



MELUSELVITYS

Martimon Tuulipuisto

10.11.2025

SISÄLLYSLUETTELO

1	YHTEENVETO	3
2	TAUSTA	5
3	MELU.....	6
3.1	Yleistä	6
3.2	Melun muodostuminen	6
4	MELUN OHJEARVOT	8
4.1	Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista	8
4.2	Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat	8
5	LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT	9
5.1	Lähtötiedot.....	9
5.2	Menetelmät	11
6	ARVIOIDUT MELUVAIKUTUKSET	13
6.1	Nykytilanne	13
6.2	Rakentamisen aikaiset vaikutukset	13
6.3	Toiminnan aikaiset vaikutukset	13
6.4	Yhteisvaikutusten mallinnus, Valkiavaara ja Karhakkamaa.....	15
6.5	Yhteisvaikutusten mallinnus, kaikki naapuripuistot	16
6.6	Pienitaajuinen melu	17
6.7	Käytön lopettamisen aikaiset vaikutukset.....	17
6.8	Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät	18
7	HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA SEURANTA.....	19
8	LÄHTEET	20
9	MALLINNUSTIETOJEN RAPORTTI, MARTIMO	21
	Liite 1: Melumallinnuksen tulokset.....	24

Liite 2: Melumallinnuksen tulokset: yhteisvaikutukset.....	25
Liite 3: Pienitaajuisen melun laskenta.....	26
Liite 4: Pienitaajuisen melun laskenta, Yhteisvaikutukset Karhakkamaa ja Valkivaara	29
Liite 5: Pienitaajuisen melun laskenta, Yhteisvaikutukset Kaikki naapuripuistot.....	32
Liite 6: Sijoitussuunnitelmat	35

VERSIONHISTORIA

Versio, Päivämäärä	Tekijä	Tarkastettu	Hyväksytty	Tiivistelmä
Ver 1, 2025-11-10	Jesper Smeds	Elina Sippola	Elina Sippola	Martimon tuulivoimapuiston meluselvitys (kaavaehdotus, 45 voimalaa).

1 YHTEENVETO

Tehtävä:

Meluselvitys Martimon tuulivoimapuiston vaikutusalueella. Selvityksessä on otettu huomioon myös viereiset suunnitteilla olevat tuulivoimapuistot Valkiavaara, Karhakkamaa, Haapamaa, Kolopetäjä, Kummunmaa ja Repojätkä. Martimoa on tarkasteltu erikseen, yhdessä Valkiavaaran ja Karhakkamaan kanssa sekä kaikkien edellä mainittujen naapuripuistojen kanssa.

Työmenetelmät:

Meluselvitykseen on kerätty tietoa tuulivoimaloiden melun ominaispiirteistä, melun ohjearvoista, paikallisista olosuhteista sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty windPRO Ver4.2 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). 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 windPRO Ver4.2 ohjelmistoa, 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, kun huomioidaan pelkästään Martimon tuulivoimapuisto. Kun huomioidaan naapuripuistot Karhakkamaa ja Valkiavaara, valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A) ei ylitetä. Kun huomioidaan kaikki naapuripuistot, 40 dBA:n ohjearvo ylittyy kuudessa pisteessä (e–j), joista pisteissä i ja j on laskennallisesti korkein melutaso, 40,9 dBA. Koska muut tarkastellut hankkeet (Haapamaa, Kolopetäjä, Kummunmaa ja Repojätkä) ovat vielä suunnittelun alkuvaiheessa ja etenevät Martimon hanketta jäljessä, on todennäköistä, että niiden

sijoitus suunnitelmat muuttuvat vielä, tai osa hankkeista ei toteudu. Yhteisvaikutuksia tullaan arvioimaan näiden hankkeiden osalta erikseen niiden edetessä.

STM:n antamia sisätilojen pienitaajuisen melun ohjearvoja ei ylitetä.

2 TAUSTA

Meluselvitys on tehty Martimon tuulivoimapuistolle Tornion kaupungin alueella. Suunniteltu hanke koostuu yhteensä 45 tuulivoimalasta. Melumallinnuksessa on käytetty Vestaksen V172 7,2 MW -voimalan lähtötietoja. Mallinnuksessa voimaloiden napakorkeus oli 200 metriä ja äänitehotaso 107,8 dB(A) + 2,0 dB(A) epävarmuusmarginaali. Mallinnuksessa käytettiin Vestaksen marraskuussa 2024 päivittämiä äänitietoja.

Meluselvitys on tehty ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti (Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014 Tuulivoimaloiden melun mallintaminen) windPRO Ver4.2 ohjelmiston melulaskentatyökalulla. Pienitaajuinen melu on laskettu käyttäen windPRO Ver4.2-ohjelmistoa ja työ on tehty ympäristöministeriön helmikuussa 2014 julkaisemia ohjeita noudattaen.

Naapuripuistot Valkiavaara (45 voimalaa), Karhakkamaa (48 voimalaa), Haapamaa (56 voimalaa), Kolopetäjä (77 voimalaa) ja Kummunmaa ja Repojänkkä (22 voimalaa) on huomioitu yhteisvaikutusten mallinnuksissa (kappale 6.4-6.5). Valkiavaaran voimalatyyppi on V162 5,6 MW, jonka kokonaisäänitaso on 104,3 +4,0 dB(A). Karhakkamaan voimalatyyppi on V162 6,0 MW, jonka kokonaisäänitaso on 104,3 +2,0 dB(A). Haapamaan voimalatyyppi on V172 7,2 MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,8 +2,0 dB(A). Kolopetäjän voimalatyyppi on V172 7,2 MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,8 +2,0 dB(A). Kummunmaan ja Repojänkän voimalatyyppi on N175 6,8 MW, jonka kokonaisäänitaso on 108,9 +2,0 dB(A).

3 MELU

3.1 YLEISTÄ

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

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

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

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

3.2 MELUN MUODOSTUMINEN

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

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

puhaltaa voimalan suunnasta. Lämpötila ja ilmankosteus vaikuttavat melun voimakkuuteen. Oleelliset 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 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

4.2 ASUMISTERVEYSASETUksen TOIMENPIDERAJAT

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

Taulukko 3. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat yöaikaiselle pienitaajuiselle sisämelulle.

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

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

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

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

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

5 LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT

5.1 LÄHTÖTIEDOT

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

Mallinnuksessa on käytetty tuulivoimalavalmistajan ilmoittamia melupäästön takuuarvoja. Äänitehotasot on ilmoitettu 1/3 oktaavikaistoittain. Turbiinivalmistajien äänitiedot sisältävät epävarmuusmarginaalin. Vestaksen käyttämä epävarmuusmarginaali ei ole suoraan verrattavissa IEC TS 61400-14 -standardiin, johon ympäristöministeriön ohjeet viittaavat. Tästä johtuen lähtömelutasoon on mallinnuksessa lisätty 2 dB:n epävarmuusmarginaali. Lisätyllä marginaalilla varmistetaan, että mallinnustulokset ovat riittävän konservatiiviset suhteessa ympäristöministeriön ohjeisiin ja lopulliseen voimalatyyppiin.

Mallinnuksessa käytetty voimalatyyppi on mainittu alla.

Taulukko 4. Hankkeen voimalatiedot.

Hankealue	Voimalat	Voimalan tornin korkeus (m)	Voimalan äänitehotaso (Lwa)	1/3 oktaavikaistoittainen äänispektri
Martimo	V172 7,2 MW	200	107,8+2,0	Käytössä
Valkiavaara	V162 5,6 MW	200	104,3+4,0*	Käytössä
Karhakkamaa	V162 6,0 MW	200	104,3+2,0	Käytössä
Haapamaa	V172 7,2 MW	200	107,8+2,0	Käytössä
Kolopetäjä	V172 7,2 MW	200	107,8+2,0	Käytössä
Kummunmaa ja Repojätkä	N175 6,8 MW	220	108,9+2,0	Käytössä

**Valkiavaaran meluselvityksissä on tarkastettu kaksi vaihtoehtoa, joista toisessa on käytetty 2 dB(A) varmuusmarginaalia ja toisessa 4 dB(A) varmuusmarginaalia. Tämän vuoksi tässä raportissa on käytetty korkeampaa varmuusarvoa.*

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 kymmenen metrin korkeusmallia ja alueen maanpinnan korkeus 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 yhteismeluvaikutukset on otettu huomioon. Alueelta valittiin 10 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 äänenvoimakkuuden merkittävät jaksottaiset vaihtelut lisäävät melun häiritsevyyttä. Amplitudimodulaatio on paikallisista olosuhteista ja voimalatyyppistä riippuva ilmiö. Ilmiötä ei pysty mallintamaan etukäteen, vaan se pystytään varmistamaan ainoastaan käytönaikaisilla melumittauksilla. Amplitudimodulaatiota ei mainita valtioneuvoston asetuksessa tuulivoimaloiden ulkomelutasoa koskien, eikä ilmiön todentamiseksi ole olemassa vakioitua menetelmää. Aiheesta on tehty kansainvälisiä tutkimuksia (esim. Bertagnolio, 2014), joiden mukaan havaittu amplitudimodulaatio on mahdollista hallita teknisesti.

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

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

missä

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

L_w	on tuulivoimalan 1/3-oktaavikaistan äänitehotaso [dB]
d_1	on tuulivoimalan navan etäisyys altistuvasta kohteesta [m]
A_{gr}	on heijastavan pinnan tuottama korjaus [dB]
A_{atm}	on ilmakehän tuottama vaimennus lämpötilassa 15 C° ja 70 % suhteellisessa kosteudessa [dB/km]
d_2	on tuulivoimalan navan etäisyys altistuvasta kohteesta [km]

(Ympäristöministeriö 2014).

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

Äänieristys, DL_σ , on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Äänieristyskertoimet.

f/ Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
DL_σ (DSO 1284)	6.6	8.4	10.8	11.4	13	16.6	19.7	21.2	20.2	21.2	25.0
DL_σ (Anojanssi-)	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

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

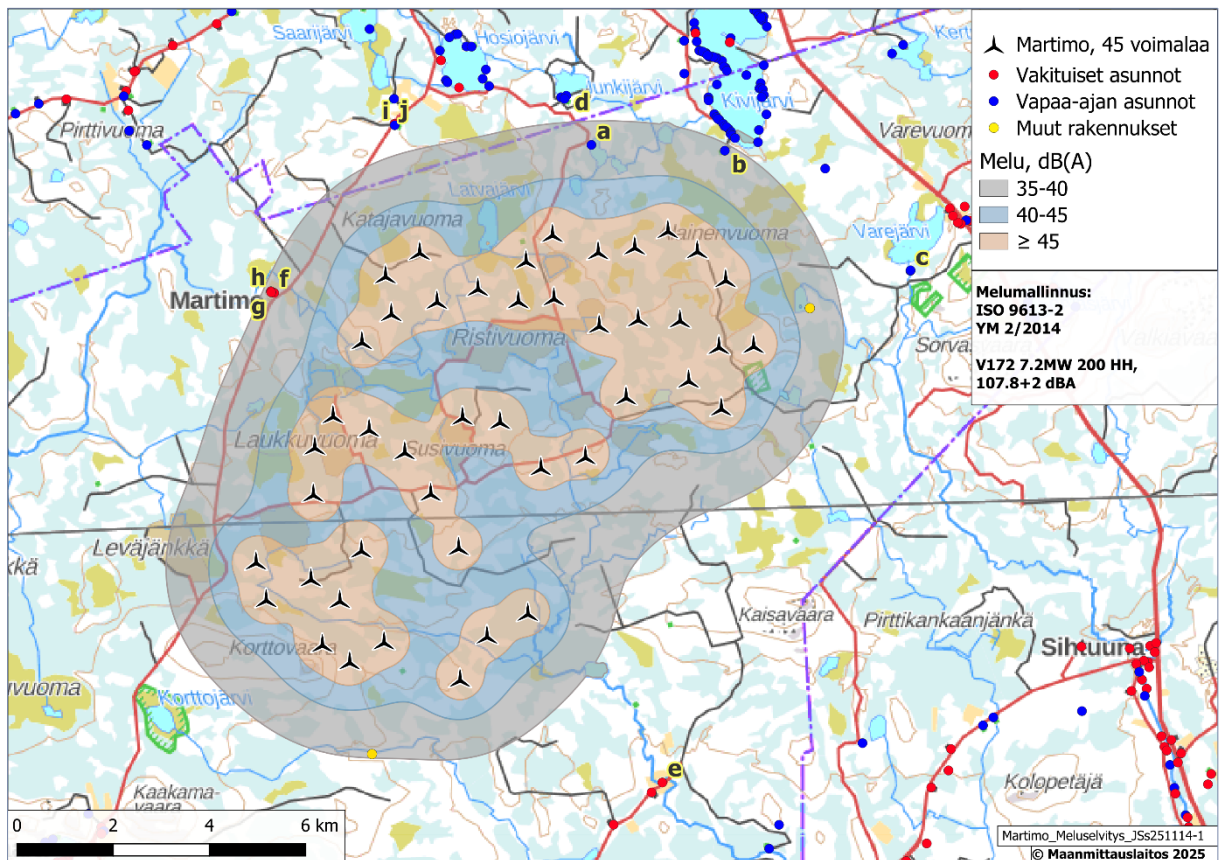
6.2 RAKENTAMISEN AIKAiset VAIKUTUKSET

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

Melumallinnuksessa on käytetty Vestaksen V172 7,2MW serrated blade -voimalaa, jonka kokonaisäänitaso on 107,8+2,0 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Melumallinnuksessa on käytetty 45 voimalan sijoitus suunnitelmaa. Voimaloiden koordinaatit löytyvät liitteestä 6.



Kuva 1. Martimon tuulivoimapuiston melumallinnus (45 voimalaa), V172 7,2MW 200HH, 107,8+2,0 dB(A). Kymmenen havainnointipistettä on merkitty kuvaan kirjaimilla.

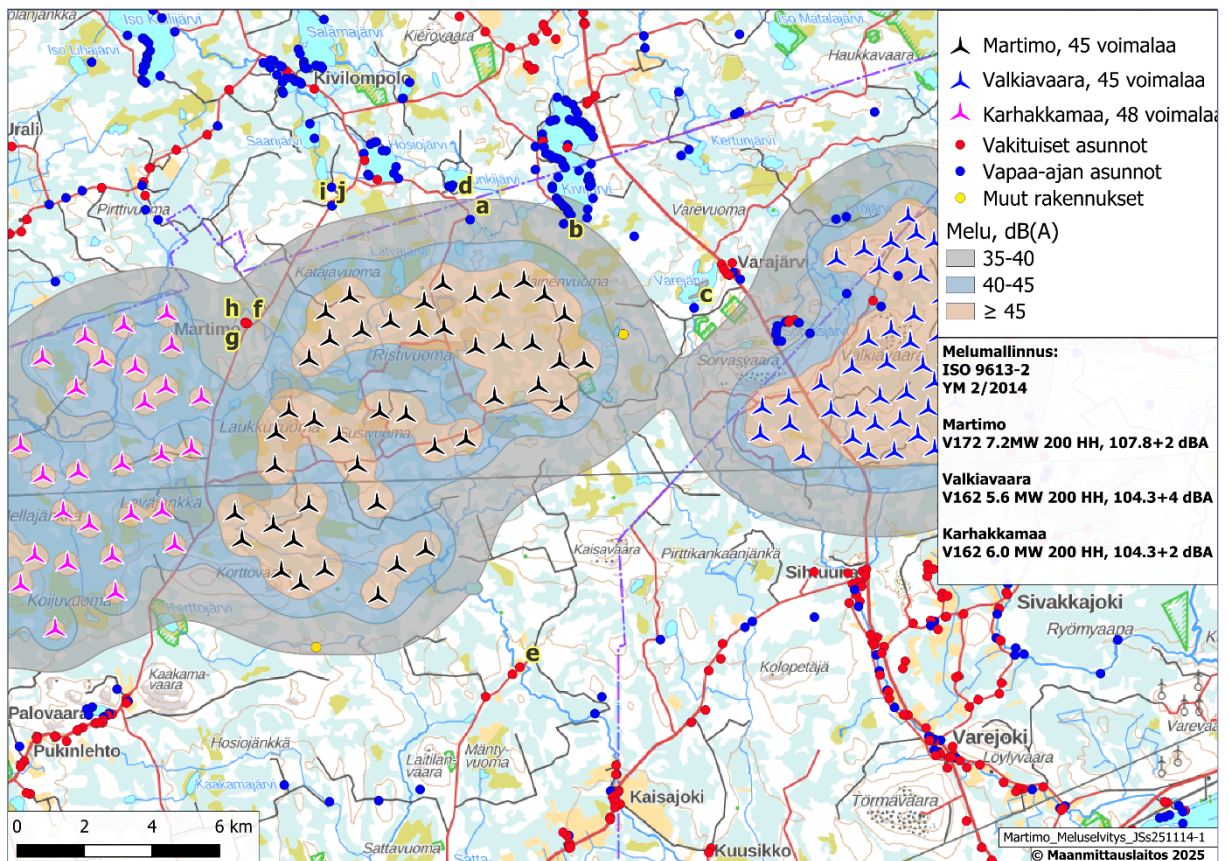
Melumallinnuksien mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A). Alueen läheisyydestä on valittu 10 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 1.

Äänitaso lähimpien asuinrakennusten ja loma-asuntojen alueella on alle 38,0 dB(A), eli alle valtioneuvoston asetuksen mukaisen ohjearvon. Korkein äänitaso lähialueella sijaitsevan havaintopisteen kohdalla on 37,3 dB(A) (vapaa-ajan asunto a).

Kuvaan on merkitty keltaisella muut rakennukset, jotka sijaitsevat Martimon alueella lähellä voimaloita. Näitä rakennuksia ei ole huomioitu mallinnuksen tuloksissa. Tuulivoimapuiston alueella, voimaloiden välittömässä läheisyydessä, äänitaso on yli 45 dB(A), joten melulla saattaa olla vaikutuksia esimerkiksi alueen virkistyskäyttöön.

6.4 YHTEISVAIKUTUSTEN MALLINNUKSEEN, VALKIAVAARA JA KARHAKKAMAA

Alla esitellään meluvaikutukset, kun naapuripuistojen tuulivoimalat on myös otettu huomioon. Martimo (45 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä V172 7,2MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,8+2,0 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Valkiavaara (45 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä V162 5,6MW, jonka kokonaisäänitaso on 104,3+4,0 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Karhakkamaa (48 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä V162 6,0MW, jonka kokonaisäänitaso on 104,3+2,0 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Naapurihankkeiden koordinaatit löytyvät liitteestä 6.

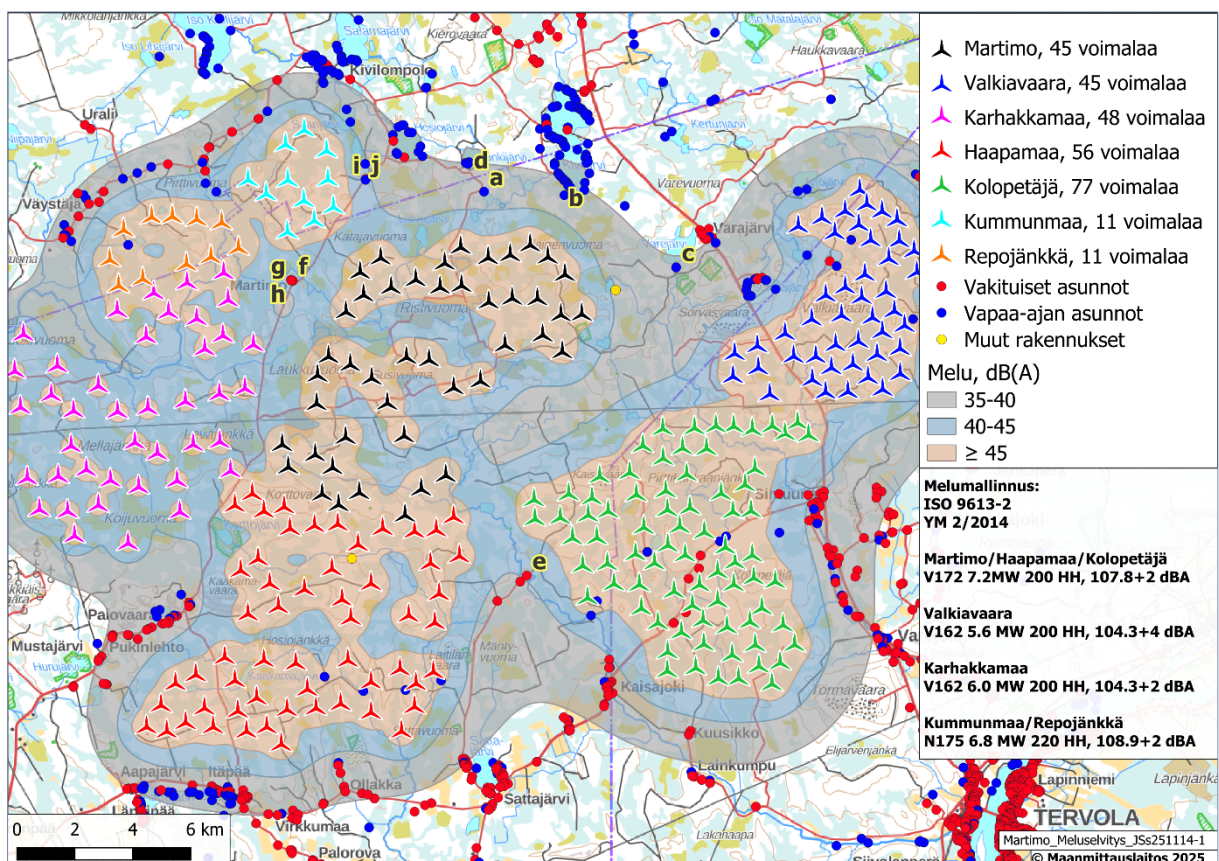


Kuva 2. Martimon, Karhakkamaan ja Valkiavaaran yhteisvaikutusten melumallinnus.

Yhteisvaikutusten mallinnuksen mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen ohjearvoa 40 dB(A). Korkein äänitaso Martimon alueella sijaitsevassa havaintopisteessä on 37,6 dB(A) (vapaa-ajan asunto a). Alueen läheisyydestä on valittu 10 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 2.

6.5 YHTEISVAIKUTUSTEN MALLINNUS, KAIKKI NAAPURIPUISTOT

Alla esitellään meluvaikutukset, kun kaikkien naapuripuistojen tuulivoimalat on otettu huomioon. Martimo (45 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä V172 7,2MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,8+2,0 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Valkiavaara (45 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä V162 5,6MW, jonka kokonaisäänitaso on 104,3+4,0 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Karhakkamaa (48 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä V162 6,0MW, jonka kokonaisäänitaso on 104,3+2,0 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Haapamaa (56 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä V172 7,2MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,8+2,0 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Kolopetäjä (77 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä V172 7,2MW, jonka kokonaisäänitaso on 107,8+2,0 dB(A) ja napakorkeus 200 metriä. Kummunmaa ja Repojätkä (22 voimalaa) on mallinnettu voimalatyypillä N175 6,8MW, jonka kokonaisäänitaso on 108,9+2,0 dB(A) ja napakorkeus 220 metriä. Naapurihankkeiden koordinaatit löytyvät liitteestä 6.



Kuva 3. Martimon (45 voimalaa) ja naapuripuistojen yhteisvaikutusten melumallinnus.

Kun huomioidaan kaikki naapuripuistot, 40 dBA:n ohjearvo ylittyy kuudessa pisteessä (e–j), joista pisteissä i (vapaa-ajan asunto) ja j (vakituinen asunto) on laskennallisesti korkein

melutaso, 40,9 dBA. Kun tarkastellaan pelkästään Martimoa, ohjearvo ei ylity, vaan ylitykset johtuvat naapuripuistoista. Koska osa hankkeista (Haapamaa, Kolopetäjä, Kummunmaa ja Repojänkkä) on vielä suunnittelun alkuvaiheessa ja ne etenevät Martimon hanketta jäljessä, on todennäköistä, että niiden sijoitussuunnitelmat muuttuvat vielä, tai osa hankkeista ei toteudu. Yhteisvaikutuksia tullaan arvioimaan näiden hankkeiden osalta erikseen niiden edetessä. Alueen läheisyydestä on valittu 10 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 2.

6.6 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 3-5.

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 Martimon tuulivoimaloiden pienitaajuisen melun vaikutukset ovat melko vähäiset.

6.7 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.

6.8 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.

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 (2023). *Maanmittauslaitoksen avoimen tietoaaineiston CC 4.0 -lisenssi*.
<http://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/avoimien-aineistojen-tiedostopalvelu>

Nordex (2025). Nordex N175/6.X : Third octave sound power levels. Doc. no.: F008_278_A17_EN
Revision 07, Date: 2025-01-21.

Sosiaali- ja Terveysministeriö (2015). *Asumisterveysasetus. Helsinki*. Saatavilla:
<http://www.stm.fi/tiedotteet/tiedote/-/view/1907834>

Valtioneuvosto (2015). *Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista*.
Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20151107>

Vestas (2024). *Sound Performance Specification EnVentus™ V162-5.6MW*. DMS 0180-3964_00.
Date: 2024-10-31

Vestas (2024). *Sound Performance Specification EnVentus™ V162-6.0MW*. DMS 0180-3964_00.
Date: 2024-10-31

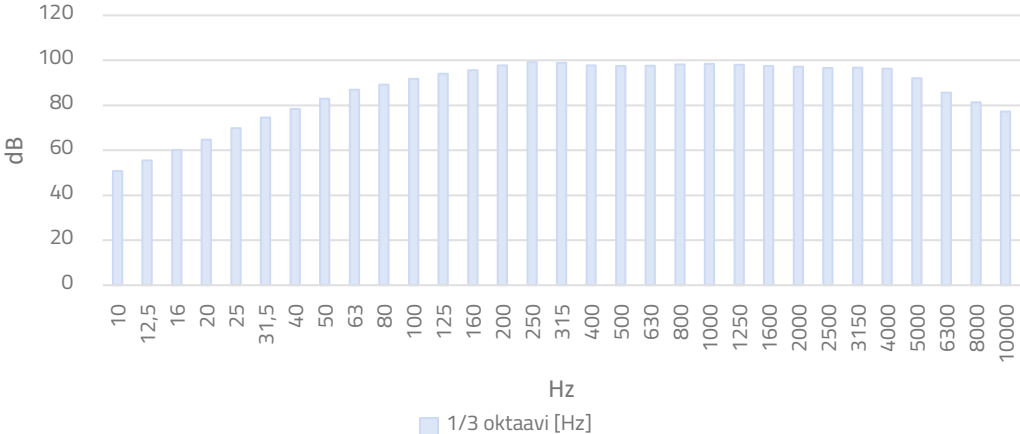
Vestas (2022). *Sound Performance Specification EnVentus™ V172-7.2MW*. DMS 0180-4980_01.
Date: 2024-11-18

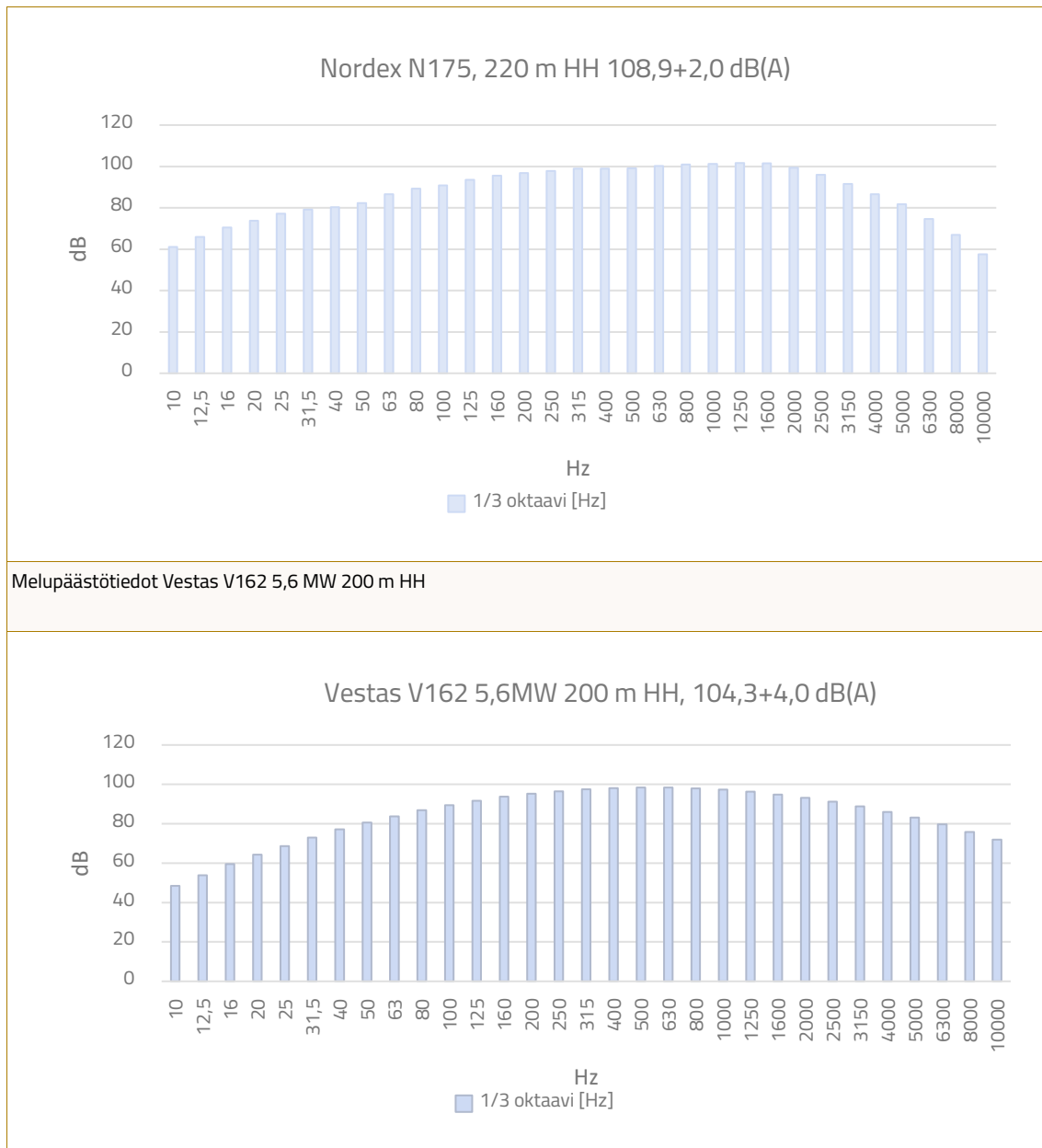
Ympäristöministeriö (2016). *Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys 2016*. Saatavilla:
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10138/42937>

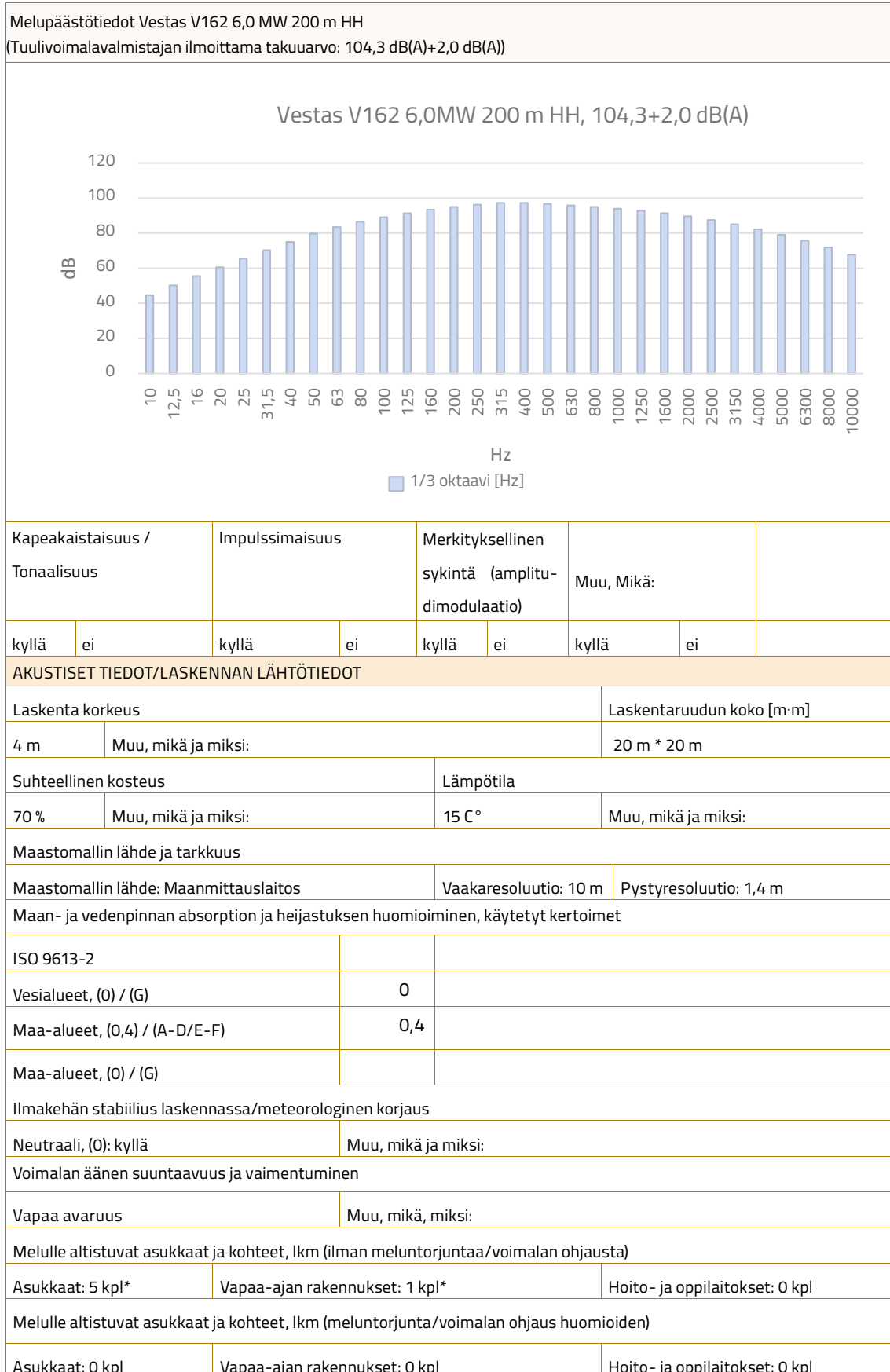
Ympäristöministeriö (2014). *Tuulivoimaloiden melun mallintaminen. Helsinki*. Saatavilla:
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42937/OH_2_2014.pdf?sequence=1

Ympäristöministeriö, (2016). Yhteenveto tuulivoimaloiden melupäästön takuuarvon käyttämisestä meluselvityksissä liittyvästä kyselystä. PDF-document

9 MALLINNUSTIETOJEN RAPORTTI, MARTIMO

RAPORTIN JA RAPORTOIJAN TIEDOT				*tarkentavat tiedot voi esittää kartalla tai muissa liitteissä																																																																	
Mallinnusraportti numero/tunniste: JSs251110-1			Raportin hyväksyntäpäivämäärä: 18.11.2025																																																																		
Tekijä/organisaatio, yhteystiedot: Etha Oy, Vaasanpuistikko 14 B11, 65100 VAASA, puh. +358 2900 20440																																																																					
Vastuuhenkilöt: Jesper Smeds																																																																					
Laatija: Jesper Smeds			Tarkastaja/hyväksyjä: Elina Sippola																																																																		
MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT																																																																					
Mallinnusohjelma ja versio: windPRO Ver4.2			Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2																																																																		
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)																																																																					
Tuulivoimalan valmistaja: Vestas			Tyyppi: V172-7,2 MW		Sarjanumero/t:																																																																
Nimellisteho: 7,2 MW	Napakorkeus: 200 m		Roottorin halkaisija: 172 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	Ei tiedossa	Ei	Ei tiedossa		dB																																																																
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT																																																																					
Melupäästötiedot Vestas V172 7,2 MW 200 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 107,8 dB(A) + 2,0 dB(A))																																																																					
Vestas V172, 200 m HH 107,8+2,0 dB(A) <table><caption>Vestas V172, 200 m HH 107,8+2,0 dB(A)</caption><thead><tr><th>Frequency (Hz)</th><th>Sound Pressure Level (dB)</th></tr></thead><tbody><tr><td>10</td><td>50</td></tr><tr><td>12,5</td><td>55</td></tr><tr><td>16</td><td>60</td></tr><tr><td>20</td><td>65</td></tr><tr><td>25</td><td>70</td></tr><tr><td>31,5</td><td>75</td></tr><tr><td>40</td><td>80</td></tr><tr><td>50</td><td>85</td></tr><tr><td>63</td><td>88</td></tr><tr><td>80</td><td>90</td></tr><tr><td>100</td><td>92</td></tr><tr><td>125</td><td>94</td></tr><tr><td>160</td><td>96</td></tr><tr><td>200</td><td>98</td></tr><tr><td>250</td><td>100</td></tr><tr><td>315</td><td>100</td></tr><tr><td>400</td><td>98</td></tr><tr><td>500</td><td>97</td></tr><tr><td>630</td><td>98</td></tr><tr><td>800</td><td>98</td></tr><tr><td>1000</td><td>98</td></tr><tr><td>1250</td><td>98</td></tr><tr><td>1600</td><td>97</td></tr><tr><td>2000</td><td>97</td></tr><tr><td>2500</td><td>96</td></tr><tr><td>3150</td><td>97</td></tr><tr><td>4000</td><td>96</td></tr><tr><td>5000</td><td>92</td></tr><tr><td>6300</td><td>88</td></tr><tr><td>8000</td><td>85</td></tr><tr><td>10000</td><td>80</td></tr></tbody></table> 1/3 oktaavi [Hz]						Frequency (Hz)	Sound Pressure Level (dB)	10	50	12,5	55	16	60	20	65	25	70	31,5	75	40	80	50	85	63	88	80	90	100	92	125	94	160	96	200	98	250	100	315	100	400	98	500	97	630	98	800	98	1000	98	1250	98	1600	97	2000	97	2500	96	3150	97	4000	96	5000	92	6300	88	8000	85	10000	80
Frequency (Hz)	Sound Pressure Level (dB)																																																																				
10	50																																																																				
12,5	55																																																																				
16	60																																																																				
20	65																																																																				
25	70																																																																				
31,5	75																																																																				
40	80																																																																				
50	85																																																																				
63	88																																																																				
80	90																																																																				
100	92																																																																				
125	94																																																																				
160	96																																																																				
200	98																																																																				
250	100																																																																				
315	100																																																																				
400	98																																																																				
500	97																																																																				
630	98																																																																				
800	98																																																																				
1000	98																																																																				
1250	98																																																																				
1600	97																																																																				
2000	97																																																																				
2500	96																																																																				
3150	97																																																																				
4000	96																																																																				
5000	92																																																																				
6300	88																																																																				
8000	85																																																																				
10000	80																																																																				
Melupäästötiedot Nordex V175 6,8 MW 220 m HH (Tuulivoimalavalmistajan ilmoittama takuuarvo: 108,9 dB(A) + 2,0 dB(A))																																																																					





Melun leviäminen virkistys- tai luonnonsuojelualueille	
Virkistysalueet: 0 kpl	Luonnonsuojelualueet: 0 kpl

* Meluarvot ylittyvät vain yhteisvaikutusten mallinnuksessa, kun kaikki naapuripuistot on otettu huomioon.

LIITE 1: MELUMALLINNUKSEN TULOKSET

Taulukko 7. Martimon mallinnuksen meluarvot valituissa kohteissa.

Havainnointipiste	Asunnon luokka	Itäinen Koord. (ETRS- TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS- TM35FIN)	Ohje- arvo [dB(A)]	Melu [dB(A)]	Ohjearvojen ylitys
a	Vapaa-ajan asunto	382728	7352348	40	37,3	Ei
b	Vapaa-ajan asunto	385499	7352227	40	35,5	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	389356	7349730	40	30,1	Ei
d	Vapaa-ajan asunto	382169	7353304	40	33,5	Ei
e	Vakituinen asunto	384201	7339092	40	28,1	Ei
f	Vakituinen asunto	376132	7349272	40	35,8	Ei
g	Vakituinen asunto	376073	7349283	40	35,6	Ei
h	Vakituinen asunto	376066	7349305	40	35,5	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	378639	7352756	40	33,1	Ei
j	Vakituinen asunto	378634	7352785	40	33,0	Ei

LIITE 2: MELUMALLINNUKSEN TULOKSET: YHTEISVAIKUTUKSET

Taulukko 8. Martimon, Karhakkamaan ja Valkiavaaran yhteisvaikutukset. Meluarvot valituissa kohteissa.

Havainnointipiste	Asunnon luokka	Itäinen Koord. (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS-TM35FIN)	Ohje-arvo [dB(A)]	Melu [dB(A)]	Ohjearvojen ylitys
a	Vapaa-ajan asunto	382728	7352348	40	37,6	Ei
b	Vapaa-ajan asunto	385499	7352227	40	36,0	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	389356	7349730	40	34,0	Ei
d	Vapaa-ajan asunto	382169	7353304	40	33,9	Ei
e	Vakituinen asunto	384201	7339092	40	29,3	Ei
f	Vakituinen asunto	376132	7349272	40	37,2	Ei
g	Vakituinen asunto	376073	7349283	40	37,1	Ei
h	Vakituinen asunto	376066	7349305	40	37,1	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	378639	7352756	40	33,6	Ei
j	Vakituinen asunto	378634	7352785	40	33,6	Ei

Taulukko 9. Martimon ja kaikki naapuripuistojen yhteisvaikutukset. Meluarvot valituissa kohteissa.

Havainnointipiste	Asunnon luokka	Itäinen Koord. (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS-TM35FIN)	Ohje-arvo [dB(A)]	Melu [dB(A)]	Ohjearvojen ylitys
a	Vapaa-ajan asunto	382728	7352348	40	38,1	Ei
b	Vapaa-ajan asunto	385499	7352227	40	36,5	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	389356	7349730	40	35,4	Ei
d	Vapaa-ajan asunto	382169	7353304	40	35,1	Ei
e	Vakituinen asunto	384201	7339092	40	40,3	Kyllä
f	Vakituinen asunto	376132	7349272	40	40,4	Kyllä
g	Vakituinen asunto	376073	7349283	40	40,5	Kyllä
h	Vakituinen asunto	376066	7349305	40	40,5	Kyllä
i	Vapaa-ajan asunto	378639	7352756	40	40,9	Kyllä
j	Vakituinen asunto	378634	7352785	40	40,9	Kyllä

LIITE 3: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa. Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat. Pienitaajuinen melu on laskettu Martimon 45 tuulivoimalalle.

Taulukko 10. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

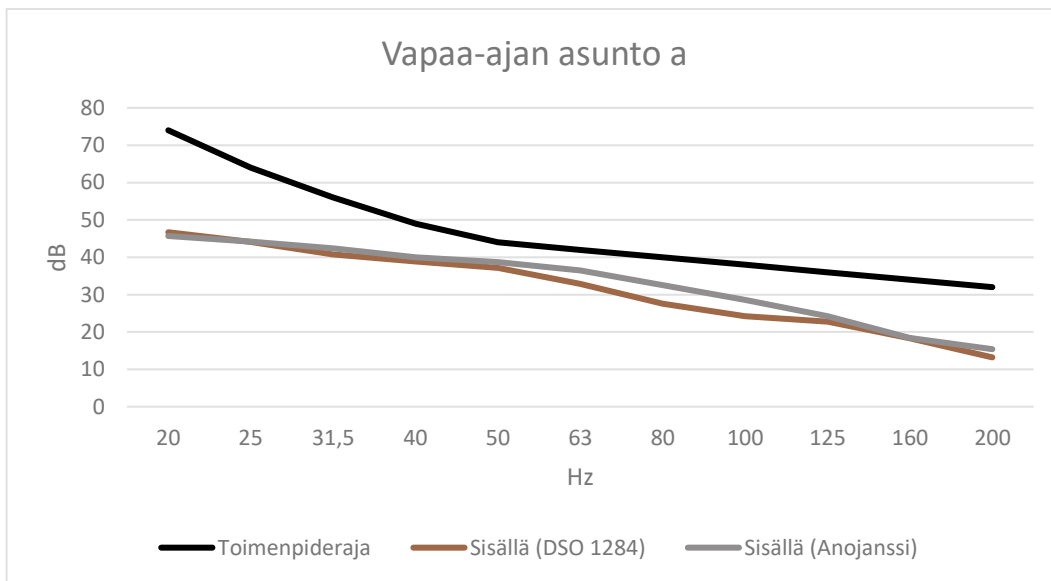
Taajuus	Melutaso kohteissa (dB)									
Hz	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
20	53,3	52,3	49,0	51,4	47,9	52,8	52,6	52,6	51,1	51,0
25	52,5	51,4	48,1	50,5	47,0	51,9	51,7	51,7	50,2	50,1
31,5	51,6	50,6	47,2	49,6	46,1	51,0	50,9	50,9	49,3	49,3
40	50,3	49,3	45,9	48,3	44,7	49,7	49,6	49,6	48,0	47,9
50	50,2	49,1	45,6	48,1	44,5	49,6	49,4	49,4	47,8	47,7
63	49,5	48,5	44,9	47,4	43,7	48,9	48,8	48,7	47,1	47,0
80	47,3	46,3	42,5	45,1	41,3	46,7	46,5	46,5	44,8	44,8
100	45,4	44,3	40,4	43,1	39,0	44,7	44,6	44,5	42,8	42,7
125	43,0	41,9	37,7	40,6	36,1	42,3	42,1	42,1	40,2	40,1
160	39,5	38,3	33,7	36,8	31,8	38,7	38,5	38,4	36,4	36,3
200	38,2	37,0	31,9	35,3	29,6	37,3	37,1	37,1	34,8	34,7

Taulukko 11. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

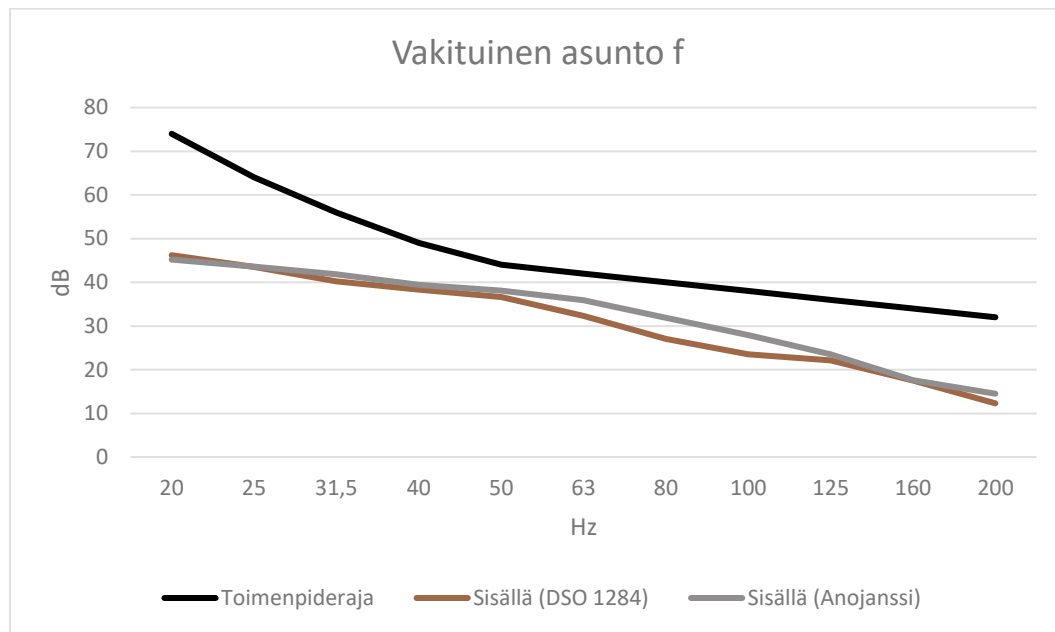
Taajuus	Melutaso kohteissa (dB)									
Hz	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
20	46,7	45,7	42,4	44,8	41,3	46,2	46,0	46,0	44,5	44,4
25	44,1	43,0	39,7	42,1	38,6	43,5	43,3	43,3	41,8	41,7
31,5	40,8	39,8	36,4	38,8	35,3	40,2	40,1	40,1	38,5	38,5
40	38,9	37,9	34,5	36,9	33,3	38,3	38,2	38,2	36,6	36,5
50	37,2	36,1	32,6	35,1	31,5	36,6	36,4	36,4	34,8	34,7
63	32,9	31,9	28,3	30,8	27,1	32,3	32,2	32,1	30,5	30,4
80	27,6	26,6	22,8	25,4	21,6	27,0	26,8	26,8	25,1	25,1
100	24,2	23,1	19,2	21,9	17,8	23,5	23,4	23,3	21,6	21,5
125	22,8	21,7	17,5	20,4	15,9	22,1	21,9	21,9	20,0	19,9
160	18,3	17,1	12,5	15,6	10,6	17,5	17,3	17,2	15,2	15,1
200	13,2	12,0	6,9	10,3	4,6	12,3	12,1	12,1	9,8	9,7

Taulukko 12. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

Taajuus Hz	Melutaso kohteissa (dB)									
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
20	45,7	44,7	41,4	43,8	40,3	45,2	45,0	45,0	43,5	43,4
25	44,2	43,1	39,8	42,2	38,7	43,6	43,4	43,4	41,9	41,8
31,5	42,4	41,4	38,0	40,4	36,9	41,8	41,7	41,7	40,1	40,1
40	40,0	39,0	35,6	38,0	34,4	39,4	39,3	39,3	37,7	37,6
50	38,7	37,6	34,1	36,6	33,0	38,1	37,9	37,9	36,3	36,2
63	36,5	35,5	31,9	34,4	30,7	35,9	35,8	35,7	34,1	34,0
80	32,5	31,5	27,7	30,3	26,5	31,9	31,7	31,7	30,0	30,0
100	28,6	27,5	23,6	26,3	22,2	27,9	27,8	27,7	26,0	25,9
125	24,2	23,1	18,9	21,8	17,3	23,5	23,3	23,3	21,4	21,3
160	18,4	17,2	12,6	15,7	10,7	17,6	17,4	17,3	15,3	15,2
200	15,4	14,2	9,1	12,5	6,8	14,5	14,3	14,3	12,0	11,9



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



Kuva 5. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vakituksessa asunnossa f.

LIITE 4: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA, YHTEISVAIKUTUKSET KARHAKKAMAA JA VALKIVAARA

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 Martimo (45 voimalaa), Karhakkamaa (48 tuulivoimalaa) ja Valkivaara (45 voimalaa) ovat toiminnassa.

Taulukko 13. Pientaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

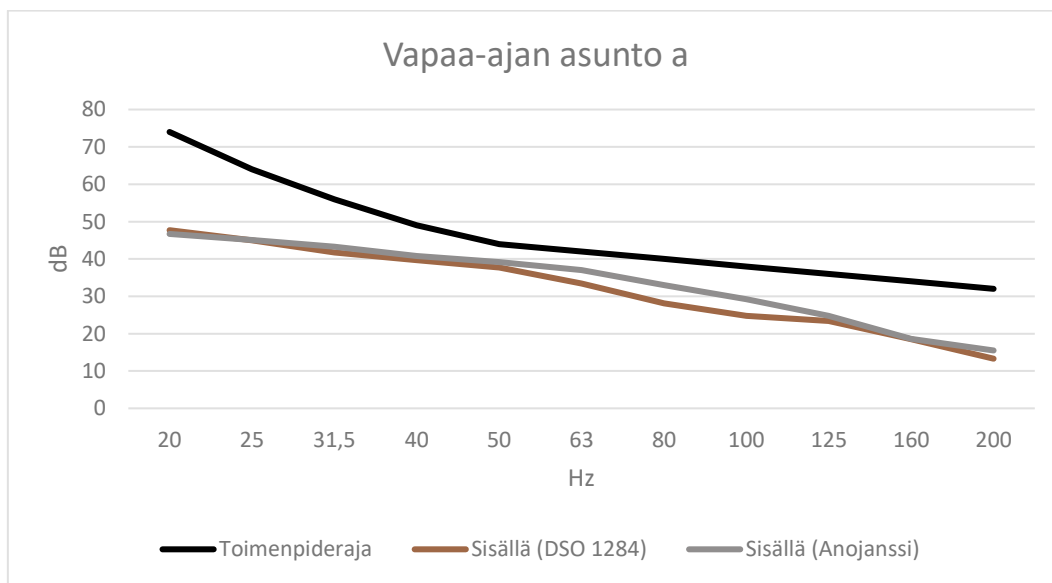
Taajuus	Melutaso kohteissa (dB)									
Hz	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
20	54,3	53,8	54,3	52,7	50,3	54,7	54,6	54,6	52,4	52,4
25	53,4	52,9	53,4	51,7	49,3	53,8	53,8	53,8	51,5	51,5
31,5	52,5	52,0	52,3	50,8	48,3	52,9	52,9	52,8	50,6	50,5
40	51,1	50,5	50,6	49,3	46,7	51,5	51,4	51,4	49,1	49,1
50	50,7	50,0	49,6	48,9	46,0	51,0	50,9	50,9	48,6	48,6
63	50,0	49,2	48,4	48,0	45,0	50,2	50,1	50,1	47,8	47,8
80	47,8	47,1	46,5	45,8	42,7	48,2	48,1	48,1	45,6	45,6
100	46,0	45,3	45,6	44,0	40,9	47,0	47,0	47,0	43,9	43,8
125	43,6	42,9	43,4	41,4	38,0	44,9	44,9	44,9	41,3	41,3
160	39,7	38,8	38,3	37,2	32,9	40,6	40,6	40,5	37,0	37,0
200	38,3	37,2	34,9	35,4	30,0	38,4	38,3	38,3	35,1	35,0

Taulukko 14. Pientaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyysarvoja.

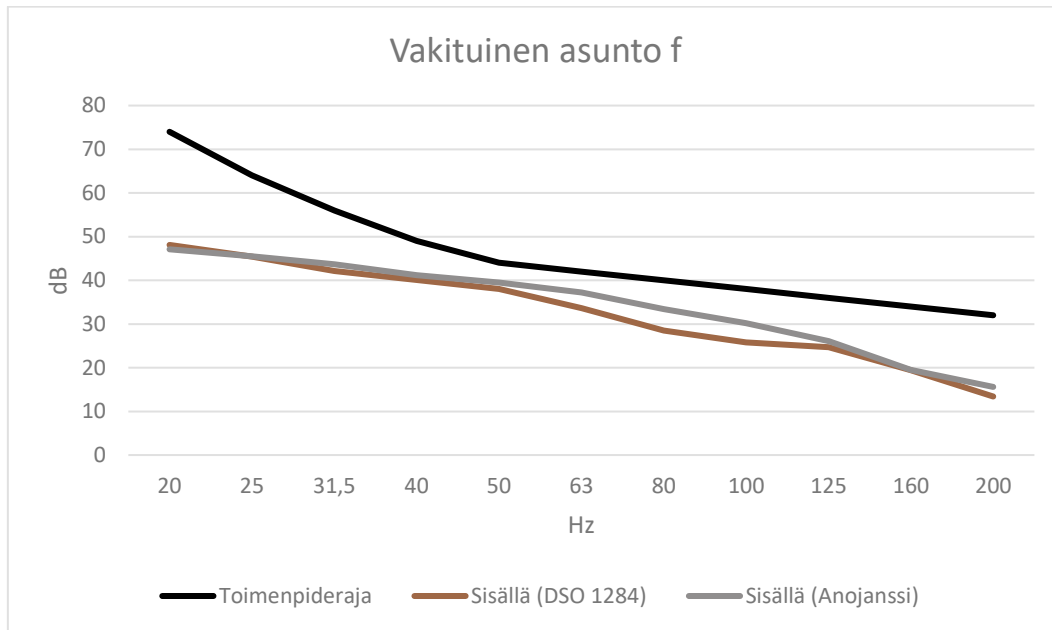
Taajuus	Melutaso kohteissa (dB)									
Hz	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
20	47,7	47,2	47,7	46,1	43,7	48,1	48,0	48,0	45,8	45,8
25	45,0	44,5	45,0	43,3	40,9	45,4	45,4	45,4	43,1	43,1
31,5	41,7	41,2	41,5	40,0	37,5	42,1	42,1	42,0	39,8	39,7
40	39,7	39,1	39,2	37,9	35,3	40,1	40,0	40,0	37,7	37,7
50	37,7	37,0	36,6	35,9	33,0	38,0	37,9	37,9	35,6	35,6
63	33,4	32,6	31,8	31,4	28,4	33,6	33,5	33,5	31,2	31,2
80	28,1	27,4	26,8	26,1	23,0	28,5	28,4	28,4	25,9	25,9
100	24,8	24,1	24,4	22,8	19,7	25,8	25,8	25,8	22,7	22,6
125	23,4	22,7	23,2	21,2	17,8	24,7	24,7	24,7	21,1	21,1
160	18,5	17,6	17,1	16,0	11,7	19,4	19,4	19,3	15,8	15,8
200	13,3	12,2	9,9	10,4	5,0	13,4	13,3	13,3	10,1	10,0

Taulukko 15. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyyssarvoja.

Taajuus Hz	Melutaso kohteissa (dB)									
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
20	46,7	46,2	46,7	45,1	42,7	47,1	47,0	47,0	44,8	44,8
25	45,1	44,6	45,1	43,4	41,0	45,5	45,5	45,5	43,2	43,2
31,5	43,3	42,8	43,1	41,6	39,1	43,7	43,7	43,6	41,4	41,3
40	40,8	40,2	40,3	39,0	36,4	41,2	41,1	41,1	38,8	38,8
50	39,2	38,5	38,1	37,4	34,5	39,5	39,4	39,4	37,1	37,1
63	37,0	36,2	35,4	35,0	32,0	37,2	37,1	37,1	34,8	34,8
80	33,0	32,3	31,7	31,0	27,9	33,4	33,3	33,3	30,8	30,8
100	29,2	28,5	28,8	27,2	24,1	30,2	30,2	30,2	27,1	27,0
125	24,8	24,1	24,6	22,6	19,2	26,1	26,1	26,1	22,5	22,5
160	18,6	17,7	17,2	16,1	11,8	19,5	19,5	19,4	15,9	15,9
200	15,5	14,4	12,1	12,6	7,2	15,6	15,5	15,5	12,3	12,2



Kuva 6. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa a.



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

LIITE 5: PIENITAAJUISEN MELUN LASKENTA, YHTEISVAIKUTUKSET KAIKKI NAAPURIPUISTOT

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 Martimo (45 voimalaa), Karhakkamaa (48 tuulivoimalaa), Valkiavaara (45 voimalaa), Haapamaa (56 voimalaa), Kolopetäjä (77 voimalaa) ja Kummunmaa ja Repojätkä (22 voimalaa) ovat toiminnassa.

Taulukko 16. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

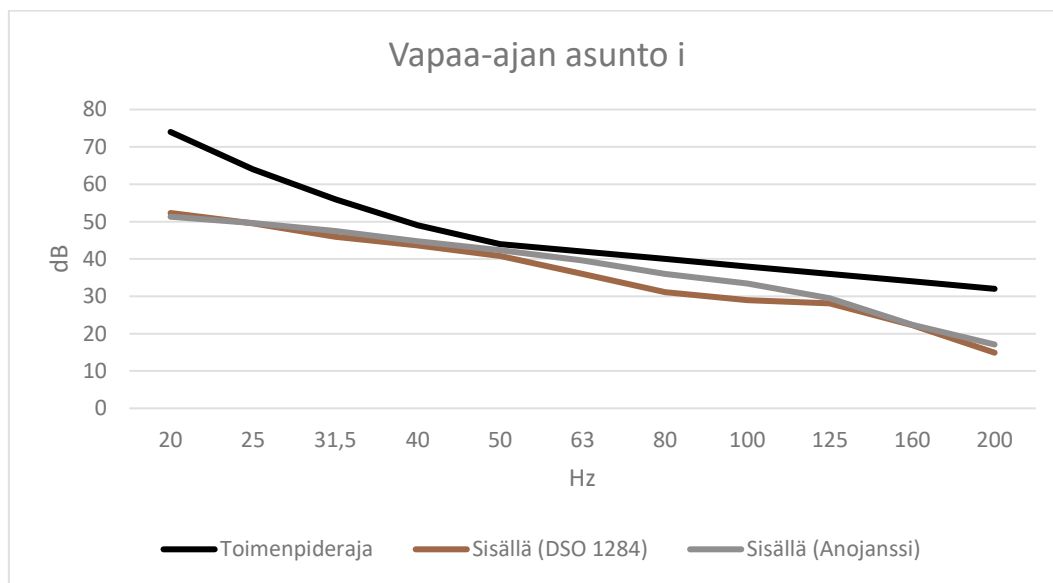
Taajuus	Melutaso kohteissa (dB)									
Hz	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
20	57,9	56,6	56,6	57,6	58,2	62,8	62,9	62,9	58,9	63,6
25	56,2	55,1	55,4	55,7	57,1	60,6	60,6	60,7	57,9	61,1
31,5	54,5	53,7	54,1	53,6	56,1	57,8	57,8	57,9	56,7	58,0
40	52,6	51,9	52,4	51,5	54,7	55,1	55,1	55,1	55,0	54,8
50	51,9	51,3	51,5	50,6	54,4	53,7	53,7	53,7	53,8	53,0
63	51,2	50,4	50,5	49,8	53,7	53,1	53,0	53,1	52,6	52,5
80	49,0	48,2	48,4	47,5	51,5	51,1	51,1	51,1	50,8	50,5
100	46,9	46,2	46,9	45,3	49,5	49,2	49,2	49,2	50,2	48,1
125	44,4	43,6	44,5	42,6	47,0	47,1	47,1	47,1	48,3	45,9
160	40,4	39,4	39,6	38,4	43,2	43,2	43,2	43,2	43,5	42,4
200	38,8	37,6	36,4	36,3	41,7	41,1	41,0	41,1	39,9	40,6

Taulukko 17. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen DSO 1284 mukaisia ääneneristävyysarvoja.

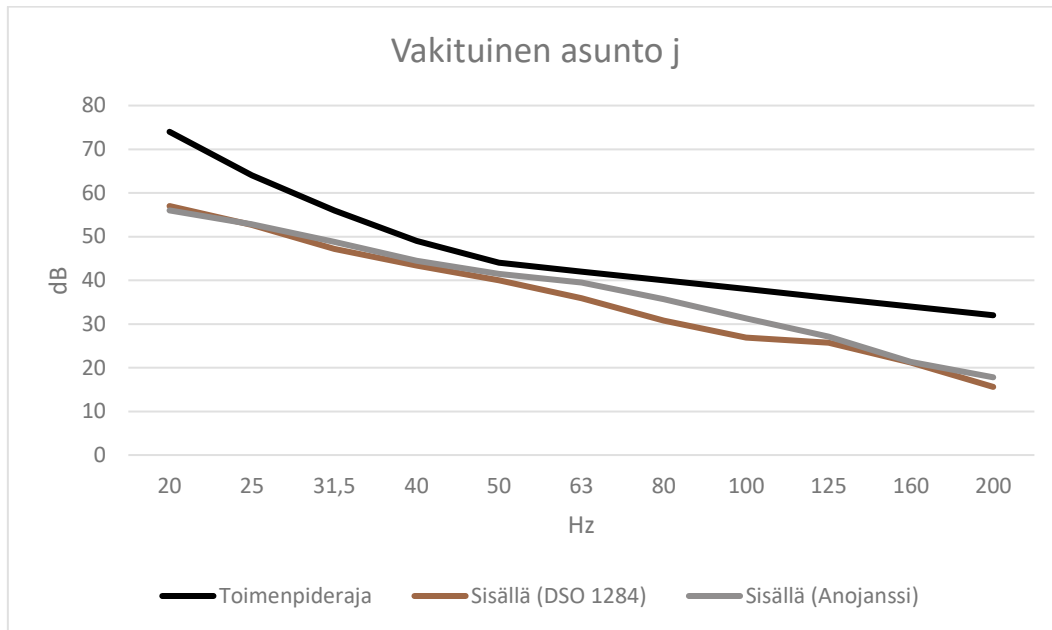
Taajuus	Melutaso kohteissa (dB)									
Hz	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
20	51,3	50,0	50,0	51,0	51,6	56,2	56,3	56,3	52,3	57,0
25	47,8	46,7	47,0	47,3	48,7	52,2	52,2	52,3	49,5	52,7
31,5	43,7	42,9	43,3	42,8	45,3	47,0	47,0	47,1	45,9	47,2
40	41,2	40,5	41,0	40,1	43,3	43,7	43,7	43,7	43,6	43,4
50	38,9	38,3	38,5	37,6	41,4	40,7	40,7	40,7	40,8	40,0
63	34,6	33,8	33,9	33,2	37,1	36,5	36,4	36,5	36,0	35,9
80	29,3	28,5	28,7	27,8	31,8	31,4	31,4	31,4	31,1	30,8
100	25,7	25,0	25,7	24,1	28,3	28,0	28,0	28,0	29,0	26,9
125	24,2	23,4	24,3	22,4	26,8	26,9	26,9	26,9	28,1	25,7
160	19,2	18,2	18,4	17,2	22,0	22,0	22,0	22,0	22,3	21,2
200	13,8	12,6	11,4	11,3	16,7	16,1	16,0	16,1	14,9	15,6

Taulukko 18. Pienitaajuinen melu sisätiloissa, käyttäen Anojanssi-projektin mukaisia ääneneristävyys-arvoja.

Taajuus	Melutaso kohteissa (dB)									
Hz	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
20	50,3	49,0	49,0	50,0	50,6	55,2	55,3	55,3	51,3	56,0
25	47,9	46,8	47,1	47,4	48,8	52,3	52,3	52,4	49,6	52,8
31,5	45,3	44,5	44,9	44,4	46,9	48,6	48,6	48,7	47,5	48,8
40	42,3	41,6	42,1	41,2	44,4	44,8	44,8	44,8	44,7	44,5
50	40,4	39,8	40,0	39,1	42,9	42,2	42,2	42,2	42,3	41,5
63	38,2	37,4	37,5	36,8	40,7	40,1	40,0	40,1	39,6	39,5
80	34,2	33,4	33,6	32,7	36,7	36,3	36,3	36,3	36,0	35,7
100	30,1	29,4	30,1	28,5	32,7	32,4	32,4	32,4	33,4	31,3
125	25,6	24,8	25,7	23,8	28,2	28,3	28,3	28,3	29,5	27,1
160	19,3	18,3	18,5	17,3	22,1	22,1	22,1	22,1	22,4	21,3
200	16,0	14,8	13,6	13,5	18,9	18,3	18,2	18,3	17,1	17,8



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



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

LIITE 6: SJOITUSSUUNNITELMAT

Voimaloiden sijainnit on esitetty alla olevissa taulukoissa.

Taulukko 19. Martimon voimaloiden sijaintitiedot (45 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	385515	7349582	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
2	384925	7350182	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
3	384315	7350602	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
4	383625	7350262	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
5	382865	7350162	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
6	381915	7350522	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
7	381365	7349972	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
8	381945	7349202	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
9	382886	7348631	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
10	383695	7348762	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
11	384565	7348742	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
12	385375	7348192	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
13	386095	7348212	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
14	384745	7347492	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
15	385424	7346911	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
16	383445	7347142	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
17	382599	7345901	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
18	381675	7345672	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
19	380825	7346632	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
20	380045	7346722	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
21	381205	7349142	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
22	380365	7349402	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
23	379155	7350152	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
24	379515	7349132	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
25	378445	7349662	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
26	378564	7348877	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
27	377955	7348292	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
28	379384	7345139	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
29	378845	7346002	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
30	378105	7346472	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
31	376945	7345122	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
32	376975	7346102	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
33	377355	7346752	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
34	377944	7343958	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)

35	377495	7342914	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
36	376895	7343362	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
37	375754	7343711	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
38	375965	7342932	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
39	377132	7341998	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
40	377700	7341637	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
41	378415	7342052	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
42	379995	7341272	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
43	380555	7342172	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
44	381402	7342644	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
45	379965	7344012	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)

Taulukko 20. Valkiavaaran voimaloiden sijaintitiedot (45 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	396461	7351763	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
2	396978	7351468	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
3	391315	7346063	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
4	397054	7350748	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
5	396694	7350133	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
6	397568	7350397	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
7	397663	7349666	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
8	395868	7349587	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
9	395189	7349148	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
10	394517	7348868	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
11	393569	7351251	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
12	394387	7351538	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
13	395756	7348795	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
14	396598	7348997	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
15	396886	7348324	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
16	397238	7347823	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
17	397080	7347027	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
18	396471	7347605	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
19	396131	7348099	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
20	395061	7348178	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
21	395643	7347277	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
22	396289	7346820	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
23	395185	7351775	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
24	397086	7346156	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
25	396479	7345617	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
26	395978	7346033	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
27	395454	7346483	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
28	394858	7347160	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
29	394033	7348041	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
30	393111	7347547	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
31	394173	7346753	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
32	394054	7345954	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
33	394513	7345518	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
34	395691	7352506	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
35	395281	7345540	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
36	394711	7346364	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
37	391373	7346855	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)

38	392156	7347118	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
39	392188	7346356	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
40	392584	7345451	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
41	395934	7352012	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
42	395658	7351303	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
43	394832	7351016	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
44	393407	7346761	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)
45	396067	7350776	Vestas V162 5.6 MW, 200m HH, 104,3+4,0 dB(A)

Taulukko 21. Karhakkamaan voimaloiden sijaintitiedot (48 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	374736	7347056	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
2	374474	7345543	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
3	373976	7342693	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
4	373891	7348597	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
5	373800	7347653	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
6	373740	7349537	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
7	373605	7343705	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
8	373590	7345355	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
9	373085	7346908	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
10	372686	7343607	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
11	372501	7347950	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
12	372474	7349193	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
13	372416	7345095	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
14	372224	7341280	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
15	372129	7342359	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
16	371510	7347845	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
17	371449	7343308	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
18	371324	7348843	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
19	371122	7344859	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
20	370804	7347007	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
21	370803	7342142	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
22	370676	7343674	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
23	370438	7340195	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
24	370074	7344743	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
25	370063	7348217	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
26	369832	7342375	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
27	369412	7341511	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
28	369411	7345627	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
29	368998	7342740	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
30	368589	7340453	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
31	368556	7344768	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
32	368479	7343561	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
33	368350	7341301	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
34	368028	7342514	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
35	367995	7346325	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
36	367789	7345321	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
37	367378	7341368	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)

38	366959	7342448	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
39	366828	7347410	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
40	366724	7344893	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
41	366524	7346143	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
42	366148	7343226	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
43	365427	7344486	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
44	365365	7346806	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
45	365324	7345743	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
46	364479	7346544	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
47	364207	7345251	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)
48	363310	7346166	Vestas V162 6.0 MW, 200m HH, 104,3+2,0 dB(A)

Taulukko 22. Haapamaan voimaloiden sijaintitiedot (56 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	374727	7341905	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
2	371077	7333855	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
3	375827	7341455	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
4	373377	7333855	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
5	375927	7334455	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
6	380327	7334555	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
7	371777	7333705	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
8	377827	7338255	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
9	374877	7334855	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
10	375327	7338805	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
11	380377	7335355	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
12	372077	7335355	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
13	381077	7340655	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
14	376927	7334505	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
15	377477	7339305	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
16	374127	7341505	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
17	379877	7333705	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
18	375727	7333255	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
19	373777	7336255	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
20	376877	7340805	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
21	381877	7339755	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
22	377777	7334655	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
23	374527	7333705	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
24	380327	7340605	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
25	379827	7335855	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
26	372777	7335655	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
27	374327	7339255	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
28	378827	7338805	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
29	378827	7334355	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
30	375127	7341305	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
31	375127	7336155	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
32	371577	7334605	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
33	381677	7341105	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
34	380977	7335755	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
35	377677	7340855	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
36	372427	7334005	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
37	379227	7340705	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)

38	376227	7336055	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
39	381027	7337455	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
40	374577	7337755	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
41	374227	7334405	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
42	380127	7337705	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
43	376027	7340705	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
44	375227	7333855	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
45	378027	7336155	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
46	376527	7338605	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
47	380877	7339505	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
48	378827	7335405	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
49	378377	7340155	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
50	376627	7335155	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
51	373077	7334505	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
52	374927	7339655	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
53	381177	7338455	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
54	378127	7337605	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
55	375627	7338005	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
56	374127	7335455	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)

Taulukko 23. Kolopetäjän voimaloiden sijaintitiedot (77 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	393551	7344355	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
2	393926	7343935	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
3	393115	7343985	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
4	391987	7344125	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
5	391343	7344239	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
6	390729	7344248	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
7	389992	7344178	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
8	388896	7344154	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
9	390405	7343466	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
10	389579	7343483	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
11	388908	7343127	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
12	389721	7342577	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
13	388998	7342004	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
14	389055	7341354	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
15	388241	7340747	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
16	386620	7340385	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
17	385780	7340379	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
18	385357	7341084	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
19	384482	7341037	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
20	384452	7341700	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
21	389071	7340129	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
22	387956	7339831	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
23	386982	7339490	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
24	386133	7339420	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
25	386300	7338308	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
26	387212	7338795	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
27	388086	7338768	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
28	388609	7339515	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
29	389286	7338536	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
30	388157	7337947	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
31	390163	7338763	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
32	389918	7338056	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
33	389538	7337123	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
34	390287	7337536	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
35	391347	7338774	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
36	392038	7339003	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
37	392777	7338873	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)

38	392316	7337960	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
39	391902	7337489	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
40	391113	7337305	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
41	390313	7336714	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
42	389064	7336442	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
43	389052	7335787	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
44	390031	7335892	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
45	391291	7336343	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
46	392085	7336687	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
47	393047	7337372	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
48	393446	7336696	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
49	392947	7336072	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
50	392665	7335339	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
51	392215	7335952	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
52	391511	7335523	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
53	390814	7335529	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
54	388725	7337446	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
55	389667	7339792	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
56	390330	7340582	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
57	389834	7341425	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
58	391319	7341286	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
59	391944	7341315	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
60	392075	7342764	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
61	392676	7344247	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
62	391984	7339784	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
63	391389	7339539	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
64	390789	7339210	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
65	390908	7341916	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
66	391737	7342216	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
67	387983	7341877	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
68	387751	7342635	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
69	388209	7343565	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
70	386718	7342500	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
71	385648	7341898	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
72	386454	7341756	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
73	387010	7341303	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
74	391057	7340057	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
75	389482	7340773	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
76	390791	7338198	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)
77	386321	7341167	Vestas V172 7.2 MW, 200m HH, 107,8+2,0 dB(A)

Taulukko 24. Kummunmaan sijaintitiedot (11 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	375874	7353964	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)
2	377335	7352755	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)
3	375953	7352730	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)
4	374582	7352740	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)
5	376522	7354462	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)
6	377526	7351805	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)
7	376865	7351332	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)
8	375939	7350947	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)
9	377288	7353747	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)
10	376505	7352029	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)
11	375208	7352258	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)

Taulukko 25. Repojäntien sijaintitiedot (11 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Tuulivoimalatyyppi
1	373298	7350082	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)
2	371253	7351459	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)
3	372455	7349833	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)
4	374251	7350385	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)
5	370287	7351011	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)
6	369805	7349986	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)
7	372807	7351380	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)
8	370113	7349091	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)
9	370946	7349324	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)
10	373668	7351265	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)
11	371967	7351478	Nordex N175 6.8 MW, 220m HH, 108,9+2,0 dB(A)