon d käyttötarkoitus tullaan muuttamaan vapaa-ajan asunnosta tyyppiin "muu rakennus", joten ylitystä ei huomioida tässä raportissa. Laskettu äänitaso rakennuksen kohdalla on 40,8 dB(A).

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

6.6 YHTEISVAIKUTUSTEN MALLINNUS

Alla esitellään meluvaikutukset, kun myös Pahkavaaran ja Maaselän alueelle suunnitteilla olevat tuulivoimalat on otettu huomioon. Ponteman melumallinnuksissa on käytetty kolmen sijoitussuunnitelmavaihtoehtojen mukaisia voimalapaikkoja (35-51 voimalaa) ja voimalamallia V162 6.0 MW, jonka kokonaisäänitaso on 107.1 +2 dB(A) ja napakorkeus 219 metriä.

Pahkavaaran melumallinnuksessa on käytetty 34 kaavan mukaista voimalapaikkaa ja voimalamallia SG 6.2-170, jonka kokonaisäänitaso on 106.0 +2 dB(A) ja napakorkeus 150 metriä. Maaselän melumallinnuksessa on käytetty 7 kaavan mukaista voimalapaikkaa ja voimalamallia SG 6.2-170, jonka kokonaisäänitaso on 106.0 +2 dB(A) ja napakorkeus 170 metriä.

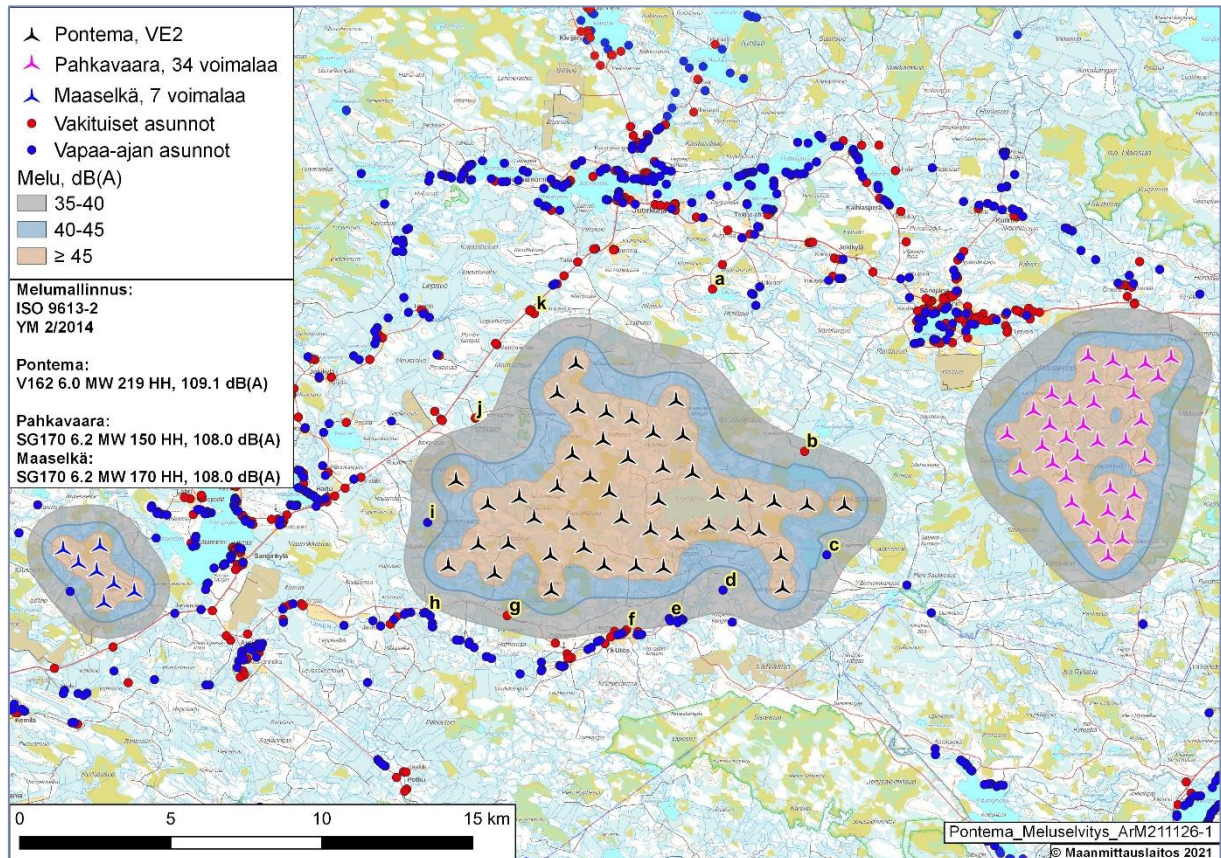


Kuva 4. Ponteman (VE1), Pahkavaaran ja Maaselän yhteisvaikutusten melumallinnus.

Yhteisvaikutusten mallinnuksen mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A). Korkein äänitaso Ponteman alueella sijaitsevassa havaintopisteessä on 38,2 dB(A) (vapaa-ajan asunto c). Tulosten

perusteella voidaan todeta, että hankkeiden yhteisvaikutukset tuulivoimamelun osalta ovat vähäiset.

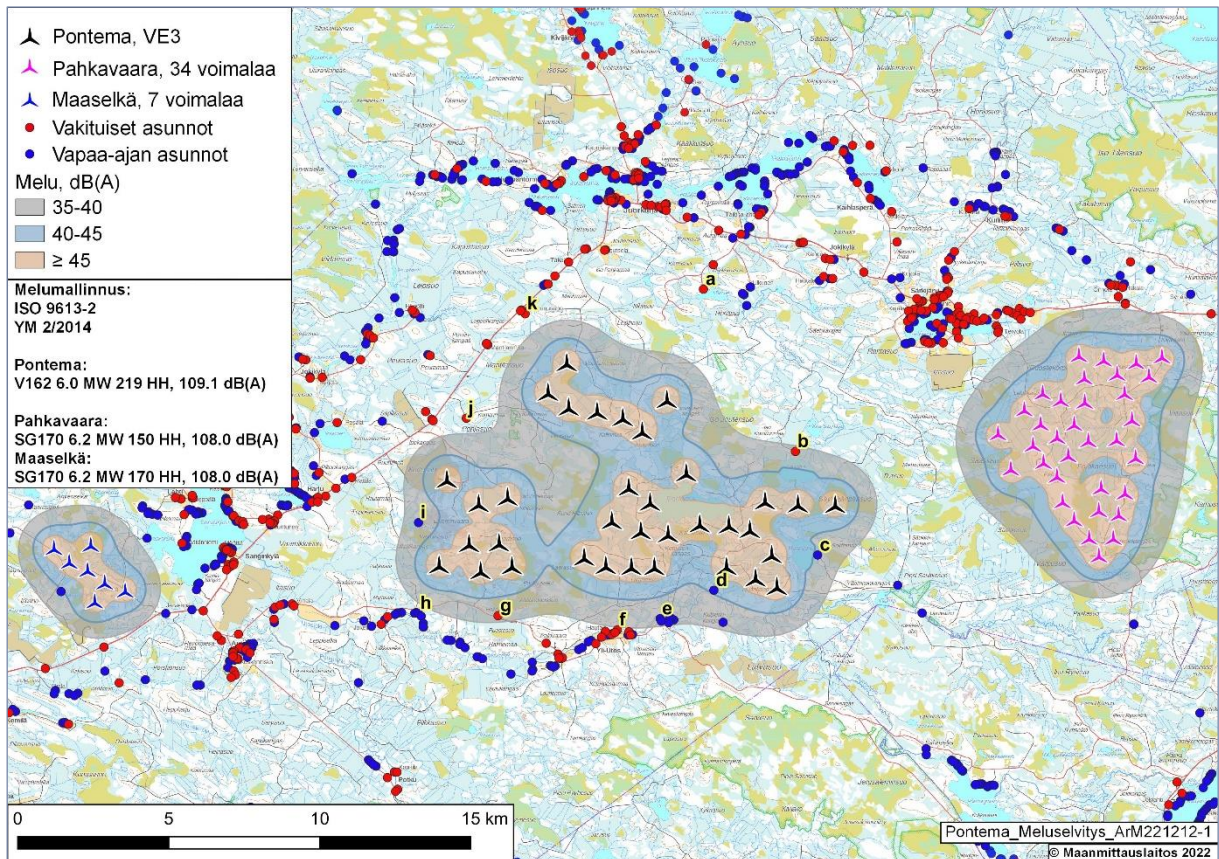
Alueen läheisyydestä on valittu 11 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 2.



Kuva 5. Ponteman (VE2), Pahkavaaran ja Maaselän yhteisvaikutusten melumallinnus.

Yhteisvaikutusten mallinnuksen mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A). Korkein äänitaso Ponteman alueella sijaitsevassa havaintopisteessä on 38,1 dB(A) (vapaa-ajan asunto c). Tulosten perusteella voidaan todeta, että hankkeiden yhteisvaikutukset tuulivoimamelun osalta ovat vähäiset.

Alueen läheisyydestä on valittu 11 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 2.



Kuva 6. Ponteman (VE3), Pahkavaaran ja Maaselän yhteisvaikutusten melumallinnus.

Yhteisvaikutusten mallinnuksen mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A). Korkein äänitaso Ponteman alueella sijaitsevassa havaintopisteessä on 38,5 dB(A) (vapaa-ajan asunto c). Tulosten perusteella voidaan todeta, että hankkeiden yhteisvaikutukset tuulivoimamelun osalta ovat vähäiset.

Vapaa-ajan asunnon d käyttötarkoitus tullaan muuttamaan vapaa-ajan asunnosta tyyppiin "muu rakennus", joten ylitystä ei huomioida tässä raportissa. Laskettu äänitaso rakennuksen kohdalla on 40,8 dB(A).

Alueen läheisyydestä on valittu 11 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 2.

6.7 PIENITAAJUINEN MELU

Pienitaajuinen melu on laskettu ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti.

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat selvästi lähimmissä asunnoissa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla sisätilojen toimenpiderajat alittuvat. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Laskennan tulokset löytyvät liitteistä 2, 3 ja 4.

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. Lisäksi pienitaajuisen melun laskennassa on käytetty Turun Ammattikorkeakoulun tutkimuksessa (ANOJANSSI-projekti, 2020) ehdotettuja vaihtoehtoisia eristyskertoimia.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että Ponteman tuulivoimaloiden pienitaajuisen melun vaikutukset ovat melko vähäiset.

6.8 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.

6.9 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.

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 (2022). *Maanmittauslaitoksen avoimen tietoaaineiston CC 4.0 -lisenssi*.

<http://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/avoimien-aineistojen-tiedostopalvelu>

Siemens Gamesa Renewable Energy (2020). *SG 6.0-170 Standard Acoustic Emission, Rev. 0, AM 0, IEC Ed3*. D2311679/004

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

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

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

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

Vestas (2020). *Third Octave Noise emission EnVentus™ V162-6.0MW*. DMS 0095-3732_01

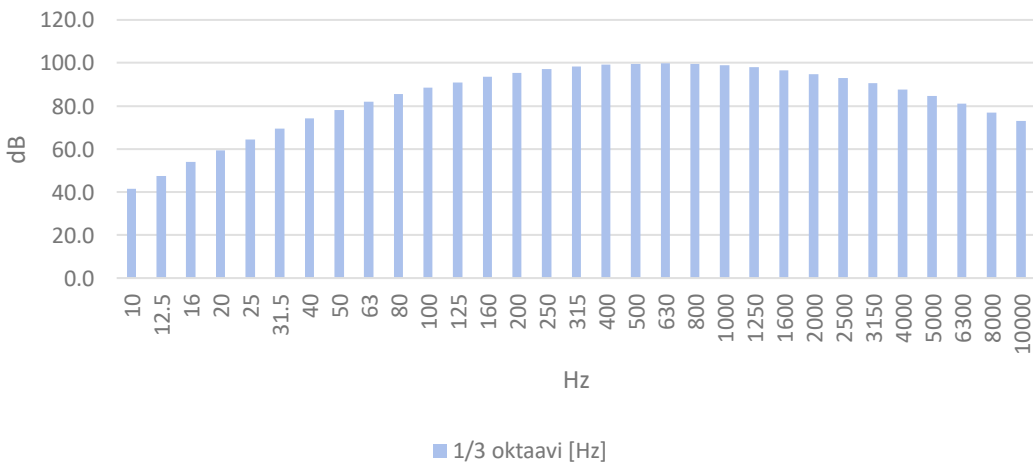
Ympäristöministeriö (2016). *Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys 2016*.

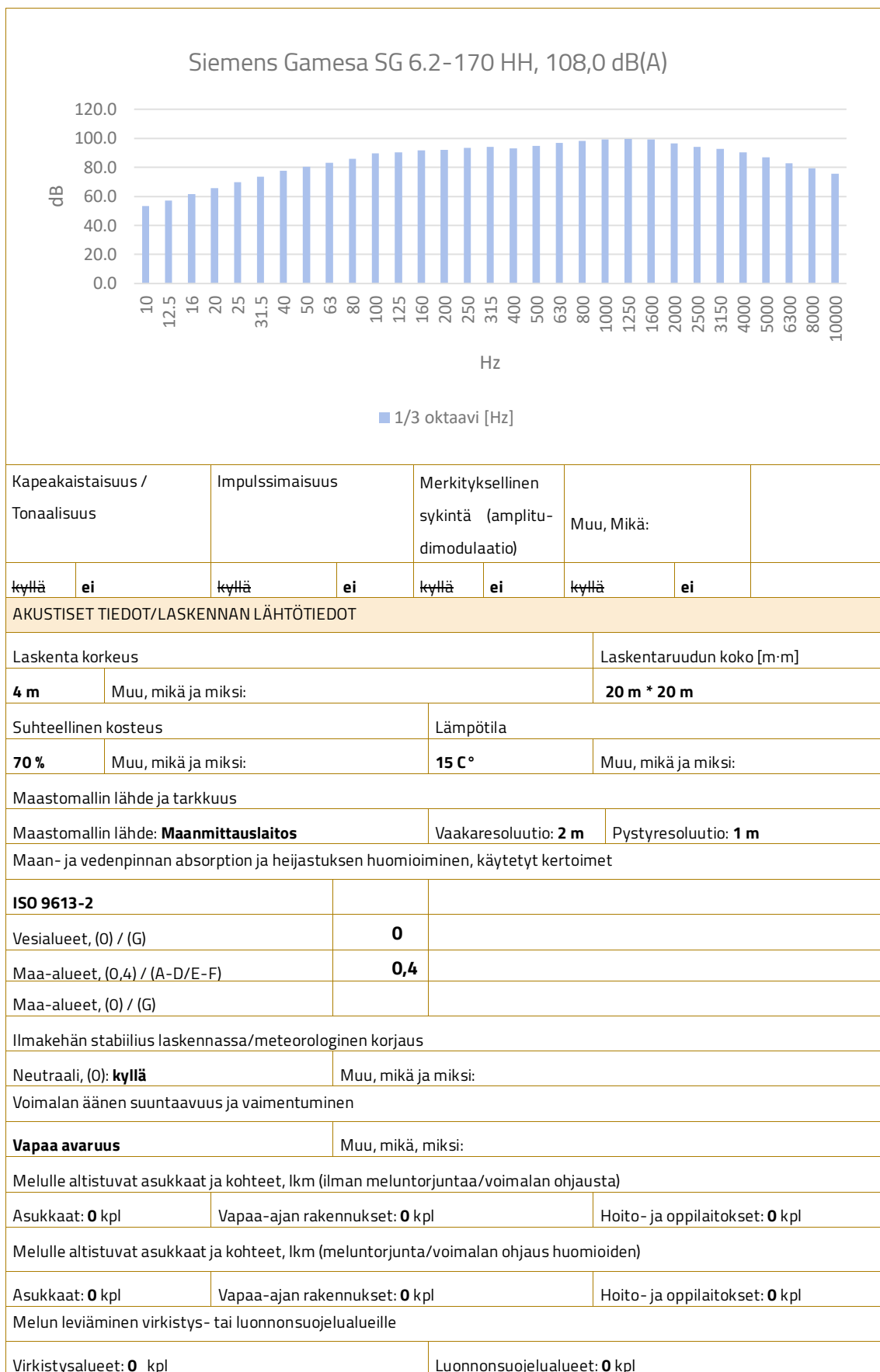
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/79057>

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

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42937/OH_2_2014.pdf?sequence=1

9 MALLINNUSTIETOJEN RAPORTTI, PONTEMA

RAPORTIN JA RAPORTOIJAN TIEDOT				*tarkentavat tiedot voi esittää kartalla tai muissa liitteissä	
Mallinnusraportti numero/tunniste:			Raportin hyväksyntäpäivämäärä: 15.2.2023		
Tekijä/organisaatio, yhteystiedot: Etha Wind Oy, Vaasanpuistikko 14 B11, 65100 VAASA, puh. +358 2900 20440					
Vastuuhenkilöt: Arina Makarova					
Laatija: Arina Makarova			Tarkastaja/hyväksyjä: Alexander Ehre		
MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT					
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO Ver3.5			Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2		
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)					
Tuulivoimalan valmistaja:			Tyyppi:		Sarjanumero/t:
Nimellisteho: 6.0 MW	Napakorkeus: 219 m		Roottorin halkaisija: 162 m		Tornin tyyppi: Putkitorni
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun					
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus		Muu, mikä	
Kyllä	dB	Kyllä	dB		dB
Ei tiedossa		Ei tiedossa			dB
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT					
Melupäästötiedot Vestas V162 6.0 MW 219 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 107,1 dB(A)+2 dB(A))					
Vestas V162, 219 m HH 109,1 dB(A)  ■ 1/3 oktaavi [Hz]					
Melupäästötiedot Siemens Gamesa SG 6.2-170 150/170 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 106,0 dB(A) + 2 dB(A))					



LIITE 1: MELUMALLINNUKSEN TULOKSET

Taulukko 7. Ponteman 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)]	VE3 Melu [dB(A)]	Ohjearvojen ylitys
a	Vakituinen asunto	501272	7200559	40	28,4	27,8	26,6	Ei
b	Vakituinen asunto	504317	7195186	40	36,5	36,4	35,7	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	505053	7191755	40	38,1	38,0	38,5	Ei
d*	Vapaa-ajan asunto	501617	7190587	40	37,6	37,4	40,8*	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	499835	7189647	40	36,4	35,8	36,0	Ei
f	Vakituinen asunto	498421	7189275	40	35,7	35,0	34,6	Ei
g	Vakituinen asunto	494471	7189743	40	37,6	37,1	36,1	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	491826	7189824	40	33,9	33,5	33,3	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	491836	7192827	40	37,6	37,3	37,1	Ei
j	Vakituinen asunto	493420	7196286	40	34,7	34,4	33,2	Ei
k	Vakituinen asunto	495369	7199746	40	32,4	32,2	31,5	Ei

* Vapaa-ajan asunnon d käyttötarkoitus tullaan muuttamaan vapaa-ajan asunnosta tyyppiin "muu rakennus", joten ylitystä ei huomioida tässä raportissa.

LIITE 2: MELUMALLINNUKSEN TULOKSET: PONTEMAN, PAHKAVAARAN JA MAASELÄN YHTEISVAIKUTUKSET

Taulukko 8. Ponteman, Pahkavaaran ja Maaselän 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)]	VE3 Melu [dB(A)]	Ohjearvojen ylitys
a	Vakituinen asunto	501272	7200559	40	28,7	28,4	27,0	Ei
b	Vakituinen asunto	504317	7195186	40	36,7	36,6	35,9	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	505053	7191755	40	38,2	38,1	38,5	Ei
d*	Vapaa-ajan asunto	501617	7190587	40	37,7	37,6	40,8*	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	499835	7189647	40	36,4	36,1	36,1	Ei
f	Vakituinen asunto	498421	7189275	40	35,8	34,9	34,6	Ei
g	Vakituinen asunto	494471	7189743	40	37,6	35,1	36,1	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	491826	7189824	40	33,9	33,2	33,3	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	491836	7192827	40	37,6	37,1	37,1	Ei
j	Vakituinen asunto	493420	7196286	40	34,8	33,7	33,2	Ei
k	Vakituinen asunto	495369	7199746	40	32,4	32,0	31,6	Ei

* Vapaa-ajan asunnon d käyttötarkoitus tullaan muuttamaan vapaa-ajan asunnosta tyyppiin "muu rakennus", joten ylitystä ei huomioida tässä raportissa.

LIITE 3: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA, PONTEMAN (VE1), MAASELÄN JA PAHKAVAARAN YHTEISVAIKUTUKSET (PAINOTTAMATTOMAT MELUTASOT)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pientaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pienitaajuinen melu on laskettu tilanteessa, jossa Ponteman (51 voimalalle), Maaselän (7 voimalalle) ja Pahkavaaran (34 voimalalle) tuulivoimapaistot ovat toiminnassa.

Taulukko 9. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

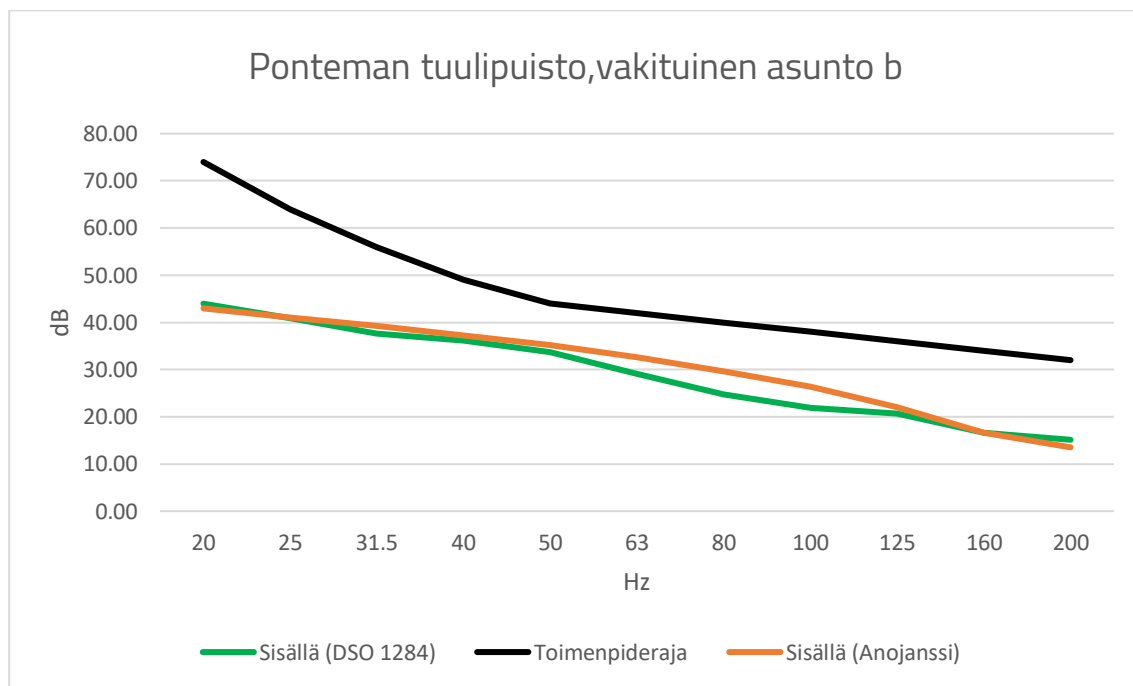
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
20	47.0	50.6	50.8	50.6	49.8	49.4	49.8	47.8	49.6	48.7	47.3
25	45.7	49.3	49.6	49.5	48.7	48.4	48.8	46.7	48.6	47.7	46.2
31,5	44.6	48.4	48.7	48.8	48.0	47.6	48.1	45.8	47.8	46.9	45.3
40	43.7	47.5	47.8	48.0	47.2	46.9	47.4	45.1	47.2	46.2	44.6
50	42.7	46.7	47.0	47.3	46.5	46.2	46.7	44.3	46.5	45.5	43.8
63	41.4	45.6	46.0	46.4	45.6	45.2	45.8	43.3	45.6	44.5	42.7
80	40.0	44.4	44.8	45.2	44.4	44.1	44.7	42.1	44.5	43.3	41.5
100	38.5	43.1	43.5	43.9	43.1	42.7	43.4	40.7	43.1	41.9	40.0
125	35.7	40.8	41.3	41.9	41.0	40.6	41.4	38.5	41.2	39.8	37.7
160	32.0	37.7	38.3	38.9	37.9	37.5	38.5	35.4	38.2	36.7	34.5
200	29.8	36.3	37.1	37.6	36.5	36.0	37.2	33.9	37.0	35.2	32.8

Taulukko 10. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

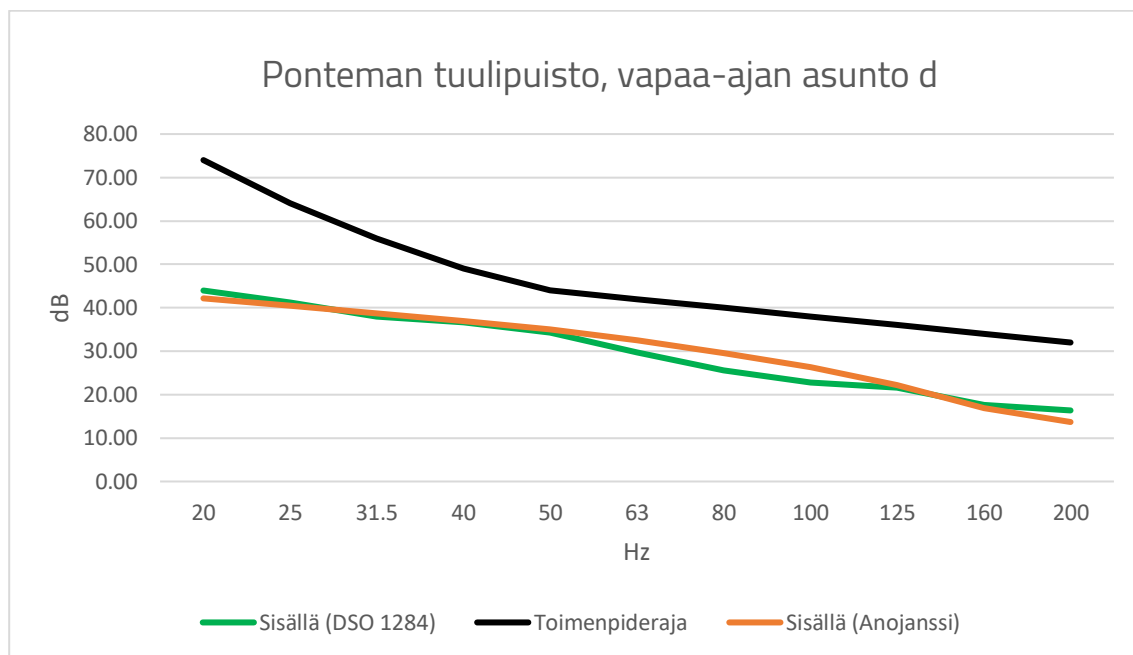
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
20	40.4	44.0	44.2	44.0	43.2	42.8	43.2	41.2	43.0	42.1	40.7
25	37.3	40.9	41.2	41.1	40.3	40.0	40.4	38.3	40.2	39.3	37.8
31,5	33.8	37.6	37.9	38.0	37.2	36.8	37.3	35.0	37.0	36.1	34.5
40	32.3	36.1	36.4	36.6	35.8	35.5	36.0	33.7	35.8	34.8	33.2
50	29.7	33.7	34.0	34.3	33.5	33.2	33.7	31.3	33.5	32.5	30.8
63	24.8	29.0	29.4	29.8	29.0	28.6	29.2	26.7	29.0	27.9	26.1
80	20.3	24.7	25.1	25.5	24.7	24.4	25.0	22.4	24.8	23.6	21.8
100	17.3	21.9	22.3	22.7	21.9	21.5	22.2	19.5	21.9	20.7	18.8
125	15.5	20.6	21.1	21.7	20.8	20.4	21.2	18.3	21.0	19.6	17.5
160	10.8	16.5	17.1	17.7	16.7	16.3	17.3	14.2	17.0	15.5	13.3
200	8.6	15.1	15.9	16.4	15.3	14.8	16.0	12.7	15.8	14.0	11.6

Taulukko 11. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyysarvoja.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
20	39.4	43.0	43.2	43.0	42.2	41.8	42.2	40.2	42.0	41.1	39.7
25	37.4	41.0	41.3	41.2	40.4	40.1	40.5	38.4	40.3	39.4	37.9
31,5	35.4	39.2	39.5	39.6	38.8	38.4	38.9	36.6	38.6	37.7	36.1
40	33.4	37.2	37.5	37.7	36.9	36.6	37.1	34.8	36.9	35.9	34.3
50	31.2	35.2	35.5	35.8	35.0	34.7	35.2	32.8	35.0	34.0	32.3
63	28.4	32.6	33.0	33.4	32.6	32.2	32.8	30.3	32.6	31.5	29.7
80	25.2	29.6	30.0	30.4	29.6	29.3	29.9	27.3	29.7	28.5	26.7
100	21.7	26.3	26.7	27.1	26.3	25.9	26.6	23.9	26.3	25.1	23.2
125	16.9	22.0	22.5	23.1	22.2	21.8	22.6	19.7	22.4	21.0	18.9
160	10.9	16.6	17.2	17.8	16.8	16.4	17.4	14.3	17.1	15.6	13.4
200	7.0	13.5	14.3	14.8	13.7	13.2	14.4	11.1	14.2	12.4	10.0



Kuva 7. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vakituksessa asunnossa b.



Kuva 8. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa e.

LIITE 4: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA, PONTEMAN (VE2), MAASELÄN JA PAHKAVAARAN YHTEISVAIKUTUKSET (PAINOTTAMATTOMAT MELUTASOT)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pientaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pientaajuinen melu on laskettu tilanteessa, jossa Ponteman (45 voimalalle), Maaselän (7 voimalalle) ja Pahkavaaran (34 voimalalle) tuulivoimapaistot ovat toiminnassa.

Taulukko 12. Pientaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
20	46.7	50.4	50.7	50.3	49.3	48.9	49.3	47.4	49.2	48.3	47.0
25	45.3	49.1	49.5	49.2	48.3	47.8	48.3	46.2	48.2	47.3	45.9
31,5	44.3	48.2	48.5	48.4	47.4	47.0	47.5	45.4	47.5	46.5	45.0
40	43.3	47.3	47.7	47.7	46.7	46.3	46.9	44.6	46.8	45.8	44.2
50	42.3	46.4	46.8	47.0	46.0	45.6	46.2	43.9	46.1	45.1	43.4
63	41.0	45.4	45.8	46.0	45.0	44.6	45.3	42.8	45.2	44.1	42.4
80	39.6	44.1	44.6	44.9	43.9	43.4	44.2	41.6	44.1	42.9	41.1

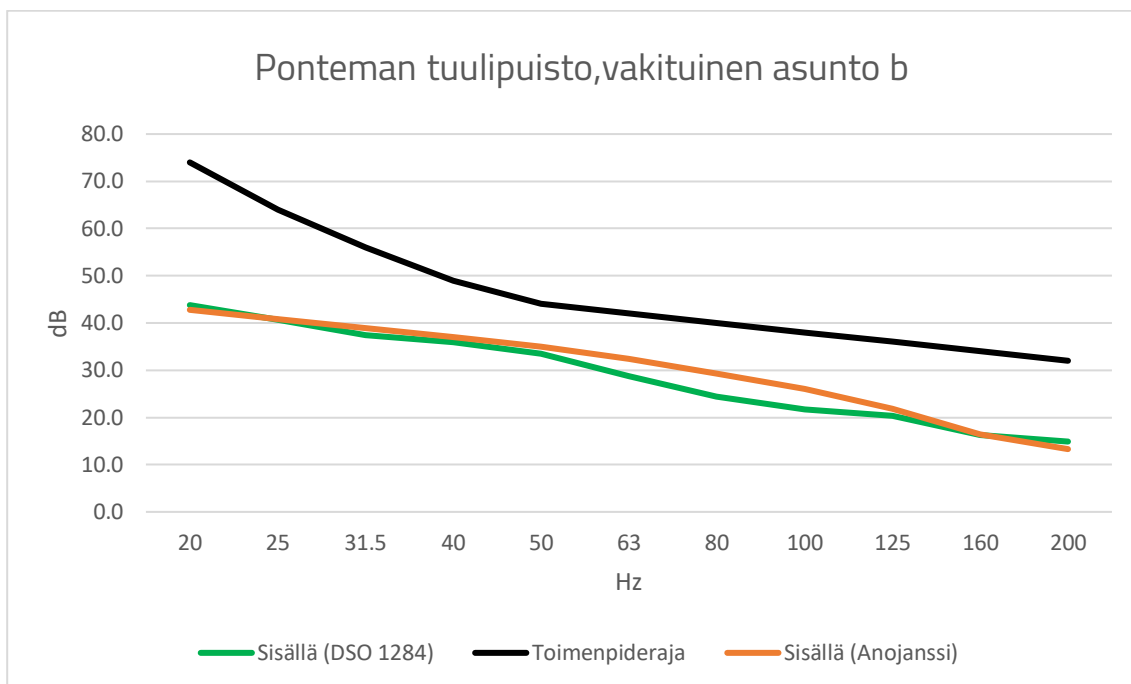
100	38.0	42.8	43.4	43.6	42.5	42.0	42.8	40.2	42.8	41.5	39.7
125	35.2	40.6	41.2	41.5	40.4	39.9	40.8	38.0	40.8	39.4	37.4
160	31.5	37.5	38.2	38.6	37.3	36.8	37.9	34.9	37.9	36.3	34.2
200	29.3	36.1	37.0	37.3	35.9	35.3	36.7	33.4	36.7	34.8	32.5

Taulukko 13. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

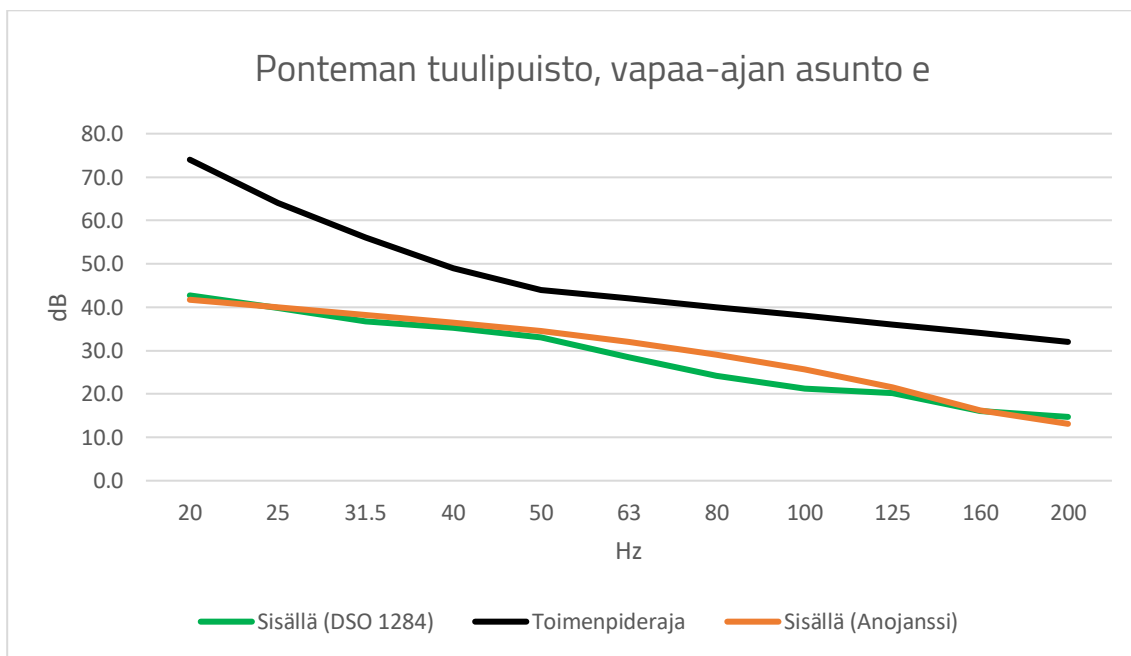
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
20	40.1	43.8	44.1	43.7	42.7	42.3	42.7	40.8	42.6	41.7	40.4
25	36.9	40.7	41.1	40.8	39.9	39.4	39.9	37.8	39.8	38.9	37.5
31,5	33.5	37.4	37.7	37.6	36.6	36.2	36.7	34.6	36.7	35.7	34.2
40	31.9	35.9	36.3	36.3	35.3	34.9	35.5	33.2	35.4	34.4	32.8
50	29.3	33.4	33.8	34.0	33.0	32.6	33.2	30.9	33.1	32.1	30.4
63	24.4	28.8	29.2	29.4	28.4	28.0	28.7	26.2	28.6	27.5	25.8
80	19.9	24.4	24.9	25.2	24.2	23.7	24.5	21.9	24.4	23.2	21.4
100	16.8	21.6	22.2	22.4	21.3	20.8	21.6	19.0	21.6	20.3	18.5
125	15.0	20.4	21.0	21.3	20.2	19.7	20.6	17.8	20.6	19.2	17.2
160	10.3	16.3	17.0	17.4	16.1	15.6	16.7	13.7	16.7	15.1	13.0
200	8.1	14.9	15.8	16.1	14.7	14.1	15.5	12.2	15.5	13.6	11.3

Taulukko 14. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
20	39.1	42.8	43.1	42.7	41.7	41.3	41.7	39.8	41.6	40.7	39.4
25	37.0	40.8	41.2	40.9	40.0	39.5	40.0	37.9	39.9	39.0	37.6
31,5	35.1	39.0	39.3	39.2	38.2	37.8	38.3	36.2	38.3	37.3	35.8
40	33.0	37.0	37.4	37.4	36.4	36.0	36.6	34.3	36.5	35.5	33.9
50	30.8	34.9	35.3	35.5	34.5	34.1	34.7	32.4	34.6	33.6	31.9
63	28.0	32.4	32.8	33.0	32.0	31.6	32.3	29.8	32.2	31.1	29.4
80	24.8	29.3	29.8	30.1	29.1	28.6	29.4	26.8	29.3	28.1	26.3
100	21.2	26.0	26.6	26.8	25.7	25.2	26.0	23.4	26.0	24.7	22.9
125	16.4	21.8	22.4	22.7	21.6	21.1	22.0	19.2	22.0	20.6	18.6
160	10.4	16.4	17.1	17.5	16.2	15.7	16.8	13.8	16.8	15.2	13.1
200	6.5	13.3	14.2	14.5	13.1	12.5	13.9	10.6	13.9	12.0	9.7



Kuva 9. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vakituksessa asunnossa b.



Kuva 10. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa e.

LIITE 5: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA, PONTEMAN (VE₃), MAASELÄN JA PAHKAVAARAN YHTEISVAIKUTUKSET (PAINOTTAMATTOMAT MELUTASOT)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pientaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pientaajuinen melu on laskettu tilanteessa, jossa Ponteman (35 voimalalle), Maaselän (7 voimalalle) ja Pahkavaaran (34 voimalalle) tuulivoimapaistot ovat toiminnassa.

Taulukko 15. Pientaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

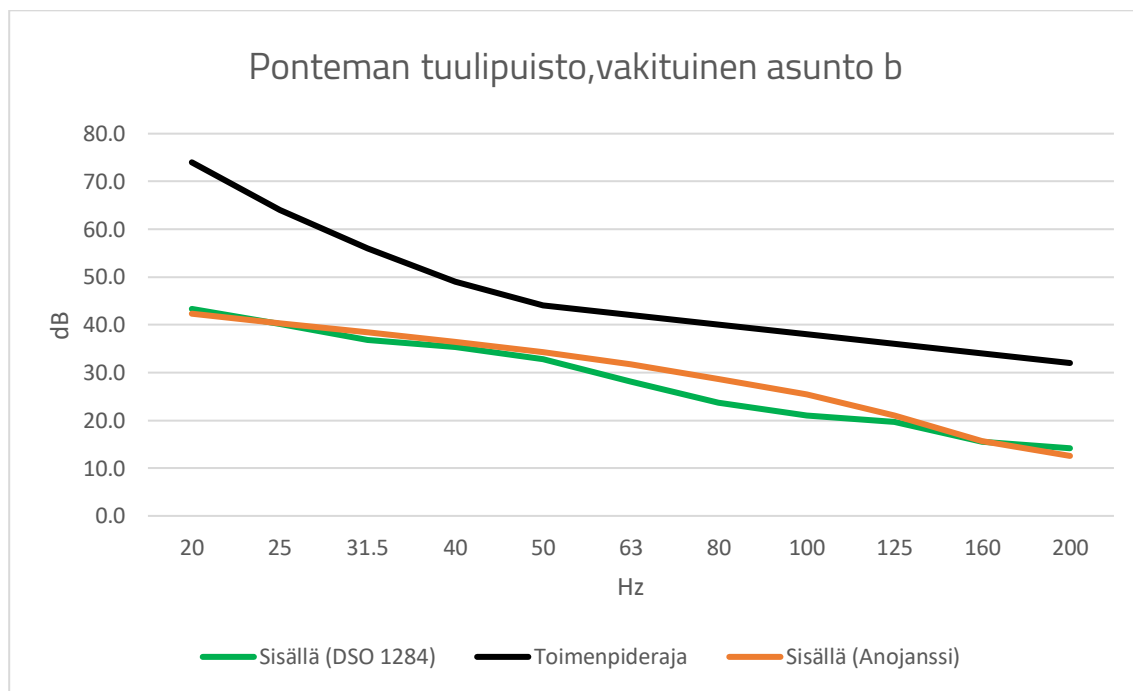
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
20	46.1	49.9	50.7	51.3	49.1	48.3	48.4	46.9	48.7	47.3	46.2
25	44.6	48.6	49.5	50.4	48.0	47.2	47.3	45.7	47.7	46.2	45.0
31,5	43.5	47.6	48.6	49.6	47.2	46.4	46.5	44.9	46.9	45.3	44.1
40	42.4	46.7	47.8	49.0	46.5	45.6	45.8	44.1	46.2	44.6	43.3
50	41.3	45.8	46.9	48.3	45.7	44.9	45.1	43.3	45.6	43.8	42.5
63	40.0	44.7	45.9	47.4	44.8	43.9	44.2	42.2	44.6	42.8	41.4
80	38.5	43.4	44.7	46.4	43.6	42.7	43.1	41.0	43.5	41.6	40.1
100	36.9	42.2	43.5	45.1	42.3	41.3	41.7	39.7	42.3	40.2	38.7
125	34.0	39.8	41.4	43.3	40.2	39.2	39.7	37.5	40.3	38.0	36.4
160	30.2	36.8	38.5	40.5	37.3	36.2	36.8	34.4	37.5	34.9	33.2
200	28.0	35.4	37.3	39.5	35.9	34.7	35.6	33.1	36.3	33.5	31.6

Taulukko 16. Pientaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

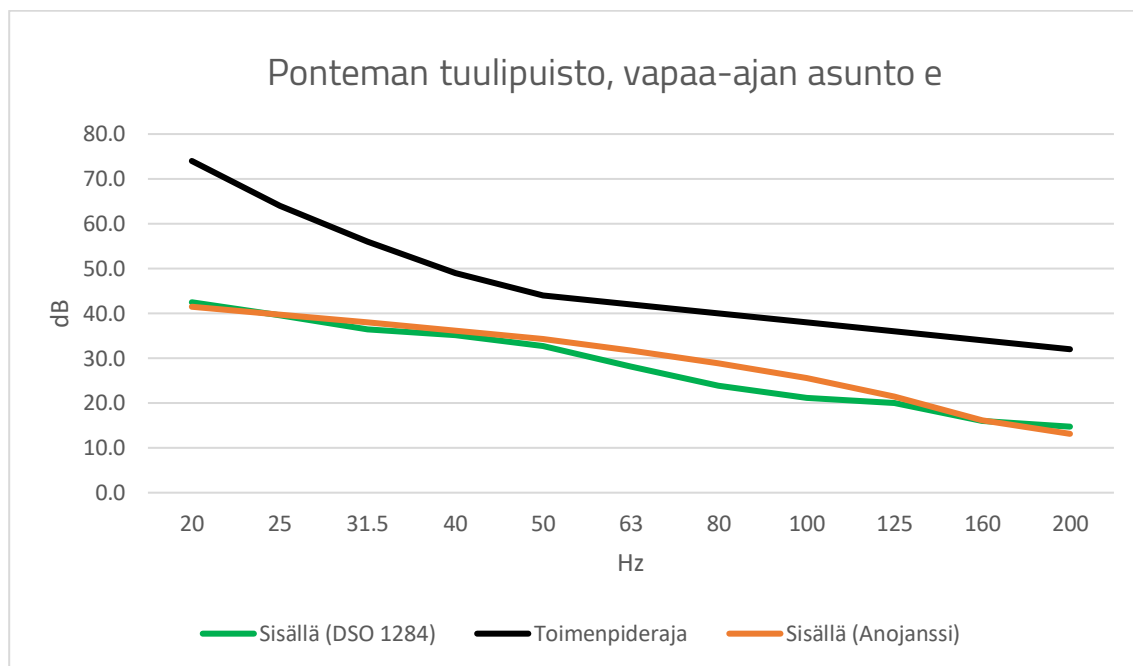
Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
20	39.5	43.3	44.1	44.7	42.5	41.7	41.8	40.3	42.1	40.7	39.6
25	36.2	40.2	41.1	42.0	39.6	38.8	38.9	37.3	39.3	37.8	36.6
31,5	32.7	36.8	37.8	38.8	36.4	35.6	35.7	34.1	36.1	34.5	33.3
40	31.0	35.3	36.4	37.6	35.1	34.2	34.4	32.7	34.8	33.2	31.9
50	28.3	32.8	33.9	35.3	32.7	31.9	32.1	30.3	32.6	30.8	29.5
63	23.4	28.1	29.3	30.8	28.2	27.3	27.6	25.6	28.0	26.2	24.8
80	18.8	23.7	25.0	26.7	23.9	23.0	23.4	21.3	23.8	21.9	20.4
100	15.7	21.0	22.3	23.9	21.1	20.1	20.5	18.5	21.1	19.0	17.5
125	13.8	19.6	21.2	23.1	20.0	19.0	19.5	17.3	20.1	17.8	16.2
160	9.0	15.6	17.3	19.3	16.1	15.0	15.6	13.2	16.3	13.7	12.0
200	6.8	14.2	16.1	18.3	14.7	13.5	14.4	11.9	15.1	12.3	10.4

Taulukko 17. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyysarvoja.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
20	38.5	42.3	43.1	43.7	41.5	40.7	40.8	39.3	41.1	39.7	38.6
25	36.3	40.3	41.2	42.1	39.7	38.9	39.0	37.4	39.4	37.9	36.7
31,5	34.3	38.4	39.4	40.4	38.0	37.2	37.3	35.7	37.7	36.1	34.9
40	32.1	36.4	37.5	38.7	36.2	35.3	35.5	33.8	35.9	34.3	33.0
50	29.8	34.3	35.4	36.8	34.2	33.4	33.6	31.8	34.1	32.3	31.0
63	27.0	31.7	32.9	34.4	31.8	30.9	31.2	29.2	31.6	29.8	28.4
80	23.7	28.6	29.9	31.6	28.8	27.9	28.3	26.2	28.7	26.8	25.3
100	20.1	25.4	26.7	28.3	25.5	24.5	24.9	22.9	25.5	23.4	21.9
125	15.2	21.0	22.6	24.5	21.4	20.4	20.9	18.7	21.5	19.2	17.6
160	9.1	15.7	17.4	19.4	16.2	15.1	15.7	13.3	16.4	13.8	12.1
200	5.2	12.6	14.5	16.7	13.1	11.9	12.8	10.3	13.5	10.7	8.8



Kuva 11. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vakituksessa asunnossa b.



Kuva 12. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa e.

LIITE 6: SJOITUSSUUNNITELMAT

Voimaloiden sijainnit on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 18. Ponteman voimaloiden sijaintitiedot, VE1 (51 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	496741	7198147	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
2	496122	7197168	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
3	496805	7196676	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
4	497748	7196538	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
5	498596	7196330	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
6	500058	7196926	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
7	497642	7195624	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
8	499239	7195879	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
9	500261	7196119	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
10	496623	7195144	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
11	498381	7195025	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
12	499341	7194974	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
13	500324	7195305	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
14	492773	7194280	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
15	493824	7193483	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
16	494782	7193696	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
17	495682	7193930	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
18	496425	7193705	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
19	497339	7194451	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
20	497908	7193891	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
21	498793	7194025	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
22	499717	7194404	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
23	500699	7194496	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
24	501428	7193828	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
25	502372	7193749	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
26	503308	7193567	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
27	504396	7193465	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
28	505631	7193450	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
29	495350	7192959	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
30	496309	7192820	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
31	498233	7192915	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
32	499501	7193527	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
33	493507	7192155	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)

34	494501	7192179	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
35	495894	7191804	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
36	496904	7192257	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
37	499196	7192580	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
38	500096	7192476	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
39	501144	7192807	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
40	502108	7192773	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
41	502804	7192623	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
42	503527	7191791	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
43	503587	7190721	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
44	492516	7191449	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
45	493890	7191257	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
46	494927	7191419	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
47	496209	7190827	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
48	497319	7191707	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
49	498035	7191431	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
50	498882	7191396	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
51	499643	7191391	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)

Taulukko 19. Ponteman voimaloiden sijaintitiedot, VE2 (45 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	496741	7198147	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
2	496122	7197168	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
3	496805	7196676	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
4	497748	7196538	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
5	498596	7196330	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
6	500058	7196926	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
7	497642	7195624	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
8	499304	7195860	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
9	500284	7195776	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
10	496623	7195144	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
11	498466	7195017	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
14	492773	7194280	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
15	493824	7193483	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
16	494869	7193713	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
17	496127	7194067	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
19	497211	7194404	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
20	497849	7193905	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
22	499622	7194714	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
23	500602	7194529	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)

24	501428	7193828	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
25	502372	7193749	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
26	503308	7193567	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
27	504396	7193465	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
28	505631	7193450	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
29	495360	7193039	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
30	496511	7192804	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
31	498250	7193027	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
32	499479	7193633	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
33	493507	7192155	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
34	494501	7192179	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
35	495894	7191804	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
36	497009	7192065	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
37	499213	7192646	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
38	500096	7192476	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
39	501144	7192807	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
40	502108	7192773	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
41	502804	7192623	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
42	503527	7191791	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
43	503587	7190721	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
44	492516	7191449	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
45	494048	7191196	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
47	495927	7190637	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
49	497679	7191466	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
50	498732	7191437	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
51	499643	7191391	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)

Taulukko 20. Ponteman voimaloiden sijaintitiedot, VE3 (35 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	496741	7198147	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
2	496122	7197168	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
3	496805	7196676	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
4	497748	7196538	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
5	498596	7196330	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
6	500058	7196926	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
8	499239	7195879	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
14	492773	7194280	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
15	493824	7193483	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
16	494782	7193696	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
21	498793	7194025	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)

23	500699	7194496	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
26	503308	7193567	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
27	504396	7193465	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
28	505631	7193450	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
31	498233	7192915	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
32	499501	7193527	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
33	493507	7192155	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
34	494501	7192179	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
37	499196	7192580	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
38	500096	7192476	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
39	501144	7192807	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
40	502108	7192773	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
41	502804	7192623	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
42	503527	7191791	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
43	503699	7190738	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
44	492516	7191449	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
45	493890	7191257	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
46	494927	7191419	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
48	497319	7191707	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
49	498035	7191431	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
50	498882	7191396	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
51	499643	7191391	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
52	502030	7191399	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)
53	502992	7191016	VESTAS V162-6.0 MW 219 m HH clean blade, 107.1 + 2 dB(A)

Taulukko 21. Pahkavaaran voimaloiden sijaintitiedot.

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
PAH.1010	511896	7196517	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1023	511024	7195721	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1032	511448	7194552	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1042	512182	7195340	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1050	512434	7196041	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1060	512503	7197065	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1082	513703	7198311	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1092	514522	7198166	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1102	513881	7197568	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1112	513101	7196830	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1121	513895	7196768	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1130	513546	7196029	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1142	512979	7195604	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)

PAH.1152	512530	7194770	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1162	512976	7194312	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1172	513350	7194992	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1182	514015	7195485	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1190	515214	7197056	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1202	514970	7197694	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1212	515601	7198078	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1222	516021	7197632	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1233	516453	7198267	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1250	515461	7196182	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1263	514950	7195522	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1272	515580	7194931	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1293	515230	7193758	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1302	514438	7193923	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1312	514360	7193174	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1322	515016	7193039	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1332	514841	7192260	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1342	514366	7191673	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1352	514042	7192263	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1361	513544	7192869	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
PAH.1370	513161	7193469	Siemens Gamesa SG 6.2-170 150 m HH, 106.0 + 2 dB(A)

Taulukko 22. Maaselän voimaloiden sijaintitiedot.

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
MAA.1010	480982	7192113	Siemens Gamesa SG 6.2-170 170 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
MAA.1020	479764	7192008	Siemens Gamesa SG 6.2-170 170 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
MAA.1030	480269	7191552	Siemens Gamesa SG 6.2-170 170 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
MAA.1040	480876	7191282	Siemens Gamesa SG 6.2-170 170 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
MAA.1050	481444	7190866	Siemens Gamesa SG 6.2-170 170 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
MAA.1060	482121	7190597	Siemens Gamesa SG 6.2-170 170 m HH, 106.0 + 2 dB(A)
MAA.1070	481113	7190238	Siemens Gamesa SG 6.2-170 170 m HH, 106.0 + 2 dB(A)