

Vastaanottaja
Maaselän Tuulipuisto Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
15.5.2020

Viite
1510017194

MAASELÄN TUULIVOIMA- PUISTO, UTAJÄRVI MELUMALLINNUS

MAASELÄN TUULIVOIMAPUISTO, UTAJÄRVI MELUMALLINNUS

Päivämäärä 15.5.2020
Laatija Ville Virtanen, Janne Ristolainen
Tarkastaja Pirjo Pellikka

Melumallinnus tuulivoimahankkeen kaavoitustyötä varten

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 04/2015 aineistoa.

Viite 1510017194

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

LIITTEET

Liite 1	Meluvyöhykekartta, layout 30.8.2019 (8 voimalaa), V150-5.6 MW äänitehotaso L_{WA} 104,9 dB + 2 dB, napakorkeus 180 m
Liite 2	Tuulivoimaloiden akustiset tiedot
Liite 3	Tuulivoimalaitosten koordinaattilistaus

1. YLEISTÄ

Maaselän Tuulipuisto Oy suunnittelee tuulivoimapuiston rakentamista Maaselän alueelle Utajärven kuntaan. Tämän työn tarkoituksena on ollut selvittää suunniteltujen tuulivoimalaitosten aiheuttamat meluvaikutukset alueen kaavoitustyötä varten. Hankkeesta on aiemmin laadittu ympäristövaikutusten arviointia varten meluselvitys (raportti 30.5.2016), jota päivitettiin kaavaluonnosta varten (raportti 24.10.2019). Tässä työssä on päivitetty melumallinnus muuttuneiden hankesuunnitelmien mukaisesti (layout) kaavaehdotusta varten.

Työ on tehty Maaselän Tuulipuisto Oy:n toimeksiannosta ja yhteishenkilönä on ollut Raino Kukkonen Tornator Oyj:stä. Kaavan laatimisen projektipäällikkö Rambollissa on Pirjo Pellikka. Meluselvityksen laadinnasta on vastannut projektipäällikkö ins.(AMK) Janne Ristolainen. Melumallinnuksen 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 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
$L_{eq, 1h}$ / dB	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

3. MELUMALLINNUKSEN TIEDOT

3.1 Tuulivoimalatiedot

Melumallinnukset tehtiin 29.4.2020 päivätyn kaavaehdotuksen layoutin mukaisesti käyttäen Vestas V150-5.6 MW – voimalaitoksen suurinta kokonaisäänitehotasoa, joka on L_{WA} 104,9 dB (Serrated trailing edges) tuulennopeudella ≥ 11 m/s napakorkeudella. Tuulivoimaloiden napakorkeutena oli 180 m.

Jotta tuulivoimalan päästö on IEC 61400-14 mukaisen luottamusvälin sisällä, eli melupäästöarvo vastaa mallinnusohjeen 2/2014 ja Valtioneuvoston asetuksen 1107/2015 vaatimusten mukaista äänitehotason takuuarvoa (L_{WAd} , declared value), tulee mainituissa dokumenteissa esitettyyn melupäästöarvoon lisätä + 2 dB kokonaisepävarmuustaso (U_c), joka on tavanomainen mittauksen kokonaisepävarmuustaso. Myös pienitaajuisen melun laskennan terssikaista-arvoihin on tehty + 2 dB korjaus, jolloin myös terssikaista-arvot vastaavat mallinnusohjeen mukaista takuuarvomääritystä.

Melutiedot perustuvat Maaselän Tuulipuisto Oy:n toimittamiin meludokumentteihin:

- Performance Specification EnVentus™ 5 MW, V150-5.6 MW 50/60 Hz, Document no. 0081-5059 V03, 2019-05-06
- Third Octaves noise emission EnVentus™ 5 MW, V150-5.6 MW 50/60 Hz, Document no. 0079-5099_02, 2019-05-20

Tuulivoimaloiden tarkemmat akustiset tiedot on esitetty liitteessä 7 ja sijaintien koordinaattilistaus on liitteessä 8.

3.2 Melulaskenta

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

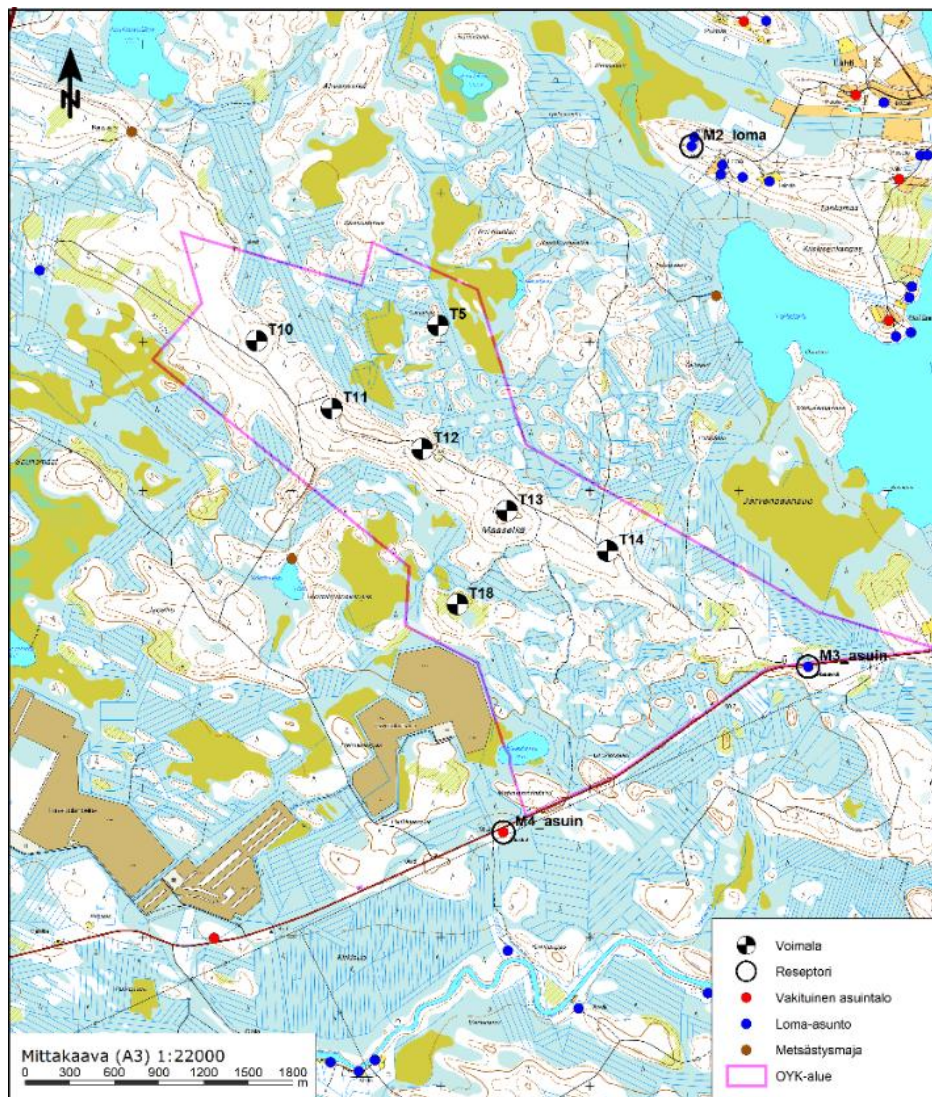
Taulukko 3. Meluvyöhyke- ja reseptoripistelaskennassa käytetyt parametrit

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

Melumallinnukset on tehty SoundPlan 8.1 -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. Esitetyt melutasot ovat suoraan mallinnuksen tuloksia, eikä niihin ole lisätty mitään mahdollisia häiritsevyysskorjauksia. Lisäksi tehtiin reseptoripistelaskenta kolmen tuulivoimaloita lähinnä olevan asuin- ja lomarakennuksen kohdalle, joiden korkeutena käytettiin 4 metriä maanpinnasta. Reseptoreiden sijainnit kartalla on esitetty kuvassa 1 ja niiden numerointi vastaa YVA:n meluselvityksen numerointia. Reseptoripisteiden tuloksista käy ilmi tarkat keskiaänitasot (L_{Aeq}) kyseisten rakennusten kohdalla.



Kuva 1. Reseptoripisteiden sijainnit

Pienitaajuuden melun tarkastelu tehtiin YM:n ohjeessa 2/2014 esitetyn mukaisesti. Laskennassa huomioitiin päivitetyn hankesuunnitelman mukaiset tuulivoimalaitokset. Taajuuspainottamattomien terssikaistakohtaisten melutasojen laskenta tehtiin kolmeen reseptoripisteeseen, joiden sijainnit kartalla on esitetty kuvassa 1. Rakennusten sisälle aiheutuvia pientaajuisia melutasoja arvioitiin Turun ammattikorkeakoulun tekemässä "Pientalojen ääneneneristävyys ympäristömelua vastaan taajuuksilla 5 – 5000 Hz -infraäänitutkimus, Keränen et. al." tutkimuksessa esitettyjen pientalojen julkisivun ilmaääneneristävyyssarvojen avulla. Ko. tutkimuksen tulokset on esitetty julkaisussa "Building and Environment 156 (2019) 12–20".

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

3.3 Maastomalli

Maastomalli on tehty tarkimmasta saatavilla olevasta korkeusaineistosta. Hankealueen maastomalli on tehty alueelta Maanmittauslaitoksen Korkeusmalli 2 m – aineistosta niiltä osin kuin laserkeilaukseen perustuva aineisto on ollut käytettävissä. Laserkeilausaineiston ulkopuolella mallia laajennettiin Maastotietokannan korkeusviiva-aineistosta. Maastomallissa ei huomioitu rakennuksia.

Maastomallissa ei ole huomioitu metsäkasvillisuutta (mm. puustoa). Puuston vaikutuksesta tuuli-voimamelun 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).

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 liitteen 1 melukartassa. Melukarttaan on merkitty rakennukset värikoodein kaava-aineiston tietojen pohjalta.

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 asutuksen ja lomarakennusten kohdalla melutasot jäävät 40 dB:n meluvyöhykkeen ulkopuolelle.

Taulukossa 4 on esitetty mallinnetut melutasot kuvassa 1 esitetyissä reseptoripisteissä.

Taulukko 4. Keskiäänitasot reseptoripisteissä

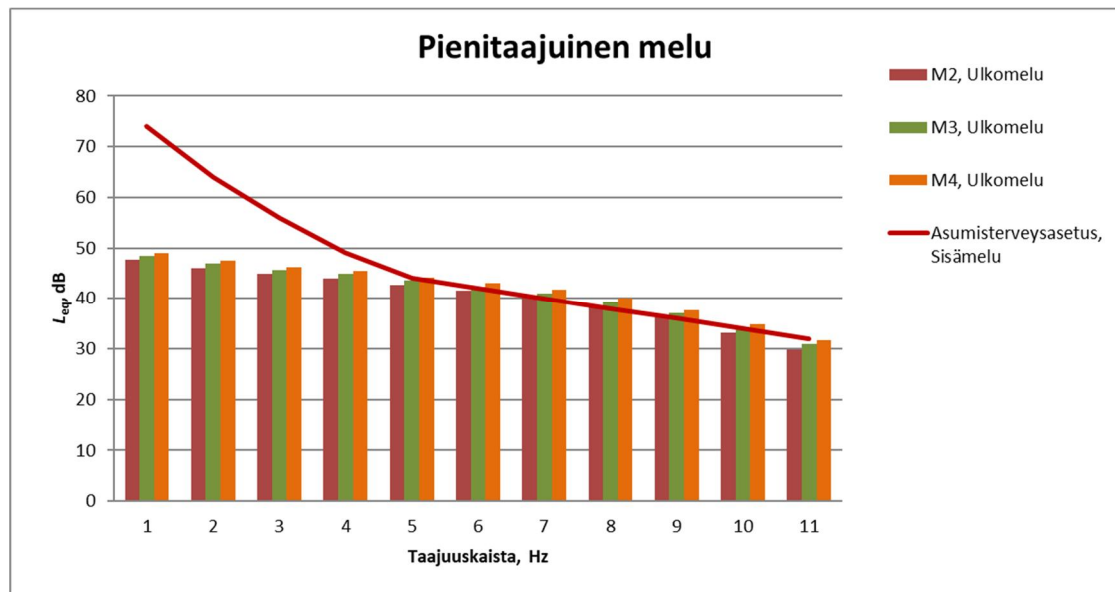
Reseptori	Rakennuksen status	L_{Aeq} , dB
M2	Lomarakennus	31,2
M3	Asuinrakennus	32,8
M4	Asuinrakennus	33,5

4.2 Pienitaajuinen melu

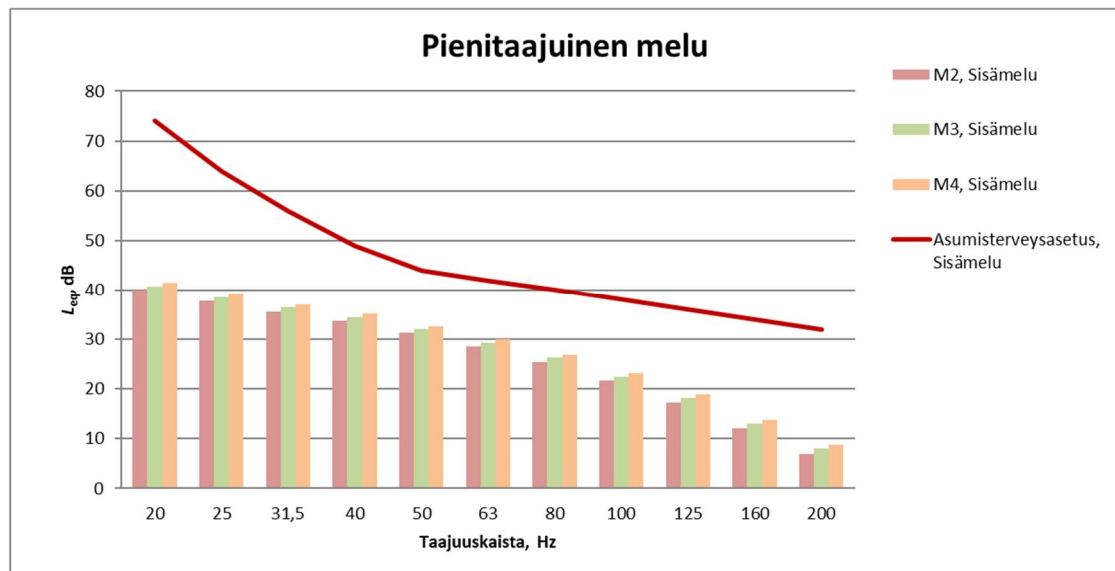
Suunnitellun tuulivoimalaitoksen aiheuttamaa pienitaajuisia melua tarkasteltiin kolmessa reseptoripisteessä, joiden sijainnit on esitetty kuvassa 1.

Taulukko 5. Lineaariset terssikaistakohtaiset äänitasot ulkona reseptoripisteissä

Reseptori	Taajuuskaista, Hz, L_{Leq} dB										
	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
M2	48	46	45	44	43	42	40	38	36	33	30
M3	48	47	46	45	44	42	41	39	37	34	31
M4	49	47	46	45	44	43	42	40	38	35	32



Kuva 2. Pienitaajuisen melun laskentatulokset ulkona



Kuva 3. Pienitaajuisen melun laskentatulokset sisällä

Kun verrataan laskettuja pienitaajuisen melun tasoja Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisesti pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin, ovat ulkomelutasot reseptoripisteessä M2 välillä 80 Hz - 125 Hz 1 dB yli sisätilojen toimenpiderajojen. Vastaavasti reseptoripisteissä M3 ja M4 ulkomelutasot ovat välillä 63 Hz - 160 Hz 1-2 dB yli sisätilojen toimenpiderajojen.

Terssikaistoilla 20-40 ja 200 Hz ulkomelutasot ovat kaikissa reseptoripisteissä alle yöajan sisämelun toimenpiderajojen. Rakennusten ulkovaippojen vaadittavat ääneneristävytykset ovat siten enimmilläänkin kohtuullisen pieniä.

Turun AMK tutkimuksen mukaiset ääneneristävyysarvot (äänitasoero ΔL) kuvaavat tyypillisen suomalaisen asuintalon ilmaaneneristävyttä. Näillä ääneneristävyysarvoilla laskettuna terssikohtaiset melutasot alittavat toimenpiderajat jokaisessa reseptoripisteessä kaikkien terssikaistojen osalta. Tulokset osoittavat, että ympäristön rakennusten kohdalla normaalia rakentamistapaa vastaava ilmaaneneristys 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 hankkeen muilla suunnittelutiedoilla. Mikäli rakennettavan tuulivoimalaitoksen melupäästö on nyt tarkasteltua suurempi tai sijainti tai napakorkeus muuttuu merkittävästi, tulee mallinnus päivittää.

5.1 Häiritsevyyskorjaukset

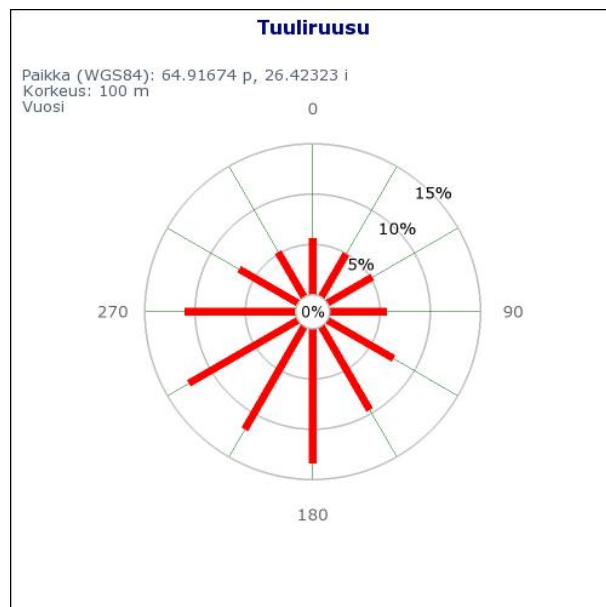
Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyyskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustulokseen, mikäli melun todetaan 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 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 serrated trailing edges –versiolla ≥ 11 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 8. Tuuliruusu Suomen Tuuliatlaksesta

Alueen vallitseva tuulensuunta on etelän – lännen suunnasta, joten mallinnuksen mukainen melutaso toteutuu useimmin vuoden aikana hankealueen pohjoisen - idän suunnalla. Vastaavasti hankealueen etelä- ja länsipuolella mallinnusten mukaisten melutasojen ajallinen esiintyvyys vuoden aikana on vähäisempää.

5.3 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 melupäästöarvoja (declared value tai warranted level). Tällöin melupäästön takuuarvoon on sisällytetty koko laskennan epävarmuus. Tässä mallinnuksessa on käytetty takuuarvoa vastaavaa arvoa.

Tuulivoimalaitosten ulkomelutaso alittaa kaikkien asuin- ja lomarakennusten kohdalla Valtioneuvoston asetuksen 1107/2015 ulkomelun päiväajan ohjearvon 45 dB ja yöajan ohjearvon 40 dB.

Valtioneuvoston asetuksessa veloitetaan noudattamaan sisätilojen melun osalta Asumisterveysasetuksessa 545/2015 annettuja sisätilojen melun toimenpiderajoja. Tuulivoimarakentamisen suunnitteluohjeen (4/2012) mukaisesti ulkomelun ohjearvoilla pyritään varmistamaan sisämelun osalta suunnitteluohjearvojen täytyminen.

Käytännöllisesti katsoen kaikki tavanomaiset rakenteet täyttävät 20 dB:n eristävyysvaatimuksen (RIL 129–2009 Ääneneristyksen toteuttaminen). Suurin ympäristön asuin- tai lomarakennuksen kohdalle laskettu melutaso on 38 dB, jolloin eristävyysvaatimukseksi tulee 13 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 kaikissa hankevaihtoehdoissa kaikkien ympäristön asuin- ja lomarakennusten kohdalla.

Sisätiloihin arvioidut pienitaajuisen melun tasot alittavat sisätiloihin annetut 545/2015 mukaiset toimenpiderajat kaikkien ympäristön rakennusten kohdalla.

Laatija: Ville Virtanen, Ramboll Finland Oy
 Päivämäärä: 24.10.2019

Hankevastaava: Maaselän Tuulipuisto Oy
 Hankealue: Maaselkä, Utajärvi

Mallinnusohjelman tiedot

Mallinnusohjelma ja versio: SoundPlan 8.1
 Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2

Tuulivoimaloiden perustiedot ja akustiset tiedot

Vestas V150-5.6MW

Tuulivoimalan valmistaja:	Tyyppi:	Sarjanumero:	
Vestas	V150-5.6MW	-	
Nimellisteho:	Napakorkeus:	Roottorin halkaisija:	Tornin tyyppi:
5,6 MW	180 m	150 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	
<input type="checkbox"/> Ei	<input type="checkbox"/> Ei	
<input checked="" type="checkbox"/> Ei ilmoitettu	<input checked="" type="checkbox"/> Ei ilmoitettu	

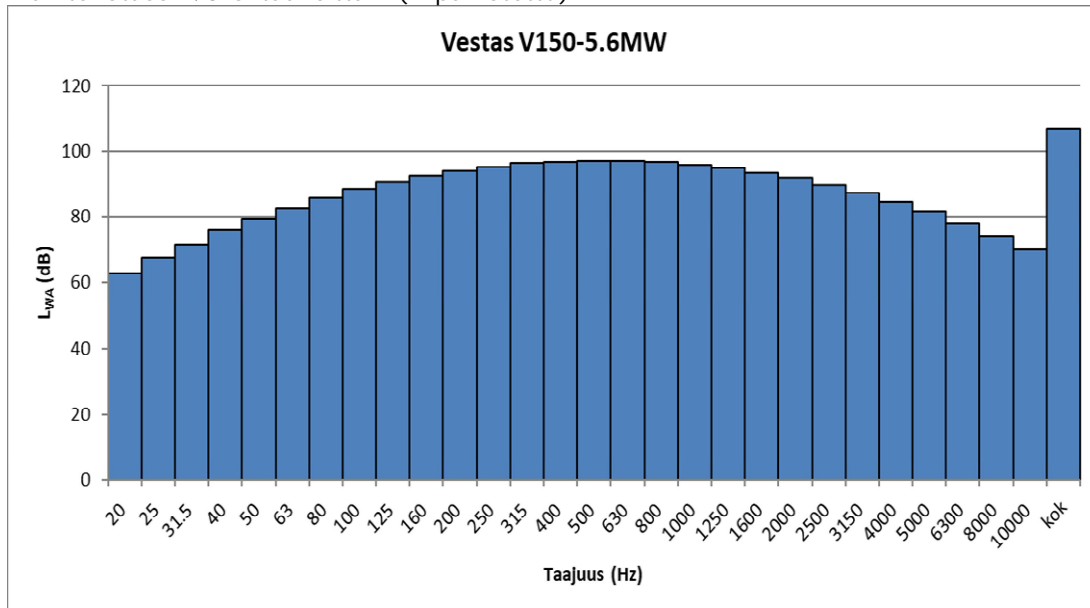
Äänitehotaso L_{WA} tuulennopeudella >11 m/s (napakorkeudella):

104,9 dB Takuuarvo

Suurin äänitehotaso L_{WA} :

104,9 dB + 2 dB (Uc) Takuuarvo

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



Melun erityspiirteiden mittaustulos ja havainnot:

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

Laskennan lähtötiedot

Laskentaverkko

Laskentakorkeus:

4 metriä

Laskentaruudun koko:

20*20 metriä

Sääolosuhteet

Suhteellinen kosteus:

70 %

Lämpötila:

15 °C

Maastomalli

Maastomallin lähde:

Maanmittauslaitos, Maastotietokanta

Vaakaresoluutio:

-

Pystyresoluutio:

2,5 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

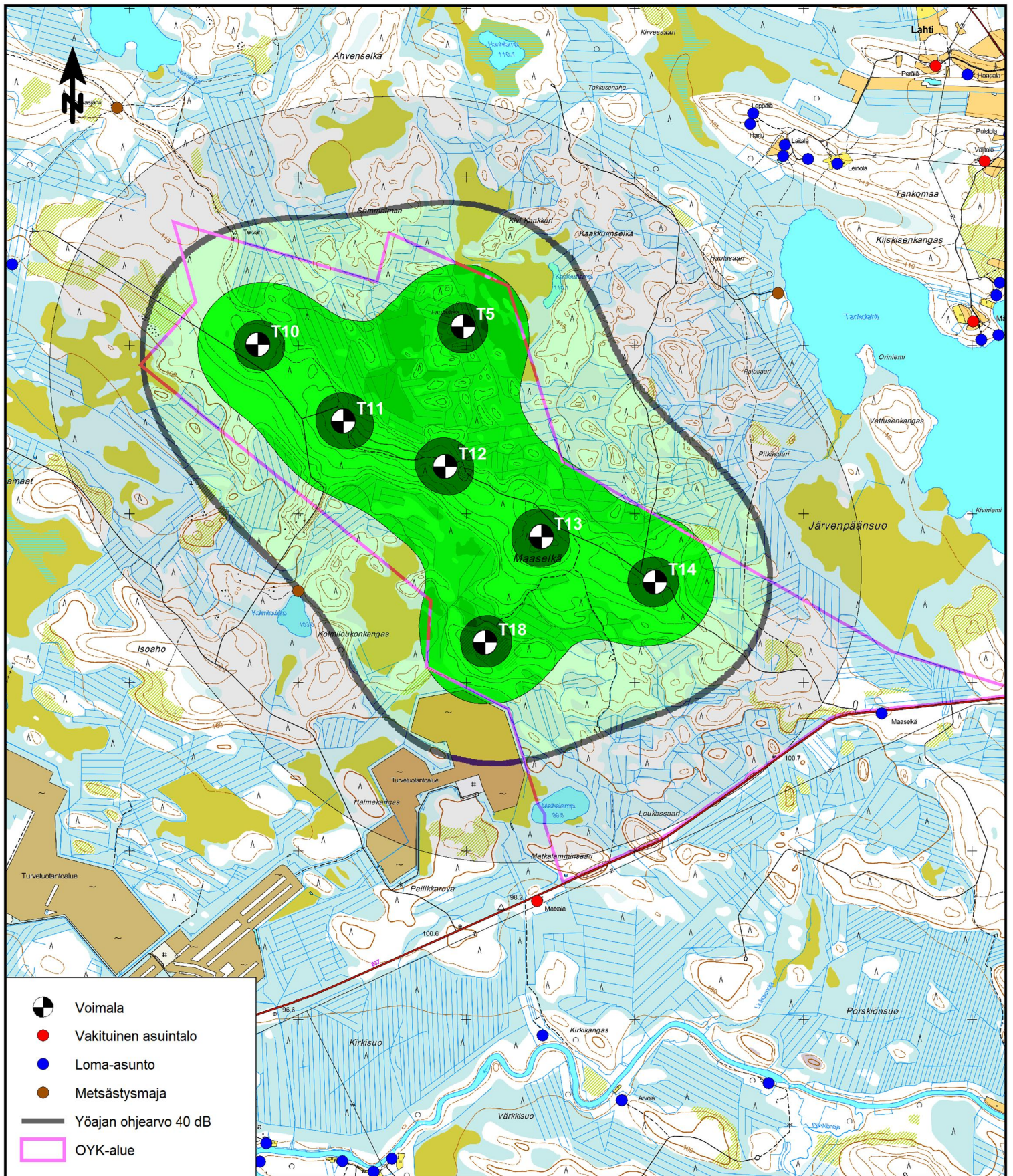
Pienitaajuisen melun laskenta


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

Pienitaajuisen melun laskentamenetelmä:

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

	M2	M3	M4
Hz	L_{Leq} , dB	L_{Leq} , dB	L_{Leq} , dB
20	48	52	50
25	47	50	48
31,5	45	49	47
40	44	48	46
50	43	47	45
63	42	46	44
80	41	44	43
100	39	43	41
125	37	41	39
160	34	38	36
200	30	35	33



-  Voimala
-  Vakituisen asuintalo
-  Loma-asunto
-  Metsästysmaja
-  Yöajan ohjearvo 40 dB
-  OYK-alue







Maaselän Tuulipuisto Oy
 Maaselän tuulivoima OYK,
 Utajärvi

Mittakaava (A4) 1:30000
 0 300 600 900 1200 1500 1800 m

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}
 Laskentamalli ISO 9613-2
 Laskentakorkeus mp +4 m
 -HH 180 m
 - L_{WA} 104,9+2 dB

Äänitaso
dB(A)

50 <		<= 50
45 <		<= 45
40 <		<= 40
35 <		<= 35

15.5.2020 V.Virtanen

LIITE 3

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

[Tuulivoimalaitoksen koordinaatit, layout 30.8.2019 \(ETRS-TM35FIN\)](#)

Tunnus	X	Y	Z
T5	480982	7192113	295
T10	479764	7192008	295
T11	480269	7191552	298
T12	480876	7191282	300
T13	481444	7190866	300
T14	482121	7190597	295
T18	481113	7190238	290