

Vastaanottaja
Pahkavaaran Tuulipuisto Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
15.10.2018

Viite
1510017196-010

PAHKAVAARAN
TUULIVOIMAPUISTO,
UTAJÄRVI
MELUMALLINNUS

UTAJÄRVI
MELUMALLINNUS

Päivämäärä 15.10.2018
Laatija Ville Virtanen
Tarkastaja Arttu Ruhanen

Melumallinnuksen päivitys tuulivoimahankkeen kaa-
voitustyötä varten

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 04/2015
aineistoa.

http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata_lisenssi_versio1_20120501

Viite 1510017196-010

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	4
4.	TULOKSET	4
4.1	Mallinnustulokset	4
4.2	Pienitaajuinen melu	5
5.	TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	6
5.1	Tuulivoiman melutasot verrattuna melun ohjearvoihin	6
5.2	Häiritsevyysskorjaukset	6
5.3	Alueen tuuliolosuhteet ja niiden vaikutukset meluun	7

LIITTEET

Liite 1	Meluvyöhykekartta, layout 1.10.2018 (37 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. Hankkeesta on tehty ympäristövaikutusten arviointi (YVA) ja alueelle ollaan laatimassa osayleiskaavaa. 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 1.10.2018 päivätyn layoutin mukaisesti. Melutasot mallinnettiin käyttäen Vestas V126 3.3MW – voimalaitoksen suurinta kokonaisäänitehotasoa, joka on L_{WA} 106,0 dB (Serrated trailing edges) tuulennopeudella ≥ 15 m/s napakorkeudella. Kokonaismelupäästöt on taattu valmistajan toimesta, eli mallinnuksessa käytettävät arvot vastaavat L_{WAd} – arvoja. Tuulivoimaloiden napakorkeutena oli 167 m.

Melutiedot perustuvat Pahkavaaran 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 koordinaatit on listattu liitteessä 3.

Kaavaa varten tehdyissä melu- ja välkemallinnuksissa käytettiin eri voimalatyyppejä. Hankevas-taava ei ole vielä valinnut lopullista toteutettavaa voimalatyyppiä, joten kaavaa varten tehtäviin selvityksiin valittiin sellaiset toteuttamiskelpoiset voimalatyyppit, jotka tuottavat suurimmat vaikutukset niin melun kuin välkkeenkin osalta. Välkemallinnuksessa käytetyllä Vestas V150-4.2MW voimalaitoksella on suurempi välkevaikutus kuin melumallinnuksessa käytetyllä V126-3.3MW voimalaitoksella, vastaavasti Vestas V150-4.2MW voimalaitoksen meluvaikutukset ovat pienem-mät. Tästä syystä melun ja välkkeen selvityksessä käytettiin eri voimalaitoksia.

3.2 Melulaskenta

Melulaskennat tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" raportin mukaisilla laskentaparametreilla ja -menetelmillä. Taulukossa 3 on esi-tetty melulaskentojen oleelliset laskentaparametrit.

Melumallinnukset on tehty SoundPlan 8.0 -melulaskentaohjelmaa ja siihen sisältyvää ISO 9613-2 -melulaskentamallia käyttäen. SoundPlan -ohjelmistosta saa lisätietoa internetsivustolta www.soundplan.eu.

Meluvyöhykelaskennat on tehty laskentapisteverkkoon ja ohjelma interpoloi melutasot laskenta-pisteiden välisille alueille. Esitetyt melutasot ovat suoraan mallinnuksen tuloksia, eikä niihin ole lisätty mitään mahdollisia häiritsevyysskorjauksia. Lisäksi tehtiin reseptoripistelaskenta neljän tuu-livoimaloita 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.

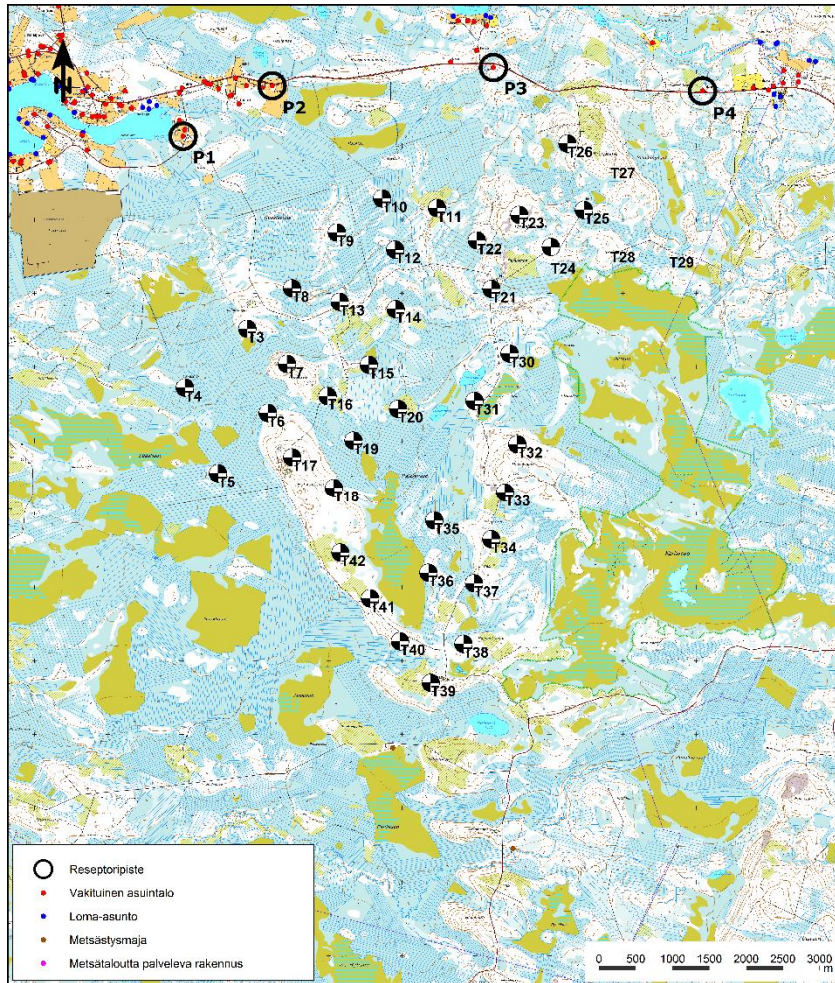
Taulukko 3. Meluvyöhyke- ja reseptoripistelaskennassa käytetyt parametrit

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.

Pienitaajuisten 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 ilmaääneneristävyysarvojen avulla.

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



Kuva 1. Reseptoripisteiden ja tuulivoimalaitosten sijainnit mallinnuksessa

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 liitteessä 1. Melukarttaan on merkitty rakennukset värikoodein.

Meluvyöhykkeet ja reseptoripistekohtaisen laskentatulokset 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 mukaisesti. Myös tuulen suunta vaikuttaa melun leviämiseen ja mallinnus on tehty myötätuuliolosuhteen vallitessa kaikkiin ilmansuuntiin.

Hankealueen ympäristön pysyvä asutus ja lomarakennukset jäävät 35 dB:n meluvyöhykkeen ulkopuolelle. Hankealueen keskellä olevan Havukkalammen rannalle sijoittuvan metsätaloutta palvelevan rakennuksen kohdalla ulkomelutaso on yli 45 dB.

Taulukossa 4 on esitetty mallinnetut melutasot kuvassa 1 esitetyissä reseptoripisteissä.

Taulukko 4. Keskiäänitasot reseptoripisteissä

Reseptori	Rakennuksen status	L_{Aeq} , dB
P1	Asuinrakennus	30,4
P2	Asuinrakennus	31,4
P3	Asuinrakennus	34,0
P4	Asuinrakennus	29,1

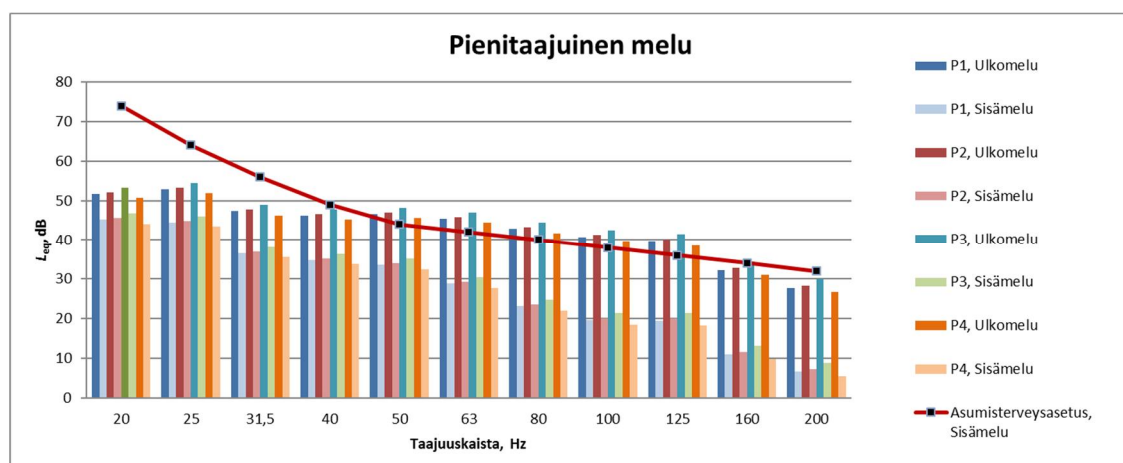
Käytännöllisesti katsoen kaikki tavanomaiset rakenteet täyttävät 20 dB:n eristävyysvaatimuksen (RIL 129–2009 Ääneneristykseen toteuttaminen). Tuulivoimamelun ollessa ohjearvojen puitteissa, tulee eristävyysvaatimukseksi 15 dB (= 1107/2015 ulkomelun yöajan ohjearvo $L_{Aeq, 22-7}$ 40 dB – 545/2015 sisämelun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

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 dB												
Taajuuskaista, Hz	Reseptori	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
L_{Leq} , dB	P1	52	53	47	46	47	45	43	41	40	32	28
	P2	52	53	48	47	47	46	43	41	40	33	28
	P3	53	54	49	48	48	47	45	43	42	34	30
	P4	51	52	46	45	46	44	42	40	39	31	27



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

Verrattaessa ulkomelutasoja sisätiloihin asetettuihin Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisiin pienitaajuisten melun yöajan toimenpiderajoihin, olisi kussakin reseptorissa ulkovaipalta vaadittavat äänitasoerot (ΔL) seuraavan suuruisia:

- P1 = 50-125 Hz 3-4 dB
- P2 = 50-125 Hz 3-4 dB
- P3 = 50-125 Hz 4-6 dB
- P4 = 50-125 Hz 2-3 dB

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

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

Kun huomioidaan ulkoseinän äänenestävyys DSO 1284 -menetelmässä mainittujen arvojen mukaisesti, alittavat terssikohtaiset melutasot toimenpiderajat jokaisessa reseptoripisteessä kaikkien terssikaistojen osalta. Tulokset osoittavat, että ympäristön rakennusten kohdalla normaalia rakentamistapaa vastaava ilmaääneneristys riittää vaimentamaan tuulivoimalaitosten pienitaajuisten 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.

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 äänenestävyys DSO 1284 arvojen mukaisesti) pienitaajuisten melun tasot alittavat sisätiloihin annetut 545/2015 mukaiset toimenpiderajat kaikkien hankealueen ympäristön asuin- ja lomarakennusten kohdalla.

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 takaamaa arvoa.

5.2 Häiritsevyyskorjaukset

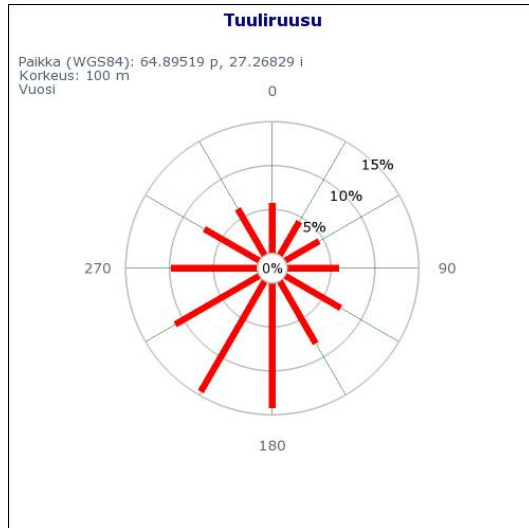
Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyyskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustulokseen, mikäli melun todetaan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

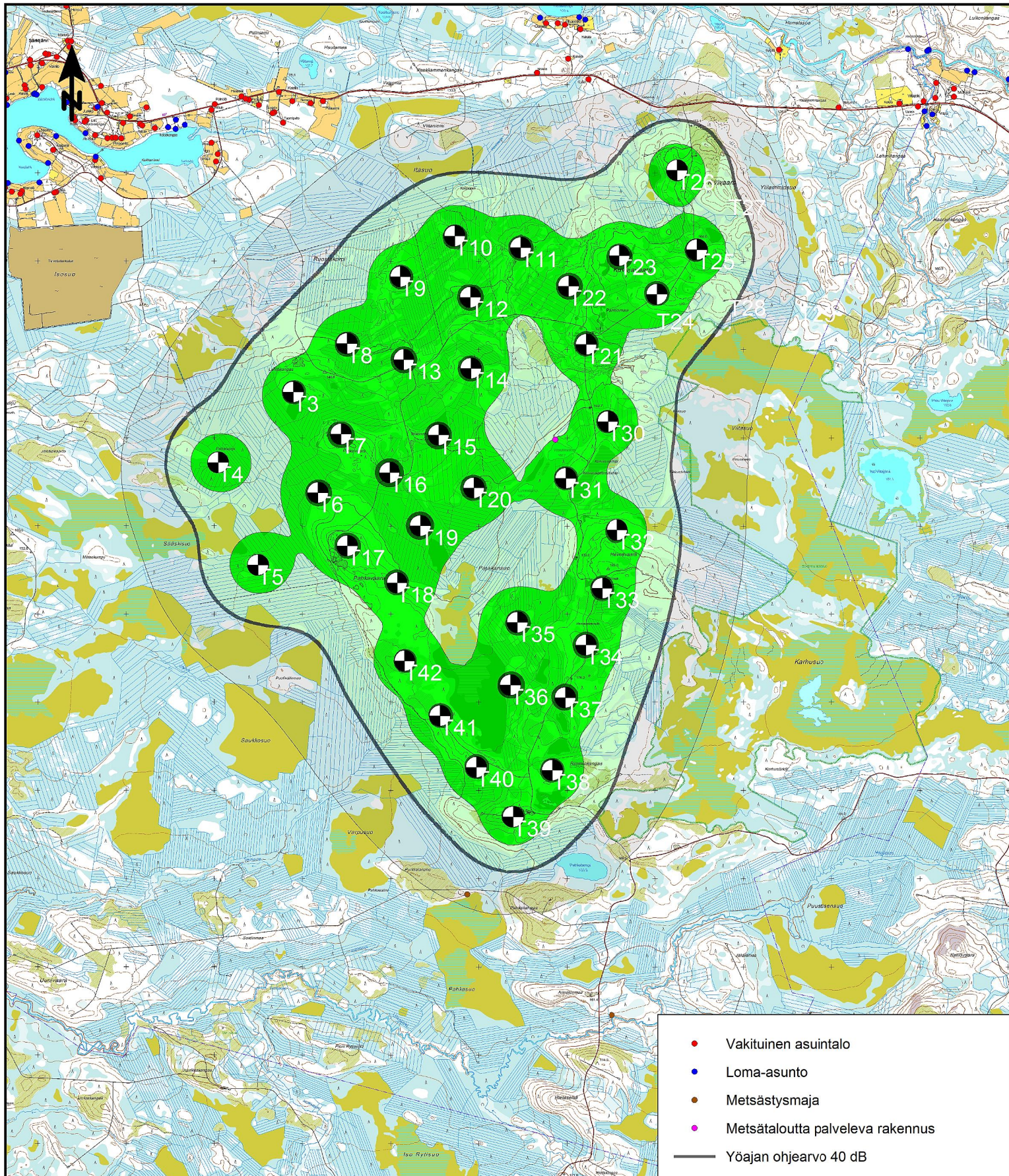
Vallitseva tuulensuunta on etelän – lounaan suunnasta. Tästä johtuen mallinnuksen mukainen melutaso toteutuu useimmin vuoden aikana hankealueen pohjoisen - koillisen suunnalla. Vastavasti hankealueen etelä- ja lounaispuolella mallinnusten mukaisten melutasojen ajallinen esiintyvyys vuoden aikana on vähäisempää.

Lahdessa 15. lokakuuta 2018

RAMBOLL FINLAND OY

Janne Ristolainen
 Projektipäällikkö

Ville Virtanen
 Suunnittelija

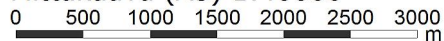


Pahkavaaran Tuulipuisto Oy

Pahkavaaran tuulivoimahanke,
Utajärvi

03351D1001-05

Mittakaava (A3) 1:40000



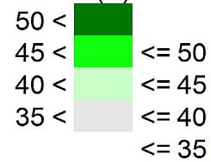
Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

Laskentamalli ISO 9613-2
Laskentakorkeus mp +4 m

layout 1.10.2018 (37 kpl)
-HH 167 m
- L_{WA} 106 dB (Vestas V126 3.3MW)

11/10/2018 V.Virtanen

Äänitaso
dB(A)



LIITE 1

Laatija: Ville Virtanen, Ramboll Finland Oy
 Päivämäärä: 11.10.2018

Hankevastaava: Pahkavaaran Tuulipuisto Oy
 Hankealue: Pahkavaara, Utajärvi

Mallinnusohjelman tiedot

Mallinnusohjelma ja versio: SoundPlan 8.0
 Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2

Tuulivoimalamallin perustiedot ja akustiset tiedot

Vestas V126-3.3MW

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

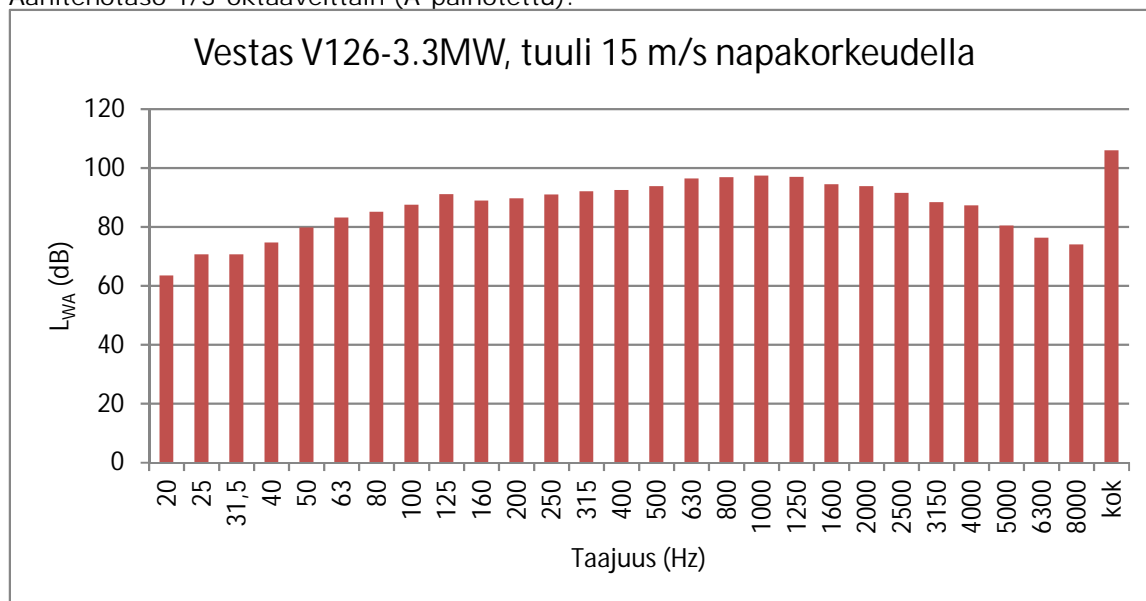
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

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 0, clean blades max L_{WA} 108,5 dB
		Noise mode 4 max L_{WA} 101 dB

Suurin äänitehotaso L_{WA} :

106 dB (serrated trailing edges) Takuu-/tunnusarvo

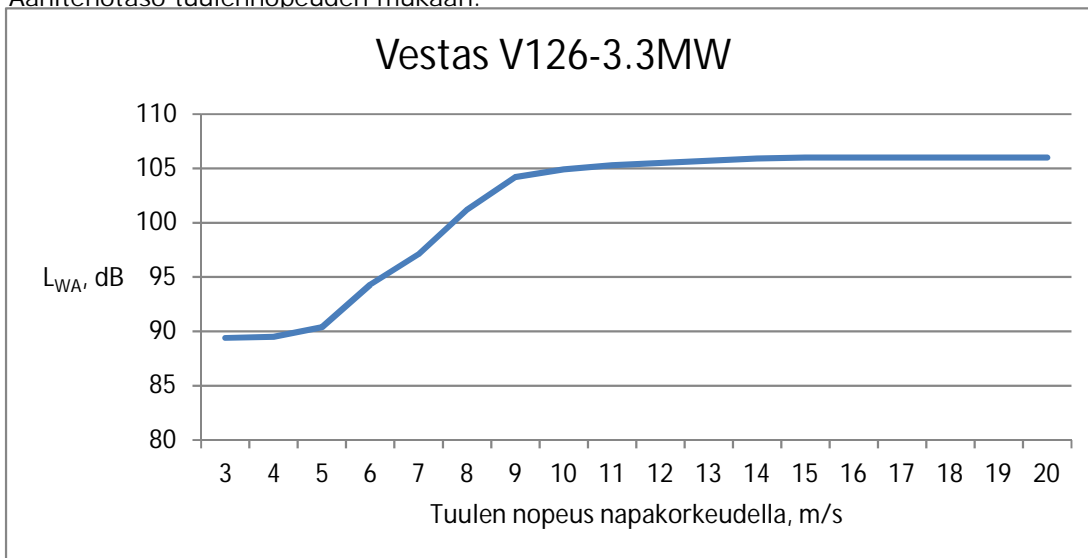
Äänitehotaso 1/3-oktaaveittain (A-painotettu):



Melun erityspiirteiden mittaus 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 2 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

Pienitaajuisen melun laskenta

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

Pienitaajuisen melun laskentamenetelmä:

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

	P1	P2	P3	P4
Hz	L_{Leq} , dB	L_{Leq} , dB	L_{Leq} , dB	L_{Leq} , dB
20	52	52	53	51
25	53	53	54	52
31,5	47	48	49	46
40	46	47	48	45
50	47	47	48	46
63	45	46	47	44
80	43	43	45	42
100	41	41	43	40
125	40	40	42	39
160	32	33	34	31
200	28	28	30	27

LIITE 3

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

Tuulivoimalaitoksen koordinaatit 1.10.2018 (ETRS-TM35FIN)

Tunnus	X	Y	Z		Tunnus	X	Y	Z
T3	511896	7196517	148		T22	515017	7197715	153
T4	511046	7195719	150		T23	515594	7198061	165
T5	511496	7194555	154		T24	516023	7197625	172
T6	512174	7195375	156		T25	516471	7198129	165
T7	512434	7196041	160		T26	516248	7199030	160
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
T21	515214	7197056	158					