

Vastaanottaja
Punkalaitumen Tuulivoima Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
10.10.2016

Viite
1510025595

ARKKUI NSUON TUULIVOIMA- PUISTO, PUNKALAI DUN MELUMALLINNUS

ARKKUI NSUON TUULIVOIMAPUI STO, PUNKALAI DUN MELUMALLINNUS

Päivämäärä 10.10.2016
Laatija Ville Virtanen
Tarkastaja Arttu Ruhanen

Tuulivoimahankkeen melumallinnus

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 03/2016 aineistoa.

http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata_lisenssi_versio1_20120501

Viite 1510016481

SISÄLTÖ

1.	YLEISTÄ	1
2.	MELUN OHJEARVOT	1
2.1	Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista	1
2.2	Asumisterveysasetuksen melutason toimenpiderajat asuntojen sisätiloissa	2
3.	MELUMALLINNUKSEN TIEDOT	2
3.1	Tuulivoimalatiedot	2
3.2	Melulaskenta	3
3.3	Maastomalli	4
4.	TULOKSET	4
4.1	Mallinnustulokset	4
4.2	Pienitaajuinen melu	5
5.	TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	6
5.1	Häiritsevyysskorjaukset	6
5.2	Tuulivoiman melutasot verrattuna melun ohjearvoihin	6
5.3	Alueen tuuliolosuhteet ja niiden vaikutukset meluun	6

LIITTEET

Liite 1	Meluvyöhykekartta
Liite 2	Laskentaparametrit ja tuulivoimalan akustiset tiedot

1. YLEISTÄ

Punkalaitumen tuulivoima Oy suunnittelee kolmen tuulivoimalan rakentamista Arkkuisuon suunnittelualueelle Punkalaitumen kuntaan. Tämän työn tarkoituksena on ollut selvittää suunniteltujen tuulivoimalaitosten aiheuttamat meluvaikutukset.

Työ on tehty Punkalaitumen Tuulivoima Oy:n toimeksiannosta. Meluselvityksen laadinnasta on vastannut projektipäällikkö ins.(AMK) Arttu Ruhanen. Melumallinnuksen ja raportoinnin on tehnyt suunnittelija ins.(AMK) Ville Virtanen.

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 1107/2015

	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 terveysuojelulaissa (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 oppaata 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). Päiväaikaan 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

3. MELUMALLINNUKSEN TIEDOT

3.1 Tuulivoimalatiedot

Melumallinnukset tehtiin 30.6.2016 päivätyn layoutin sijaintipaikkojen mukaisesti. Melutasot mallinnettiin käyttäen Enercon E-141 EP4 / 4200 kW – voimalaitoksen suurinta kokonaisäänitehotasoa, joka on L_{WA} 105,5 dB (Operating mode 0 s). Suurin äänitehotaso saavutetaan, kun tuulen nopeus on ≥ 11 m/s laitoksen napakorkeudella. Kokonaismelupäästö on taattu valmistajan toimesta, eli mallinnuksessa käytettävät arvot vastaavat L_{WAd} -arvoja. Tuulivoimaloiden napakorkeutena oli 160 m. Melutietojen lähdedokumentteina olivat Punkalaitumen Tuulivoima Oy:n toimittamat:

- Document ID D0438739-5; Data Sheet, ENERCON Wind Energy Converter E-141 EP4, Operating Modes 0 s, I s, II s and Power-Reduced Operation, with TES (Trailing Edge Serrations), Date 2016-04-13
- Document ID D0490967-0; Data Sheet, ENERCON Wind Energy Converter E-141 EP4 / 4200 kW, One Third Octave Operating Modes 0 s, I s, II s and Power-Reduced Operation with TES (Trailing Edge Serrations), Date 2016-04-20

Tuulivoimaloiden tarkemmat akustiset tiedot on esitetty liitteessä 2 ja sijaintien koordinaattilistaus on taulukossa 3. Taulukossa esitetyissä tuulivoimalaitoksen koordinaateissa Z-koordinaatti kertoo maaston korkeuden metreissä merenpinnan yläpuolella tuulivoimalan sijaintipaikalla.

Taulukko 3. Tuulivoimalaitoksen koordinaatit (ETRS-TM35FIN)

Tunnus	X	Y	Z
1	287157	6774893	88
2	287782	6774739	86
3	287639	6774226	88

3.2 Melulaskenta

Melulaskennat tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" raportin mukaisilla laskentaparametreilla ja -menetelmillä. Liitteessä 2 ja taulukossa 4 on esitetty melulaskentojen oleelliset lähtötiedot esim. laskentaparametrit.

Melumallinnukset on tehty SoundPlan 7.4 -melulaskentaohjelmaa ja siihen sisältyvää ISO 9613-2 -melulaskentamallia käyttäen. SoundPlan -ohjelmistosta saa lisätietoa internet-sivustolta www.soundplan.eu.

Meluvyöhykelaskennat on tehty laskentapisteverkkoon ja ohjelma interpoloi melutasot laskentapisteidensä välisille alueille. Lisäksi tehtiin reseptoripistelaskenta neljän tuulivoimaloita lähinnä olevan asuin- ja lomarakennuksen kohdalle, joiden korkeutena käytettiin 4 metriä maanpinnasta. Reseptoripisteiden tuloksista käy ilmi tarkat keskiäänitasot (L_{Aeq}) kyseisten rakennusten kohdalla.

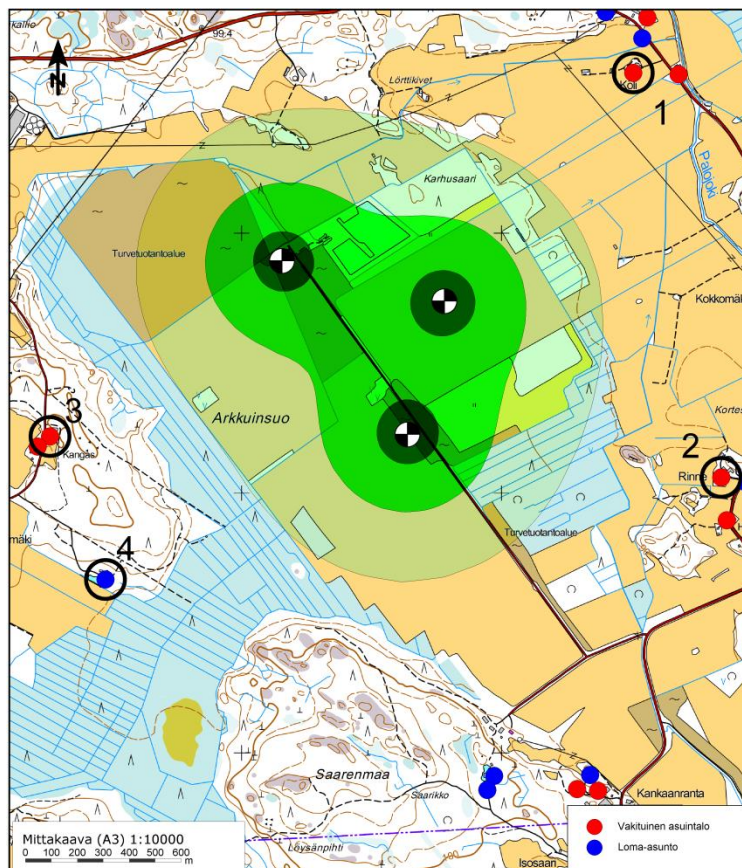
Taulukko 4. Meluvyöhyke- ja reseptoripistelaskennassa käytetyt parametrit

Laskentamalli	ISO 9613-2
Laskentaverkko	20 x 20 m välein 4 m korkeudella pinnasta
Laskentaetäisyys	max 5000 m melulähteestä
Heijastusten lukumäärä	3
Maanpinnan absorptio	maaperän vaikutuskerroin maa-alueella 0,4 (akustisesti puolikova) ja vesialueilla vaikutuskerroin 0 (akustisesti kova)
Ilman absorptio	standardin ISO 9316 mukainen
Äänen suuntaavuus ja vaimentuminen	vapaa avaruus
Ilmakehän stabiilius laskennassa / meteorologinen korjaus	0 neutraali – stabiili sääolosuhde
Sääolosuhteet	- ilmanpaine 1013,25 mbar - suhteellinen kosteus 70 % - lämpötila 15 °C

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.

Pienitaajuisen melun tarkastelu tehtiin YM:n ohjeessa 2/2014 esitetyn mukaisesti. Laskennassa huomioitiin kaikki suunnitellut tuulivoimalaitokset. Taajuuspainottamattomien terssikaistakohtaisten melutasojen laskenta tehtiin neljään reseptoripisteeseen, joiden sijainnit kartalla on esitetty kuvassa 1. Rakennuksen sisälle aiheutuvia pienitaajuisia melutasoja arvioitiin DSO 1284 laskentamenetelmässä esitettyjen asuintalon julkisivun ilmasteneristävyyssarvojen avulla.

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



Kuva 1. Reseptoripisteiden sijainnit

3.3 Maastomalli

Maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen Korkeusmalli 2 m -aineistosta, joka perustuu laserkeilaukseen. Maastomallissa ei huomioitu rakennuksia.

Maastomallissa ei ole huomioitu metsäkasvillisuutta (mm. puustoa). Puuston vaikutuksesta tuulivoimamelun etenemiseen tai huomioimiseksi mallinnuksessa ei ole vielä luotettavaa tutkittua tietoa tai käytäntöä. Ympäristömeluarvioinneissa pääsääntöisesti kasvillisuuden vaikutusta ei oteta huomioon, koska vyöhykkeiden pysyvyydestä ei voida olla varmoja (esim. puuston avohakkuut). Myöskään laskentamallien kyvystä huomioida luotettavasti puuston vaikutus melun etenemiseen oikein ei ole vielä riittävästi tutkittua tietoa.

Hankealueella tuulivoimalan perustusten ja kolmen kilometrin etäisyydellä laitoksista sijaitsevien altistuvien kohteiden välinen maanpinnan korkeusero on alle 60 metriä. Tällöin melupäästöarvoon ei ole tarpeen tehdä maanpinnan muodon vaikutuksesta aiheutuvaa korjausta ennen melulaskennan tekemistä.

4. TULOKSET

4.1 Mallinnustulokset

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

Melukarttaan on merkitty rakennukset värikoodein Maanmittauslaitoksen tietojen pohjalta.

Meluvyöhykkeet ja reseptoripistekohtaisen laskentatulokset ovat keskiäänitasoja tilanteessa, jossa tuulivoimalaitokset tuottavat suurimman mahdollisen melupäästön koko päivä- tai yöajan. Todellisuudessa tuulen nopeus vaihtelee päivä- ja yöaikana ja todellinen päivä- tai yöajan äänitaso tuulivoimaloiden ympärillä vaihtelee sen mukaisesti. Myös tuulen suunta vaikuttaa melun leviämiseen ja mallinnus on tehty myötätuuliosuhteen vallitessa kaikkiin ilmansuuntiin.

Laskennan perusteella melutaso jää kaikkien asuin- ja lomarakennusten kohdalla alle 40 dB:n.

Taulukossa 5 on esitetty mallinnetut melutasot kuvassa 1 esitetyissä reseptoripisteissä.

Taulukko 5. Keskiäänitasot reseptoripisteissä

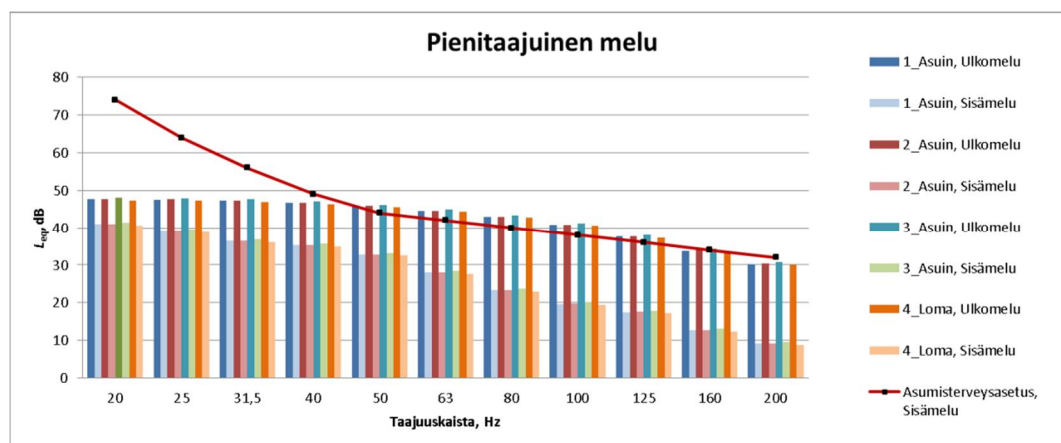
Reseptori	Rakennuksen status	Laskennan tulos
		L_{Aeq} , dB
1	Asuinrakennus	34,1
2	Asuinrakennus	34,2
3	Asuinrakennus	34,6
4	Vapaa-ajan rakennus	33,7

4.2 Pienitaajuinen melu

Suunnitellun tuulivoimalaitoksen aiheuttamaa pienitaajuista melua tarkasteltiin neljään reseptoripisteeseen, joiden sijainnit on esitetty kuvassa 1.

Taulukko 6. Lineaariset terssikaistaakohtaiset äänitasot reseptoripisteissä ulkona

Operation mode 0 s: kokonaisäänitehotaso 105,5 dB/voimala												
Taajuuskaista, Hz	Reseptori	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
L_{Leq} , dB	1	48	48	47	47	46	45	43	41	38	34	30
	2	48	48	47	47	46	45	43	41	38	34	30
	3	48	48	48	47	46	45	43	41	38	34	31
	4	47	47	47	46	46	44	43	41	37	33	30



Kuva 2. Pienitaajuisen melun laskentatulokset

Verrattaessa Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisiin sisätilojen pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin, on ulkomelutasot kaikissa reseptoripisteissä terssikaistoilla 50 Hz – 160 Hz 1-5 dB yli sisätilojen toimenpiderajojen. Muilla terssikaistoilla ulkomelutasot ovat reseptoripisteissä yöajan sisämelun toimenpiderajojen alle tai tasolla.

Kun huomioidaan ulkoseinän ääneneristävyys DSO 1284 -menetelmässä mainittujen arvojen mukaisesti, alittavat terssikohtaiset melutasot sisätilojen toimenpiderajat jokaisessa reseptoripisteessä kaikkien terssikaistojen. Tulokset osoittavat, että ympäristön rakennusten kohdalla normaalia rakentamistapaa vastaava ilmaääneneristys riittää vaimentamaan tuulivoimalaitosten pienitaajuisen melun ohjearvojen alle. Tulosten perusteella voidaan myös todeta, että pienitaajuinen melu alittaa ohjearvot myös kauempana tuulivoimaloita, koska laskennan periaatteiden mukaan pienitaajuinen melu vaimenee etäisyyden kasvaessa.

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

5. TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mallinnuksen tulokset pätevät selvityksessä käytetyllä laitosmallilla ja sen melupäästöllä sekä muilla suunnittelutiedoilla. Mikäli rakennettavan tuulivoimalaitoksen melupäästöt ovat nyt tarkasteltuja voimakkaampia tai sijainti tai napakorkeus muuttuu merkittävästi, tulee mallinnus ja meluvaikutusten arviointi päivittää.

5.1 Häiritsevyyskorjaukset

Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyyskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustulokseen, mikäli melun todetaan olevan kapeakaistaista ja/tai impulssimaista. Impulssimaisuuden ja kapeakaistaisuuden määrittäminen mittaustuloksesta tehdään YM:n ohjeessa "Tuulivoimaloiden 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 äänitason vaihtelu (NAM, Normal amplitude modulation) on osa tuulivoimalaitoksen toimintaa ja sisältyy ohjearvoihin.

5.2 Tuulivoiman melutasot verrattuna melun ohjearvoihin

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

Mallinnuksen perusteella hankealueen ympäristön loma-asutuksen ja pysyvän asutuksen kohdalla ulkomelutasot alittavat Vna 1107/2015 mukaiset päiväajan ohjearvon 45 dB ja yöajan ohjearvon 40 dB.

Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 ulkomelutasoista veloitetaan noudattamaan sisätilojen melun osalta Asumisterveysasetuksessa 545/2015 annettuja sisätilojen melun toimenpiderajoja. Ulkomelun ohjearvoilla pyritään varmistamaan sisämelun osalta raja-arvojen täyttyminen.

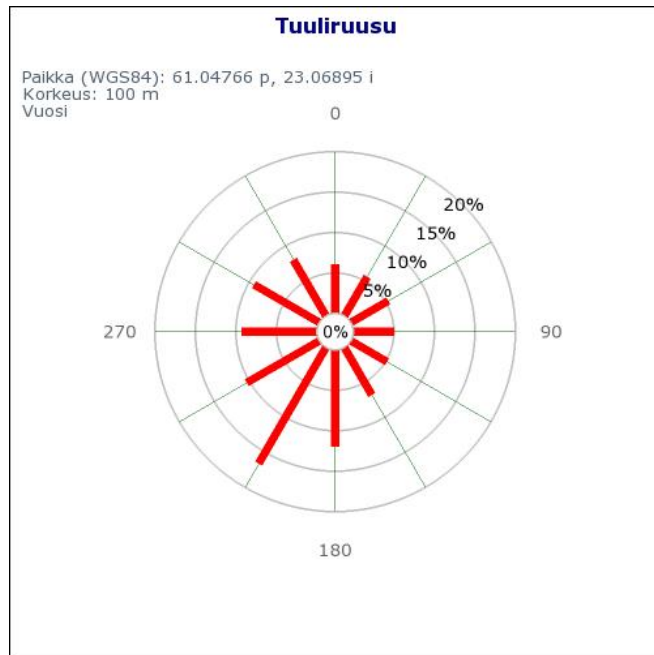
Tuulivoimamelun ollessa ohjearvojen puitteissa (≤ 40 dB), tulee eristävyysvaatimukseksi 15 dB (= 1107/2015 ulkomelun yöajan ohjearvo $L_{Aeq, 22-7}$ 40 dB – 545/2015 sisämelun yöaikainen toimenpideraja $L_{Aeq, 1h}$ 25 dB). Käytännöllisesti katsoen kaikki tavanomaiset rakenteet täyttävät 20 dB:n eristävyysvaatimuksen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

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

5.3 Alueen tuuliolosuhteet ja niiden vaikutukset meluun

Tuuliolosuhteet vaikuttavat tuulivoimalaitoksen meluntuottoon. Meluntuotto ei kasva lineaarisesti tuulennopeuden mukana ja äänitehotason voimistuminen pysähtyy tai alkaa laskea saavutettaessa tietty tuulennopeus. Tässä selvityksessä tutkitulla voimalaitoksella suurin äänitehotaso saavutetaan ≥ 11 m/s tuulennopeudella (napakorkeudella). Pienemmällä tuulennopeudella voimalaitoksen äänitehotaso saattaa olla merkittävästi maksimiarvoa hiljaisempi.

Tuulennopeus vaihtelee päivä- ja yöaikana ja hetkittäinen äänitaso vaihtelee sen mukaisesti. Mallinnuksen tulokset vastaavat keskiäänitasoja tilanteessa, jossa tuulennopeus on koko päivä- tai yöajan on erittäin voimakasta. Todellinen päivä- ja yöajan keskiäänitaso laitosten ympärillä riippuu tarkastelujakson tuulisuudesta. Tilanne jossa koko päivä- tai yöajan keskiäänitaso ylittää mallinnetun melutason, on erittäin epätodennäköinen.



Kuva 3. Tuuliruusu Suomen Tuuliatlaksesta

Vallitseva tuulensuunta on etelän – lounaan suunnasta. Tästä johtuen mallinnuksen mukainen melutaso toteutuu useimmin hankealueen pohjoisen – koillisen suunnalla. Vastaavasti hankealueen etelä- ja lounaispuolella mallinnusten mukaisten melutasojen ajallinen esiintyvyys vuoden aikana on vähäisempää.

Lahdessa 10. päivänä lokakuuta 2016

RAMBOLL FINLAND OY

Arttu Ruhanen
Projektipäällikkö

Ville Virtanen
Suunnittelija

Laatija: Ville Virtanen, Ramboll Finland Oy
 Päivämäärä: 5.10.2016

Hankevastaava: Punkalaitumen Tuulivoima Oy
 Hankealue: Arkkusuono, Punkalaidun

Mallinnusohjelman tiedot

Mallinnusohjelma ja versio: SoundPlan 7.4
 Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2

Tuulivoimaloiden perustiedot

Tuulivoimalan valmistaja:	Tyyppi:	Sarjanumero:	
Enercon	E-141 EP4 / 4200 kW	-	
Nimellisteho:	Napakorkeus:	Roottorin halkaisija:	Tornin tyyppi:
4,2 MW	160 m	141 m	-

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

Lapakulman säätö:	Pyörimisnopeus:	Muu, mikä:
<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Kyllä	Voimalan melua voidaan rajoittaa, mutta tekniikkaa ei ole ilmoitettu dokumentissa. Useita rajoitusmoodeja.
<input type="checkbox"/> Ei	<input type="checkbox"/> Ei	
<input checked="" type="checkbox"/> Ei ilmoitettu	<input checked="" type="checkbox"/> Ei ilmoitettu	

Akustiset tiedot

Melutietojen lähdedokumentit:

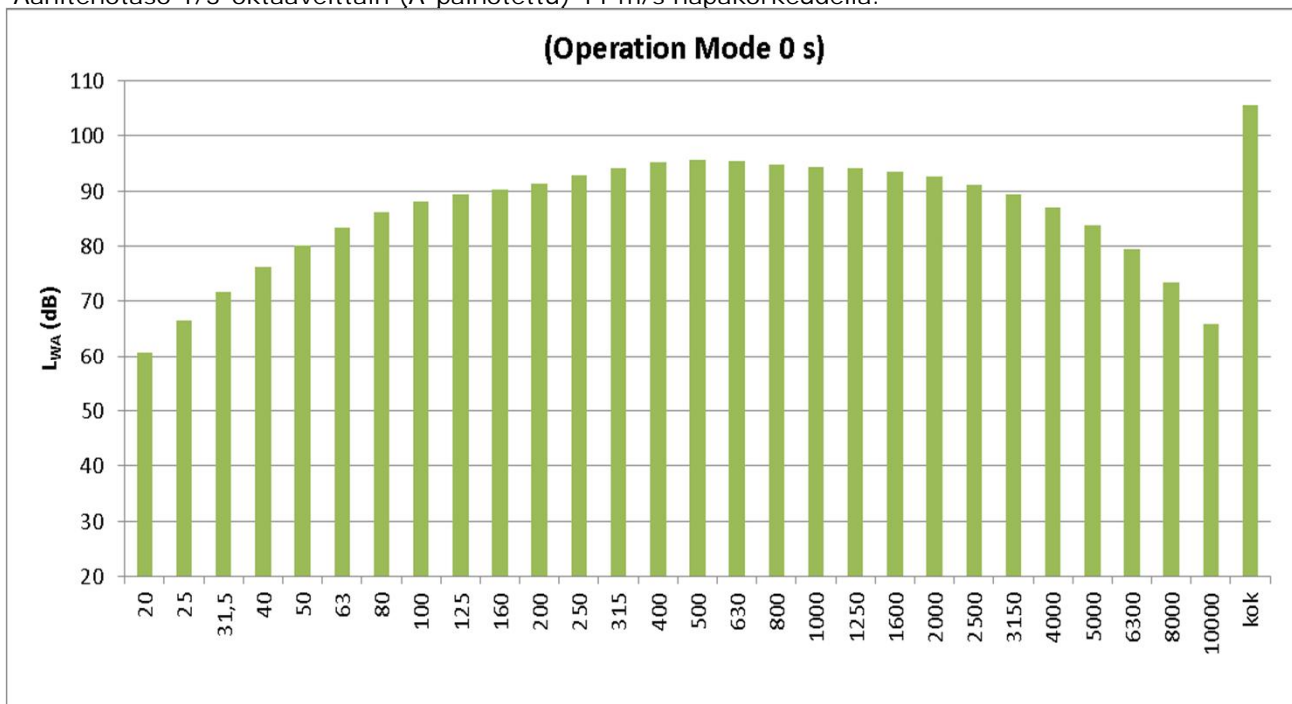
Document ID D0438739-5; Data Sheet, ENERCON Wind Energy Converter E-141 EP4, Operating Modes 0 s and Power-Reduced Operation, with TES (Trailing Edge Serrations), Date 2016-04-13

Document ID D0490967-0; Data Sheet, ENERCON Wind Energy Converter E-141 EP4 / 4200 kW, One Third Operating Modes 0 s, I s, II s and Power-Reduced Operation with TES (Trailing Edge Serrations), Date

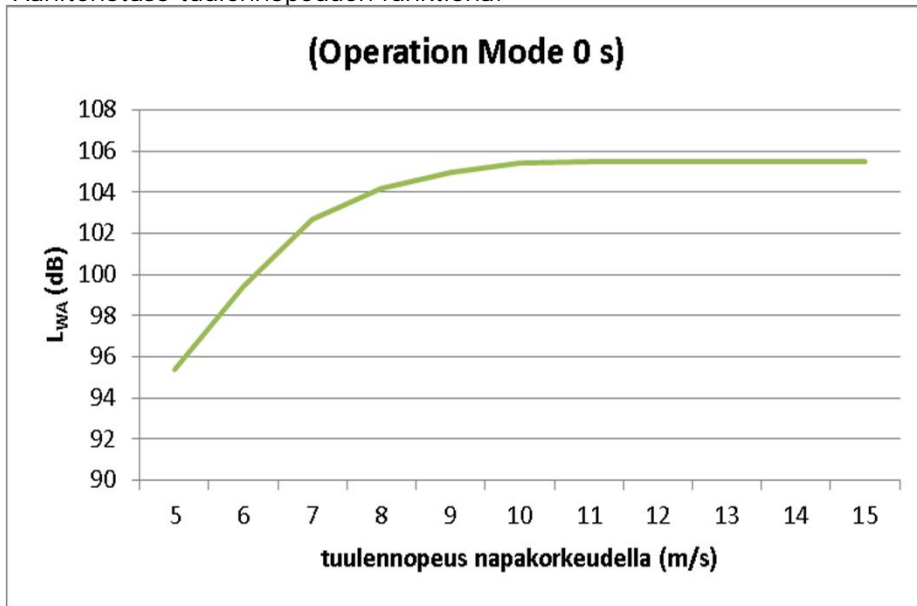
Suurin äänitehotaso L_{WA} tuulennopeudella ≥ 11 m/s (napakorkeudella):

105,5 dB Operation Mode 0 s Takuu/tunnusarvo

Äänitehotaso 1/3-oktaaveittain (A-painotettu) 11 m/s napakorkeudella:



Äänitehotaso tuulennopeuden funktiona:



Melun erityspiirteiden mittaus ja havainnot:

 Kapeakaistaisuus /
Tonaalisuus

- Kyllä
 Ei
 Ei ilmoitettu

Impulssimaisuus

- Kyllä
 Ei
 Ei ilmoitettu

 Merkityksellinen
sykintä
(amplitudimodulaatio)

- Kyllä
 Ei
 Ei ilmoitettu

Muu, mikä

Laskennan lähtötiedot

Laskentaverkko

 Laskentakorkeus:
4 metriä

 Laskentaruudun koko:
20*20 metriä

Sääolosuhteet

 Suhteellinen kosteus:
70 %

 Lämpötila:
15 °C

Maastomalli

 Maastomallin lähde:
MML, Korkeusmalli 2 m

 Vaakaresoluutio:
2 m

 Pystyresoluutio:
0,5 m

Hankealueen korkeuserot

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

- Kyllä
 Ei

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