

Vastaanottaja
Suomen Hyötytuuli Oy

Asiakirjatyyppe
Raportti

Päivämäärä
31.5.2016, tark. 13.10.2016 (lisätty parametritaulukko)

Viite
1510015514

KARHUKANKAAN TUULI- VOIMAHANKE, SIIKAJOKI MELUMALLINNUS

KARHUKANKAAN TUULIVOIMAHANKE, SIIKAJOKI MELUMALLINNUS

Päivämäärä **31.5.2016**
Laatija **Arttu Ruhanen, Ville Virtanen**
Tarkastaja **Kirsi Lehtinen**

Tuulivoimahankkeen kaavaehdotusvaiheen meluselvitys

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 06/2015 aineistoa.

http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata_lisenssi_versio1_20120501

Viite 1510015514

SISÄLTÖ

1.	YLEISTÄ	1
2.	MELUN OHJEARVOT	1
2.1	Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista	1
2.2	Asumisterveysasetuksen melutason toimenpiderajat asuntojen sisätiloissa	1
3.	MELUMALLINNUKSEN TIEDOT	2
3.1	Tuulivoimalatiedot	2
3.2	Melulaskenta	3
3.3	Maastomalli	4
4.	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	4
4.1	Häiritsevyysskorjaukset	4
4.2	Mallinnuksen tulokset	4
4.3	Pienitaajuinen melu	4
4.4	Tuulivoiman melutasot verrattuna Vna 1107/2015 ulkomelun ohjearvoihin	5
4.5	Alueen yleiset tuuliolosuhteet ja niiden vaikutus melutasojen esiintyvyyteen	6
LIITTEET	6	

1. YLEISTÄ

Suomen Hyötytuuli Oy suunnittelee tuulivoimapuistoa Karkukankaan alueelle Siikajoelle. Tämä meluselvitys liittyy hankkeen kaavoitukseen, joka on ehdotusvaiheessa.

Hankkeen edellinen meluselvitys 21.10.2015 liittyi kaavaluonnosvaiheeseen ja ympäristövaikutusten arviointiin. Edellisen meluselvityksen jälkeen kahden tuulivoimalan paikat ovat hieman muuttuneet.

Melumallinnus tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 ”Tuulivoimaloiden melun mallintaminen” raportin mukaisesti. Koska kyseessä on kaavavaiheen selvitys, on meluvyöhykkeiden sekä reseptoripistekohtaisessa mallinnuksessa käytetty laskentamallia ISO 9613-2. Pien-
taajuuden melun tarkastelu tehtiin erillislaskentana YM:n ohjeen 2/2014 mukaisesti.

Työ on tehty Suomen Hyötytuuli Oy:n toimeksiannosta. Ramboll Finland Oy:ssä melumallinnuksen ja raportoinnin on tehnyt projektipäällikkö ins. (AMK) Arttu Ruhanen.

2. MELUN OHJEARVOT

2.1 Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista

Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 (voimaantulopäivä 1.9.2015) on annettu tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvot. Ohjearvot on annettu absoluuttisina lukuarvoina, joissa ei huomioida taustamelua. Asetusta sovelletaan maankäyttö- ja rakennusalan mukaisessa maankäytön ja rakentamisen suunnittelussa, lupamenettelyissä ja valvonnassa sekä ympäristönsuojelulain mukaisessa lupamenettelyssä ja valvonnassa.

Tuulivoimalan toiminnasta aiheutuvan melupäästön takuuarvon perusteella määritelty laskennallinen melutaso ja valvonnan yhteydessä mitattu melutason eivät saa ulkona ylittää melulle altistuvalla alueella melun A-taajuuspainotetun keskiäänitason (ekvivalenttitason L_{Aeq}) ohjearvoja taulukossa 1 esitetyn mukaisesti.

Taulukko 1. Valtioneuvoston asetuksen mukaiset tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvot

	Ulkomelutason L_{Aeq} päivällä klo 7-22	Ulkomelutason L_{Aeq} yöllä klo 22-7
Pysyvä asetus	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	40 dB	40 dB

Elinympäristöön vaikuttavaa toimintaa suunniteltaessa ja järjestettäessä sekä tällaista toimintaa harjoitettaessa huomioon otettavista sisämelutasoista säädetään terveydensuojelulaissa (763/1994) ja sen nojalla annetuissa säännöksissä.

Valvonnan yhteydessä saatuun mittaustulokseen tehdään 5 dB lisäys, mikäli tuulivoimalan melu on impulssimaista tai kapeakaistaista altistuvalla alueella.

2.2 Asumisterveysasetuksen melutason toimenpiderajat asuntojen sisätiloissa

Sosiaali- ja terveysministeriön 23.4.2015 annetussa asetuksessa 545/2015 (voimaantulopäivä 15.5.2015) on annettu toimenpiderajoja asuntojen ja muiden oleskelutilojen sisämelulle (ns. asumisterveysasetus). Asetus korvaa aiemmin käytössä olleen asumisterveysohjeen (STM oppaita 2003:1).

Asuinhuoneistojen asuinhuoneisiin (paitsi keittiö ja muut tilat) toimenpiderajoiksi on annettu päiväajan keskiäänitasolle $L_{Aeq\ 7-22}$ 35 dB ja yöajan keskiäänitasolle $L_{Aeq\ 22-7}$ 30 dB. Selvästi taustamelusta erottuvalle melulle, joka voi aiheuttaa unihäiriötä, on toimenpiderajana nukkumiseen käytettävissä tiloissa yöaikaan (klo 22-7) 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 $L_{eq,1h}$.

Taulukko 2. Yöaikaisen pienitaajuisen sisämelun toimenpiderajat terssikaistoittain (Asumisterveysasetus). Päiväaikana sallitaan 5 dB suurempia arvoja.

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

Valtioneuvoston asetuksessa veloitetaan noudattamaan sisätilojen melun osalta Asumisterveysasetuksessa annettuja sisätilojen melun toimenpiderajoja. Tuulivoimarakentamisen suunnitteluohjeen (4/2012) mukaisesti ulkomelun ohjearvoilla pyritään varmistamaan sisämelun osalta suunnitteluohjearvojen täyttyminen. Asumisterveysasetus ei tuo muutoksia mallinnusmenetelyihin tai -tarpeisiin, jotka tehdään YM:n ohjeistuksen mukaisesti.

3. MELUMALLINNUKSEN TIEDOT

3.1 Tuulivoimalatiedot

Tuulivoimalat sijoitettiin mallinnuksessa 20.6.2016 päivätyn kaavaehdotuksen layoutin mukaisille paikoille. Tuulivoimaloiden napakorkeus oli 160 metriä.

Taulukko 3. Tuulivoimalaitosten koordinaatit (ETRS-TM35FIN)

Tunnus	X	Y	Z
1	395901	7179442	36
2	396387	7178061	43
3	396262	7177587	45
4	395358	7177977	41
5	395448	7179633	34
6	397019	7176392	51
7	395744	7178730	38
8	396685	7178675	42
9	395802	7176591	50
10	395655	7176027	54
11	395631	7177464	45
12	396723	7177599	46
13	396308	7176393	50
14	395843	7178210	42
15	395460	7179178	36
16	395238	7178488	40

Mallinnus tehtiin Vestas V126-3.3MW (clean blade)- laitosmallilla. Tuulivoimalamallin melupäästötiedot perustuvat Suomen Hyötytuuli Oy:n toimittamaan Vestaksen meludokumenttiin "DMS no.: 0048-2151_01; V126-3.3MW-Mk2A-50/60Hz - Third Octaves according to General Specification; 2014-11-11". Äänitehotasot on esitetty dokumentissa terssikaistoittain välillä 6,3–8 000 Hz tuulennopeuksille 4-12 m/s (napakorkeudella). Laitosmallin suurin äänitehotaso L_{WA} 108,5 dB saavutetaan, kun tuulen nopeus on 10 m/s laitoksen napakorkeudella. Pienitaajuisen melun osuus päästöstä suurimmillaan kun tuulen nopeus on napakorkeudella 13 m/s.

Liitteessä 2 on esitetty tarkemmat tuulivoimaloiden akustiset tiedot.

3.2 Melulaskenta

Melulaskennat tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 ”Tuulivoimaloiden melun mallintaminen” raportin mukaisilla laskentaparametreilla ja -menetelmillä. Liitteessä 2 on esitetty melulaskentojen oleelliset lähtötiedot esim. laskentaparametrit.

Melumallinnukset on tehty SoundPlan 7.3 -melulaskentaohjelmaa ja siihen sisältyvää ISO 9613-2 -melulaskentamallia käyttäen. SoundPlan -ohjelmistosta saa lisätietoa internet-sivustolta www.soundplan.eu.

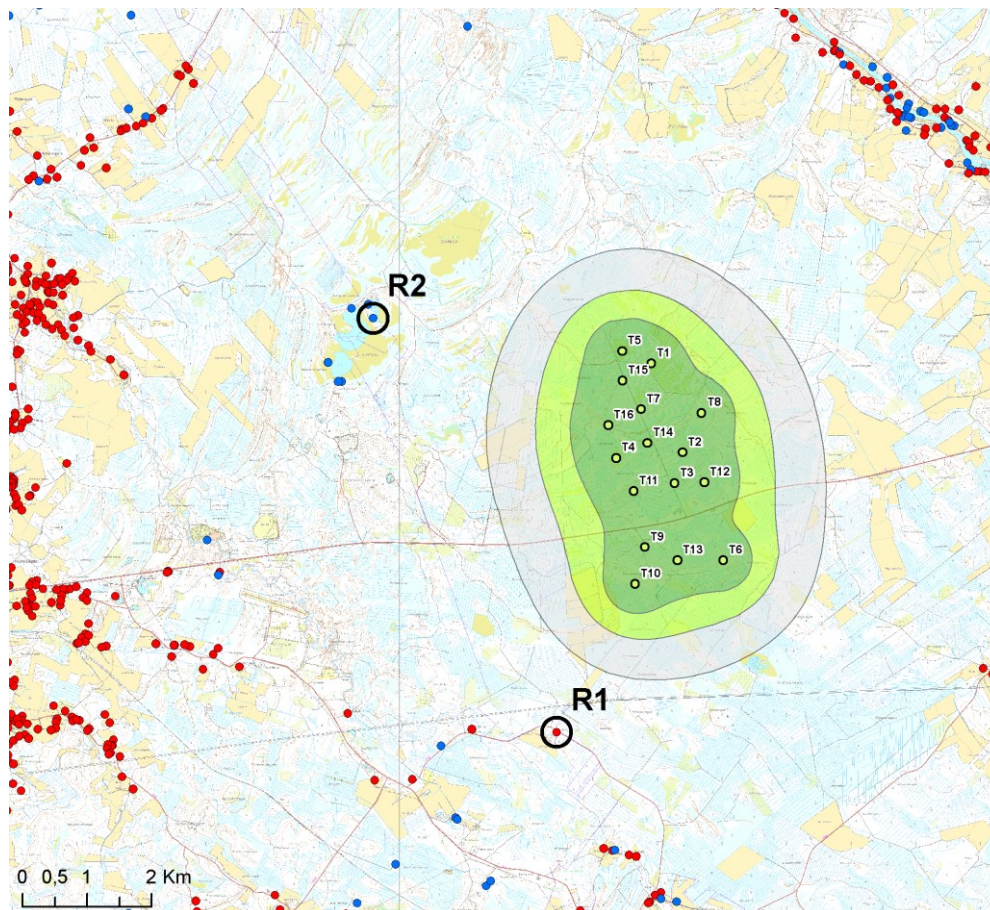
ISO 9613-2 -mallissa tuulen nopeutta tai suuntaa ei voida varioida, vaan laskentamallissa on oletuksena lievä myötätuuli melulähteestä laskentapisteeseen päin. Malli huomioi kolmiulotteisessa laskennassa mm. maastonmuodot sekä etäisyysvaimentumisen, ilman ääniabsorption, esteet, heijastukset ja maanpinnan absorptio-ominaisuudet.

Meluvyöhykelaskennat on tehty laskentapisteverkkoon ja ohjelma interpoloi melutasot laskentapisteen välisille alueille. Lisäksi tehtiin reseptoripistelaskentoja asuin- ja lomarakennusten kohdalla. Reseptoripisteiden tuloksista käy ilmi tarkat keskiäänitasot (L_{Aeq}) kyseisten rakennusten kohdalla.

Pienitaajuisen melun tarkastelu tehtiin YM:n ohjeessa 2/2014 esitetyn mukaisesti. Taajuuspainotamattomien terssikaistakohtaisten melutasojen laskenta tehtiin kahteen reseptoripisteeseen eli samojen rakennusten kohdalle kuin pistekohtainen keskiäänitason laskentakin. Rakennuksen sisälle aiheutuvia pienitaajuisia melutasoja arvioitiin DSO 1284 laskentamenetelmässä esitettyjen asuintalon julkisivun ilmääneneristävyyssarvojen avulla.

Melupäästöarvot syötettiin meluvyöhykelaskentaan ja reseptoripistelaskentaan 1/1 -oktaavikaistoittain taajuusjakauman mukaisesti. Pienitaajuisen melun laskenta tehtiin laitosmallin ilmoitettuihin 1/3 -oktaavikaistatietoihin perustuen.

Kaikki esitetyt melutasot ovat suoraan mallinnuksen tuloksia, eikä niihin ole lisätty mitään mahdollisia häiritsevyysskorjauksia.



Kuva 1. Reseptoripisteiden sijainti

3.3 Maastomalli

Laskennassa käytetty maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen laserkeilaukseen perustuvas- ta Korkeusmalli 2 -korkeusaineistosta. Maastomallissa ei huomioitu rakennuksia.

Mallissa ei ole huomioitu myöskään metsäkasvillisuutta melua vaimentavana tekijänä. Metsäkas- villisuus (puusto yms.) voi vaimentaa melua, mikäli kasvillisuusvyöhyke on riittävän korkea ja syvyys on suuri. Ympäristömeluarvioinneissa kasvillisuuden vaikutusta ei kuitenkaan pääsääntöi- sesti oteta huomioon, koska vyöhykkeiden pysyvyydestä ei voida olla varmoja (esim. puuston avohakkuut). Laskentamallien kyvystä huomioida luotettavasti puuston vaikutusta melun etene- miseen ei ole vielä riittävästi tutkittua tietoa.

Hankealueella tuulivoimalan perustusten ja kolmen kilometrin etäisyydellä laitoksista sijaitsevien altistuvien kohteiden välinen maanpinnan korkeusero on alle 60 metriä.

4. TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mallinnuksen tulokset pätevät selvityksessä käytetyllä laitosmallilla ja sen melupäästöllä sekä muilla suunnittelutiedoilla. Mikäli rakennettavan tuulivoimalaitoksen melupäästö on nyt tarkastel- tua suurempi tai sijainti tai napakorkeus muuttuvat merkittävästi, tulee mallinnus ja meluvaiku- tusten arviointi päivittää.

4.1 Häiritsevyyskorjaukset

Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaisuudes- ta. Mahdollinen häiritsevyyskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustu- lokseen, mikäli melun todetaan olevan kapeakaistaista ja/tai impulssimaista. Impulssimaisuuden ja kapeakaistaisuuden määrittäminen mittaustuloksesta tehdään YM:n ohjeessa *”Tuulivoimaloi- den melutason mittaaminen altistuvassa kohteessa”* 4/2014 esitetyn mukaisesti.

Asetus ei sisällä korjausta merkityksellisestä sykinnästä (EAM, Excess amplitude modulation), koska sen määrittämiseen ei ole standardisoitua menetelmää. Tavanomainen tuulivoimalan ääni- tason vaihtelu (NAM, Normal amplitude modulation) on osa tuulivoimalaitoksen toimintaa ja si- sältyy ohjearvoihin.

4.2 Mallinnuksen tulokset

Laskennalliset meluvyöhykkeet (A-painotettu keskiäänitaso) on esitetty liitteessä 1.

Meluvyöhykkeet ovat keskiäänitasoja tilanteessa, jossa tuulivoimalaitokset tuottavat suurimman mahdollisen melupäästön koko päivä- tai yöajan. Todellisuudessa tuulennopeus vaihtelee päivä- ja yöaikana ja todellinen päivä- tai yöajan äänitaso tuulivoimaloiden ympärillä vaihtelee sen mu- kaisesti. Myös tuulen suunta vaikuttaa melun leviämiseen ja mallinnus on tehty myötätuuliolo- suhteen vallitessa kaikkiin ilmansuuntiin.

Taulukko 4. A-painotetut keskiäänitasot eniten melulle altistuvien kohteiden kohdalla (ulkomelutaso)

Reseptori	L_{Aeq} dB
R1	28,5
R2	26,0

Kaikki asuin- ja lomarakennukset jäävät 40 dB melualueen ulkopuolelle. Enimmillään keskiääni- taso on 28,5 dB lähimmän asuintalon (reseptori 1) kohdalla.

4.3 Pienitaajuinen melu

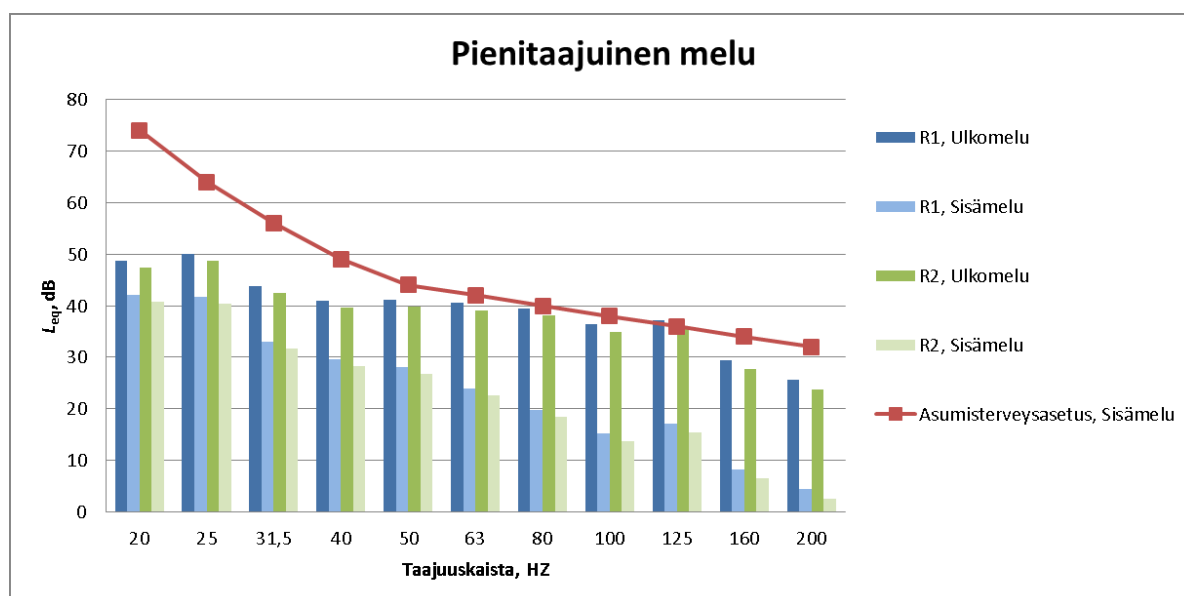
Verrattaessa Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisiin pienitaajuisen melun yöajan toimenpi- derajoihin, on reseptoripisteessä R1 ulkomelutaso ulkovaipan vaadittava äänitasoero (ΔL) 1 dB luokkaa 125 Hz:n terssikaistalla. 80 Hz ulkomelutaso on sisätilojen yöajan toimenpiderajojen ta- solla. 80 Hz:n terssikaistalla ulkomelutaso on sisätilojen toimenpiderajan tasolla ja muilla terssi- kaistoilla ulkomelutasot ovat reseptoripisteessä R1 yöajan sisämelun toimenpiderajojen alle.

Reseptoripisteessä R2 ulkomelutaso 125 Hz:n terssikaistalla on sisätilojen yöajan toimenpiderajan tasolla. Muilla terssikaistoilla melutaso alittavat yöajan sisämelun toimenpiderajat.

Asumisterveysasetuksen mukaan päiväajan pienitaajuiselle melulle voidaan hyväksyä noin 5 dB suurempia arvoja kuin yöaikana, joten ulkomelutasot alittavat päiväaikana toimenpiderajat molemmissa reseptoripisteissä.

DSO 1284 -menetelmän mukaiset ääneneristävyyssarvot (äänitasoero ΔL) kuvaavat tyypillisen tanskalaisen asuintalon ilmaääneneristävyyttä, jotka vastaavat kohtuullisen hyvin Suomessa käytettyjä rakenteita.

Kun huomioidaan ulkoseinän ääneneristävyys DSO 1284 -menetelmässä mainittujen arvojen mukaisesti, alittaa terssikohtaiset melutasot toimenpiderajat selvästi kummassakin reseptoripisteessä. Tulosten perusteella voidaan myös todeta, että pienitaajuinen melu alittaa ohjearvot myös kauempana tuulivoimaloita, koska laskennan periaatteiden mukaan pienitaajuinen melu vaimeene etäisyyden kasvaessa.



Kuva 2. Pienitaajuisen melun laskentatulokset

4.4 Tuulivoiman melutasot verrattuna Vna 1107/2015 ulkomelun ohjearvoihin

YM:n mallinnusohjeen (2/2014) mukaan ohjearvovertailussa ei huomioida epävarmuutta, kun laskenta tehdään ohjeessa mainituilla parametreilla ja käyttäen valmistajan takaamia melupäästöarvoja (declared value tai warranted level). Tällöin melupäästön takuuarvoon on sisällytetty koko laskennan epävarmuus. Tässä mallinnuksessa on käytetty valmistajan takaamaa arvoa.

Kaikkien asuin- ja lomarakennusten kohdalla alitetaan päiväajan ohjearvo 45 dB ja yöajan ohjearvo 40 dB.

Valtioneuvoston asetuksessa veloitetaan noudattamaan sisätilojen melun osalta Asumisterveysasetuksessa annettuja sisätilojen melun toimenpiderajoja. Tuulivoimarakentamisen suunnitteluohteen (4/2012) mukaisesti ulkomelun ohjearvoilla pyritään varmistamaan sisämelun osalta suunnitteluohtearvojen täyttyminen.

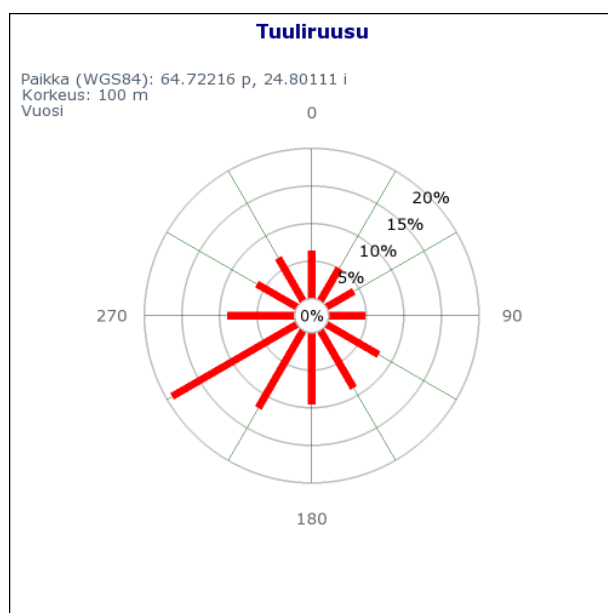
Käytännöllisesti katsoen kaikki tavanomaiset rakenteet täyttävät 20 dB:n eristävyyksivaatimuksen (RIL 129–2009 Ääneneristävyyden toteuttaminen). Tuulivoimamelun ollessa ohjearvojen puitteissa, eristävyyksivaatimukseksi 15 dB (= 1107/2015 ulkomelun yöajan ohjearvo $L_{Aeq, 22-7}$ 40 dB – 545/2015 sisämelun toimenpideraja $L_{Aeq, 1h}$ 25 dB). Tämän perusteella myös 545/2015 sisämelun rajat alittuvat kaikkien muiden ympäristön rakennusten kohdalla.

Sisätiloihin arvioidut (ulkoseinän ääneneristävyys DSO 1284 arvojen mukaisesti) pienitaajuisen melun tasot alittavat sisätiloihin annetut 545/2015 mukaiset toimenpiderajat ympäristön rakennusten kohdalla.

4.5 Alueen yleiset tuuliolosuhteet ja niiden vaikutus melutasojen esiintyvyyteen

Tuuliolosuhteet vaikuttavat tuulivoimalaitoksen meluntuottoon. Meluntuotto ei kasva lineaarisesti tuulennopeuden mukana ja äänitehotason voimistuminen pysähtyy tai alkaa laskea voimalan saavuttaessa tietyn tuulen nopeuden. Hiljaisilla tuulen nopeuksilla voimalaitoksen äänitehotaso saattaa olla merkittävästi maksimiarvoa pienempi.

Tuulennopeus vaihtelee päivä- ja yöaikana ja hetkittäinen äänitaso vaihtelee sen mukaisesti. Mallinnuksen tulokset vastaavat keskiäänitasoja tilanteessa, jossa tuulennopeus on koko päivä- tai yöajan on hyvin voimakasta. Todellinen päivä- ja yöajan keskiäänitaso laitosten ympärillä riippuu tarkastelujakson tuulisuudesta ja mallinnuksen mukaiset melutasot edustavatkin lähelle äänekäintä mahdollista tilannetta.

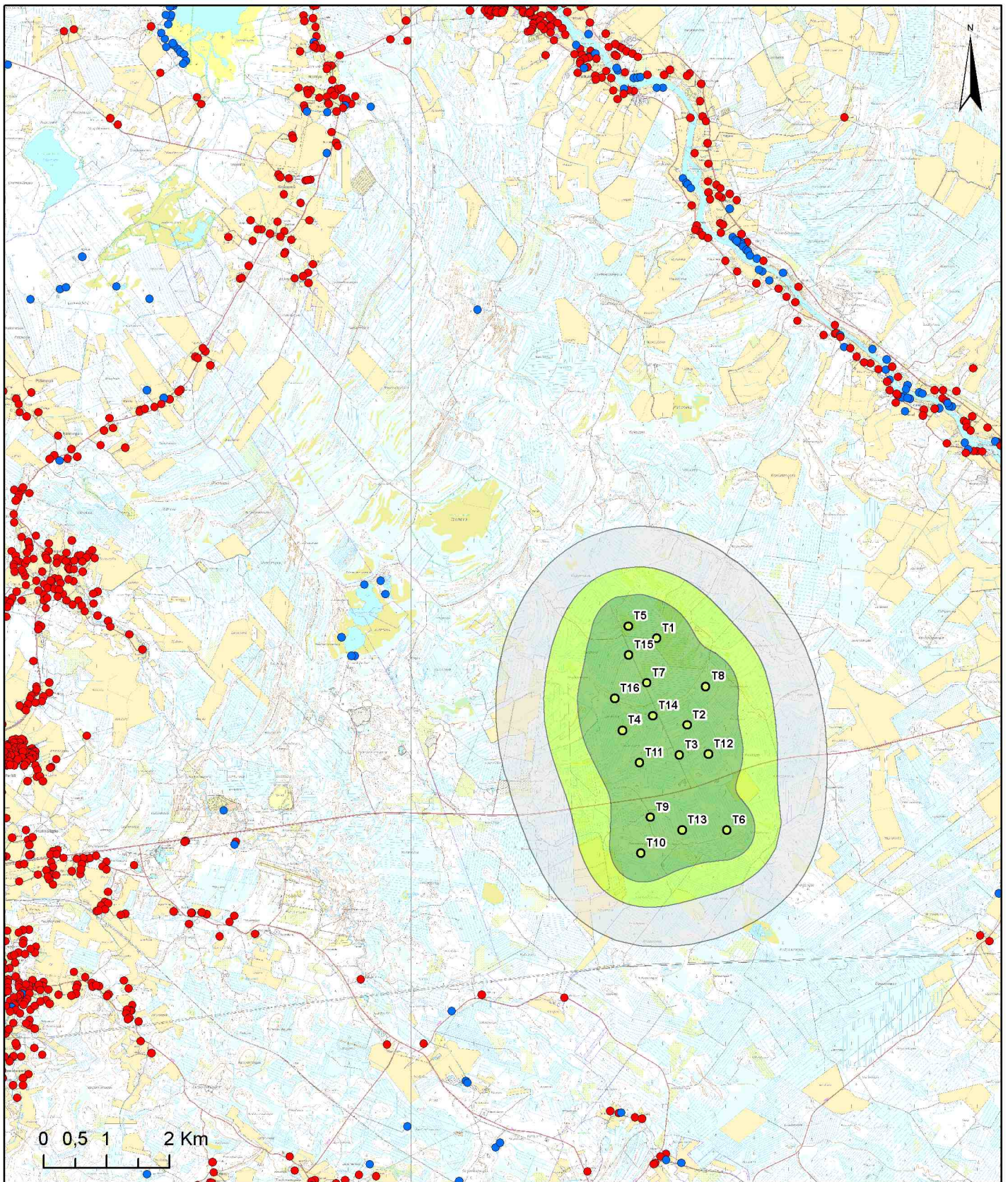


Kuva 3. Tuuliruusu Suomen Tuuliatlaksesta

Tuulennopeuden lisäksi myös tuulensuunta vaikuttaa melun leviämiseen. Hankealueella vallitseva tuulensuunta on lounaasta. Tällöin mallinnuksen mukaisia melutasoja voi esiintyä useimmin voimaloiden koillispuolella. Hankealueen etelä- ja länsipuolella mallinnuksen mukaisten melutasojen esiintyminen on harvinaisempaa.

LIITTEET

- Liite 1 Meluvyöhykekartta
- Liite 2 Melulaskennan lähtötiedot ja tuulivoimaloiden akustiset tiedot



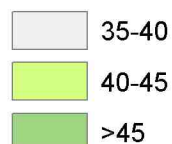
Suomen Hyötytuuli Oy
Karhukangas, Siikajoki

Melumallinnus

Laskentamalli ISO 9613-2
YM:n 2/2014 laskentaparametrit
Laskentakorkeus mp + 4 m

Liite 1

Äänitaso, dB(A)



○ Karhukangas: 24.5.2016 / HH 160 m / Lwa 108,5 dB

● Asuinrakennus

● Lomarakennus

A.Ruhanen 31.5.2016

Laatija: Arttu Ruhanen, Ramboll Finland Oy
Päivämäärä: 31.5.2016

Hankevastaava: Suomen Hyötytuuli Oy
Hankealue: Karhukangas, Siikajoki

Mallinnusohjelman tiedot

Mallinnusohjelma ja versio: SoundPlan 7.3
Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2

Laskennan lähtötiedot

Laskentaverkko
Laskentakorkeus: 4 metriä
Laskentaruudun koko: 20*20 metriä

Sääolosuhteet
Suhteellinen kosteus: 70 %
Lämpötila: 15 °C

Maastomalli
Maastomallin lähde: Maanmittauslaitos, Korkeusmalli 2m
Vaakaresoluutio: 2,0 m
Pystyresoluutio: 0,3 m

Hankealueen korkeuserot

Tuulivoimalan perustusten ja altistuvan kohteen korkeusero yli 60 m (3 km etäisyydellä voimaloista)

☐ Kyllä ☒ Ei

Jos kyllä, mitkä tuulivoimalat:

-

Maan- ja vedenpinnan absorptio ja heijastukset, käytetyt kertoimet

Vesialueet 0 akustisesti kova pinta

Maa-alueet 0,4 akustisesti puolikova

Ilmakehän stabiilius laskennassa / meteorologinen korjaus

Neutraali 0 neutraali - stabiili sääolosuhde

Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen

☒ Vapaa avaruus

☐ Muu

Tuulivoimaloiden perustiedot

Tuulivoimalan valmistaja:	Tyyppi:	Sarjanumero:	
Vestas	V126-3.3 MW	-	
Nimellisteho:	Napakorkeus:	Roottorin halkaisija:	Tornin tyyppi:
3,3 MW	160 m	126 m	Putkitorni

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

Lapakulman säätö:	Pyörimisnopeus:	Muu, mikä:
☒ Kyllä	☒ Kyllä	
☐ Ei	☐ Ei	

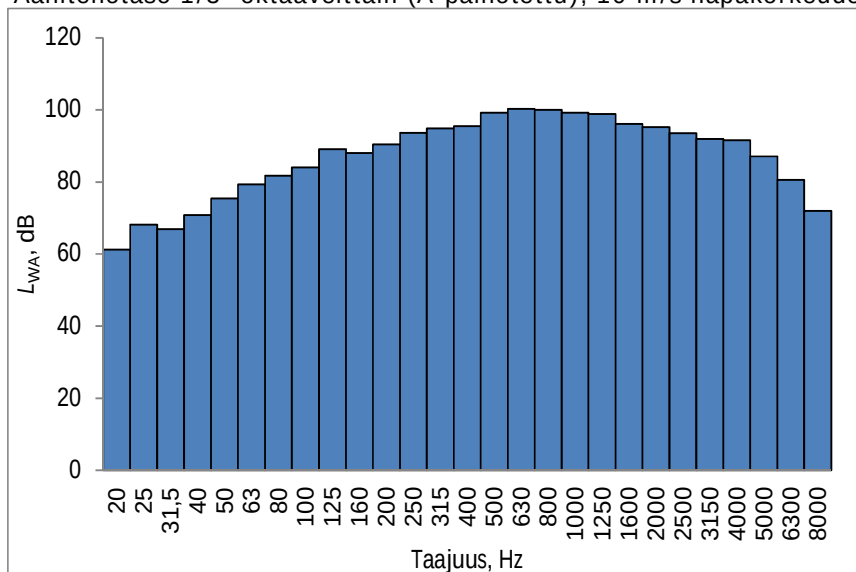
Akustiset tiedot

Melupäästötiedot

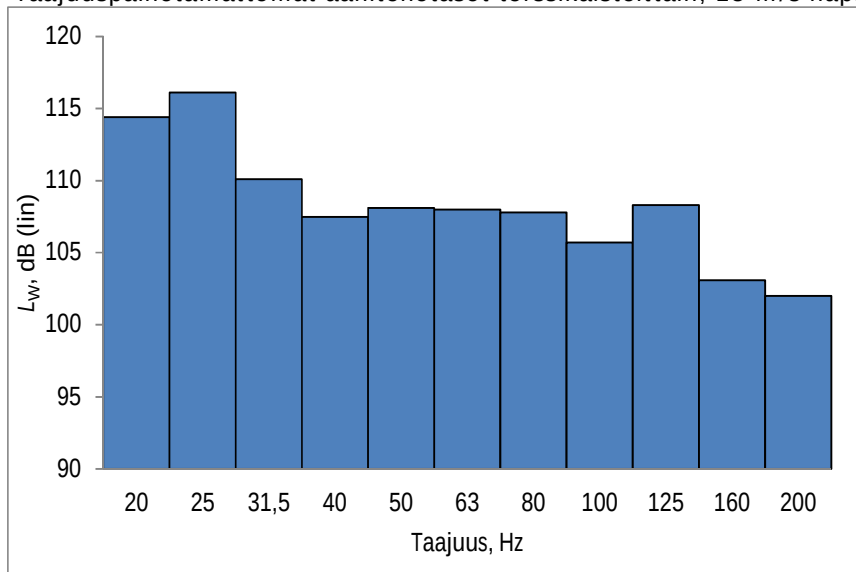
Suurin kokonaisäänitehotaso L_{WA} :

108,5 dB (clean blade) ☒ Takuuarvo

Äänitehotaso 1/3 -oktaaveittain (A-painotettu), 10 m/s napakorkeudella:



Taajuuspainotamattomat äänitehotasot terssikaistoittain, 13 m/s napakorkeudella:



Melun erityspiirteiden mittausta ja havainnot:

Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus	Impulssimaisuus	Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)	Muu, mikä
☐ Kyllä ☒ Ei ☐ Ei ilmoitettu	☐ Kyllä ☐ Ei ☒ Ei ilmoitettu	☐ Kyllä ☐ Ei ☒ Ei ilmoitettu	

Pienitaajuisen melun laskenta

Lineaariset melutasot (L_{Leq}) altistuvien kohteiden (rakennusten) ulkopuolella

Pienitaajuisen melun laskentamenetelmä:

YM:n ohjeen 2/2014 mukainen (DSO 1284 sovellettuna)

	R1	R2
Hz	L_{Leq} , dB	L_{Leq} , dB
20	49	47
25	50	49
31,5	44	43
40	41	40
50	41	40
63	41	39
80	40	38
100	36	35
125	37	36
160	29	28
200	26	24

Suure	Parametrin lukuarvo	Parametrin määrittäminen
Laskentaohje	Ympäristöministeriön ohje 2/2014	
Suurin ilmoitettu melupäästö	Vestas V126-3.3MW, clean blade LWA 108,5 dB, kun tuulenoisuus napakorkeudella on 10 m/s	IEC 61400-11 Ed.3
Äänen suuntaavuus	Ympärisäteilevä suuntaamaton pistelähde voimalaitoksen napakorkeudella tuulen suunnasta riippumatta	Äänen säteily vapaaseen avaruuteen, geometrinen vaimennus 6 dB etäisyyden kaksinkertaistuessa
Ilmakehän absorption aiheuttama vaimennus	Lämpötila: 15 °C Ilmanpaine 1013,25 mbar Ilman suhteellinen kosteus: 70 %	ISO 9613-1
Maan- tai vedenpinnan absorption ja heijastuksen vaikutus	Vaikutuserroin on maa-alueella 0,4 ja vesialueella 0	ISO 9613-2 yleinen menetelmä (General method of calculation)
Maanpinnan muodon vaikutus	Tuulivoimalaitosten perustusten ja ympäristön melulle altistuvien kohteiden maanpinnan korkeuden välinen korkeusero on alle 60 metriä, joten voimalan melupäästön takuuarvoon ei lisätä 2 dB korjausta.	Mallinnus- ja mittaustulosten välinen ero.
Sääolosuhde	Neutraali–stabiili sääolosuhde, meteorologinen korjaus: 0	ISO 9613-2
Laskennan vaaka- ja pystyresoluutio	Vaakaresoluutio: 2 m Pystyresoluutio: 0,3 m	Maanmittauslaitoksen Korkeusmalli 2m (tarkin käytettävissä oleva tieto)
Pientaajuisten äänen etenemisvaimennus	Geometrinen vaimennus 6 dB etäisyyden kaksinkertaistuessa, maa- ja vesialuevaikutus DSO 1284 mukaan	DSO 1284
Laskentaverkko	Laskentapistet 50 x 50 metrin välein 4 m korkeudella maanpinnasta	