

Vastaanottaja  
Pahkavaaran Tuulipuisto Oy

Asiakirjatyyppi  
Raportti

Päivämäärä  
22.11.2017

Viite  
1510017196

# PAHKAVAARAN TUULIVOIMAPUISTO, UTA- JÄRVI MELUMALLINNUS

# TUULIVOIMAPUISTO, UTAJÄRVI MELUMALLINNUS

Päivämäärä 22.11.2017  
Laatija Ville Virtanen  
Tarkastaja Arttu Ruhanen, Janne Ristolainen

Melumallinnus tuulivoimahankkeen ympäristövaikutusten arviointia ja kaavoitustyötä varten

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 04/2015 aineistoa.

[http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata\\_lisenssi\\_versio1\\_20120501](http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata_lisenssi_versio1_20120501)

Viite 1510017196

## 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	2
3.3	Maastomalli	3
4.	TULOKSET	4
4.1	Mallinnustulokset	4
4.2	Pienitaajuinen melu	4
5.	TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	5
5.1	Häiritsevyysskorjaukset	6
5.2	Tuulivoiman melutasot verrattuna melun ohjearvoihin	5
5.3	Alueen tuuliolosuhteet ja niiden vaikutukset meluun	6

## LIITTEET

Liite 1	Meluvyöhykekartta, layout 18.9.2017 (40 voimalaa), Vestas V126 3.3MW äänitehotaso $L_{WA}$ 106,0 dB ja napakorkeus 167 m
Liite 2	Laskentaparametrit ja tuulivoimalan akustiset tiedot
Liite 3	Tuulivoimalaitosten koordinaattilistaus

## 1. YLEISTÄ

Pahkavaaran Tuulipuisto Oy suunnittelee tuulivoimapuiston rakentamista Pahkavaaran alueelle Utajärven kuntaan. Tämän työn tarkoituksena on ollut selvittää suunniteltujen tuulivoimalaitosten aiheuttamat meluvaikutukset alueen kaavoitustyötä varten.

Työ on tehty Pahkavaaran Tuulipuisto Oy:n toimeksiannosta. Meluselvityksen laadinnasta on vastannut projektipäällikkö ins.(AMK) Janne Ristolainen. 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 melutaso 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 asutus	45 dB	40 dB
Loma-asutus	45 dB	40 dB
Hoitolaitokset	45 dB	40 dB
Oppilaitokset	45 dB	-
Virkistysalueet	45 dB	-
Leirintäalueet	45 dB	40 dB
Kansallispuistot	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 pienitaajuuden 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

### 3. MELUMALLINNUKSEN TIEDOT

#### 3.1 Tuulivoimalatiedot

Melumallinnukset tehtiin 18.9.2017 päivätyn layoutin mukaisesti. Melutasot mallinnettiin käyttäen Vestas V126 3.3MW – voimalaitoksen suurinta kokonaisäänitehotasoa, joka on  $L_{WA}$  106,0 dB (Serrated trailing edges) tuulennopeudella  $\geq 15$  m/s napakorkeudella. Kokonaismelupäästöt on taattu valmistajan toimesta, eli mallinnuksessa käytettävät arvot vastaavat  $L_{WAd}$  – arvoja. Tuulivoimaloiden napakorkeutena oli 167 m.

Melutiedot perustuvat Pahlkavaaran Tuulipuisto Oy:n toimittamiin meludokumentteihin:

- General Specification V126-3.3 MW 50/60 Hz, Document no. 0034-7616 V10, 12.11.2014
- Third Octaves according to General Specification V126-3.3MW-Mk2A-50/60 Hz, DMS 0048-2151\_V01, 11.11.2014

Tuulivoimaloiden tarkemmat akustiset tiedot on esitetty liitteessä 2 ja sijaintien koordinaattilistaus on liitteessä 3.

#### 3.2 Melulaskenta

Melulaskennat tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" raportin mukaisilla laskentaparametreilla ja -menetelmillä. Taulukossa 3 on esitetty melulaskentojen oleelliset 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](http://www.soundplan.eu).

Meluvyöhykelaskennat on tehty laskentapisteverkkoon ja ohjelma interpoloi melutasot laskentapisteidien välisille alueille. Esitetyt melutasot ovat suoraan mallinnuksen tuloksia, eikä niihin ole lisätty mitään mahdollisia häiritsevyysskorjauksia. Lisäksi tehtiin reseptoripistelaskenta neljän tuulivoimaloita lähinnä olevan asuinrakennuksen kohdalle, joiden korkeutena käytettiin 4 metriä maanpinnasta. Reseptoreiden sijainnit kartalla on esitetty kuvassa 1. Reseptoripisteiden tuloksista käy ilmi tarkat keskiäänitasot ( $L_{Aeq}$ ) kyseisten rakennusten kohdalla.

Taulukko 3. 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 ilmajäneristävyyssarjojen 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 10 m -aineistosta, joka perustuu laserkeilaukseen (tarkin saatavilla oleva aineisto). 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.

Mikäli tuulivoimalan perustus on 60 metriä korkeammalla kuin asuin- tai lomarakennus (enintään 3 km tuulivoimalasta), tulisi yksittäisen asuin- tai lomarakennuksen kohdalla tehtävässä reseptoripistekohtaisessa laskennassa lisätä kyseisen tuulivoimalan melupäästöön 2 dB. Hankealueella

tuulivoimalan perustusten ja kolmen kilometrin säteellä kustakin voimalapaikasta sijaitsevien altistuvien kohteiden välinen maanpinnan korkeusero on alle 60 metriä, jolloin melupäästöarvoon ei tehdä korjausta ennen melulaskennan tekemistä.

## 4. TULOKSET

### 4.1 Mallinnustulokset

Laskennalliset tuulivoimamelun meluvyöhykkeet (A-painotettu keskiäänitaso) on esitetty melukartassa liitteissä 1-2. Melukarttaan on merkitty rakennukset värikoodein YYA-aineiston tietojen pohjalta.

Meluvyöhykkeet ja reseptoripistekohtaisen laskentatulokset ovat keskiäänitasoja tilanteessa, jossa tuulivoimalaitokset tuottavat suurimman mahdollisen melupäästön koko päivä- tai yöajan. Todellisuudessa tuulenopeus 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.

Hankealueen ympäristön pysyvä asutus ja lomarakennukset jäävät 35 dB:n meluvyöhykkeen ulkopuolelle. Hankealueen keskellä olevan Havukkalammen rannalle sijoittuvan vapaa-ajan rakennuksen kohdalla ulkomelutaso on yli 45 dB, sen osalta käyttötarkoitus tarkistetaan ennen tuulivoimaloiden rakentamista.

Taulukossa 4 on esitetty mallinnetut melutasot kuvassa 1 esitetyissä reseptoripisteissä.

Taulukko 4. Keskiäänitasot reseptoripisteissä

Reseptori	Rakennuksen status	Laitosten äänitehotaso $L_{WA} 106 \text{ dB}$
		$L_{Aeq}$ , dB
P1	Asuinrakennus	32,5
P2	Asuinrakennus	32,6
P3	Asuinrakennus	34,5
P4	Asuinrakennus	31,3

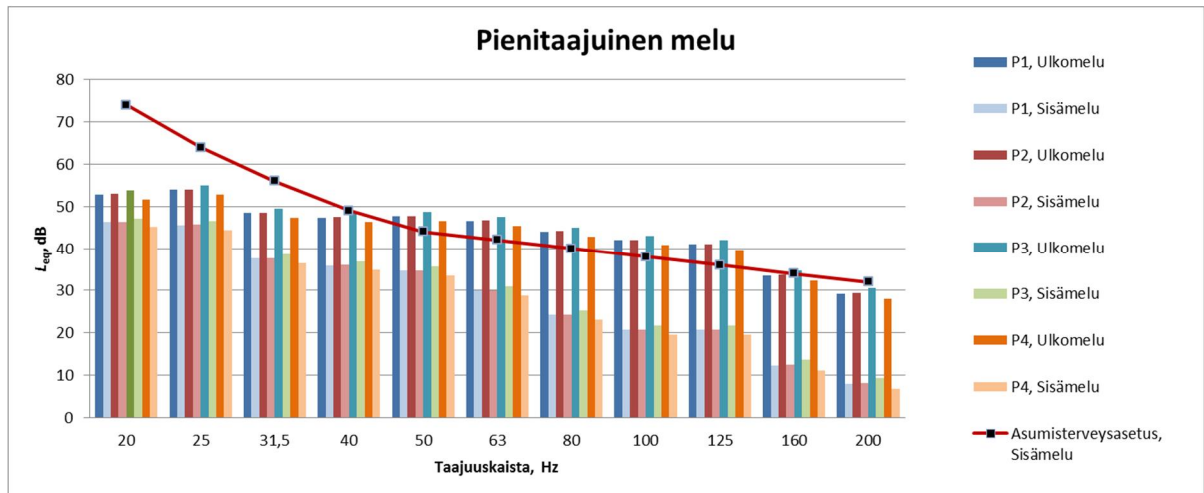
Käytännöllisesti katsoen kaikki tavanomaiset rakenteet täyttävät 20 dB:n eristävyysvaatimuksen (RIL 129–2009 Ääneneristykseen toteuttaminen). Tuulivoimamelun ollessa ohjearvojen puitteissa, tulee eristävyysvaatimukseksi 15 dB (= 1107/2015 ulkomelun yöajan ohjearvo  $L_{Aeq 22-7} 40 \text{ dB}$  – 545/2015 sisämelun toimenpideraja  $L_{Aeq 1h} 25 \text{ dB}$ ). Tämän perusteella myös 545/2015 sisämelun rajat alittuvat kaikkien ympäristön asuin- ja lomarakennusten kohdalla. Koska Havukkalammen rannalla melutaso ylittää 45 dB, voisi 20 dB:n eristävyydellä yöaikainen 545/2015 sisämelun toimenpideraja  $L_{Aeq 1h} 25 \text{ dB}$  ylittyä.

### 4.2 Pienitaajuinen melu

Suunniteltujen tuulivoimalaitosten aiheuttamaa pienitaajuista melua tarkasteltiin neljään reseptoripisteeseen, joiden sijainnit on esitetty kuvassa 1.

Taulukko 5. Lineaariset terssikaistakohtaiset äänitasot ulkona

Serrated trailing edges, $L_{WA} 106,0 \text{ dB}$												
Taajuuskaista, Hz	Reseptori	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
$L_{Leq}$ , dB	P1	53	54	48	47	48	47	44	42	41	34	29
	P2	53	54	49	47	48	47	44	42	41	34	29
	P3	54	55	49	48	49	48	45	43	42	35	31
	P4	52	53	47	46	47	45	43	41	40	32	28



Kuva 2. Pienitaajuisen melun laskentatulokset, kun tuulivoimalaitosten  $L_{WA} = 106,0$  dB

Verrattaessa ulkomelutasoja sisätiloihin asetettuihin Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisiin pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin, olisi kussakin reseptorissa ulkovaipalta vaadittavat äänitasoerot ( $\Delta L$ ) seuraavan suuruisia:

- P1 = 50-125 Hz 4-5 dB
- P2 = 50-125 Hz 4-5 dB
- P3 = 50-160 Hz 1-6 dB
- P4 = 50-160 Hz 3-4 dB

Muilla terssikaistoilla ulkomelutasot ovat reseptoripisteissä yöajan sisämelun toimenpiderajojen alle. Asuinrakennusten ulkovaippojen vaadittavat ääneneristävytydet ovat siten enimmilläänkin kohtuullisen pieniä.

DSO 1284 -menetelmän mukaiset ääneneristävyysarvot (äänitasoero  $\Delta L$ ) kuvaavat tyypillisen tanskalaisen asuintalon ilmajääneneristävyttä, jotka vastaavat kohtuullisen hyvin Suomessa käytettyjä rakenteita.

Kun huomioidaan ulkoseinän ääneneristävyys DSO 1284 -menetelmässä mainittujen arvojen mukaisesti, alittavat terssikohtaiset melutasot toimenpiderajat jokaisessa reseptoripisteessä kaikkien terssikaistojen osalta. Tulokset osoittavat, että ympäristön rakennusten kohdalla normaalia rakentamistapaa vastaava ilmajääneneristys 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.

## 5. TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mallinnuksen tulokset pätevät selvityksessä käytetyllä laitosmallilla ja sen melupäästöllä sekä muilla suunnittelutiedoilla. Mikäli rakennettavan tuulivoimalaitoksen melupäästö on nyt tarkasteltua suurempi tai sijainti tai napakorkeus muuttuu merkittävästi, tulee mallinnus ja meluvaikutusten arviointi päivittää.

### 5.1 Tuulivoiman melutasot verrattuna melun ohjearvoihin

Ulkomelutasot alittavat hankealueen ympäristön vakituisten asuintalojen ja lomarakennusten kohdalla päiväajan ohjearvon 45 dB ja yöajan ohjearvon 40 dB lukuun ottamatta hankealueen keskellä olevan Havukkalammen rannalle sijoittuvaa yhtä vapaa-ajan rakennusta. Tämän rakennuksen kohdalla ulkomelutaso on yli Valtioneuvoston asetuksen 1107/2015 päiväajan ohjearvon 45 dB ja yöajan ohjearvon 40 dB, mutta tilaajan mukaan ko. rakennuksen käyttötarkoitus tarkistetaan ennen tuulivoimaloiden rakentamista. Muiden hankealueen ympäristön vakituisten asuintalojen ja lomarakennusten kohdalla melutaso on alle 35 dB.



Valtioneuvoston asetuksessa veloitetaan noudattamaan sisätilojen melun osalta Asumisterveysasetuksessa 545/2015 annettuja sisätilojen melun toimenpiderajoja. Ulkomelun ohjearvoilla pyritään varmistamaan sisämelun osalta toimenpiderajojen täyttyminen.

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

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.

## 5.2 Häiritsevyyskorjaukset

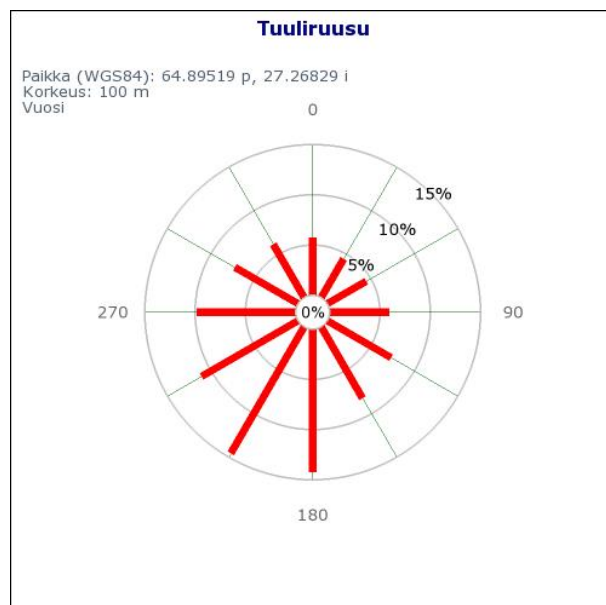
Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyyskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustulokseen, mikäli melun todetaan 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.

## 5.3 Alueen tuuliolosuhteet ja niiden vaikutukset meluun

Tuuliolosuhteet vaikuttavat tuulivoimalaitoksen meluntuottoon. Meluntuotto ei kasva lineaarisesti tuulennopeuden mukana ja äänitehotason voimistuminen pysähtyy tai alkaa saavutettaessa tietty tuulennopeus. Tässä selvityksessä tutkitulla voimalaitoksella suurin äänitehotaso saavutetaan  $\geq 15$  m/s tuulennopeudella (napakorkeudella).

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 vuoden aikana hankealueen pohjoisen - koillisen suunnalla. Vastaa-

vasti hankealueen etelä- ja lounaispuolella mallinnusten mukaisten melutasojen ajallinen esiintyvyys vuoden aikana on vähäisempää.

Lahdessa 22. marraskuuta 2017

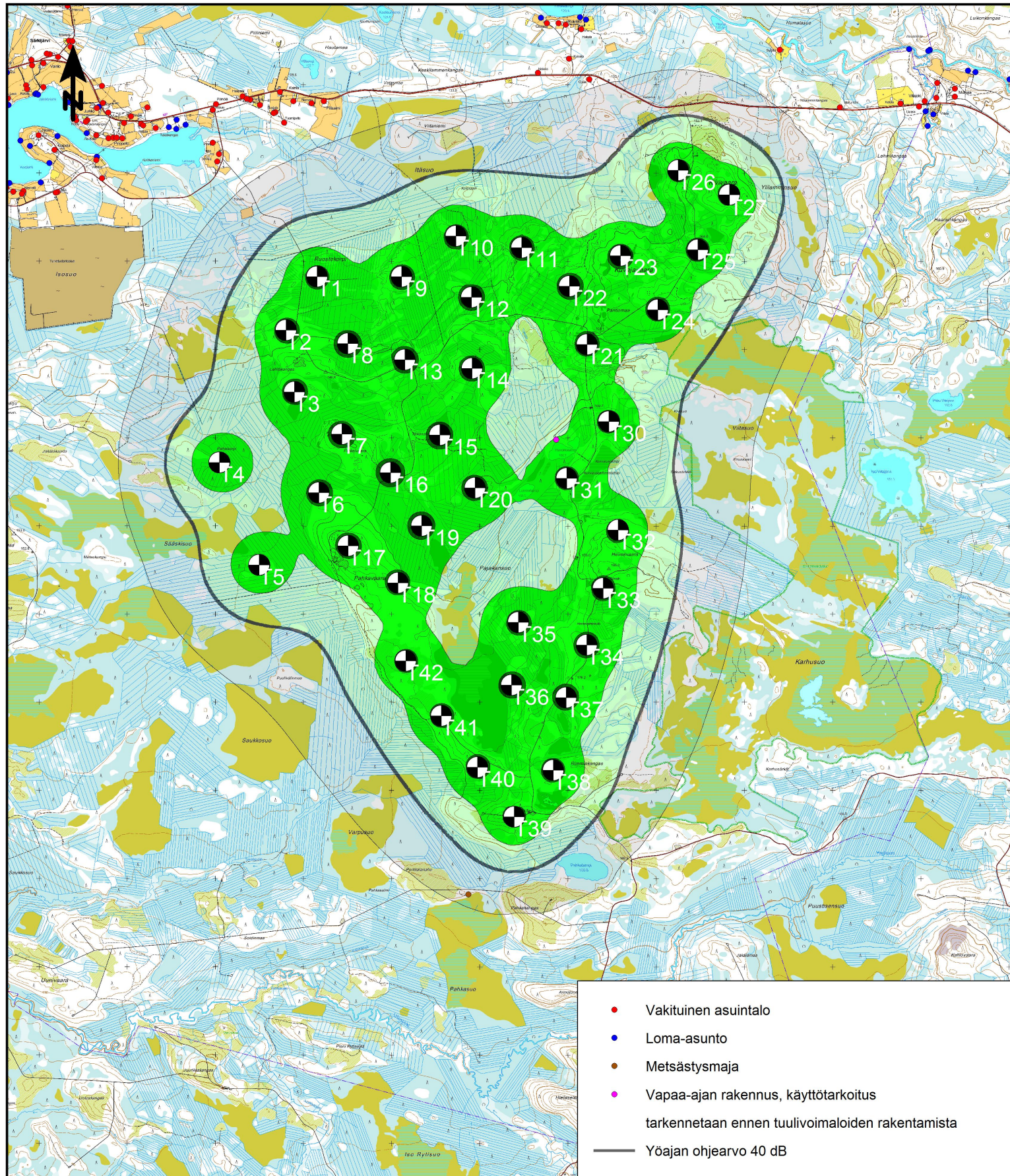
RAMBOLL FINLAND OY



Janne Ristolainen  
Projektipäällikkö



Ville Virtanen  
Suunnittelija

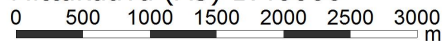


Pahkavaaran Tuulipuisto Oy

Pahkavaaran tuulivoimahanke,  
Utajärvi

03351D1001-05

Mittakaava (A3) 1:40000



Meluvyöhykkeet  $L_{Aeq}$

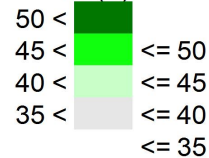
Laskentamalli ISO 9613-2  
Laskentakorkeus mp +4 m

layout 18.9.2017 (40 kpl)  
-HH 167 m  
- $L_{WA}$  106 dB (Vestas V126 3.3MW)

17/10/2017 V.Virtanen

Liite 1

Äänitaso  
dB(A)



Laatija: Ville Virtanen, Ramboll Finland Oy  
 Päivämäärä: 18.10.2017

Hankevastaava: Pahkavaaran Tuulipuisto Oy  
 Hankealue: Pahkavaara, Utajärvi

## Mallinnusohjelman tiedot

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

## Tuulivoimalamallin perustiedot ja akustiset tiedot

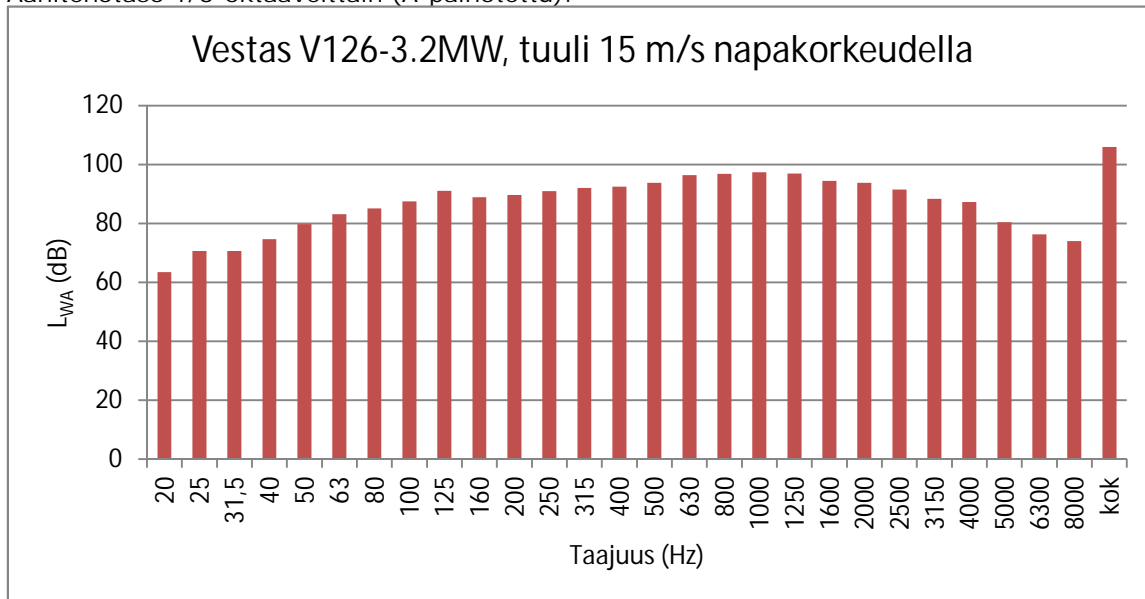
Tuulivoimalan valmistaja: Vestas  
 Tyyppi: V126-3.3 MW  
 Sarjanumero: -  
 Nimellisteho: 3,3 MW  
 Napakorkeus: 167 m  
 Roottorin halkaisija: 126 m  
 Tornin tyyppi: Putkitorni

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

Lapakulman säätö:	Pyörimisnopeus:	Muu, mikä:
<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Kyllä	Noise emission control, modes 0-4
<input type="checkbox"/> Ei	<input type="checkbox"/> Ei	Noise mode 0, with serration max $L_{WA}$ 106 dB
<input checked="" type="checkbox"/> Ei ilmoitettu	<input checked="" type="checkbox"/> Ei ilmoitettu	Noise mode 4 max $L_{WA}$ 101 dB

Suurin äänitehotaso  $L_{WA}$ :  
 106 dB (serrated trailing edges)  Takuu-/tunnusarvo

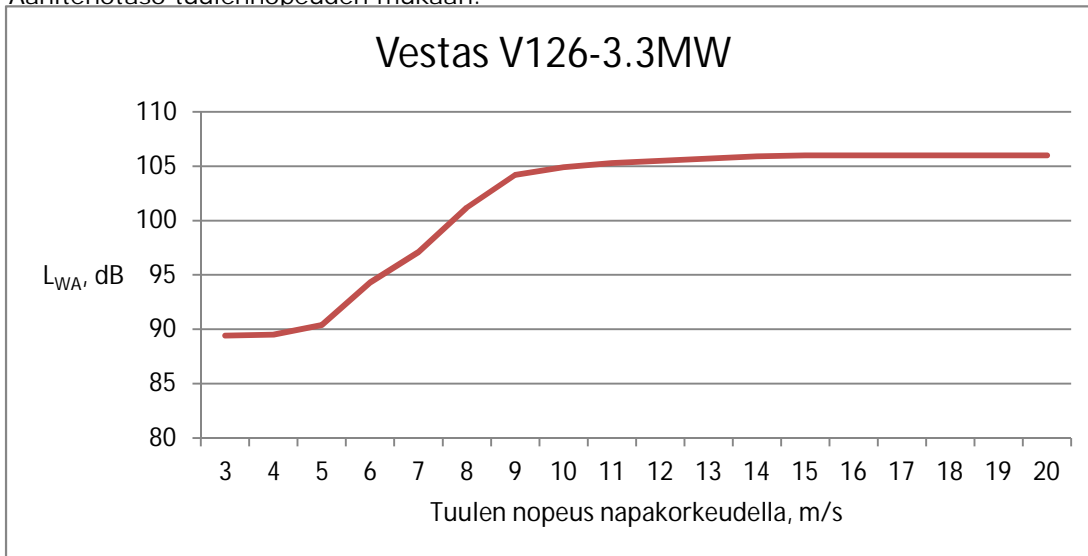
Äänitehotaso 1/3-oktaaveittain (A-painotettu):



Melun erityspiirteiden mittaust ja havainnot:

Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus	Impulssimaisuus	Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)	Muu, mikä
<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Kyllä	
<input type="checkbox"/> Ei	<input type="checkbox"/> Ei	<input type="checkbox"/> Ei	
<input checked="" type="checkbox"/> Ei ilmoitettu	<input checked="" type="checkbox"/> Ei ilmoitettu	<input checked="" type="checkbox"/> Ei ilmoitettu	

Äänitehotaso tuulennopeuden mukaan:



### Laskennan lähtötiedot

Laskentaverkko

Laskentakorkeus:

4 metriä

Laskentaruudukon koko:

20\*20 metriä

Sääolosuhteet

Suhteellinen kosteus:

70 %

Lämpötila:

15 °C

Maastomalli

Maastomallin lähde:

Maanmittauslaitos, Korkeusmalli 10 m

Vaakaresoluutio:

10 m

Pystyresoluutio:

1,4 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 pinta

Ilmakehän stabiilius laskennassa/meteorologinen korjaus

Neutraali 0 neutraali - stabiili sääolosuhde

**Voimalan äänen** suuntaavuus ja vaimentuminen

Vapaa avaruus

Muu

## LIITE 3

Taulukossa esitetyissä tuulivoimalaitoksen koordinaateissa Z-koordinaatti kertoo maaston korkeuden metreissä merenpinnan yläpuolella tuulivoimalan sijaintipaikalla.

Tuulivoimalaitoksen koordinaatit 18.9.2017 (ETRS-TM35FIN)

Tunnus	X	Y	Z		Tunnus	X	Y	Z
T1	512155	7197824	135		T21	515214	7197056	158
T2	511801	7197217	137		T22	515017	7197715	153
T3	511896	7196517	148		T23	515594	7198061	165
T4	511046	7195719	150		T24	516019	7197450	167
T5	511496	7194555	154		T25	516471	7198129	165
T6	512174	7195375	156		T26	516248	7199030	160
T7	512434	7196041	160		T27	516831	7198752	175
T8	512503	7197065	140		T30	515461	7196182	163
T9	513113	7197823	134		T31	514984	7195540	163
T10	513728	7198284	134		T32	515566	7194951	178
T11	514475	7198154	140		T33	515400	7194291	180
T12	513905	7197591	141		T34	515213	7193650	178
T13	513150	7196883	143		T35	514438	7193906	165
T14	513912	7196783	153		T36	514358	7193195	165
T15	513546	7196029	155		T37	514977	7193052	174
T16	512986	7195604	156		T38	514834	7192229	173
T17	512505	7194772	170		T39	514388	7191700	173
T18	513072	7194352	165		T40	513971	7192265	165
T19	513339	7194999	158		T41	513564	7192847	165
T20	513944	7195429	160		T42	513161	7193469	163