

TUULIVOIMAPUISTO Suolakangas

Meluseelvitys

Versio	Päivämäärä	Tekijät	Hyväksytty	Tiivistelmä
Rev3.2	13.10.2016	JRd	CGr	Suolakankaan tuulivoimapuiston meluseelvitys, sijoitussuunnitelma L2.16.

Sisällys

1	Yhteenveto	3
2	Tausta	4
3	Melu.....	4
3.1	Melun muodostuminen.....	5
4	Melun ohjeavot.....	6
4.1	Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista.....	6
4.2	Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat.....	7
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
6.4	Pienitaajuinen melu	11
6.5	Käytön lopettamisen aikaiset vaikutukset	11
6.6	Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät	11
7	Haittojen ehkäiseminen ja seuranta.....	12
8	Lähteet.....	13
9	Mallinnustietojen raportti	14
	Liite 1: Melumallinnuksen tulokset	16
	Liite 2: Pienitaajuisen melun laskenta (lineaariset melutasot)	17
	Liite 3: Voimaloiden sijainnit	18

1 Yhteenveto

Tehtävä: Meluselvitys Suolakankaan tuulivoimapuiston vaikutusalueella.

Työmenetelmät: Meluselvitykseen on kerätty ajantasaista tietoa tuulivoimaloiden melun ominaispiirteistä, melun ohjearvoista, paikallisista olosuhteista sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty WindPRO Ver3.0.629 ohjelmiston DECIBEL-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. Tuloksia on vertailtu valtioneuvoston asetuksen ohjearvoihin (*Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista 8/2015*).

Pienitaajuinen melu on laskettu käyttäen R Ver3.1.1-ohjelmistoa ja työ on tehty ympäristöministeriön helmikuussa 2014 julkaisemia ohjeita noudattaen. Rakennusten äänieristys on laskettu DSO 1284 menetelmän mukaisesti, ja tuloksia on vertailtu asumisterveysasetuksessa oleviin sisämelun ohjearvoihin.

Tulokset: Melumallinnusten perusteella valtioneuvoston asetuksen ohjearvoja asunnoille ja vapaa-ajan asunnoille ei ylitetä. Myöskään STM:n antamia sisätilojen pienitaajuisen melun ohjearvoja ei ylitetä. Tulosten perusteella todetaan, että Suolakankaan tuulivoimapuiston meluvaikutukset ovat normaalin toiminnan aikana vähäiset.

2 Tausta

Tämä meluselvitys on tehty Suolakankaan tuulivoimahankkeelle Kauhajoen kaupungin alueella. Hanke on kokonaisuudessaan 9 voimalan laajuinen. Suolakankaan melumallinnus on tehty Vestas V126 3.3 MW serrated blades voimalalla, jonka napakorkeus on 167 metriä ja roottorin halkaisija 126 metriä. Mallinnuksessa käytettiin Vestaksen toimittamaa V126:n äänidataa syyskuulta 2015. Mallinnus tehtiin käyttäen Suolakankaan päivitettyä sijoitussuunnitelmaa L2.16.

Tämä selvitys on tehty ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti (Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014 Tuulivoimaloiden melun mallintaminen) WindPRO Ver3.0.629 ohjelmiston melulaskentatyökalulla. Pienitaajuinen melu on laskettu käyttäen R Ver3.1.1-ohjelmistoa ja työ on tehty ympäristöministeriön helmikuussa 2014 julkaisemia ohjeita noudattaen.

3 Melu

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 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 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.

3.1 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. Kovalla tuulella äänet ovat voimakkaimmillaan etenkin, kun tuuli puhaltaa voimalan suunnasta. Lämpötila ja ilmankosteus vaikuttavat melun voimakkuuteen. Oleellimmat tekijät äänen voimakkuuden kannalta ovat kuitenkin etäisyys tuulivoimalasta ja lähistöllä olevien voimaloiden lukumäärä. (Tuulivoimarakentamisen suunnittelu, 2012)

Konehuoneesta syntyvä ääni on yleensä tasaista voimakkuudeltaan ja taajuudeltaan. Lapojen aiheuttamalle äänelle sen sijaan on ominaista ns. amplitudimodulaatio eli äänen jaksollinen vaihtelu sekä pääosin laajakaistainen taajuus (noin 60-4000Hz). Myös pienitaajuisia ääntä (alle 200 Hz) pidetään tuulivoimaloille ominaisena. Tuulivoimaloiden lähellä niiden äänestä voidaan erottaa tämä lavan aiheuttama jaksollinen ”humahdus”, mutta kauemmas mentäessä amplitudimodulaatio vaimenee (Tuulivoimarakentamisen suunnittelu, 2012).

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.

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 mitattu äänitaso tuulivoimalan juurella
50 dB	Vaimea keskustelu	
40 dB	Taustamelu kotona	
30 dB	Kuiskaus (1m)	

4 Melun ohjeartot

4.1 Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjeartoista

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

Taulukko 2. Ohjeartot valtioneuvoston asetuksessa.

	ulkomelutaso L_{Aeq} päivällä klo 7—22	ulkomelutaso L_{Aeq} yöllä klo 22—7
pysyvä asutus	45 dB	40 dB
loma-asutus	45 dB	40 dB
hoitolaitokset	45 dB	40 dB
oppilaitokset	45 dB	—
virkestysalueet	45 dB	—
leirintäalueet	45 dB	40 dB
kansallispuistot	40 dB	40 dB

4.2 Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat

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

Taulukko 3. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat yöaikaiselle pienitaajuiselle sisämelulle.

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

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. Suolakankaan hankkeen tapauksessa äänitehotasot on ilmoitettu 1/3 oktaavikaistoittain.

Mallinnuksessa käytetty voimalatyyppi on mainittu alla.

Taulukko 4. Hankkeen voimalatiedot.

Hankealue	Suunnitteluvaihe	Voimalat	Voimalan tornin korkeus (m)	Voimalan äänitehotaso (L _{wa})
Suolakangas	Kaavoitus	9 x V126 3.3MW	167	106.0 dB(A)

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

Maaston vaikutus melun etenemiseen, kerroin	0.4
Tarkastelupisteen korkeus (metriä maanpinnan yläpuolella)	4 m
Ilman lämpötila	15°C
Ilman suhteellinen kosteus	70 %

Alueen korkeustietona on käytetty Maanmittauslaitoksen kahden metrin korkeusmallia ja alueen maanpeitteisyys on Suomen ympäristökeskuksen OIVA-tietokannasta. 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 kahdeksan havainnointipistettä, joiden kohdalta voimaloiden aiheuttamat äänenvoimakkuudet ilmoitetaan.

5.2 Menetelmät

Melumallinnus on suoritettu WindPRO Ver3.0.629 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 mukainen melun mallinnus lasketaan myötätuuliolosuhteissa.

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 mallinnuksessa voimalan melupäästöarvoon ei ole tarvetta lisätä 2 dB.

Jos ääni on erityisen häiritsevää eli kapeakaistaista tai impulssimaista, lisätään laskenta- tai mittaus tuloksiin 5 dB ennen asetuksen ohjearvoon vertaamista. Voimalavalmistajan toimittamien tietojen perusteella tässä mallinnuksessa laskentatuloksiin ei ole tarvetta lisätä sanktiota.

Pienitaajuinen melulaskenta on tehty ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti, asuntojen ja vapaa-ajan asuntojen ulkopuolelta käyttäen annettua laskentakaavaa. Sisätilojen melutasot on laskettu niin ikään ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti. Rakennusten äänieristys on laskettu DSO 1284 menetelmän mukaisesti, ja tuloksia on vertailtu asumisterveysasetuksessa oleviin sisämelun toimenpiderajoihin.

Pienitaajuinen melu 1/3-oktaavitasoittain altistuvassa kohteessa rakennuksen ulkopuolella arvioidaan yhtälöllä

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

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]

Kuva 1. Pienitaajuisen melun laskentakaava (Ympäristöministeriö, 2014)

6 Arvioidut meluvaikutukset

6.1 Nykytilanne

Suolakankaan tuulivoimapuiston alue on pääasiassa metsätalousaluetta ja sen äänimaisema on tällaiselle alueelle tyypillistä. Taustamelutasot metsässä ovat tavallisesti 20-70 dBA:n luokkaa.

6.2 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

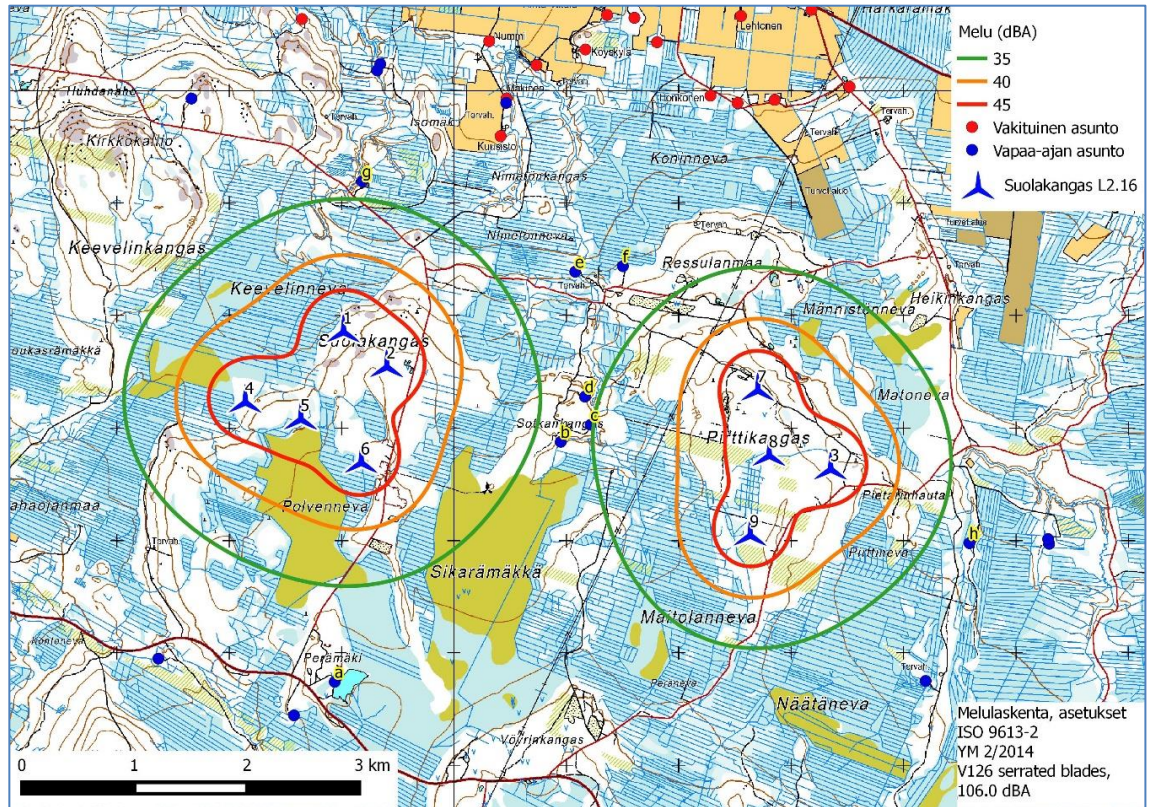
Tuulivoimapuiston rakentamisen aikana melua aiheutuu mm. maansiirtokoneista, nostureista, ajoneuvoliikenteestä sekä rakentamisesta. Rakennustyömaan melu on hyvin impulssimaista ja paikallista ja ajoittuu pääasiallisesti päiväaikaan. Tämän vuoksi meluvaikutukset eivät kasva merkittäviksi. Tiestön ja perustusten rakentaminen tuottaa eniten melua ja lisääntyvä liikenne rakentamisaikana saattaa nostaa valtatie melutasoa hieman.

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

6.3 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Ympäristöministeriön suunnitteluohjeiden mukaiset äänitasot ulottuvat Suolakankaan tuulivoimapuistohankkeessa siten, että 40 dBA:n raja ulottuu 500–800 metrin päähän uloimmasta voimalasta ja 35 dBA:n raja ulottuu 1000–1300 metrin päähän uloimmasta voimalasta.

Melumallinnuksessa on käytetty Vestaksen V126 3.3 MW serrated blade voimalaa, jonka kokonaisäänitaso on 106.0 dBA:ä (kuva 2).



Kuva 2. Suolakankaan tuulivoimapuiston melumallinnus. Kuvaan on merkitty kirjaimin kahdeksan havainnointipistettä.

Melumallinnuksen mukaan alueella olevien vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen kohdalla ei ylitetä valtioneuvoston asetuksen yöajan ohjearvoa 40 dBA. Vapaa-ajan asuntojen kohdalla meluarvot ovat alle 35 dBA ja vakituisten asuntojen kohdalla alle 30 dBA.

Alueen läheisyydestä on valittu kahdeksan havainnointipistettä, joiden melutasot eri mallinnuksissa on lueteltu liitteessä 1. Tulosten perusteella voidaan todeta, että Suolakankaan tuulivoimapuiston meluvaikutukset ovat normaalin toiminnan aikana vähäiset.

Tuulivoimapuiston alueella, voimaloiden välittömässä läheisyydessä, äänitaso on yli 45 dBA, joten melulla saattaa olla vaikutuksia esimerkiksi voimaloiden lähialueen virkistyskäyttöön. Vaikutusalueella ei kuitenkaan ole virkistyskäyttöön kaavoitettuja alueita, joten näille annettuja ohjearvoja ei ole tarpeen soveltaa.

6.4 Pienitaajuinen melu

Pienitaajuinen melu on laskettu ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti.

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

Laskennassa ei ole otettu huomioon asuntojen todellisia äänieristysominaisuuksia, joten todellinen matalataajuinen melu voi olla laskettua korkeampi (DSO laskentamenetelmässä käytetään ainoastaan talojen keskimääräistä äänieristystä). Lasketut arvot eivät kuitenkaan ole lähellä asumisterveysasetuksen toimenpiderajoja, joten arvion mukaan marginaalit ovat riittävät, eivätkä toimenpiderajat ylity.

6.5 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.

6.6 Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät

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

Mallinnuksessa käytetty voimalatyyppi on hankekehittäjän arvion mukaan todennäköisin voimalavaihtoehto kyseiselle alueelle ja valittaessa eri voimalatyyppi, melumallinnuksen tulokset voivat muuttua.

Pienitaajuisen melun laskennassa käytettävä menetelmä käyttää oletuksena keskimääräistä talojen rakenteiden äänieristysarvoa, joten talojen eristykset voivat todellisuudessa olla joko suuremmat tai pienemmät.

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 toiminta-aikoja voidaan tarvittaessa muuttaa siten, että ohjearovot eivät ylity herkällä alueella, joskaan tälle ei meluselvityksen tulosten mukaan ole tarvetta hankkeessa.

Kohtuuton meluhaitta voidaan tarvittaessa ehkäistä myös pysäyttämällä voimalat kriittiseksi ajaksi.

8 Lähteet

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

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

Suomen ympäristökeskus (2014). OIVA – Ympäristö- ja paikkatietopalvelu asiantuntijoille.

<http://www.d3.ymparisto.fi/d3/paikkatieto.htm>

Valtioneuvosto (2015). Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista.

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

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

Ympäristöministeriö (2014). Tuulivoimaloiden melun mallintaminen. Helsinki.

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

9 Mallinnustietojen raportti

RAPORTIN JA RAPORTOIJAN TIEDOT		*tarkentavat tiedot voi esittää kartalla tai muissa liitteissä		
Mallinnusraportin numero/tunniste:		Raportin hyväksyntäpäivämäärä: 20.11.2015		
Tekijä/organisaatio, yhteystiedot: Etha Wind Oy, Frilundintie 2 65170 VAASA, puh. 044-3809237				
Vastuuhenkilöt Christian Granlund ja Yigit Kolbasi, Etha Wind Oy				
Laatija: Christian Granlund		Tarkastaja/hyväksyjä: Jukka Rönnlund		
MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT				
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO Ver3.0.629		Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2		
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)				
Tuulivoimalan valmistaja: Vestas		Tyyppi: V126	Sarjanumero/t:	
Nimellisteho: 3,3 MW	Napakorkeus: 167,0 m	Roottorin halkaisija: 126,0 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 V126 3.3 MW (Voimalavalmistaja on taannut kokonaismeluarvon 106.0 dBA)							
Oktaaveittain [Hz]		1/3-oktaaveittain [Hz]					
31,5	75.8	20	63.6	200	90.3	2000	91.9
63	85.4	25	68.7	250	92.3	2500	89.6
125	91.7	31,5	69.1	315	95.1	3150	86.2
250	97.8	40	73.5	400	95.4	4000	85.2
500	101.0	50	77.5	500	96.1	5000	75.6
1000	101.3	63	80.4	630	97.0	6300	67.0
2000	96.6	80	82.7	800	96.4	8000	60.6
4000	89.0	100	84.9	1000	97.0	10000	60.6
8000	68.7	125	87.4	1250	96.3		
		160	88.0	1600	93.2	Kok.	106.0
Pienitaajuisen melun laskennassa lisätään 2 dBA:ä kuhunkin 1/3 oktaavikaistaan IEC 61400-14 standardin mukaisesti, jotta saadaan Lwd arvot.							
Melun erityispiirteiden mittaus ja havainnot:							

Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitu- dimodulaatio)		Muu, Mikä:	
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei
Tarvittaessa käytetään sanktiota (5dB), tässä tapauksessa ei.							
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
Laskenta korkeus					Laskentaruudun koko [m·m]		
4 m	Muu, mikä ja miksi:				10 m * 10 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: 2 m	
Maan- ja vedenpinnan absorptio ja heijastuksen huomioiminen, käytetyt kertoimet							
ISO 9613-2				HUOM			
Vesialueet, (0) / (G)							
Maa-alueet, (0,4) / (A-D/E-F)		0,4		Ainoastaan maa-aluekerrointa käytetty.			
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 6. Meluarvot valituissa kohteissa.

Havainnointi- piste	Luokka	Itäinen koord. (ETRS TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS TM35FIN)	Ohjearvo (dBA)	Melu (dBA)	Ohjearvojen ylitys
a	Vapaa-ajan asunto	258939	6924743	40	29.6	Ei
b	Vapaa-ajan asunto	260951	6926877	40	34.6	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	261216	6927029	40	34.9	Ei
d	Vapaa-ajan asunto	261166	6927279	40	34.7	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	261079	6928390	40	32.5	Ei
f	Vapaa-ajan asunto	261504	6928439	40	32.4	Ei
g	Vapaa-ajan asunto	259185	6929194	40	33.8	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	264587	6925975	40	32.4	Ei

Liite 2: Pienitaajuisten melun laskenta (lineaariset melutasot)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle alittuvat selvästi lähimmissä asunnoissa. Myös kauempana sijaitsevilla asunnoissa toimenpiderajat alittuvat, koska pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa.

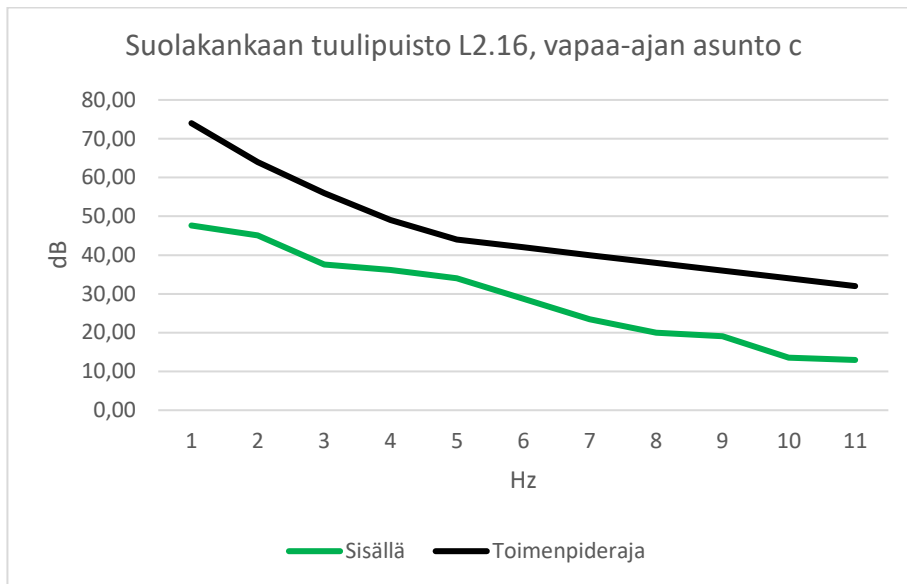
Vapaa-ajan asuntojenkin kohdalla toimenpiderajat alittuvat selvästi.

Taulukko 7. Pienitaajuinen melu rakennuksen ulkopuolella.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)							
	a	b	c	d	e	f	g	h
20	50.57	54.06	54.23	54.09	52.64	52.52	53.01	51.86
25	49.82	53.32	53.49	53.35	51.89	51.77	52.26	51.11
31,5	44.69	48.20	48.37	48.23	46.77	46.65	47.14	45.99
40	43.83	47.36	47.53	47.39	45.92	45.80	46.30	45.15
50	43.27	46.82	47.00	46.85	45.37	45.25	45.76	44.60
63	41.56	45.14	45.32	45.17	43.68	43.56	44.08	42.92
80	39.31	42.94	43.12	42.98	41.46	41.34	41.88	40.71
100	37.26	40.96	41.15	41.00	39.46	39.33	39.90	38.71
125	35.29	39.10	39.30	39.14	37.55	37.43	38.03	36.83
160	30.56	34.53	34.73	34.57	32.91	32.79	33.46	32.24
200	29.76	33.93	34.16	33.99	32.24	32.12	32.87	31.63

Taulukko 8. Pienitaajuinen melu sisätiloissa.

Taajuus (Hz)	Melutaso kohteissa (dB)							
	a	b	c	d	e	f	g	h
20	43.97	47.46	47.63	47.49	46.04	45.92	46.41	45.26
25	41.42	44.92	45.09	44.95	43.49	43.37	43.86	42.71
31,5	33.89	37.40	37.57	37.43	35.97	35.85	36.34	35.19
40	32.43	35.96	36.13	35.99	34.52	34.40	34.90	33.75
50	30.27	33.82	34.00	33.85	32.37	32.25	32.76	31.60
63	24.96	28.54	28.72	28.57	27.08	26.96	27.48	26.32
80	19.61	23.24	23.42	23.28	21.76	21.64	22.18	21.01
100	16.06	19.76	19.95	19.80	18.26	18.13	18.70	17.51
125	15.09	18.90	19.10	18.94	17.35	17.23	17.83	16.63
160	9.36	13.33	13.53	13.37	11.71	11.59	12.26	11.04
200	8.56	12.73	12.96	12.79	11.04	10.92	11.67	10.43



Kuva 3. Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen pienitaajuisen melun laskenta sekä sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön toimenpiderajat vapaa-ajan asunnossa c.

Liite 3: Voimaloiden sijainnit

Taulukko 9. Suolakankaan voimaloiden sijaintitiedot.

Voimala	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Kokonaisäänenvoimakkuus [dB(A)]	Tuulivoimalatyyppi
1	259015	6927893	106.0	VESTAS V126-3.3 MW serrated blade
2	259400	6927582	106.0	VESTAS V126-3.3 MW serrated blade
3	263350	6926671	106.0	VESTAS V126-3.3 MW serrated blade
4	258141	6927267	106.0	VESTAS V126-3.3 MW serrated blade
5	258635	6927116	106.0	VESTAS V126-3.3 MW serrated blade
6	259173	6926730	106.0	VESTAS V126-3.3 MW serrated blade
7	262702	6927373	106.0	VESTAS V126-3.3 MW serrated blade
8	262803	6926793	106.0	VESTAS V126-3.3 MW serrated blade
9	262634	6926083	106.0	VESTAS V126-3.3 MW serrated blade