

eVastaanottaja
Raahen kaupunki

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
20.12.2017

Viite
1510030498-004

RAAHEN ETELÄISEN RANTA- ALUEEN OSAYLEISKAAVA TUULIVOIMALOIDEN MELUMAL- LINNUS

RAAHEN ETELÄISEN RANTA-ALUEEN OSAYLEI SKAAVA TUULIVOIMALOIDEN MELUMALLINNUS

Päivämäärä 20.12.2017
Laatija Arttu Ruhanen
Tarkastaja Janne Ristolainen

Raahen Kuljunniemessä olevien tuulivoimaloiden melumallinnus Raahen eteläisen ranta-alueen osayleiskaavoitusta varten.

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 09/2017 aineistoa.

http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata_lisenssi_versio1_20120501

Viite 1510030498-004

SISÄLTÖ

1.	YLEISTÄ	1
2.	MELUN OHJEARVOT	1
2.1	Melutason yleiset ohjearvot 993/1992	1
2.2	Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista	2
2.3	Asumisterveysasetuksen melutason toimenpiderajat asuntojen sisätiloissa	2
3.	MELUMALLINNUKSEN TIEDOT	3
3.1	Tuulivoimalatiedot	3
3.2	Melulaskenta	4
3.3	Maastomalli	5
4.	TULOKSET	6
4.1	Meluvyöhyke- ja reseptoritulokset	6
4.2	Pienitaajuinen melu	6
5.	TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	7
5.1	Tuulivoiman melutasot verrattuna melun ohjearvoihin	7
5.2	Melun erityispiirteet ja häiritsevyysskorjaukset	8
5.3	Alueen yleiset tuuliolosuhteet ja niiden vaikutukset meluun	8
	LIITTEET	9

1. YLEISTÄ

Raahen kaupunki on käynnistänyt Raahen eteläisen ranta-alueen osayleiskaavoituksen, tämä selvitys on laadittu kaavan tausta-aineistoksi. Tämän mallinnustyön tarkoituksena on ollut selvittää Raahen Kuljunniemessä sijaitsevien Suomen Hyötytuuli Oy:n ja Raahen Tuulienergia Oy:n tuulivoimalaitosten aiheuttamat meluvaikutukset osayleiskaava-alueella.

Melumallinnus tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" raportin mukaisesti. Meluvyöhykkeiden mallinnuksessa sekä reseptoripistekohtaisessa mallinnuksessa on käytetty laskentamallia ISO 9613-2. Pienitaajuisen melun tarkastelu tehtiin erillislaskentana YM:n ohjeen 2/2014 mukaisesti.

Työ on tehty Raahen kaupungin toimeksiannosta. Rambollissa kaavoitustyön projektipäällikkönä toimi vuonna 2017 FM Miia Nurminen-Piirainen ja kaavoitustyötä on jatkanut FM Minna Lehtonen. Melumallinnuksesta ja raportoinnista ovat vastanneet ins. (AMK) Arttu Ruhanen ja ins. (AMK) Janne Ristolainen.

2. MELUN OHJEARVOT

Suomen Hyötytuuli Oy:n ensimmäiset viisi voimalaa pystytettiin vuonna 2004 ja seuraavat neljä vuonna 2010. Raahen Tuulienergia Oy:n kaksi tuulivoimalaa ovat valmistuneet vuonna 2014.

Suomen Hyötytuuli Oy:n voimalaitokset ovat valmistuneet aikana jolloin tuulivoimamelulle ei ollut annettu erityisiä suunnitteluohjeita (annettu YM:n ohjeissa 4/2012, 6.7.2012) tai ohjeita (annettu Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015, 1.9.2015). Myöskin Raahen Tuulienergia Oy:n tuulivoimaloiden luvitus on tapahtunut ennen kuin tuulivoimaloille on annettu ulkomelutason ohjearvot Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015.

Raahen eteläisen ranta-alueen osayleiskaavassa ei kaavoiteta uusia voimalaitoksia eikä muutoksia jo rakennettuihin voimalaitoksiin. Tästä syystä jo rakennettujen tuulivoimalaitosten melun osalta arvioinnissa tulee käyttää kunkin voimalaitoksen luvituksen aikaan käytössä ollutta lainsäädäntöä, kun arvioidaan tuulivoimalaitosten vaikutuksia olemassa oleviin asuintaloihin ja loma-asuntoihin. Vastaavasti, mikäli tuulivoimalaitosten melun vaikutusalueelle suunnitellaan uusia asuinalueita tai loma-asuinalueita, tulisi melun osalta suunnittelussa käyttää kuitenkin 2015 voimaan tulleen Valtioneuvoston asetuksen 1107/2015 mukaisia tuulivoimalaitosten melun ohjeita.

2.1 Melutason yleiset ohjearvot 993/1992

Valtioneuvosto on antanut melutason yleiset ohjearvot (Valtioneuvoston päätös 993/1992). Päätöstä sovelletaan meluhaittojen ehkäisemiseksi ja ympäristön viihtyvyyden turvaamiseksi maankäytön, liikenteen ja rakentamisen suunnittelussa sekä rakentamisen lupamenettelyssä. Päätös ei koske ampuma- ja moottoriurheiluratojen melua. Päätöstä ei myöskään sovelleta teollisuus-, katu- ja liikennealueilla eikä melusuoja-alueiksi tarkoitetuilla alueilla. Taulukossa 1 on esitetty päivä- ja yöajan ohjearvot ulkona ja sisällä.

Jos melu sisältää impulsseja tai ääneksiä tai on kapeakaistaista, mittaus- tai laskentatuloksiin lisätään 5 dB ennen niiden vertaamista ohjearvoihin. Impulssimaisuus- tai kapeakaistaisuuskorjaus tehdään sille ajalle, jolloin melu on impulssimaista tai kapeakaistaista.

Taulukko 1. VnP 993/1992 mukaiset yleiset melutason ohjearvot

Ulkona	L_{Aeq} , enintään	
	Päivällä (07–22)	Yöllä (22–07)
Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja niiden välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	50/45 dB ¹⁾
Loma-asumiseen käytettävät alueet ³⁾ , leirintäalueet ja virkistysalueet taajamien ulkopuolella sekä luonnonsuojelualueet	45 dB	40 dB ²⁾
Sisällä		
Asuin-, potilas- ja majoitushuoneet	35 dB	30 dB
Opetus- ja kokoontumistilat	35 dB	-
Liike- ja toimistohuoneet	45 dB	-

¹⁾ Uusilla alueilla yöohjearvo 45 dB. Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoa

²⁾ Yöohjearvoa ei sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä

³⁾ Loma-asumiseen käytettävillä alueilla taajamassa voidaan soveltaa asumiseen käytettävien alueiden ohjearvoja

L_{Aeq} = melun A-painotettu keskiäänitaso (ekvivalenttitaso)

2.2 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 rakennuslain mukaisessa maankäyttö- ja rakennuslain 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 (L_{Aeq}) ohjearvoja taulukossa 1 esitetyn mukaisesti.

Taulukko 2. 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

Valvonnan yhteydessä saatuun mittaustulokseen tehdään 5 dB lisäys, mikäli tuulivoimalan melu on impulssimaista tai kapeakaistaista altistuvalla alueella.

Valtioneuvoston asetuksessa veloitetaan noudattamaan sisätilojen melun osalta Asumisterveysasetuksessa annettuja sisätilojen melun toimenpiderajoja.

2.3 Asumisterveysasetuksen melutason toimenpiderajat asuntojen sisätiloissa

Sosiaali- ja terveysministeriön 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 inihäiriötä, 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 taajuuspainotamattomina tunnin keskiäänitasoina $L_{eq, 1h}$.

Taulukko 3. Yöaikaisen pienitaajuisen sisämelun toimenpiderajat terssikaistoittain (Asumisterveysasetus 545/2015). Päiväaikaana 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

Vuonna 2015 annettu Asumisterveysasetus ei tuo muutoksia mallinnusmenettelyihin tai -tarpeisiin, jotka tehdään vuonna 2014 annetun YM:n ohjeistuksen mukaisesti.

3. MELUMALLINNUKSEN TIEDOT

3.1 Tuulivoimalatiedot

Mallinnuksessa huomioitiin Suomen Hyötytuuli Oy:n yhdeksän tuulivoimalaitosta ja kaksi Raahen Tuulienergia Oy:n tuulivoimalaitosta. Tuulivoimaloiden sijainnit perustuvat Maanmittauslaitoksen peruskartan merkintöihin.

Suomen Hyötytuuli Oy:n viisi eteläisintä laitosta ovat Bonus merkkisiä joiden teho on 2,3 MW. Laitosten napakorkeus on 80 metriä ja roottorin halkaisija 82 metriä. Melupäästötieto L_{WA} 107 dB perustuu WindPro 3.0 ohjelmiston tuulivoimalakatalogissa esitettyyn tietoon ja perustuu valmistajan tietoihin vuodelta 2003. Taajuusjakaumana käytettiin useista 2-2,5 MW:n laitosmalleista johdettua keskimääräistä oktaavikaistajakaumaa ja pienitaajuisen melun (20-200 Hz) osalta terssikaistatietoja.

Suomen Hyötytuuli Oy:n neljä pohjoisinta tuulivoimalaa ovat Siemens WST-2.3-101 mallisia, eli laitosten teho on 2,3 MW ja roottorin halkaisija 101 metriä. Napakorkeus on 80 metriä. Kokonaismelupäästö L_{WA} 107 dB ja oktaavikaista-arvot perustuvat Pöyryn alueelle tekemään melumallinnukseen vuodelta 2012 (Raahen kaupunki, Melu- ja varjostus selvitys sekä pientaajuisen melun laskenta, Raahen tuulivoimapuisto, 16ENN0264.10, 20.8.2012). Koska voimalaitoksista ei ollut melupäästötietoja käytettävissä 1/3-oktaavikaistoittain, perustuvat pienitaajuisen melun taajuusalueen (20-200 Hz) terssikaistatiedot useista 2-2,5 MW:n laitosmalleista johdettuun keskimääräiseen taajuusjakaumaan.

Raahen Tuulienergia Oy:n kaksi tuulivoimalaa ovat malliltaan Nordex N117/3000. Laitosten teho on 3,0 MW ja roottorin halkaisija on 117 m. Eteläisemmän tuulivoimalan napakorkeus on 120 metriä ja pohjoisemman 90 metriä. Laitosmallin normaalikäyttömoodin (standard mode) suurin melupäästö on L_{WA} 105 dB. Kokonaismelupäästö, oktaavikaista-arvot ja terssikaistatiedot saatiin laitosvalmistajan toimittamista dokumenteista:

- Technical Report, Octave sound power levels, Nordex N117/3000 – Operational Modes, F008_244_A14_EN, Revision 03, 2015-10-23
- Technical Report, Third octave sound power levels, Nordex N117/3000 – Operational Modes, F008_244_A17_EN, Revision 02, 2015-10-23

Tuulivoimalaitosten tarkemmat akustiset tiedot on esitetty liitteessä 2.

Koska Bonus ja Siemens laitosmalleista ei ollut tietoa ovatko melupäästöarvot standardin IEC TS 61400-14 mukaisia takuuarvoja, on Pöyryn meluselvityksen ja WindPron melupäästöarvoon lisätty standardin IEC 61400-14 mukaisesti määritetty mittaustulosten hajontaan perustuva lisäys 2 dB ennen laskennan tekemistä. Tällöin mallinnuksessa käytetyn melupäästöarvon voidaan katsoa

vastaavan standardin IEC TS 61400-14 mukaan määritettyä ilmoitettua äänitehotason arvoa ($L_{WA,d}$, declared value).

Nordex N117/3000 laitosmallin melupäästölle L_{WA} 105 dB on laitosvalmistajan antama takuu, joten Nordexin melupäästöarvoon ei ole tarpeen lisätä erityistä epävarmuutta.

3.2 Melulaskenta

Melulaskennat tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" raportin mukaisilla laskentaparametreilla ja -menetelmillä.

Meluvyöhykelaskenta ja lähimpien altistuvien kohteiden luona tehdyt reseptoripistelaskennat on tehty SoundPlan 7.4 –melulaskentaohjelmalla. SoundPlan -ohjelmistosta saa lisätietoa internet-sivustolta www.soundplan.eu.

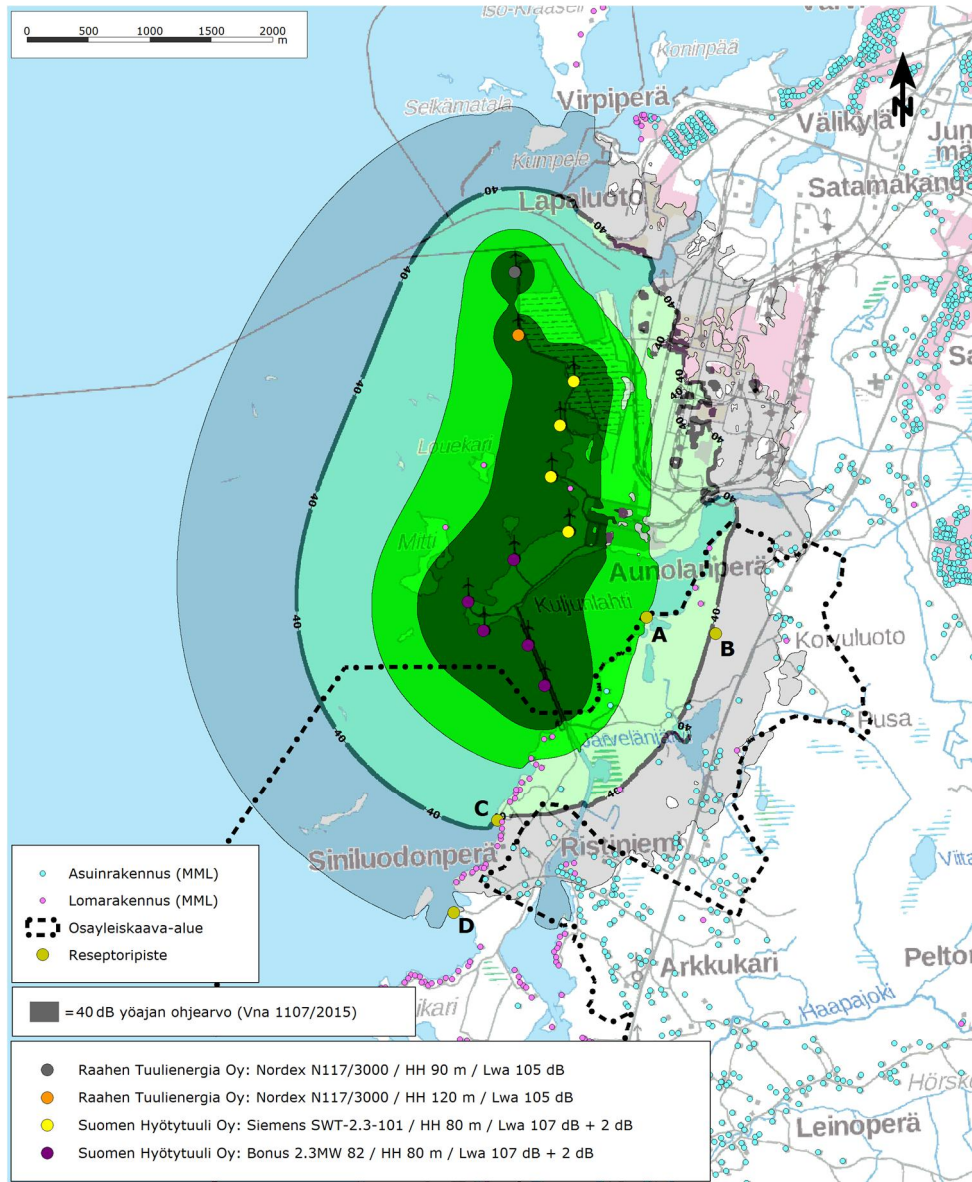
Meluvyöhykelaskenta on tehty laskentapisteverkkoon ja ohjelma interpoloi melutasot laskentapisteen välisille alueille. Meluvyöhykelaskennan lisäksi tehtiin reseptoripistelaskenta kaava-alueella muutamassa kohdassa. Reseptoripisteiden sijainti on esitetty kuvassa 1 ja tuloksena käy ilmi tarkka keskiäänitaso (L_{Aeq}) kyseisen laskentapisteen kohdalla.

Taulukko 4. Meluvyöhyke- ja reseptoripistelaskennassa käytetyt parametrit

Laskentamalli	ISO 9613-2
Laskentaverkko	20 x 20 m välein 4 m korkeudella pinnasta
Yksittäiset laskentapisteen (reseptoripisteet)	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

Pienitaajuuden melun tarkastelu tehtiin YM:n ohjeissa 2/2014 esitetyn mukaisesti. Taajuuspainotamattomien teressikaistakohtaisten melutasojen laskenta tehtiin kuvan 1 reseptoripisteisiin. Pienitaajuisia sisämelutasoja arvioitiin DSO 1284 laskentamenetelmässä esitettyjen asuintalon julkisivun ilmajänteneristävyyssarvojen avulla.

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



Kuva 1. Reseptoripisteiden sijainti kaava-alueella

3.3 Maastomalli

Laskennassa käytetty maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen laserkeilaukseen perustuva Korkeusmalli 2 m -korkeusaineistosta. Maa- ja vesialueiden absorptio ja heijastukset syötettiin maastomalliin MML:n maastotietokannan rajausten mukaisesti. Teollisuusalueen rakennukset huomioitiin maastomallissa MML:n maastotietokannan mukaisina ja rakennusten korkeudet perustuvat MML:n laserkeilausaineistoon. Ympäristön asuin- ja lomarakennuksia ei huomioitu mallissa. Kolmiulotteinen maastomalli sisältää siis laskenta-alueen maanpinnan korkeusvaihtelut sekä maan- ja vedenpinnan heijastukset ja absorption sekä rakennukset.

Mikäli tuulivoimalan perustus on 60 metriä korkeammalla kuin asuin- tai lomarakennus (enintään 3 km tuulivoimalasta), tulee reseptoripistekohtaisessa laskennassa lisätä kyseisen tuulivoimalan melupäästöön 2 dB. Tuulivoimalat sijoittuvat lähelle merenpintaa, joten melupäästöarvoon ei tarpeen tehdä korjausta ennen melulaskennan tekemistä.

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 vyöhykkeiden pysyvyydestä ei voida olla varmoja (esim. puuston avohakkuut).

Laskentamallien kyvystä huomioida luotettavasti puuston vaikutusta melun etenemiseen ei ole vielä riittävästi tutkittua tietoa.

4. TULOKSET

4.1 Meluvyöhyke- ja reseptoritulokset

Laskennalliset meluvyöhykkeet (A-painotettu keskiäänitaso) on esitetty liitteen 1 melukuvassa. Meluvyöhykkeet 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.

Päiväajan ohjearvoon verrattava 45 dB:n melualue ulottuu jonkin verran kaava-alueelle Penkkatien eteläosan ympäristössä. Yöajan ohjearvoon verrattava 40 dB:n melualue ulottuu rannikolla kaava-alueen pohjoisosasta Siniluodonperän kohdalle. 40 dB:n melualue ulottuu laajimmillaan noin 800 metrin etäisyydelle mantereen puolelle. Reseptoripisteisiin, jotka sijoitettiin eri meluvyöhykkeiden rajoille, melutasot ovat esitetty taulukossa 4.

Taulukko 5. Laskentatulokset reseptoripisteissä

Reseptoripiste	Laskettu keskiäänitaso L_{Aeq} , dB
A	44,8
B	39,7
C	39,6
D	34,9

4.2 Pienitaajuinen melu

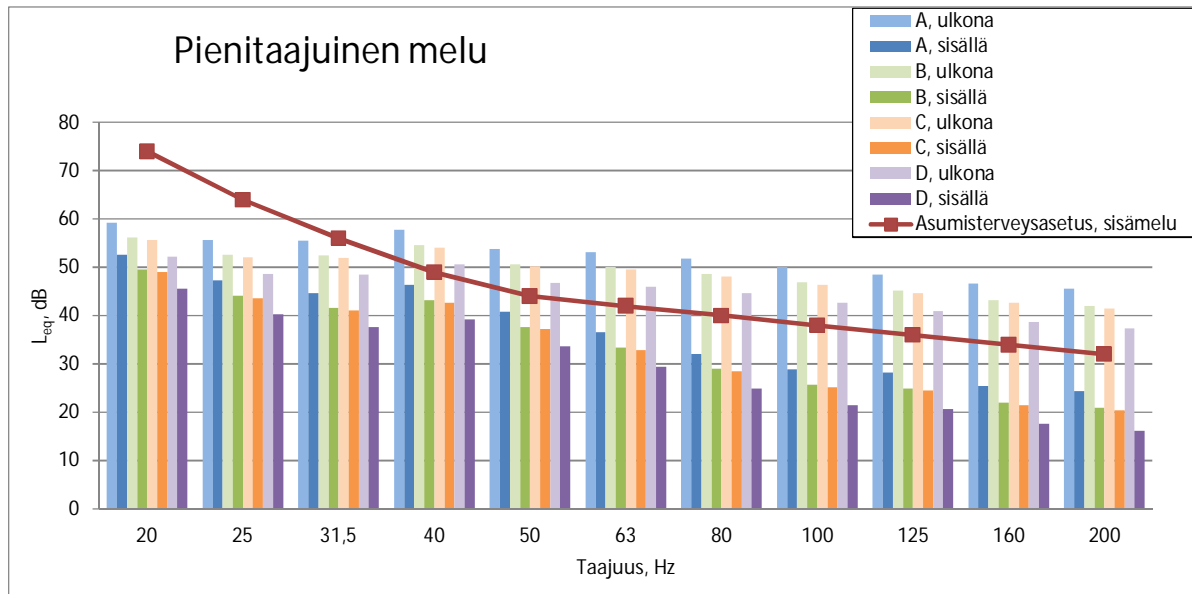
Asumisterveysasetuksessa 545/2015 on annettu toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle. Pienitaajuinen melu laskettiin neljästä kohtaa kaava-alueella. Laskentojen tulokset on esitetty taulukossa 5 ja kuvassa 2.

Taulukko 6. Lineaariset terssikaistakohtaiset äänitasot ulkona reseptoripisteissä

Taajuuskaista, Hz	Reseptori	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
		L_{Leq} , dB	A	59	56	56	58	54	53	52	50	48
	B	56	53	52	55	51	50	49	47	45	43	42
	C	56	52	52	54	50	49	48	46	45	43	42
	D	52	49	48	51	47	46	45	43	41	39	37
<i>Asumisterveysasetuksen yöajan sisämelun toimenpideraja</i>		74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

DSO 1284 -menetelmän mukaiset ääneneristävyyssarvot (äänitasoero ΔL) kuvaavat tyypillisen tanskalaisen asuintalon ilmaääneneristävyyttä, jotka vastaavat kohtuullisen hyvin Suomessa käytettyjä rakenteita. Kun huomioidaan ulkoseinän ääneneristävyys DSO 1284 -menetelmässä mainittujen arvojen mukaisesti, alittavat terssikohtaiset melutasot toimenpiderajat reseptoripisteissä. Laskennan periaatteiden mukaan pienitaajuinen melu vaimenee etäisyyden kasvaessa, joten melutasot ovat pienempiä, jos tarkastellaan tasoja kauempana tuulivoimaloita.

Asumisterveysasetuksen mukaan päiväajan pienitaajuiselle melulle voidaan hyväksyä 5 dB suurempia arvoja kuin yöaikana, joten sisämelutasot alittavat toimenpiderajat myös päiväaikana kaikkien taajuuskaistojen osalta.



Kuva 2. Pienitaajuisen melun laskentatulokset (tummempi väri kuvastavaa ulkomelun tasoja ja vaaleampi sisämelun)

Verrattaessa ulkomelutasoja sisätiloihin asetettuihin Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisiin pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin, ovat ulkovaipalta vaadittavat äänitasoerot (ΔL) 40-200 Hz:n terssikaistoilla seuraavan suuruisia:

- Reseptori A = 9-14 dB
- Reseptori B = 6-10 dB
- Reseptori C = 5-10 dB
- Reseptori D = 2-5 dB

Kaikissa reseptoripisteissä terssikaistoilla 20–40 Hz ulkomelutasot ovat yöajan sisämelun toimenpiderajojen alle.

5. TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Tuulivoiman melutasot verrattuna melun ohjearvoihin

Päiväajan ohjearvoon verrattava 45 dB:n melualue ulottuu eteläisimmän tuulivoimalaitoksen ympäristössä rannikolle. Yöajan ohjearvoon verrattava 40 dB:n melualue ulottuu rannikolla kaava-alueen pohjoisosasta Siniluodonperän kohdalle. 40 dB:n melualue ulottuu laajimmillaan noin 800 metrin etäisyydelle mantereeseen puolelle.

Mallinnuksen mukaan melutaso ei ylitä VnP 993/1992 mukaista asuinalueiden yöajan ohjearvoa 50 dB (ohjearvo etelän puoleisten voimalaitosten rakentamisen aikaan) lähimpien asuin- ja loma-asuntojen kohdalla. Kaava-alueelle ei tulisi suunnitella uutta vakituista tai loma-asutusta mallinnuksen mukaisen 40 dB meluvyöhykkeen sisäpuolelle.

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 Raahen Tuulienergia Oy:n tuulivoimalaitosten osalta ja Suomen Hyötytuuli Oy:n tuulivoimaiden osalta mallinnusohjeessa tarkoitettu takuuarvo on saatu lisäämällä melupäästöarvioihin standardin IEC 61400-14 mukainen melupäästön hajontaan perustuva lisäys 2 dB.

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

Käytännöllisesti katsoen kaikki tavanomaiset rakenteet täyttävät 20 dB:n eristävyysvaatimuksen (RIL 129-2009 Ääneneristyksen toteuttaminen). Lähtökohtaisesti siis tuulivoimamelun ollessa yö-aikana 45 dB:n tasolla tai alle täyttyy 545/2015 sisämelun toimenpideraja $L_{Aeq\ 1h}$ 25 dB.

Kun laskettu keskiäänitaso (kaikki taajuudet huomioituna) on 40 dB:n luokkaa, on seinärakenteelta vaadittava ääneneristävyys hyvinkin kohtuullinen, jotta pienitaajuisen melun tasot allittavat sisätiloihin annetut 545/2015 mukaiset toimenpiderajat. Normaalialia rakentamistapaa vastaava ilmääneneristys riittää siis vaimentamaan tuulivoimalaitosten pienitaajuisen toimenpiderajojen alapuolelle. Kun huomioidaan DSO 1248 –menetelmän mukaiset ääneneristävyysarvot ovat sisämelutasot eri taajuuskaistoilla alle toimenpiderajojen.

5.2 Melun erityispiirteet ja häiritsevyysskorjaukset

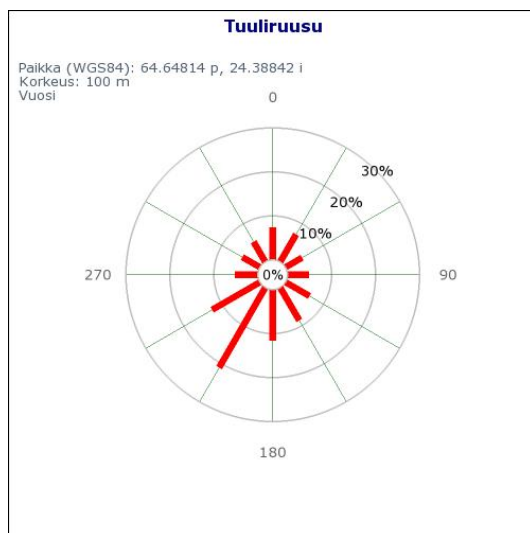
Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyysskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustulokseen, mikäli melun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

5.3 Alueen yleiset tuuliolosuhteet ja niiden vaikutukset meluun

Tuuliolosuhteet vaikuttavat merkittävästi 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.

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

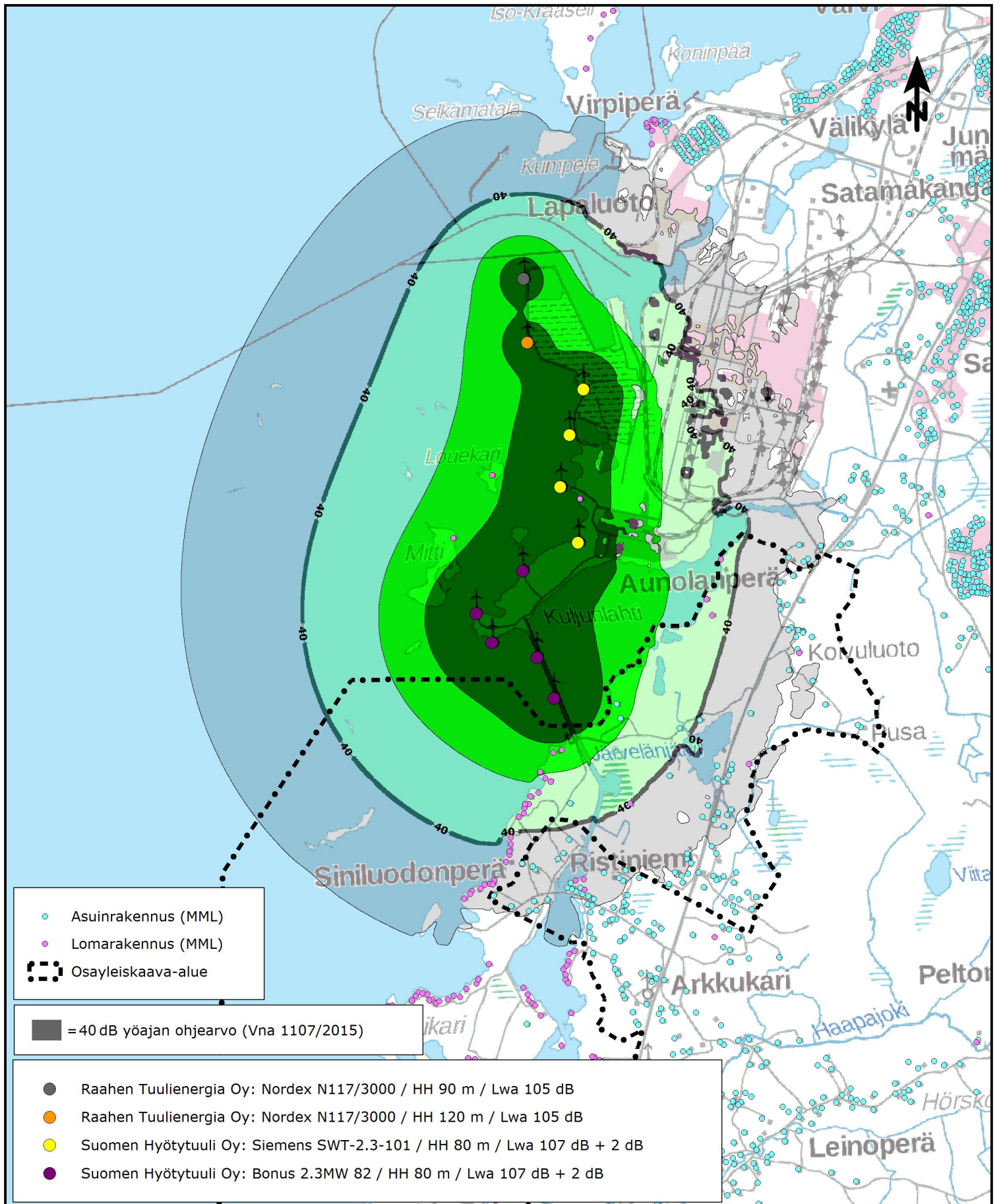


Kuva 3. Tuuliruusu Suomen Tuuliatlaksesta

Mallinnuksessa oletetaan olevan myötätuuli tuulivoimaloista kaikkiin ilmansuuntiin. Koska alueen vallitseva tuulensuunta on lounaan suunnasta, toteutuu mallinnuksen mukainen melutaso useimmin tuulivoimaloiden koillispuolella. Vastaavasti lounaispuolella mallinnusten mukaisten melutasojen ajallinen esiintyvyys vuoden aikana on vähäisempää.

LIITTEET

- Liite 1 Meluvyöhykekartta
- Liite 2 Tuulivoimalaitosten akustiset tiedot



RAMBOLL

Raahen eteläisen ranta-alueen osayleiskaava

Osayleiskaavoitusta palveleva
tuulivoimameluselvitys

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

YM 2/2014 mukaiset laskentaparametrit
Laskentamalli ISO 9613-2
Laskentakorkeus mp +4 m

15.12.2017 A.Ruhanen

Liite 1

Äänitaso
dB(A)

50 < ■ ≤ 50
45 < ■ ≤ 45
40 < ■ ≤ 40
35 < ■ ≤ 35

Mittakaava (A4) 1:40000

0 500 1000 1500 2000 m

Laatija: Arttu Ruhanen, Ramboll Finland Oy
 Päivämäärä: 3.10.2017
 Tuulivoima-alue: Kuljunniemi, Raahe

Tuulivoimaloiden tiedot

Tuulivoimaloiden omistaja: Suomen Hyötytuuli Oy
 Tuulivoimaloiden määrä: 5 kpl

Tuulivoimalan valmistaja:	Tyyppi:	Sarjanumero:	
Bonus	B82/2300	-	
Nimellisteho:	Napakorkeus:	Roottorin halkaisija:	Tornin tyyppi:
2,3 MW	80 m	82,4 m	-

Melutietojen lähdedokumentti:
 WindPRO 3.0 WTG-catalog
 Taajuustiedot usean 2,0-2,3MW laitosmallin keskimääräinen tieto

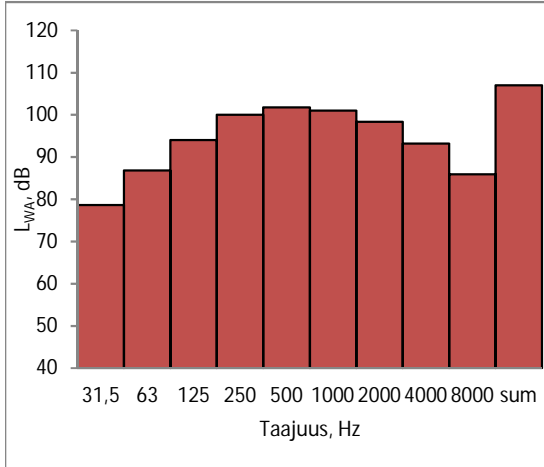
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

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	

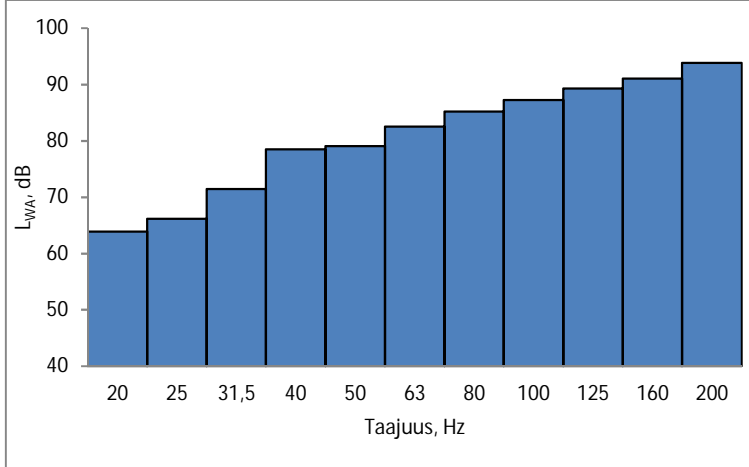
Dokumentaation mukainen suurin äänitehotaso L_{WA} :

107 dB Takuu-/tunnusarvo Arvoon lisätty 2 dB, jolloin vastaa IEC TS 61400-12 declared value

Äänitehotaso 1/1-oktaaveittain:



Äänitehotaso 20-200 Hz taajuusalueella 1/3-oktaaveittain:



Melun erityspiirteiden mittaus ja havainnot:

Kapeakaistaisuus /
Tonaalisuus

Kyllä
 Ei
 Ei ilmoitettu

Impulssimaisuus

Kyllä
 Ei
 Ei ilmoitettu

Merkityksellinen sykintä
(amplitudimodulaatio)

Kyllä
 Ei
 Ei ilmoitettu

Tuulivoimaloiden omistaja: Suomen Hyötytuuli Oy
 Tuulivoimaloiden määrä: 4 kpl

Tuulivoimalan valmistaja:	Tyyppi:	Sarjanumero:	
Siemens	SWT-2.3-101	-	
Nimellisteho:	Napakorkeus:	Roottorin halkaisija:	Tornin tyyppi:
2,3 MW	80 m	101 m	-

Melutietojen lähdedokumentti:

Raahen kaupunki, Melu- ja varjostusselvitys sekä pientaajuinen melun laskenta,
 Raahen tuulivoimapuisto, 16ENN0264.10, 20.8.2012, Pöyry

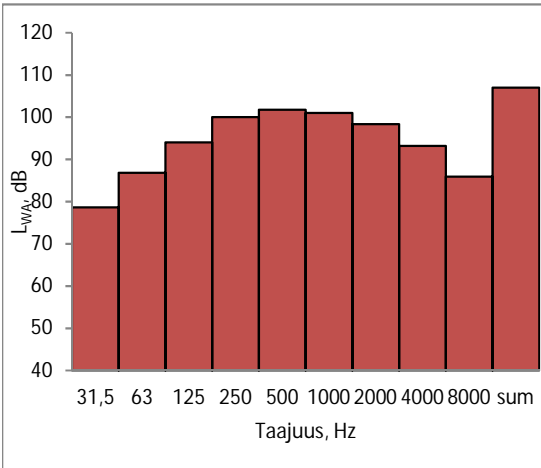
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

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	

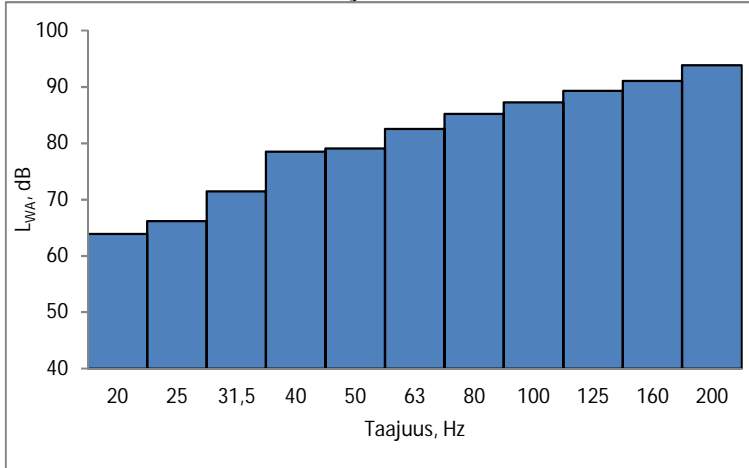
Dokumentaation mukainen suurin äänitehotaso L_{WA} :

107 dB Takuu-/tunnusarvo Arvoon lisätty 2 dB, jolloin vastaa IEC TS 61400-12 declared value

Äänitehotaso 1/1-oktaaveittain:



Äänitehotaso 20-200 Hz taajuusalueella 1/3-oktaaveittain:



Melun erityspiirteiden mittaaminen ja havainnot:

Kapeakaistaisuus /
 Tonaalisuus

Kyllä
 Ei
 Ei ilmoitettu

Impulssimaisuus

Kyllä
 Ei
 Ei ilmoitettu

Merkityksellinen sykintä
 (amplitudimodulaatio)

Kyllä
 Ei
 Ei ilmoitettu

Tuulivoimaloiden omistaja: Raahen Tuulienergia Oy
 Tuulivoimaloiden määrä: 2 kpl

Tuulivoimalan valmistaja: Tyyppi: Sarjanumero:
 Nordex N117/3000 -
 Nimellisteho: Napakorkeus: Roottorin halkaisija: Tornin tyyppi:
 3,0 MW 90 m / 120 m 117 m -

Melutietojen lähdedokumentti:

- Technical Report, Octave sound power levels, Nordex N117/3000 Operational Modes, F008_244_A14_EN, Revision 03, 2015-10-23
- Technical Report, Third octave sound power levels, Nordex N117/3000 Operational Modes, F008_244_A17_EN, Revision 02, 2015-10-23

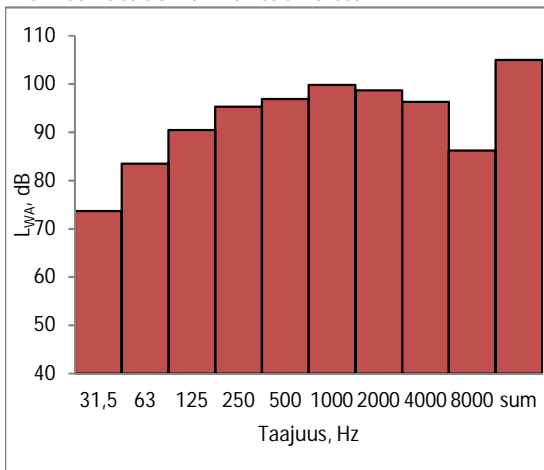
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

Lapakulman säätö: Pyörimisnopeus: Muu, mikä:
 Kyllä Kyllä
 Ei Ei
 Ei ilmoitettu Ei ilmoitettu

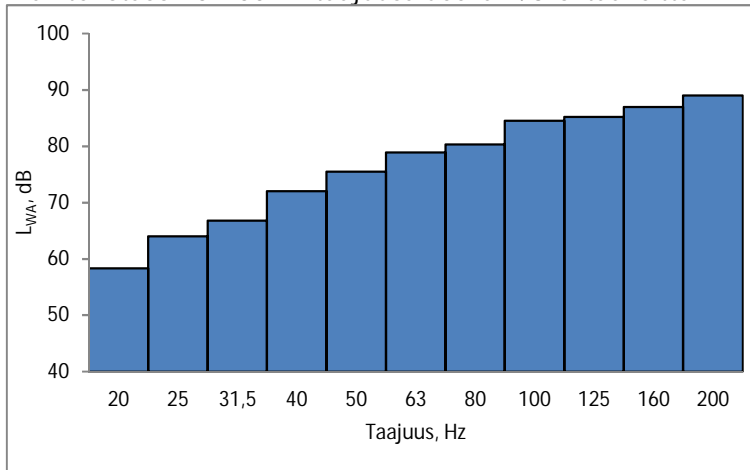
Dokumentaation mukainen suurin äänitehotaso L_{WA} :

105 dB Takuu-/tunnusarvo

Äänitehotaso 1/1-oktaaveittain:



Äänitehotaso 20-200 Hz taajuusalueella 1/3-oktaaveittain:



Melun erityspiirteiden mittaustulos ja havainnot:

Kapeakaistaisuus / Impulssimaisuus Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)
 Tonaalisuus
 Kyllä Kyllä Kyllä
 Ei Ei Ei
 Ei ilmoitettu Ei ilmoitettu Ei ilmoitettu