

Vastaanottaja
Energiequelle GmbH

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
2.12.2020

Viite
1510058864-010

REVÄSVAARAN TUULIVOIMA- HANKE, YLITORNIO MELUMALLINNUS

REVÄSVAARAN TUULIVOIMAHANKE, YLITORNIO MELUMALLINNUS

Päivämäärä 2.12.2020
Laatija Arttu Ruhanen
Tarkastaja Janne Ristolainen

Tuulivoimahankkeen melumallinnus

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 11/2020
aineistoa.

Viite 1510058864-010

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 | Maastomalli | 2 |
| 3.3 | Melulaskenta | 3 |
| 4. | TULOKSET | 4 |
| 4.1 | Meluvyöhyke- ja reseptoritulokset | 4 |
| 4.2 | Pienitaajuinen melu | 4 |
| 5. | TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET | 6 |
| 5.1 | Melun erityspiirteet ja häiritsevyysskorjaukset | 6 |
| 5.2 | Alueen tuuliolosuhteet ja niiden vaikutukset meluun | 6 |
| 5.3 | Melutasot verrattuna ohjearvoihin | 6 |
| | LIITTEET | 7 |

1. YLEISTÄ

Tämän työn tarkoituksena on ollut selvittää Ylitornion Reväsvaaran alueelle suunniteltujen tuulivoimalaitosten aiheuttamat meluvaikutukset. Selvitys on laadittu Reväsvaaran tuulivoimaosayleiskaavan tausta-aineistoksi.

Mallinnus on tehty ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" ohjeen "Melumallinnus ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä ja yksityiskohtaisessa kaavoituksessa" käytettävän mallinnusmenettelyn mukaisesti.

Työ on tehty Energiequelle GmbH:n toimeksiannosta, josta yhteyshenkilö on ollut Atte Lohman. Kaavoituksen projektipäällikkönä Rambollissa toimii projektipäällikkö FM Jarkko Kukkola, ja melu- selvityksen laadinnasta on vastannut 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 melutaso eivät saa ulkona ylittää melulle altistuvalla alueella melun A-taajuuspainotetun keskiäänitason (ekvivalenttitason L_{Aeq}) ohjearvoja.

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 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 asetuksessa 545/2015 (ns. asumisterveysasetus) on annettu toimenpiderajat asuntojen ja muiden oleskelutilojen sisämelulle.

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 erottuvalla 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

Mallinnus tehtiin hankevastaavan toimittaman melupäästätdokumentin tietojen mukaisesti Nordex N163-5.X -laitosmallille:

- *Nordex N163/5.X; Third octave sound power levels; F008_276_A17_EN Revision 03; 2020-07-07*

Laitosmallin suurin äänitehotaso (L_{WA}) on dokumentin mukaan 109,2 dB. Äänitehotaso on arvo Mode 0 -ajoasetukselle (eli moodissa ei vaimenneta melua esim. pyörimisnopeutta tai lapakulmaa säätämällä) ja kun lapojen jättöreunalla ei ole ns. sahalaoiditusta (without serrated trailing edge).

Käytännössä lähes kaikki nykyisin rakennettavat voimalat varustetaan kuitenkin jättöreunan sahalaoidituksella, mikä pienentää voimalan suurinta äänitehotasoa. Sahalaoiditetun (with serrated trailing edge) N163-5.X suurin äänitehotaso (L_{WA}) Mode 0 -ajoasetukselle on 107,2 dB. Näin ollen tämän, ilman sahalaoiditusta tehdyn, mallinnuksen tulosta voidaan pitää kohtuullisen konservatiivisena.

Jotta tuulivoimalan päästö on IEC 61400-14 mukaisen luottamusvälin sisällä, eli melupäästöarvo vastaa mallinnusohjeen 2/2014 vaatimuksen mukaista äänitehotason takuuarvoa (L_{WAd} , declared value), lisättiin ennen mallinnusta meludokumentissa esitettyyn melupäästöön +2 dB, joka vastaa tavanomaista mittauksen kokonaisepävarmuustasoa (U_c). Mallinnuksessa käytetty äänitehotaso (L_{WA}) oli siis 109,2 dB + 2 dB = 111,2 dB. Epävarmuus +2 dB lisättiin myös ennen pienitaajuisten melun laskentaa terssikaista-arvoihin, jolloin myös terssikaista-arvot vastaavat mallinnusohjeen mukaista takuuarvomääritystä.

Tuulivoimaloiden tarkemmat akustiset tiedot on esitetty liitteessä 2.

Tuulivoimaloiden napakorkeus mallinnuksessa oli 148 m. Taulukossa 3 esitetyissä tuulivoimalaitoksen koordinaateissa Z-koordinaatti kertoo maaston korkeuden metreissä merenpinnan yläpuolella tuulivoimalan sijaintipaikalla (MML:n aineisto). Sijoitussuunnitelmana käytettiin 29.10.2020 päivättyä suunnitelmaa.

Taulukko 3. Tuulivoimalaitoksen koordinaatit (ETRS-TM35FIN).

| Nimi | X | Y | Z |
|------|--------|---------|-----|
| 1 | 354912 | 7356985 | 197 |
| 2 | 355375 | 7356684 | 242 |
| 3 | 355800 | 7356490 | 197 |
| 4 | 355318 | 7355923 | 205 |
| 5 | 355765 | 7355711 | 210 |
| 6 | 354867 | 7356088 | 174 |
| 7 | 355693 | 7354953 | 171 |
| 8 | 355204 | 7355172 | 185 |
| 9 | 355305 | 7354286 | 152 |
| 10 | 354847 | 7354487 | 148 |
| 11 | 356270 | 7354484 | 197 |
| 12 | 355944 | 7353426 | 160 |

3.2 Maastomalli

Laskennassa käytetty maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen Korkeusmalli 2 m — aineistosta. Laskennassa ei huomioitu rakennuksia.

Mallissa ei ole huomioitu metsäkasvillisuutta melua vaimentavana tekijänä. Metsäkasvillisuus (puusto yms.) voi vaimentaa melua, mikäli kasvillisuusvyöhyke on riittävän korkea ja syvyys on suuri. Ympäristömeluarvioinneissa kasvillisuuden vaikutusta ei kuitenkaan pääsääntöisesti oteta huomioon, koska kasvillisuusvyöhykkeiden pysyvyydestä ei voida olla varmoja (esim. puuston avohakkuut). Laskentamallien kyvystä huomioida luotettavasti puuston vaikutusta melun etenemiseen ei ole vielä riittävästi tutkittua tietoa.

3.3 Melulaskenta

Melulaskennat tehtiin ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014 ”Tuulivoimaloiden melun mallintaminen” raportin mukaisilla laskentaparametreilla ja -menetelmillä.

Meluvyöhykelaskenta

Melumallinnukset on tehty SoundPlan 8.2 -melulaskentaohjelmaa ja siihen sisältyvää ISO 9613-2 -melulaskentamallia käyttäen.

Meluvyöhykelaskennat on tehty laskentapisteverkkoon ja ohjelma interpoloi melutasot laskentapisteidenvälisille alueille. Esitetyt melutasot ovat suoraan mallinnuksen tuloksia, eikä niihin ole lisätty mitään mahdollisia häiritsevyysskorjauksia.

Taulukko 4. Meluvyöhyke- ja reseptoripistelaskennassa käytetyt parametrit.

| | |
|---|---|
| Laskentamalli | ISO 9613-2 |
| Laskentaverkko | 20 x 20 m välein 4 m korkeudella pinnasta |
| Laskentaetäisyys | max 10 000 m melulähteestä |
| Heijastusten lukumäärä | 3 |
| Maanpinnan absorptio | maaperän vaikutuskerroin maa-alueella 0,4 (akustisesti puoli-kova) 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 |

Reseptoripistelaskenta

Suunniteltujen tuulivoimalaitosten ympäristössä sijaitsee kolmen kilometrin säteellä asuin- ja lomarakennuksia, joiden sijainnin korkeusero suhteessa osaan tuulivoimaloista on enemmän kuin 60 metriä. Kyseiset rakennukset on esitetty värikoodein liitteen 1 melukuvassa. Ympäristöministeriön ohjeen (2/2014) mukaisesti näiden rakennusten kohdalle tehdyissä reseptoripistelaskennoissa niiden tuulivoimaloiden, joiden voimalan perustus 60 m korkeammalla kuin rakennuksen maanpinta, melupäästöön tulee lisätä 2 dB.

Reseptoripistelaskenta tehtiin kaikkien asuin-/lomarakennuksen kohdalle, joiden kohdalla piti tehdä korkeuseron perusteella tehtävä korjaus vähintään 1 tuulivoimalan melupäästöön. Eri asuin- ja lomarakennusten kohdalla korkeuseron perusteella tehtävä korjaus tehtiin eri määrälle voimalaitoksia, variaatioita oli yhteensä 7 erilaista. Kustakin variaatiosta raportissa esitetään sen reseptorin sijainti ja tulos, jossa melutaso on voimakkain (yht. 7 reseptoria).

Meluvyöhykkeet on laskettu Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti ilman melupäästön korjausta. Tällöin laskenta ei yliarvioi melutasoja niiden rakennusten kohdalla, jossa korkeusero on kaikkiin tuulivoimalaitoksiin alle 60 metriä. Korkeuserojen vuoksi tehtävien korjausten vaikutusta altistuvien kohteiden melutasoon arvioidaan reseptoripistelaskentojen kautta.

Pienitaajuisen melun laskenta

Pienitaajuisen melun (20-200 Hz) tarkastelu tehtiin YM:n ohjeessa 2/2014 esitetyn mukaisesti. Taajuuspainottamattomien terssikaistakohtaisten melutasojen laskenta tehtiin edellä mainittuihin reseptoripisteisiin. Laskennoissa tehtiin korkeuserokorjaus tarvittaviin voimaloihin.

Rakennusten sisälle aiheutuvia pientaajuisia melutasoja arvioitiin Turun ammattikorkeakoulun tekemässä ”The sound insulation of façades at frequencies 5–5000 Hz, Keränen et. al.” tutkimuksessa esitettyjen pientalojen julkisivun ilmasteneristävyyssarvojen avulla. Ko. tutkimuksen tulokset on esitelty julkaisussa ”Building and Environment 156 (2019) 12-20”. Laskennassa käytetyt ääneneristävyyssarvot (äänitasoero ΔL) kuvaavat tilastollista estimaattia ilmasteneristävyydestä, joka ylittyi suomalaisten pientalojen tapauksessa 84 % todennäköisyydellä.

4. TULOKSET

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

4.1 Meluvyöhyke- ja reseptoritulokset

Mallinnuksen mukaiset meluvyöhykkeet (A-painotettu keskiäänitaso, L_{Aeq}) on esitetty melukartassa liitteessä 1. Taulukossa 5 on esitetty reseptoripistekohtaiset ulkomelutasot melukartassa esitetyissä reseptoripisteissä.

Taulukko 5. Keskiäänitasot reseptoripisteissä

| Reseptori | Voimalaitokset, joissa melupäästön korjaus (+2 dB) korkeuseron perusteella | Ei korjattu, L_{Aeq} (dB) | Korjaus tehty, L_{Aeq} (dB) | Korjauksen vaikutus, L_{Aeq} (dB) |
|-----------|--|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| R1 | 1 | 33,8 | 34,2 | 0,4 |
| R2 | 1, 4 ja 8 | 34,5 | 35,2 | 0,7 |
| R3 | 1, 2, 3, 4, 5, 7 ja 11 | 36,0 | 37,6 | 1,6 |
| R4 | 9 ja 10 | 33,4 | 34,3 | 0,9 |
| R5 | 10 | 33,0 | 33,4 | 0,4 |
| R6 | 11 ja 12 | 32,0 | 33,0 | 1,0 |
| R7 | 12 | 30,5 | 31,1 | 0,6 |

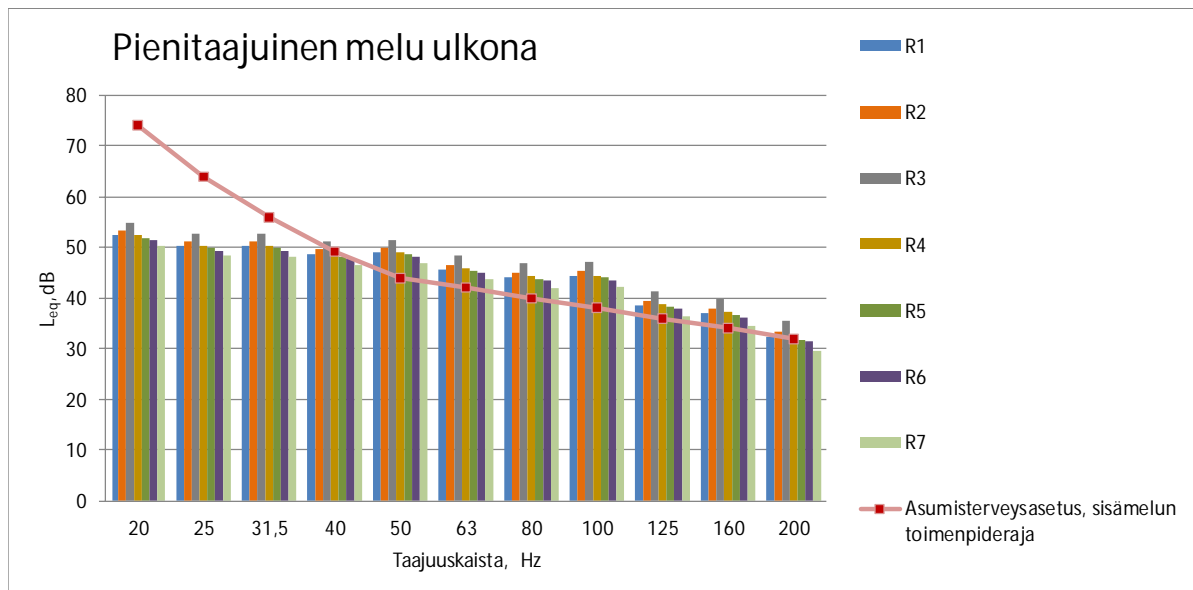
Käytännöllisesti katsoen kaikki tavanomaiset rakenteet täyttävät 20 dB:n eristävyysvaatimuksen (RIL 129-2009 Ääneneristysten toteuttaminen). Reseptoreihin lasketut ulkomelutasot ovat 31-38 dB:n välillä, joten arvio sisämelutasosta on 11-18 dB.

4.2 Pienitaajuinen melu

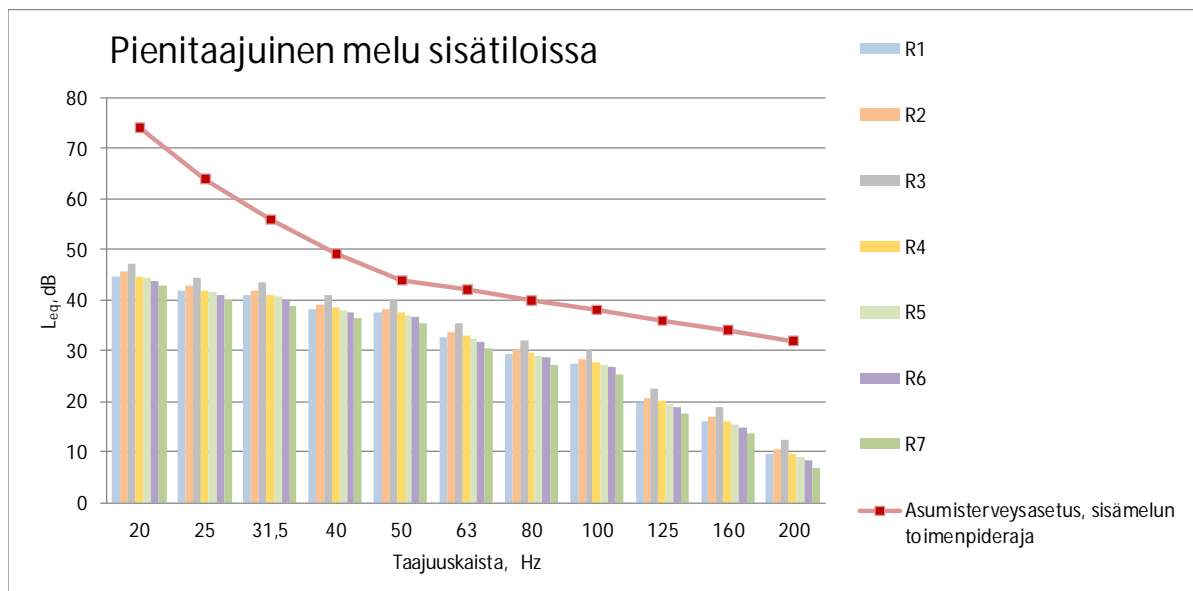
Pienitaajuisen melun laskentatulokset on esitetty taulukossa 6 sekä kuvissa 1 ja 2.

Taulukko 6. Lineaariset terssikaistakohtaiset äänitasot reseptoripisteissä ulkona

| Taajuuskaista, Hz | Reseptori | 20 | 25 | 31,5 | 40 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 |
|---|-----------|----|----|------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| Ulkomelu L_{Leq} , dB | R1 | 52 | 50 | 50 | 49 | 49 | 46 | 44 | 44 | 39 | 37 | 32 |
| | R2 | 53 | 51 | 51 | 49 | 50 | 47 | 45 | 45 | 40 | 38 | 33 |
| | R3 | 55 | 53 | 53 | 51 | 52 | 48 | 47 | 47 | 41 | 40 | 35 |
| | R4 | 52 | 50 | 50 | 49 | 49 | 46 | 44 | 44 | 39 | 37 | 32 |
| | R5 | 52 | 50 | 50 | 48 | 49 | 45 | 44 | 44 | 38 | 37 | 32 |
| | R6 | 51 | 49 | 49 | 48 | 48 | 45 | 43 | 44 | 38 | 36 | 31 |
| | R7 | 50 | 48 | 48 | 47 | 47 | 44 | 42 | 42 | 36 | 35 | 30 |
| <i>Asumisterveysasetuksen yöajan sisämelun toimenpideraja</i> | | 74 | 64 | 56 | 49 | 44 | 42 | 40 | 38 | 36 | 34 | 32 |



Kuva 1. Pienitaajuisen ulkomelun laskentatulokset



Kuva 2. Pienitaajuisen sisämelun laskentatulokset

Sisämelun laskentatulokset alittavat terssikohtaiset melutasot toimenpiderajat jokaisessa reseptoripisteessä kaikkien terssikaistojen osalta.

Tulokset osoittavat, että ympäristön rakennusten kohdalla normaalia rakentamistapaa vastaava ilmaääneneristys riittää vaimentamaan tuulivoimalaitosten pienitaajuisen melun toimenpiderajojen alle. Tulosten perusteella voidaan myös todeta, että pienitaajuinen melu alittaa toimenpiderajat myös kauempana tuulivoimaloita, koska laskennan periaatteiden mukaan pienitaajuinen melu vähenee etäisyyden kasvaessa.

5. TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Melun erityspiirteet ja häiritsevyysskorjaukset

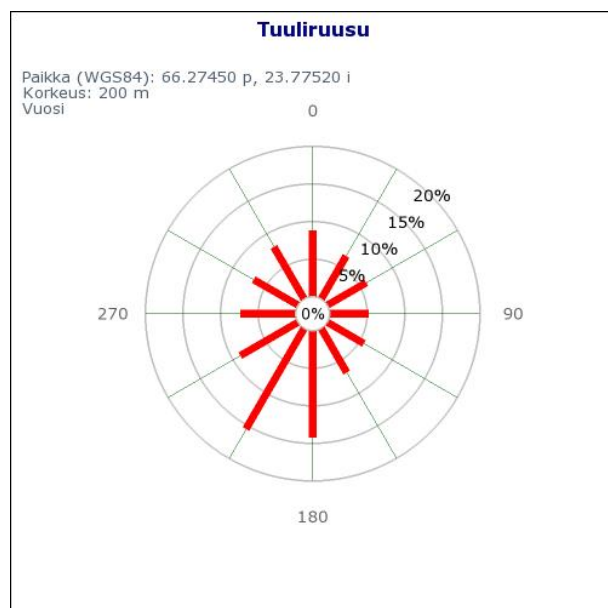
Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyysskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustulokseen, mikäli melun todetaan olevan kapeakaistaista ja/tai impulssimaista. Impulssimaisuuden ja kapeakaistaisuuden määrittäminen mittaustuloksesta tehdään YM:n ohjeessa "Tuulivoimaloiden melutason mittaaminen altistuvassa kohteessa" 4/2014 esitetyn mukaisesti.

Valtioneuvoston asetus 1107/2015 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 laskea voimalan saavuttaessa tietyn tuulen nopeuden. Hiljaisilla tuulen nopeuksilla voimalaitoksen äänitehotaso on merkittävästi maksimiarvoa pienempi.

Mallinnuksen tulokset vastaavat keskiäänitasoja tilanteessa, jossa kaikki tuulivoimalat tuottavat suurimman melupäästönsä. Mallinnuksessa oletetaan olevan myötätuuli tuulivoimaloista kaikkiin ilmansuuntiin. Koska alueen vallitseva tuulensuunta on etelän ja lounaan suunnasta, toteutuu mallinnuksen mukainen melutaso useimmin hankealueen pohjois- ja koillispuolella. Vastaavasti hankealueen etelä- ja lounaispuolella mallinnuksen mukaisten melutasojen esiintyminen on harvinaisempaa.



Kuva 3. Tuuliruusu Suomen Tuuliatlaksesta.

5.3 Melutasot verrattuna ohjearvoihin

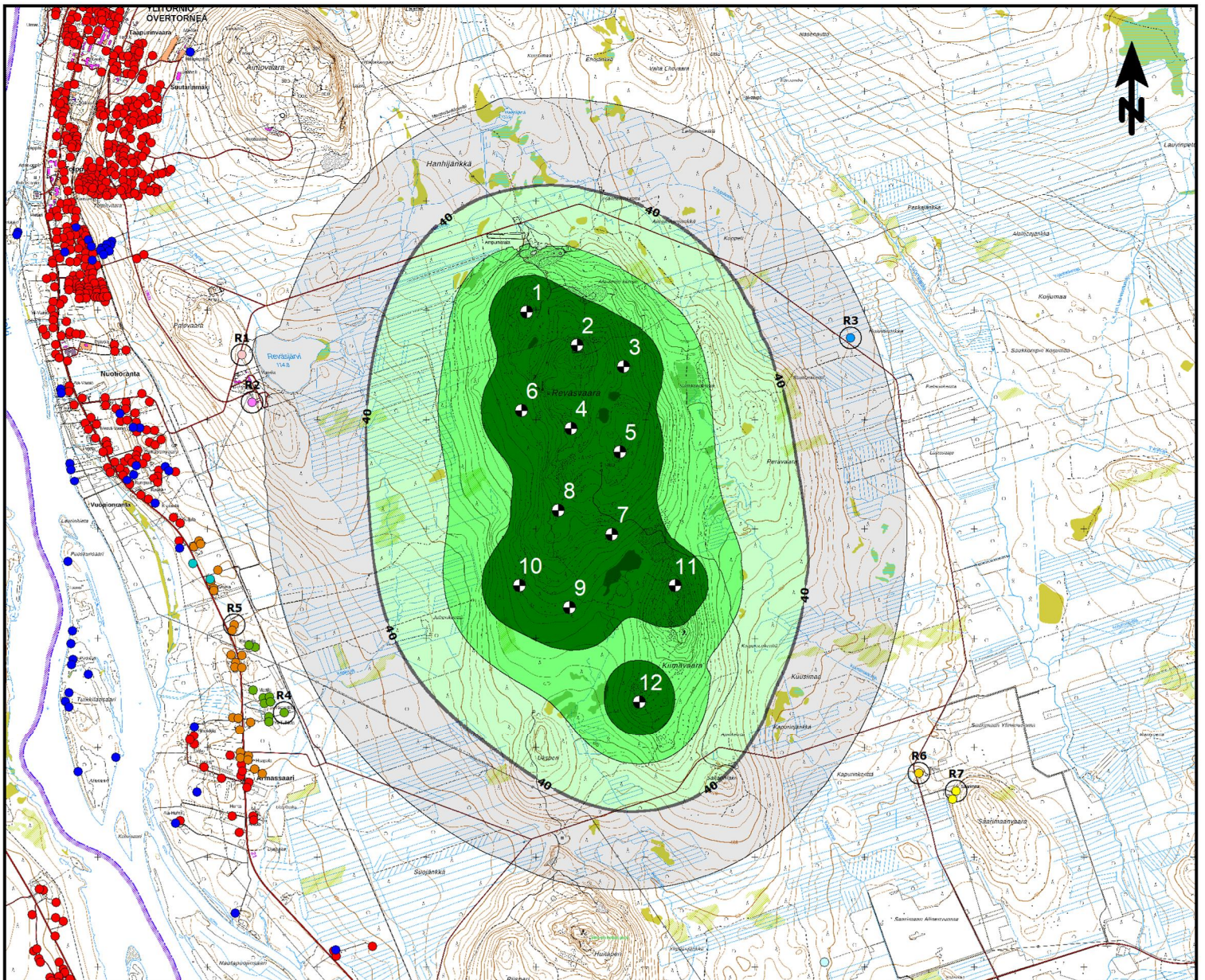
YM:n mallinnusohjeen (2/2014) ja Vna 1107/2015 mukaan ohjearvovertailussa ei huomioida epävarmuutta, kun laskenta tehdään ohjeessa mainituilla parametreilla ja käyttäen valmistajan takaaomia melupäästöarvoja (declared value tai warranted level). Tällöin melupäästön takuuarvoon on sisällytetty koko laskennan epävarmuus. Tässä mallinnuksessa on käytetty mallinnusohjeen tarkoittamaa takuuarvoa.

Mallinnuksen mukaan ulkomelutaso alittaa Valtioneuvoston asetuksen 1107/2015 ulkomelun päiväjän ohjearvon 45 dB ja yöajan ohjearvon 40 dB kaikkien hankealueen ympäristössä sijaitsevien asuin- ja lomarakennusten kohdalla.

Sisätiloihin lasketut pienitaajuisen melun tasot alittavat sisätiloihin annetut asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaiset toimenpiderajat ympäristön rakennusten kohdalla. Melutasot alittavat laskennan mukaan myös Asumisterveysasetuksen 545/2015 kokonaismelun osalta toimenpiderajan $L_{Aeq\ 1h}$ 25 dB.

LIITTEET

- Liite 1 Meluvyöhykekartta
- Liite 2 Tuulivoimalan akustiset tiedot



- Asuinrakennus, ei korkeuskorjausta
- Asuinrakennus, korkeuskorjaus 1 voimalaan
- Asuinrakennus, korkeuskorjaus 1, 4 ja 8 voimaloihin
- Asuinrakennus, korkeuskorjaus 9 ja 10 voimaloihin
- Asuinrakennus, korkeuskorjaus 10 voimalaan
- Asuinrakennus, korkeuskorjaus 11 ja 12 voimaloihin
- Asuinrakennus, korkeuskorjaus 12 voimalaan
- Lomarakennus, ei korkeuskorjausta
- Lomarakennus, korkeuskorjaus 1, 2, 3, 4, 5, 7 ja 11 voimaloihin
- Lomarakennus, korkeuskorjaus 10 voimalaan
- Lomarakennus, korkeuskorjaus 12 voimalaan

| Reseptori | Voimalaitokset, joissa melupäästön korjaus (+2 dB) korkeuseron perusteella | Ei korjattu, LAeq (dB) | Korjaus tehty, LAeq (dB) | Korjauksen vaikutus, LAeq (dB) |
|-----------|--|------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| R1 | 1 | 33,8 | 34,2 | 0,4 |
| R2 | 1, 4 ja 8 | 34,5 | 35,2 | 0,7 |
| R3 | 1, 2, 3, 4, 5, 7 ja 11 | 36,0 | 37,6 | 1,6 |
| R4 | 9 ja 10 | 33,4 | 34,3 | 0,9 |
| R5 | 10 | 33,0 | 33,4 | 0,4 |
| R6 | 11 ja 12 | 32,0 | 33,0 | 1,0 |
| R7 | 12 | 30,5 | 31,1 | 0,6 |

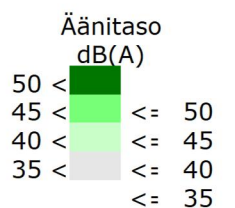


Energiequelle GmbH
Reväsvaara
Melumallinnus

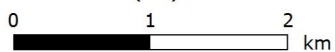
Meluvyöhykkeet L_{Aeq} (ei korkeuskorjausta)

Laskentamalli ISO 9613-2
Laskentakorkeus mp +4 m

layout 29.10.2020
Nordex N163, without STE
-HH 148 m
- L_{WA} 109,2 dB + Uc 2 dB = 111,2 dB



Mittakaava (A4) 1:55000



19.11.2020 RUHA

Liite 1

Laatija: Arttu Ruhanen, Ramboll Finland Oy
 Päivämäärä: 20.11.2020

Hankevastaava: Energiequelle GmbH
 Hankealue: Reväsvaara, Yli-Iittö

Tuulivoimaloiden perustiedot ja akustiset tiedot

Tuulivoimalan valmistaja: Tyyppi: Sarjanumero:
 Nordex N163 -
 Nimellisteho: Napakorkeus: Roottorin halkaisija: Tornin tyyppi:
 5.X MW 148 m 163 m -

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

Lapakulman säätö: Pyörimisnopeus: Muu, mikä:
 Kyllä Kyllä Eri vaimennusmoodeja raportoitu
 Ei Ei menetelmää ei ole raportoitu
 Ei ilmoitettu Ei ilmoitettu

Suurin äänitehotaso L_{WA} :

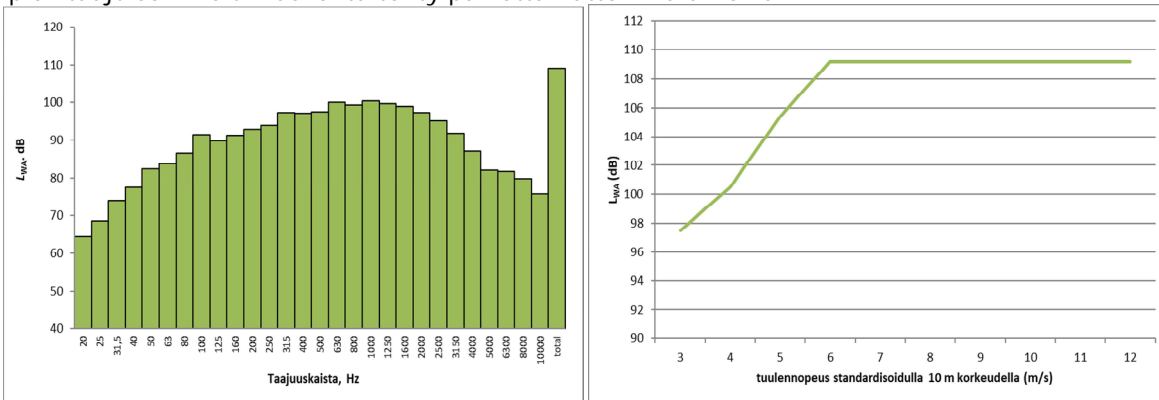
109,2 dB mode 0, without STE, melupäästöön lisätty +2 dB Tunnus-/takuuarvo

Lähdedokumentti:

Nordex N163/5.X; Third octave sound power levels; F008_276_A17_EN Revision 03; 2020-07-07

Äänitehotaso:

1/3-oktaaveittain ja tuulennopeuden funktiona (kuvaajissa ei ole huomioitu +2 dB varmuusvaraa) pienitaajuisten melun laskenta tehty painottamattomina arvoina



Melun erityspiirteiden mittaus ja havainnot:

Kapeakaistaisuus /
 Tonaalisuus

Kyllä
 Ei
 Ei ilmoitettu

Impulssimaisuus

Kyllä
 Ei
 Ei ilmoitettu

Merkityksellinen sykintä
 (amplitudimodulaatio)

Kyllä
 Ei
 Ei ilmoitettu