

# TUULIVOIMAPUISTO MAANINKA

## Melumallinnusvertailu

| Versio | Päivämäärä | Tekijät | Hyväksytty | Tiivistelmä                                                          |
|--------|------------|---------|------------|----------------------------------------------------------------------|
| 01     | 28.10.2016 | JRd     | CKk        | Maaningan tuulivoimapuiston melumallinnukset eri voimavaihtoehtojen. |

## Sisällysluettelo

---

|       |                                                                        |    |
|-------|------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Yhteenveto .....                                                       | 3  |
| 2     | Tausta .....                                                           | 4  |
| 3     | Melu.....                                                              | 4  |
| 3.1   | Melun muodostuminen.....                                               | 5  |
| 4     | Melun ohjeavot .....                                                   | 6  |
| 4.1   | Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjeavoista..... | 6  |
| 5     | Lähtötiedot ja menetelmät.....                                         | 7  |
| 5.1   | Lähtötiedot.....                                                       | 7  |
| 5.2   | Menetelmät.....                                                        | 8  |
| 6     | Arvioidut meluvaikutukset .....                                        | 9  |
| 6.1   | Nykytilanne.....                                                       | 9  |
| 6.2   | Rakentamisen aikaiset vaikutukset .....                                | 9  |
| 6.3   | Toiminnan aikaiset vaikutukset.....                                    | 9  |
| 6.3.1 | 52 voimalaa.....                                                       | 10 |
| 6.3.2 | 57 voimalaa.....                                                       | 11 |
| 6.3.3 | 60 voimalaa.....                                                       | 12 |
| 6.4   | Käytön lopettamisen aikaiset vaikutukset .....                         | 12 |
| 6.5   | Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät .....                         | 13 |
| 7     | Haittojen ehkäiseminen ja seuranta.....                                | 13 |
| 8     | Lähteet.....                                                           | 14 |
| 9     | Mallinnustietojen raportti .....                                       | 15 |
|       | Liite 1: Melumallinnuksen tulokset .....                               | 17 |
|       | Liite 2: Voimaloiden sijainnit .....                                   | 18 |

## 1 Yhteenveto

- Tehtävä: Meluselvitys Maanigan tuulivoimapuiston vaikutusalueella kolmella eri sijoitus-suunnitelmavaihtoehdolla ja kolmella eri voimalavaihtoehdolla.
- Työmenetelmät: Meluselvitykseen on kerätty ajantasaista tietoa tuulivoimaloiden melun ominaispiirteistä, melun ohjearvoista, paikallisista olosuhteista sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty WindPRO Ver3.1.579 ohjelmiston DECI-BEL-moduulia sekä ISO 9613-2 standardin mukaisia oletuksia ja lähtöarvoja. Mallinnuksessa ja raportoinnissa on käytetty koko prosessin ajan ympäristöministeriön helmikuussa 2014 julkaisemia ohjeita (Tuulivoimaloiden melun mallintaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014). Vaikutusten arvioinnissa käytetyt laskentaparametrit on taulukoitu tässä raportissa.
- Tulokset: Ympäristöministeriön suunnitteluohjearvoja asunnoille ja vapaa-ajan asunnoille ei ylitetä.

## 2 Tausta

Tämä meluselvitys on tehty Maaningan tuulivoimapuistolle, jossa on kolme eri sijoitus suunnitelmavaihtoehtoa, 52, 57 ja 60 voimalan vaihtoehdot. Maaningan melumallinnus on tehty 52 voimalan vaihtoehdolle Vestas V126 3.3 MW voimalalla, jonka napakorkeus on 170 metriä ja roottorin halkaisija 126 metriä, 57 voimalan vaihtoehdolle Nordex N131 3.0MW voimalalla, jonka napakorkeus on 144 metriä ja roottori 131 metriä ja 60 voimalan vaihtoehdolle niin ikään Nordexilla, mutta käytössä serrated blade voimala. Mallinnuksessa käytettiin Vestaksen toimittamia äänitietoja vuodelta 2015 ja Nordexin äänitietoja vuosilta 2015 ja 2016.

Tämä selvitys on tehty ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti (Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014 Tuulivoimaloiden melun mallintaminen) WindPRO Ver3.1.579 ohjelmiston melulas-kentatyökalulla.

## 3 Melu

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

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

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

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

### 3.1 Melun muodostuminen

Tuulivoimaloiden synnyttämä ääni muodostuu pääosin (noin 65 % äänestä) lapojen liikkeestä, mutta myös koneiston aiheuttamasta mekaanisesta äänestä (noin 35 % äänestä). Konehuoneesta lähtevä ääni voi nousta merkittävämmäksi äänen lähteeksi esimerkiksi vikatilanteissa, kun vaihteisto tai generaattori ei toimi oikein. (Tuulivoimarakentamisen suunnittelu, 2012)

Lapojen aiheuttama aerodynaaminen melu johtuu pyörimisestä aiheutuvasta jatkuvasta huminasta sekä jaksollisesta huminasta. Jaksollinen humina syntyy ilmakerroksen puristumisesta lavan ohittaessa tornin ja toisaalta lavan melun heijastuessa tornin rungosta. Äänen voimakkuuteen vaikuttaa merkittävästi roottorin koko siten, että suuremmilla lavoilla meluvaikutukset ovat suuremmat. Kovalla tuulella äänet ovat voimakkaimmillaan etenkin, kun tuuli puhalttaa voimalan suunnasta. Lämpötila ja ilmankosteus vaikuttavat melun voimakkuuteen. Oleelliset tekijät äänen voimakkuuden kannalta ovat kuitenkin etäisyys tuulivoimalasta ja lähistöllä olevien voimaloiden lukumäärä. (Tuulivoimarakentamisen suunnittelu, 2012)

Äänelle on ominaista sen vaimeneminen paikallisten olosuhteiden mukaisesti. Äänenvoimakkuus vaimenee äänilähteestä kauemmas mentäessä, sillä sen sisältämä energia vähenee. Eteneeseen 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 aikainen melu johtuu mm. teiden, tuulivoimaloiden, sähköverkon sekä muun infrastruktuurin rakentamisesta sekä alueen liikenteestä. Nämä vaikutukset ovat lyhytaikaisia ja tilapäisiä.

Seuraavassa taulukossa on vertailuarvoja äänenvoimakkuusarvojen suhteesta.

**Taulukko 1. Vertailutaulukko absoluuttisista äänenvoimakkuuksista.**

|                   |                             |                                        |
|-------------------|-----------------------------|----------------------------------------|
| <b>130 dB</b>     | Kipukynnys                  |                                        |
| <b>100-120 dB</b> | Rock-konsertti              |                                        |
| <b>90 dB</b>      | Rekan ohiajo                |                                        |
| <b>80 dB</b>      | Vilkasliikenteinen katu     |                                        |
| <b>70 dB</b>      | Ajoneuvon sisämelu          |                                        |
| <b>60 dB</b>      | Toimisto, jossa ilmastointi | Tyypillinen äänitaso voimalan juurella |
| <b>50 dB</b>      | Vaimea keskustelu           |                                        |
| <b>40 dB</b>      | Taustamelu kotona           |                                        |
| <b>30 dB</b>      | 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<br>klo 7—22 | ulkomelutaso $L_{Aeq}$ yöllä<br>klo 22—7 |
|------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|
| pysyvä asutus    | 45 dB                                       | 40 dB                                    |
| loma-asutus      | 45 dB                                       | 40 dB                                    |
| hoitolaitokset   | 45 dB                                       | 40 dB                                    |
| oppilaitokset    | 45 dB                                       | —                                        |
| virkestysalueet  | 45 dB                                       | —                                        |
| leirintäalueet   | 45 dB                                       | 40 dB                                    |
| kansallispuistot | 40 dB                                       | 40 dB                                    |

## 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.

Voimalatiedot, kuten äänitehotasojen takuuarvot, on saatu voimalan valmistajalta. Äänitehotasot ilmoitetaan joko kokonaisäänitehotasona tai 1/3 oktaavikaistoittain riippuen valmistajasta ja käytettävästä voimalasta. Maanigan tapauksessa äänitehotasot on ilmoitettu 1/3 oktaavikaistoittain.

Mallinnuksessa käytetty voimalatyyppi on mainittu alla.

**Taulukko 3. Hankkeen voimalatiedot.**

| Hankealue       | Suunnitteluvaihe | Voimalat               | Voimalan tornin korkeus (m) | Voimalan äänitehotaso (L <sub>wa</sub> ) | 1/3 oktaavikaistoittainen äänispektri |
|-----------------|------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Maaninka</b> | YVA              | 52 x Vestas V126 3.3MW | 170                         | 106.0 dBA                                | Käytössä                              |
| <b>Maaninka</b> | YVA              | 57 x Nordex N131 3.0MW | 144                         | 104.5 dBA                                | Käytössä                              |
| <b>Maaninka</b> | YVA              | 60 x Nordex N131 3.0MW | 144                         | 101.5 dBA                                | Käytössä                              |

**Taulukko 4. Melumallinnuksessa käytettyjä arvoja (Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014).**

|                                                                  |                     |
|------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Maaston vaikutus melun etenemiseen, kerroin</b>               | 0.4 (vesialueet: 0) |
| <b>Tarkastelupisteen korkeus (metriä maanpinnan yläpuolella)</b> | 4 m                 |
| <b>Ilman lämpötila</b>                                           | 15°C                |
| <b>Ilman suhteellinen kosteus</b>                                | 70 %                |

Alueen korkeustietona on käytetty Maanmittauslaitoksen kahden metrin korkeusmallia ja alueen maanpeitteisyys on Suomen ympäristökeskuksen OIVA-tietokannasta. Kasvillisuuden vaimentavaa vaikutusta ei ole mallinnuksessa huomioitu, koska nykyisten tutkimusten perusteella ei riittävää luotettavuutta tästä voida saavuttaa. Rakennustiedot perustuvat Maanmittauslaitoksen maastotietokantaan, jota on päivitetty paikallisten kuntaviranomaisten ohjeistuksen mukaisesti.

Laskennassa on otettu lähtökohdaksi voimalan tuottama äänenvoimakkuus ja tämän pohjalta on mallinnettu äänen vaimeneminen (geometrinen vaimeneminen sekä ilmakehän vaimentava vaikutus) koko tuulivoimapuiston alueella. Mallinnuksessa on oletettu, että kaikki asunnot ovat

tuulen alapuolella kaikkiin voimaloihin nähden ja tuulennopeus 10 metrin korkeudella maan pinnasta on 8 m/s. Useiden voimaloiden yhteismeluvaikutukset on otettu huomioon. Alueelta valittiin kymmenen havainnointipistettä (asuntoa tai vapaa-ajan asuntoa), joiden kohdalta voimaloiden aiheuttamat äänenvoimakkuudet ilmoitetaan.

## 5.2 Menetelmät

Melumallinnus on suoritettu WindPRO Ver3.1.579 ohjelmiston DECIBEL-moduulia käyttäen. WindPRO on tanskalaisen EMD International A/S:n tarjoama 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. Maaninnan korkeusero ei ylitä 60 metriä, joten melupäästöarvoon ei ole lisätty 2 dB.

Jos ääni on erityisen häiritsevää eli kapeakaistaista tai impulssimaista lisätään laskenta- tai mitaustuloksiin 5 dB ennen asetuksen ohjearvoon vertaamista. Voimalatoimittajan lähtötietojen perusteella, tämän mallinnuksen laskentatuloksiin ei ole tarvetta lisätä sanktiota.

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

Ympäristöministeriön tuulivoimaloiden melumallinnusohjeen mukaan ”melun impulssimaisuuden ja merkityksellisen sykinän (amplitudimodulaatio) vaikutukset sisältyvät lähtökohtaisesti valmistajan ilmoittamiin melupäästön takuuarvoihin, eikä niiden tarkastelua tässä yhteydessä edellytetä. Aiheesta on tehty kansainvälisiä tutkimuksia (esim. Bertagnolio, 2014), joiden mukaan havaittu amplitudimodulaatio on mahdollista hallita teknisesti.



## 6 Arvioidut meluvaikutukset

### 6.1 Nykytilanne

Maaningan tuulivoimapuiston alue on pääasiassa erämaa-aluetta 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 alueen melutasoa hieman.

Rakentaminen kestää vain lyhyen ajan suhteessa tuulivoimaloiden elinkaareen, joten meluvaikutuksetkin voidaan katsoa lyhytkestoisiksi.

### 6.3 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Mallinnusten tulokset kolmelle eri vaihtoehdolle on raportoitu seuraavissa kappaleissa.

Alueen läheisyydestä on valittu 10 havainnointipistettä, joiden melutasot on lueteltu liitteessä 1.

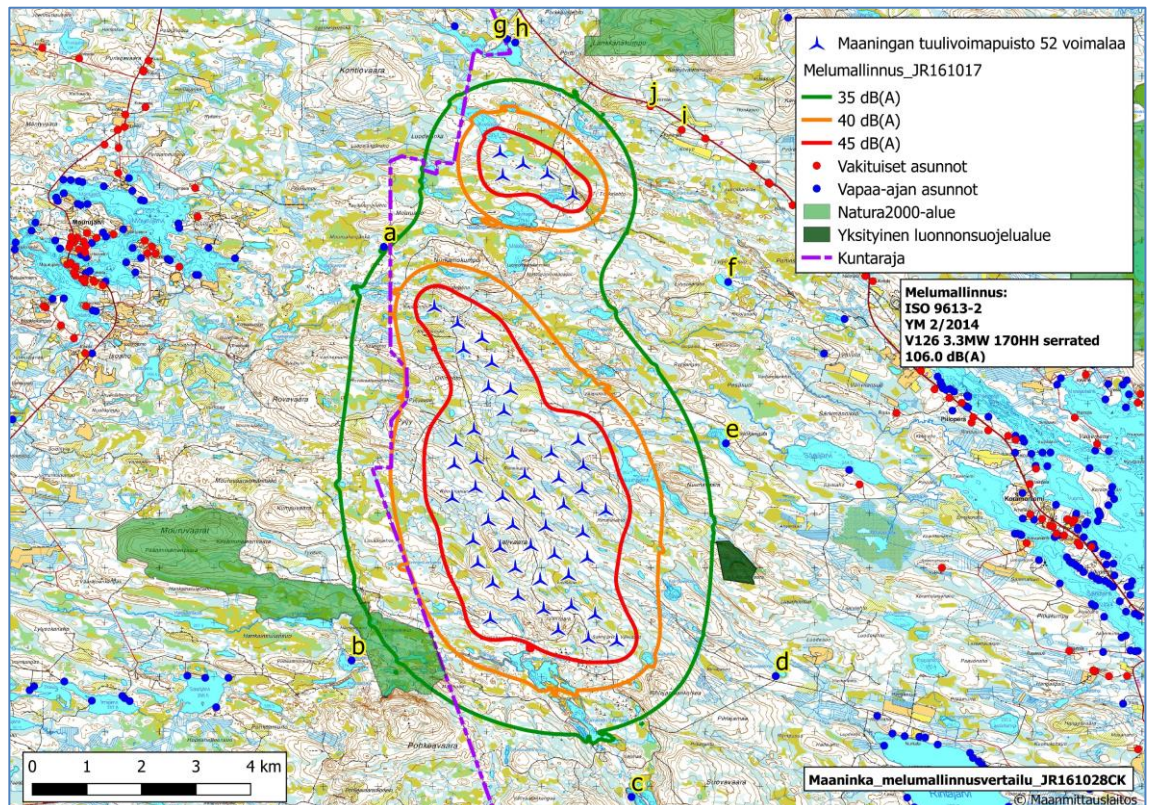
Tulosten perusteella voidaan todeta, että Maaningan tuulivoimapuiston meluvaikutukset ovat normaalin toiminnan aikana vähäiset.

Tuulivoimapuiston alueella, voimaloiden välittömässä läheisyydessä, äänitaso on yli 45 dBA, joten melulla saattaa olla vaikutuksia esimerkiksi alueen virkistyskäyttöön. Alueen pohjoisosassa kulkee kaavoitettu moottorikelkkailureitti, jolla 45 dBA:n äänitaso saatetaan ylittää. Käyttötarkoitus huomioiden, tuulivoimaloiden äänen ei nähdä aiheuttavan merkittävää haittaa alueelle. Alueen lounaispuolella sijaitsee Natura-alue, jossa äänitasot mallinnuksen mukaan ovat 35-40 dBA. Virkistysalueille asetettu 45 dBA:n ohjearvo kuitenkin alitetaan, joten tuulivoimaloiden melun ei nähdä aiheuttavan alueelle merkittävää haittaa.

### 6.3.1 52 voimalaa

Valtioneuvoston asetuksen ulkomelutason ohjearvojen mukaiset äänitasot ulottuvat Maaningan tuulivoimapuistossa siten, että 40 dBA:n raja ulottuu 600-1300 metrin päähän uloimmasta voimalasta.

Maaningan melumallinnuksessa on käytetty Vestaksen V126 3.3MW serrated blade voimalaa, jonka kokonaisäänitaso on 106.0 dBA.



**Kuva 1. Maaningan tuulivoimapuiston melumallinnus, 52 voimalaa. Kuvaan on merkitty kirjaimin 10 havainnointipistettä.**

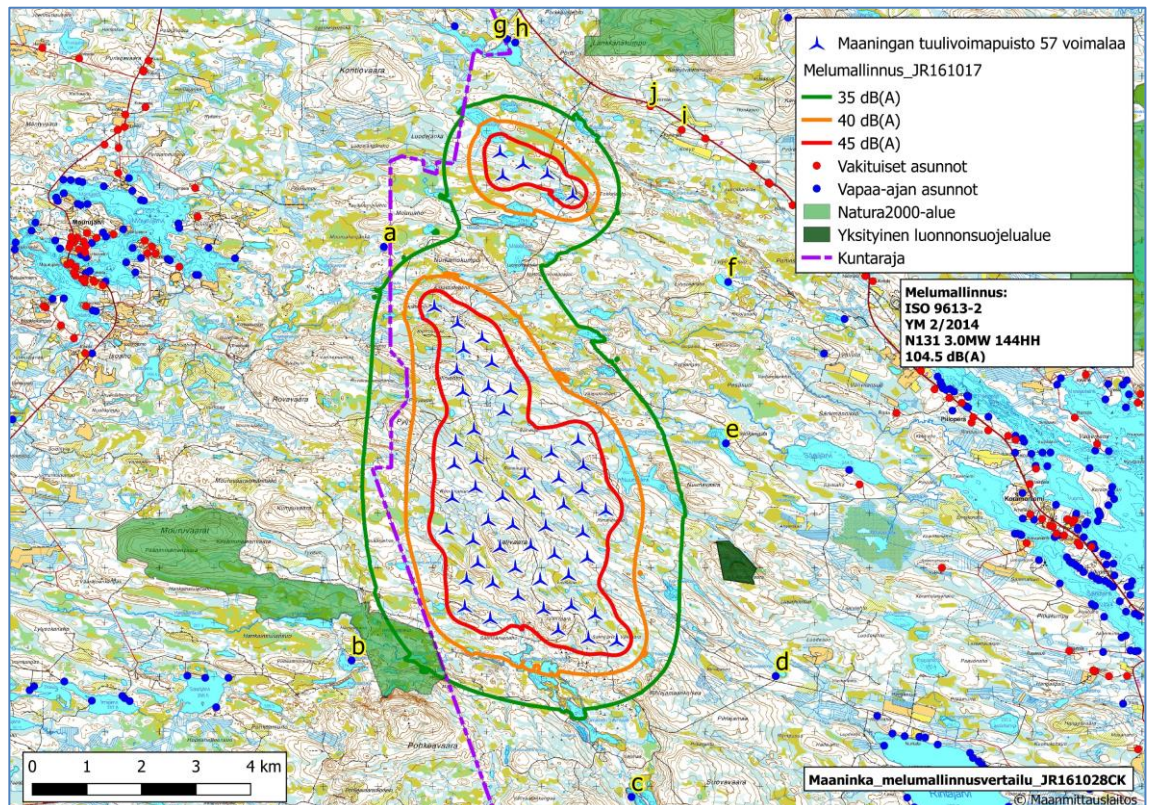
Melumallinnuksen mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen yöajan ohjearvoa 40 dBA. Yhden vapaa-ajan asunnon kohdalla (a) laskettu melutaso on tasan 35 dBA, muuten melutaso alittaa 35 dBA kaikkien asuntojen sekä vapaa-ajan asuntojen kohdalla molemmissa sijoitussuunnitelmissa.



### 6.3.2 57 voimalaa

Valtioneuvoston asetuksen ulkomelutason ohjearvojen mukaiset äänitasot ulottuvat Maaningan tuulivoimapuistossa siten, että 40 dBA:n raja ulottuu 500-1000 metrin päähän uloimmasta voimalasta.

Maaningan melumallinnuksessa on käytetty Nordexin N131 3.0MW voimalaa, jonka kokonaisäänitaso on 104.5 dBA.



**Kuva 2. Maaningan tuulivoimapuiston melumallinnus, 57 voimalaa. Kuvaan on merkitty kirjaimin 10 havainnointipistettä.**

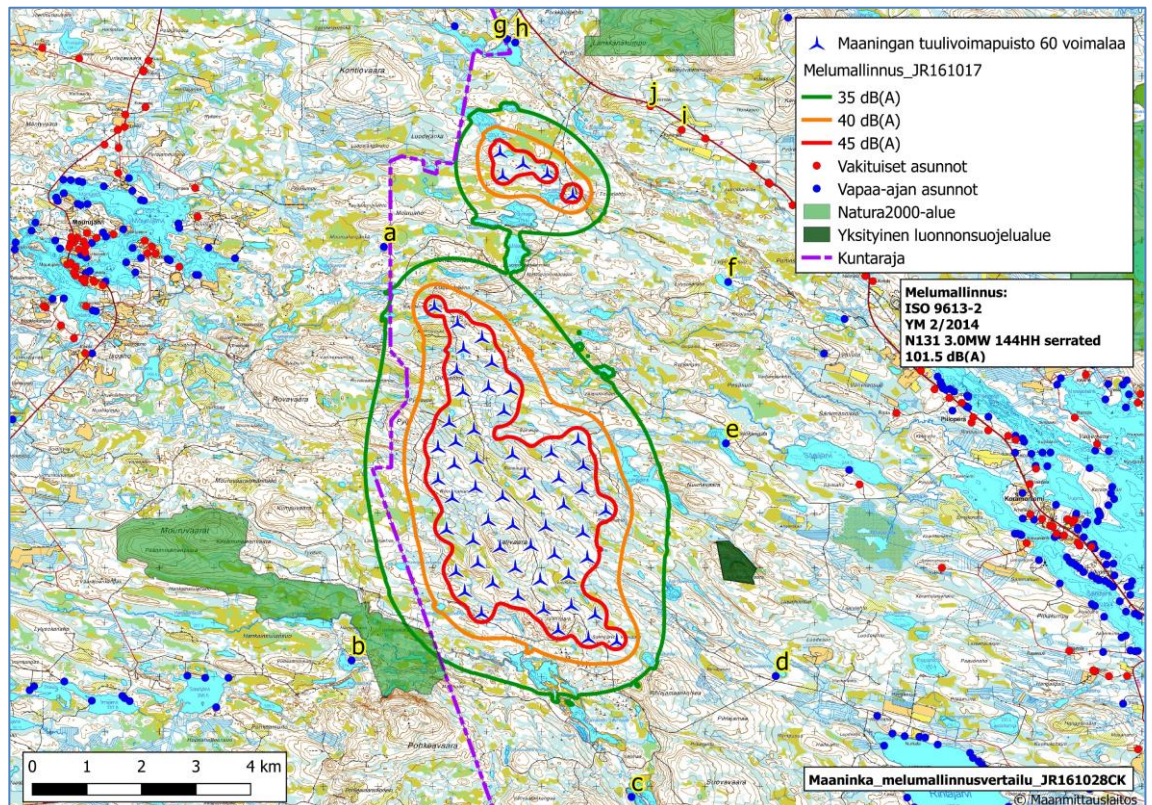
Melumallinnuksen mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen yöajan ohjearvoa 40 dBA. Melutaso alittaa 35 dBA kaikkien asuntojen sekä vapaa-ajan asuntojen kohdalla molemmissa sijoitussuunnitelmissa.



### 6.3.3 60 voimalaa

Valtioneuvoston asetuksen ulkomelutason ohjearvojen mukaiset äänitasot ulottuvat Maaningan tuulivoimapuistossa siten, että 40 dBA:n raja ulottuu 350-900 metrin päähän uloimmasta voimalasta.

Maaningan melumallinnuksessa on käytetty Nordexin N131 3.0MW serrated blade voimalaa, jonka kokonaisäänitaso on 101.5 dBA.



**Kuva 3. Maaningan tuulivoimapuiston melumallinnus, 60 voimalaa. Kuvaan on merkitty kirjaimin 10 havainnointipistettä.**

Melumallinnuksen mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen yöajan ohjearvoa 40 dBA. Melutaso alittaa 35 dBA kaikkien asuntojen sekä vapaa-ajan asuntojen kohdalla molemmissa sijoitussuunnitelmissa.

### 6.4 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.

## 6.5 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.

Kyseisen voimalan lähtöäänitaso vastaa markkinoilla yleisesti käytettävien voimaloiden lähtöäänitasoja ja valittaessa eri voimalatyyppi, melumallinnuksen tulokset voivat muuttua.

## 7 Haittojen ehkäiseminen ja seuranta

Rakennusaikana meluhaittoja voidaan vähentää käyttämällä vähemmän melua aiheuttavia työ-koneita 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 pienee. Säätämällä lähellä toisiaan pyörivien voimaloiden toimintaa, voidaan melua pienentää esimerkiksi muuttamalla lapojen kohtauskulmaa. Myös voimaloiden toiminta-aikoja voidaan tarvittaessa muuttaa siten, että ohjeavrot eivät ylity herkällä alueella, joskaan tälle ei meluselvityksen tulosten mukaan ole tarvetta Maaningan hankkeessa.

## 8 Lähteet

**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>

**Bertagnolio, F. et.al. (2014).** *Cyclic pitch for the control of wind turbine noise amplitude modulation*. Viitattu 14.1.2014. Saatavilla [http://www.acoustics.asn.au/conference\\_proceedings/INTERNOISE2014/papers/p551.pdf](http://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/INTERNOISE2014/papers/p551.pdf).

**Liikennevirasto (2009).** *Liikennemäärä*. <http://kartta.liikennevirasto.fi/maaliikenne/wms>

**Suomen ympäristökeskus (2014).** *OIVA – Ympäristö- ja paikkatietopalvelu asiantuntijoille*. <http://www.d3.ymparisto.fi/d3/paikkatieto.htm>

**Nordex (2016).** *E0003090048\_0.1\_Released*.

**Nordex (2015).** *F008\_246\_A17\_EN\_R01\_N131-3000kW\_Operational\_Modes\_Third-Octave\_104,5dB*.

**Vestas (2015).** *0048-2151\_V03 - V126-3.3/3.45MW-Third Octaves according to General Specification*.

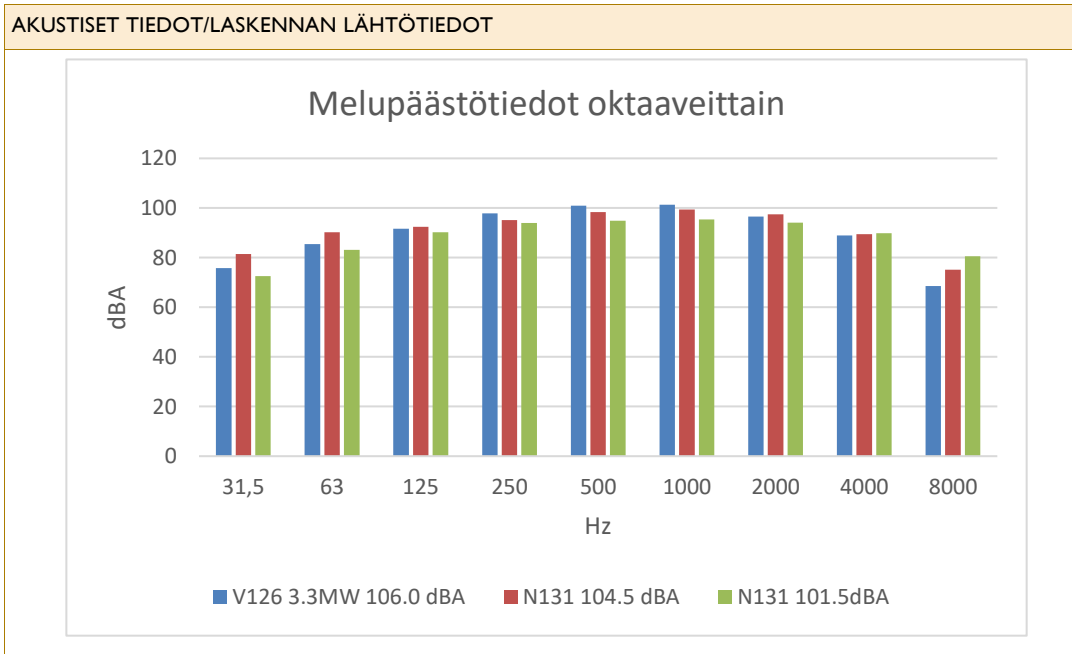
**Ympäristöministeriö (2012).** *Tuulivoimarakentamisen suunnittelu*. Helsinki. [http://www.tuulivoimaopas.fi/files/40/Tuulivoimarakentamisen\\_suunnittelu.pdf](http://www.tuulivoimaopas.fi/files/40/Tuulivoimarakentamisen_suunnittelu.pdf)

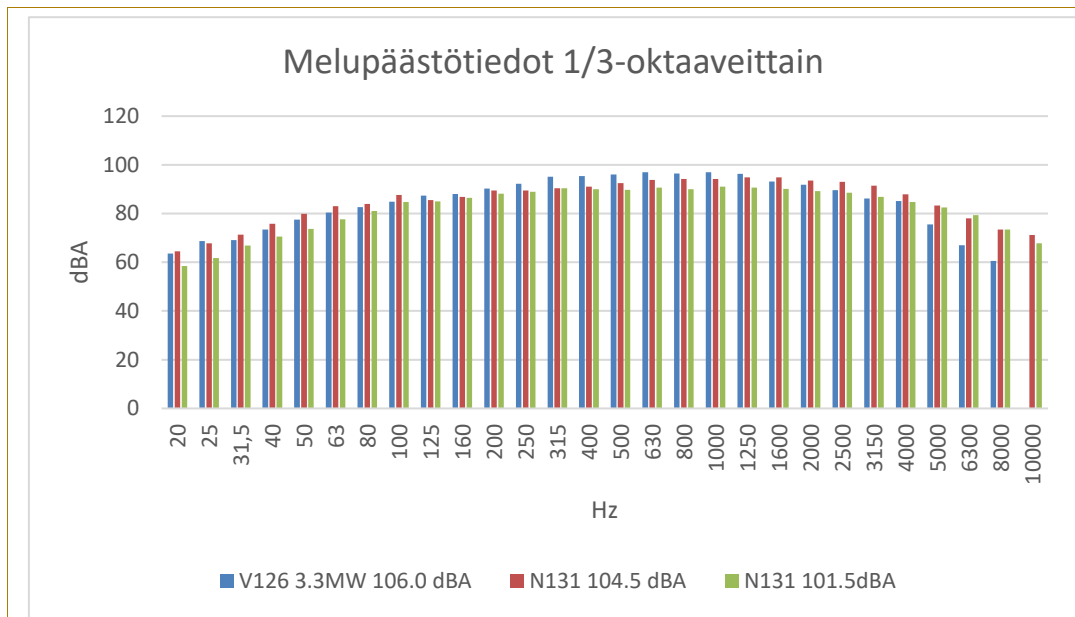
**Ympäristöministeriö (2014).** *Tuulivoimaloiden melun mallintaminen*. Helsinki. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42937/OH\\_2\\_2014.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42937/OH_2_2014.pdf?sequence=1)

**Maanmittauslaitos (2015).** *Maanmittauslaitoksen avoimen tietoaaineiston lisenssi - versio 1.0 - 1.5.2012*. [http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata\\_lisenssi\\_versio1\\_20120501](http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata_lisenssi_versio1_20120501)

## 9 Mallinnustietojen raportti

| RAPORTIN JA RAPORTOIJAN TIEDOT                                                                       |                    |                                     |                                                  | *tarkentavat tiedot voi esittää kartalla tai muissa liitteissä |                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Mallinnusraportin numero/tunniste:                                                                   |                    |                                     | Raportin hyväksyntäpäivämäärä: <b>21.10.2016</b> |                                                                |                                  |
| Tekijä/organisaatio, yhteystiedot: <b>Etha Wind Oy, Frilundintie 2 65170 VAASA, puh. 044-3809237</b> |                    |                                     |                                                  |                                                                |                                  |
| Vastuuhenkilöt <b>Jukka Rönnlund, Etha Wind Oy</b>                                                   |                    |                                     |                                                  |                                                                |                                  |
| Laatija: <b>Jukka Rönnlund</b>                                                                       |                    |                                     | Tarkastaja/hyväksyjä: <b>Christian Granlund</b>  |                                                                |                                  |
| MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT                                                                             |                    |                                     |                                                  |                                                                |                                  |
| Mallinnusohjelma ja versio:<br><b>WindPRO Ver3.1.579</b>                                             |                    |                                     | Mallinnusmenetelmä: <b>ISO 9613-2</b>            |                                                                |                                  |
| TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)                                                              |                    |                                     |                                                  |                                                                |                                  |
| Tuulivoimalan valmistaja: <b>Vestas / Nordex</b>                                                     |                    |                                     | Tyyppi: <b>V126 / N131</b>                       |                                                                | Sarjanumero/t:                   |
| Nimellisteho: <b>3,3 /3,0 MW</b>                                                                     |                    | Napakorkeus: <b>170,0 m / 144 m</b> | Roottorin halkaisija: <b>126,0 m / 131 m</b>     |                                                                | Tornin tyyppi: <b>Putkitorni</b> |
| Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun             |                    |                                     |                                                  |                                                                |                                  |
| Lapakulman säätö                                                                                     |                    | Pyörimisnopeus                      |                                                  | Muu, mikä                                                      |                                  |
| <b>Kyllä</b>                                                                                         | dB                 | <b>Kyllä</b>                        | dB                                               |                                                                | dB                               |
| <b>Ei</b>                                                                                            | <b>Ei tiedossa</b> | <b>Ei</b>                           | <b>Ei tiedossa</b>                               |                                                                | dB                               |





|                                                                                        |                     |                               |                     |                                                 |                                |                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------|----|
| Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus                                                         |                     | Impulssimaisuus               |                     | Merkityksellinen sykintä (amplitu-dimodulaatio) |                                | Muu, Mikä:           |    |
| kyllä                                                                                  | ei                  | kyllä                         | ei                  | kyllä                                           | ei                             | kyllä                | ei |
| AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT                                                 |                     |                               |                     |                                                 |                                |                      |    |
| Laskenta korkeus                                                                       |                     |                               |                     |                                                 | Laskentaruudun koko [m·m]      |                      |    |
| 4 m                                                                                    | Muu, mikä ja miksi: |                               |                     |                                                 | 25 m * 25 m                    |                      |    |
| Suhteellinen kosteus                                                                   |                     |                               |                     | Lämpötila                                       |                                |                      |    |
| 70 %                                                                                   | Muu, mikä ja miksi: |                               |                     | 15 C°                                           | Muu, mikä ja miksi:            |                      |    |
| Maastomallin lähde ja tarkkuus                                                         |                     |                               |                     |                                                 |                                |                      |    |
| Maastomallin lähde: Maanmittauslaitos                                                  |                     |                               |                     | Vaakaresoluutio: 2 m                            |                                | Pystyresoluutio: 1 m |    |
| Maan- ja vedenpinnan absorptio ja heijastuksen huomioiminen, käytetyt kertoimet        |                     |                               |                     |                                                 |                                |                      |    |
| ISO 9613-2                                                                             |                     |                               | HUOM                |                                                 |                                |                      |    |
| Vesialueet, (0) / (G)                                                                  |                     | 0                             |                     |                                                 |                                |                      |    |
| Maa-alueet, (0,4) / (A-D/E-F)                                                          |                     | 0,4                           |                     |                                                 |                                |                      |    |
| Maa-alueet, (0) / (G)                                                                  |                     |                               |                     |                                                 |                                |                      |    |
| Ilmakehän stabiilius laskennassa/meteorologinen korjaus                                |                     |                               |                     |                                                 |                                |                      |    |
| Neutraali, (0): kyllä                                                                  |                     |                               | Muu, mikä ja miksi: |                                                 |                                |                      |    |
| Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen                                            |                     |                               |                     |                                                 |                                |                      |    |
| Vapaa avaruus                                                                          |                     |                               | Muu, mikä, miksi:   |                                                 |                                |                      |    |
| Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet, lkm (ilman meluntorjuntaa/voimalan ohjausta)   |                     |                               |                     |                                                 |                                |                      |    |
| Asukkaat: 0 kpl                                                                        |                     | Vapaa-ajan rakennukset: 0 kpl |                     |                                                 | Hoito- ja oppilaitokset: 0 kpl |                      |    |
| Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet, lkm (meluntorjunta/voimalan ohjaus huomioiden) |                     |                               |                     |                                                 |                                |                      |    |
| Asukkaat: 0 kpl                                                                        |                     | Vapaa-ajan rakennukset: 0 kpl |                     |                                                 | Hoito- ja oppilaitokset: 0 kpl |                      |    |
| Melun leviäminen virkistys- tai luonnonsuojelualueille                                 |                     |                               |                     |                                                 |                                |                      |    |
| Virkistysalueet: 0 kpl                                                                 |                     |                               |                     | Luonnonsuojelualueet: 0 kpl                     |                                |                      |    |



## Liite 1: Melumallinnuksen tulokset

Taulukko 5. Meluarvot valituissa kohteissa.

|   | Itäinen<br>koord.<br>(ETRS<br>TM35FIN) | Pohjoinen<br>koord.<br>(ETRS<br>TM35FIN) | Rakennuksen tyyppi | Ohjearvo<br>(dBA) | Melu 52 voi-<br>malaa (dBA) | Melu 57 voi-<br>malaa (dBA) | Melu 60 voi-<br>malaa (dBA) | Ohjearvojen<br>ylitys |
|---|----------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| a | 569111                                 | 7361875                                  | vapaa-ajan asunto  | 40                | 34.9                        | 32.5                        | 31.3                        | Ei                    |
| b | 568519                                 | 7354304                                  | vapaa-ajan asunto  | 40                | 31.8                        | 30.3                        | 29.3                        | Ei                    |
| c | 573647                                 | 7351805                                  | vapaa-ajan asunto  | 40                | 29.4                        | 27.3                        | 26.2                        | Ei                    |
| d | 576289                                 | 7354018                                  | vapaa-ajan asunto  | 40                | 28.9                        | 26.7                        | 25.8                        | Ei                    |
| e | 575377                                 | 7358278                                  | vapaa-ajan asunto  | 40                | 32.9                        | 30.4                        | 29.3                        | Ei                    |
| f | 575417                                 | 7361230                                  | vapaa-ajan asunto  | 40                | 28.9                        | 26.8                        | 26                          | Ei                    |
| g | 571367                                 | 7365677                                  | vapaa-ajan asunto  | 40                | 31.3                        | 28.8                        | 27.6                        | Ei                    |
| h | 571518                                 | 7365614                                  | vapaa-ajan asunto  | 40                | 31.5                        | 29                          | 27.8                        | Ei                    |
| i | 574567                                 | 7364014                                  | vakituinen asunto  | 40                | 29.2                        | 26.9                        | 25.7                        | Ei                    |
| j | 573993                                 | 7364450                                  | vakituinen asunto  | 40                | 30.3                        | 27.9                        | 26.6                        | Ei                    |

## Liite 2: Voimaloiden sijainnit

Taulukko 6. Maaninnan voimaloiden sijaintitiedot, 52 voimalaa.

| Voimala | Itäinen<br>(ETRS-<br>TM35-FIN) | Pohjoinen<br>(ETRS-<br>TM35-FIN) | Kokonais-<br>äänen-<br>voimak-<br>kuus<br>[dB(A)] | Tuulivoimalatyyppi                |
|---------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1_1     | 572978                         | 7355173                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_2     | 571470                         | 7356815                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_3     | 572739                         | 7357469                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_4     | 570829                         | 7356117                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_5     | 571800                         | 7356432                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_6     | 572034                         | 7355273                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_7     | 571286                         | 7363205                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_8     | 572302                         | 7354893                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_9     | 571283                         | 7357334                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_10    | 571689                         | 7357730                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_11    | 572491                         | 7355890                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_12    | 571972                         | 7355804                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_13    | 570811                         | 7358017                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_14    | 571564                         | 7355519                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_15    | 571659                         | 7363424                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_16    | 571236                         | 7363629                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_17    | 572102                         | 7363235                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_18    | 570742                         | 7356537                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_19    | 572233                         | 7356277                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_20    | 570786                         | 7357499                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_21    | 570361                         | 7357313                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_22    | 571024                         | 7359332                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_23    | 571515                         | 7356031                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_24    | 572569                         | 7362849                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_25    | 572176                         | 7358138                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_26    | 571021                         | 7356890                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_27    | 570758                         | 7358557                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_28    | 572073                         | 7356788                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_29    | 571309                         | 7358904                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_30    | 571235                         | 7356402                          | 106.0                                             | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |

|      |        |         |       |                                   |
|------|--------|---------|-------|-----------------------------------|
| 1_32 | 572403 | 7357180 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_33 | 572753 | 7356675 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_34 | 572542 | 7355335 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_35 | 570460 | 7360507 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_36 | 570566 | 7360039 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_38 | 571863 | 7357354 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_39 | 571102 | 7355750 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_40 | 570034 | 7360804 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_41 | 570399 | 7357923 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_42 | 571057 | 7355095 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_43 | 573374 | 7354683 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_44 | 572835 | 7356210 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_45 | 573174 | 7357079 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_49 | 570425 | 7358339 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_50 | 571464 | 7358105 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_52 | 572667 | 7358362 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_53 | 572312 | 7357673 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_54 | 572855 | 7354737 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_56 | 572762 | 7357897 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_57 | 570907 | 7360237 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_58 | 571085 | 7359788 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |
| 1_59 | 571429 | 7359290 | 106.0 | VESTAS V126-3.3 MW serrated blade |

Taulukko 7. Maaninnan voimaloiden sijaintitiedot, 57 voimalaa.

| Voimala | Itäinen<br>(ETRS-<br>TM35-FIN) | Pohjoinen<br>(ETRS-<br>TM35-FIN) | Kokonaisään-<br>nen-voimakkuus<br>[dB(A)] | Tuulivoimalatyyppi |
|---------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|--------------------|
| 1_1     | 572978                         | 7355173                          | 104.5                                     | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_2     | 571470                         | 7356815                          | 104.5                                     | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_3     | 572739                         | 7357469                          | 104.5                                     | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_4     | 570829                         | 7356117                          | 104.5                                     | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_5     | 571800                         | 7356432                          | 104.5                                     | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_6     | 572034                         | 7355273                          | 104.5                                     | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_7     | 571286                         | 7363205                          | 104.5                                     | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_8     | 572302                         | 7354893                          | 104.5                                     | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_9     | 571283                         | 7357334                          | 104.5                                     | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_10    | 571689                         | 7357730                          | 104.5                                     | Nordex N131-3.0 MW |

|      |        |         |       |                    |
|------|--------|---------|-------|--------------------|
| 1_11 | 572491 | 7355890 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_12 | 571972 | 7355804 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_13 | 570811 | 7358017 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_14 | 571564 | 7355519 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_15 | 571659 | 7363424 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_16 | 571236 | 7363629 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_17 | 572102 | 7363235 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_18 | 570742 | 7356537 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_19 | 572233 | 7356277 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_20 | 570786 | 7357499 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_21 | 570361 | 7357313 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_22 | 571024 | 7359332 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_23 | 571515 | 7356031 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_24 | 572569 | 7362849 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_25 | 572176 | 7358138 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_26 | 571021 | 7356890 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_27 | 570758 | 7358557 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_28 | 572073 | 7356788 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_29 | 571309 | 7358904 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_30 | 571235 | 7356402 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_31 | 570554 | 7359259 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_32 | 572403 | 7357180 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_33 | 572753 | 7356675 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_34 | 572542 | 7355335 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_35 | 570460 | 7360507 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_36 | 570566 | 7360039 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_38 | 571863 | 7357354 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_39 | 571102 | 7355750 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_40 | 570034 | 7360804 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_41 | 570399 | 7357923 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_42 | 571057 | 7355095 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_43 | 573374 | 7354683 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_44 | 572835 | 7356210 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_45 | 573174 | 7357079 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_46 | 570590 | 7355308 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_47 | 570623 | 7355818 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_48 | 570256 | 7356732 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_49 | 570425 | 7358339 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_50 | 571464 | 7358105 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_51 | 570444 | 7359646 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_52 | 572667 | 7358362 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_53 | 572312 | 7357673 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_54 | 572855 | 7354737 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_56 | 572762 | 7357897 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |

|      |        |         |       |                    |
|------|--------|---------|-------|--------------------|
| 1_57 | 570907 | 7360237 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_58 | 571085 | 7359788 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |
| 1_59 | 571429 | 7359290 | 104.5 | Nordex N131-3.0 MW |

**Taulukko 8. Maaninnan voimaloiden sijaintitiedot, 60 voimalaa.**

| Voimala | Itäinen<br>(ETRS-<br>TM35-FIN) | Pohjoinen<br>(ETRS-<br>TM35-FIN) | Kokonaisään-<br>nen-voimakkuus<br>[dB(A)] | Tuulivoimalatyyppi                |
|---------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1_1     | 572978                         | 7355173                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_2     | 571470                         | 7356815                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_3     | 572739                         | 7357469                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_4     | 570829                         | 7356117                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_5     | 571800                         | 7356432                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_6     | 572034                         | 7355273                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_7     | 571286                         | 7363205                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_8     | 572302                         | 7354893                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_9     | 571283                         | 7357334                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_10    | 571689                         | 7357730                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_11    | 572491                         | 7355890                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_12    | 571972                         | 7355804                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_13    | 570811                         | 7358017                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_14    | 571564                         | 7355519                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_15    | 571659                         | 7363424                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_16    | 571236                         | 7363629                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_17    | 572102                         | 7363235                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_18    | 570742                         | 7356537                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_19    | 572233                         | 7356277                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_20    | 570786                         | 7357499                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_21    | 570361                         | 7357313                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_22    | 571024                         | 7359332                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_23    | 571515                         | 7356031                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_24    | 572569                         | 7362849                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_25    | 572176                         | 7358138                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_26    | 571021                         | 7356890                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_27    | 570758                         | 7358557                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_28    | 572073                         | 7356788                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_29    | 571309                         | 7358904                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_30    | 571235                         | 7356402                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_31    | 570554                         | 7359259                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_32    | 572403                         | 7357180                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_33    | 572753                         | 7356675                          | 101.5                                     | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |

|      |        |         |       |                                   |
|------|--------|---------|-------|-----------------------------------|
| 1_34 | 572542 | 7355335 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_35 | 570460 | 7360507 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_36 | 570566 | 7360039 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_38 | 571863 | 7357354 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_39 | 571102 | 7355750 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_40 | 570034 | 7360804 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_41 | 570399 | 7357923 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_42 | 570897 | 7355197 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_43 | 573374 | 7354683 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_44 | 572835 | 7356210 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_45 | 573174 | 7357079 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_46 | 570589 | 7355589 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_47 | 570429 | 7355958 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_48 | 570256 | 7356732 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_49 | 570425 | 7358339 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_50 | 571464 | 7358105 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_51 | 570444 | 7359646 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_52 | 572667 | 7358362 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_53 | 572312 | 7357673 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_54 | 572855 | 7354737 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_56 | 572762 | 7357897 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_57 | 570907 | 7360237 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_58 | 571085 | 7359788 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_59 | 571429 | 7359290 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_60 | 570305 | 7358692 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_61 | 570100 | 7358228 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |
| 1_62 | 570100 | 7357644 | 101.5 | Nordex N131-3.0 MW serrated blade |