NÄRHINKANKAAN TUULIVOIMAHANKE KIHNIÖ MELUMALLINNUS

19.11.2026

Aurinkosiipi Oy
DI Matias Partanen

Sisältö

1. JOHDANTO 3
2. KOHDE 3
3. MELUN OHJEARVOT 4
Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista 1107/2015 4
4. MELUMALLINNUS 5
4.1 Tuulivoimalatiedot 5
4.2 Melulaskenta 5
4.3 Erillislaskenta ja korkeuserot 7
4.4 Maastomalli 7
5. TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET 8
5.1 Mallinnustulokset 8
5.2 Häiritsevyyskorjaukset 8
5.3 Tuulivoiman melutasot verrattuna valtioneuvoston asetuksen ohjearvoihin 8
5.4 Pienitaajuinen melu 9
5.4.1 Pienitaajuinen melu, SG 6.0-170 9
5.5 Tuuliolosuhteiden vaikutus tuulivoimalan äänen havaittavuuteen 11
5.6 Vaikutusarvio 11
Liite 1. MELUMALLINNUSKARTTA 13
Liite 2. MALLINNUSTIETOJEN RAPORTOINTI 15
LÄHTEET 18

1. JOHDANTO

Närhinnevan tuulipuisto Oy suunnittelee neljän tuulivoimalaitoksen sijoittamista Kihniön kuntaan Pirkanmaan maakuntakaavassa osoitetulle tuulivoima-alueelle ja sen välittömään läheisyyteen Närhinkankaan ympäristössä. Tässä raportissa on mallinnettu tuulivoimalaitosten aiheuttamat melutasot ympäristössä.

Melumallinnus tehtiin ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 ”Tuulivoimaloiden melun mallintaminen” raportin mukaisilla laskentaparametreilla. Koska kyseessä on kaavoitus- ja rakennuslupavaiheen selvitys, on meluvyöhykkeiden mallinnuksessa käytetty laskentamallia ISO 9613-2. Pienitaajuisen melun tarkastelu tehtiin soveltaen DSO 1284 mukaista menetelmää ympäristöministeriön ohjeen 2/2014 mukaisesti.

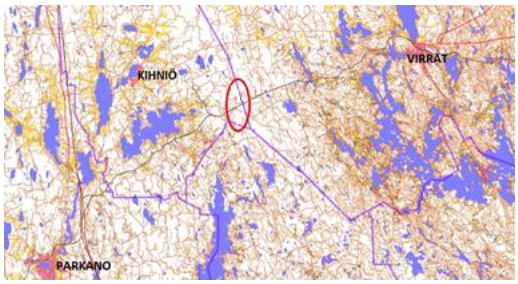
Tässä selvityksessä tarkasteltiin melutasoja voimalaitosten ympäristössä yhden laitosmallin melutietojen pohjalta. Tässä vaiheessa suunnittelua lopullista laitosvalintaa ei ole vielä lopullisesti tehty. Jos rakennuslupavaiheessa oleva laitosmalli on eri kuin lupaprosessien aiemmissa vaiheissa, tulee Ympäristöministeriön ohjeen 2/2014 mukaan melumallinnus tehdä rakennuslupavaiheessa uusiksi siihen valitulla voimalamallilla. Tämä on tavanomaista tuulivoimahankkeissa, niiden kestäessä vuosia jopa vuosikymmenen ennen kuin voimaloille haetaan rakennuslupia. Tällöin rakennuslupavaiheessa markkinoilla olevat tuulivoimalat ovat teknologisen kehityksen vuoksi todennäköisesti mm. mitoiltaan ja meluarvoiltaan erilaisia kuin lupaprosessin aiemmassa vaiheessa saatavilla olleet voimalatyypit.

Selvitys on laadittu Närhinnevan tuulipuisto Oy:n toimeksiannosta. Meluselvityksen ja mallinnuksen laadinnasta on Aurinkosiipi Oy:ssä vastannut DI Matias Partanen.

Käytetty ohjelma on AWS Truepowerin Openwind, joka käyttää kansainvälistä ISO 9613-2 standardia äänimallinnuksessa. Tuulennopeudet ovat mallinnuksessa 1-5 m/s korkeudella 3-11 metriä maanpinnasta eli vastaavat hyvin Suomen maa-alueiden keskiarvoja (3-5 m/s). Kihniön kohdalla Suomen Tuuliatlas antaa 50 metrin korkeudessa vuotuisiksi keskituulen arvoiksi noin 4,7 – 5,3 m/s.

2. KOHDE

Hankealue sijaitsee Kihniön kunnassa. Kuvassa 1 alue on ympyröity punaisella.



Kuva 1. Alueen sijainti kartalla

Tuulivoimalaitoksia lähimpänä oleva vakituinen käytössä oleva asuintalo sijaitsee noin 1000 metrin päässä, Pirkanmaan maakuntakaavan tuulivoima-alueen sisällä oleva asumaton asuintalo on noin 730 metrin etäisyydellä ja lähimpänä oleva lomarakennus noin 1350 metrin päässä.

3. MELUN OHJEARVOT

Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista 1107/2015

Tuulivoimaloiden melutasosta on annettu valtioneuvoston asetus 1107/2015. Asetuksen mukaiset ulkomelutasot on esitetty taulukossa 1. Asetuksen lisäksi tuulivoimaloiden melun mallinnukseen sovelletaan ympäristöministeriön ohjetta ”Tuulivoimalaitosten melun mallintaminen” 2/2014. Valtioneuvoston asetuksessa annettuja ohjearvoja sovelletaan tuulivoimaloiden melun mallinnukseen ja voimaloiden toimiessa niiden meluarvojen mittaamiseen.

Taulukko 1. Valtioneuvoston asetuksen tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvot (1107/2015)

	ulkomelutaso L_{Aeq} päivälläklo 7—22	ulkomelutaso 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

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 545/2015 (ns. asumisterveysasetus) on asetettu toimenpiderajoja asuntojen ja muiden oleskelutilojen sisämelulle. Asuinhuoneistoissa asuinhuoneisiin (paitsi keittiö ja muut tilat) toimenpiderajoiksi on annettu päiväajan keskiäänitasolle LAeq (klo 7-22) 35 dB ja yöajan keskiäänitasolle LAeq (klo 22-7) 30 dB. Selvästi taustamelusta erottuvalle melulle, joka voi aiheuttaa unihäiriötä, on toimenpiderajana nukkumiseen käytettävissä tiloissa yöaikaan (klo 22-7) yhden tunnin keskiäänitaso LAeq, 1h 25 dB. Lisäksi on otettava huomioon melun erityis-ominaisuudet eli mahdolliset kapeakaistaisuus- ja impulssimaisuuskorjaukset. Asetuksessa on toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle annettuna taajuuspainottamattomina tunnin keskiäänitasoina Leq,1h.

Taulukko 2. Asumisterveysohjeen mukaiset yöaikaisen pienitaajuisen sisämelun ohjearvot terssikaistoittain

Kaista/Hz	**20**	**25**	**31,5**	**40**	**50**	**63**	**80**	**100**	**125**	**160**	**200**
Keskiäänitaso Leq, 1h/dB	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Yllä olevasta laskettu keskiäänitaso A-painotettuna LAeq,1h, dB	24	19	17	14	14	16	18	19	20	21	21

Vuonna 2015 annettu Asumisterveysasetus ei tuonut muutoksia mallinnusmenettelyihin tai -tarpeisiin, vaan mallinnukset tehdään vuonna 2014 annetun ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti.

4. MELUMALLINNUS

4.1 Tuulivoimalatiedot

Mallinnus tehtiin laitosmallilla SG 6.0-170.

SG 6.0-170 voimalaitosmallin äänitehotaso tuulennopeudella 8 m/s 10 m korkeudella LWA on 106 dB. Voimaloiden napakorkeus on 215 m.

Taulukko 3. Tuulivoimalaitoksen koordinaatit (ETRS-TM35FIN)

Nro	E / lon	N / lat
1	312441	6897595
2	312812	6898459
3	312342	6900106
4	311897	6900770

Melupäästöarvot syötettiin melunlaskentaohjelmaan 1/1 –oktaavikaistoittain voimaloiden taajuusjakauman mukaisesti. Pienitaajuisen melun laskenta tehtiin laitosmallien ilmoitettuihin 1/3 –oktaavikaistatietoihin eli terssikaistoihin perustuen. Laitostoimittajan ilmoittama epävarmuus lisättiin lähtöarvoihin.

Laitosmallin äänen tonaalisuus on 4 dB:n alle tai sen tasolla (tonal audibility, standardin IEC 61400-11 mukaan esitetysti). VTT:n tutkimusraportissa ”Tuulivoimalan meluvaikutukset: Häiritsevyysmittaristo ja sen käyttö” (VTT-R-04392-14) mukaan ääneksien tai kapeakaistaisten äänikomponenttien kuultavuus (tonal audibility) tulisi olla suurempi kuin 4 dB, jonka johdosta meluun tulisi 0-6 dB sanktio (kapeakaistaisuuskorjaus). Laitosmalli ei siis aiheuta tonaalista ääntä.

4.2 Melulaskenta

Melulaskennat tehtiin ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 ”Tuulivoimaloiden melun mallintaminen” raportin mukaisia laskentaparametreja ja -menetelmiä noudattaen. Liitteessä 3 (mallinnustietojen raportointi) on esitetty tuulivoimaloiden ja laskennan tiedot.

Melumallinnukset on tehty OpenWind – tuulivoiman mallinnusohjelmalla ja siihen sisältyvää ISO 9613-2 -melulaskentamallia käyttäen. OpenWind –ohjelmasta saa lisätietoa internet-osoitteesta www.awstruepower.com.

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.

Laskentaepävarmuudeksi laajakaistaiselle melulle on kohtuullisessa myötätuulitilanteessa annettu

100-1000 m laskentaetäisyyksillä ±3 dB. Arvo on ilmoitettu tilanteessa, jossa lähteen maksimikorkeus on 30 metriä maanpinnan yläpuolella. Meluvyöhykelaskennat on tehty laskentapisteverkkoon ja ohjelma interpoloi melutasot laskentapisteiden välisille alueille.

Taulukko 5. Tuulivoimamelun meluvyöhykelaskennassa käytetyt parametrit

Laskentamalli	ISO 9613-2
Laskentaverkko	20 x 20 m välein 4 m korkeudella pinnasta
Laskentaetäisyys	max 3000 m melulähteestä
Maanpinnan absorptio - maanpinnan vaikutuskerroin maa-alueella	0,4 (akustisesti puolikova)
Vedenpinnan absorptio	0 (akustisesti kova)
Sääolosuhteet	
- ilmantiheys	1.225/m3
- suhteellinen kosteus	70 %
- lämpötila	15 °C
- meteorologinen korjaus	= 0 dB (neutraali – stabiili sääolosuhde)

Melupäästötiedot syötettiin melulaskentaan oktaavikaistoittain. Tuulivoimalat mallinnettiin ympärisäteilevänä suuntaamattomana pistelähteenä.

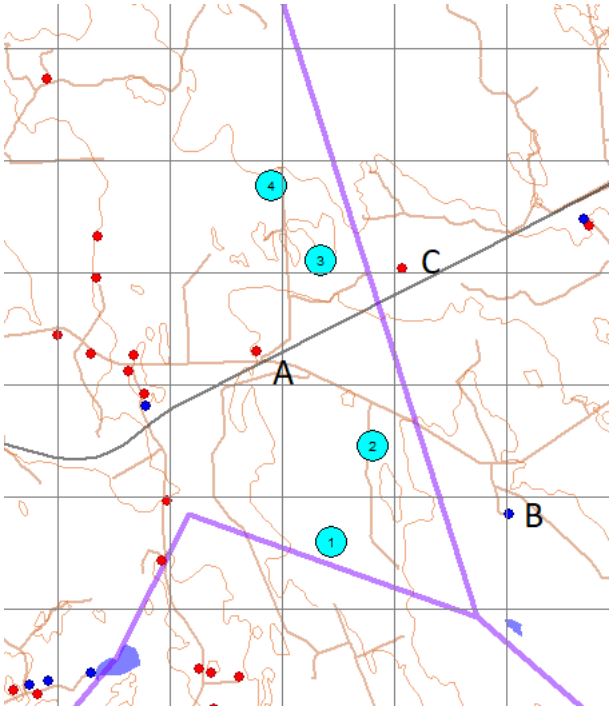
Pienitaajuisen melun tarkastelu tehtiin ympäristöministeriön ohjeen 2/2014 mukaisesti. Melupäästötietona käytettiin laitoksista käytössä olevia terssikaista- eli 1/3-oktaavikaistatietoja taajuusväliltä 20-200 Hz.

Pienitaajuinen melu laskettiin voimalaitoksia lähimpinä oleville asuin- tai lomarakennuksille, joissa melutaso on alueen taloista korkein. 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 häiritsevyyskorjauksia.

4.3 Erillislaskenta ja korkeuserot

Kuvassa 2. on esitetty pienitaajuisen laskennan kohteena olevat asuin- tai lomarakennukset merkittynä kirjaimilla A – C. Asuinrakennukset on merkitty punaisella pisteellä, lomarakennukset sinisellä pisteellä.



Kuva 2. Mallinnuksessa tehdyn pienitaajuisen melun erillislaskennan kohteet kartalla merkittynä kirjaimin A-C.

Alle 3 km etäisyydellä voimalasta ei sijaitse asuin- tai lomarakennuksia, joiden osalta olisi yli 60 m korkeusero suhteessa tuulivoimaloiden perustuskorkeuksiin.

4.4 Maastomalli

Maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen maastotietokannan avoimen datan aineistosta, jossa korkeusresoluutio on 0,3 metriä. Maastomallissa otettiin huomioon maastotietokannan mukaiset rakennukset. 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 arvioida luotettavasti puuston vaikutusta melun etenemiseen ei ole vielä riittävästi tutkittua tietoa.

5. TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Mallinnustulokset

Laskennalliset meluvyöhykkeet (A-painotettu keskiäänitaso) on esitetty liitteissä 1-2. Melukuvissa on esitetty mallinnustulokset ilman mahdollisia häiritsevyys- tai muita korjauksia. Melukuvissa esitetyt keskiäänitasot kuvaavat tilannetta, jossa tuulivoimalat tuottavat suurimman nimellisen äänitehotason koko päivä- tai yöajan. Todellisuudessa tuulennopeus vaihtelee vuorokauden aikana ja todellinen päivä- tai yöajan keskiäänitaso vaihtelee sen mukaisesti. Lisäksi tuulen suunta vaikuttaa melun leviämiseen. Laskennassa tuulen oletetaan olevan myötätuuli kaikkiin suuntiin.

Liitteessä 1 on esitetty SG 6.0-170 tuulivoimaloiden meluvyöhykkeet. Mallinnuksen mukaan kaikki vakituiset asuintalot ja lomarakennukset mukaan lukien Pirkanmaan maakuntakaavan tuulivoima-alueen sisäpuolella oleva asumaton asuinrakennus ovat 40 dB meluvyöhykkeen ulkopuolella eli alittavat yö-ajan ohjearvon rajan.

Sisämelua arvioitaessa on otettava huomioon, että käytännöllisesti katsoen kaikki tavanomaiset rakenteet täyttävät 20 dB:n eristävyysvaatimuksen (RIL 129-2009 Ääneneristyksen toteuttaminen). Kohteessa A mallinnettu ulkomelutaso on noin 35,5 dB ja kohteessa B 31,4 dB ja kohteessa C 37,1 dB, joten arvio sisämelun tasosta on noin 11 - 17 dB.

5.2 Häiritsevyyskorjaukset

Valtioneuvoston asetus 1107/2015 tai ympäristöministeriön mallinnusohje 2/2014 eivät edellytä kaavoitus- ja rakennuslupavaiheen meluselvityksessä melun impulssimaisuuden ja merkityksellisen sykinnän (amplitudimodulaatio) tarkastelua, vaan oletetaan että kyseiset vaikutukset sisältyvät laitosvalmistajan ilmoittamiin melupäästön takuuarvoihin. Tavanomainen tuulivoimalan äänitason vaihtelu (NAM, Normal amplitude modulation) on osa tuulivoimalaitoksen toimintaa ja sisältyy ohjearvoihin.

Laitosmalli ei käytettävissä olevien taajuusjakaumien ja valmistajan ilmoituksen mukaan aiheuta kapeakaistaista melua. Tuulivoimamelun kapeakaistaisuudelle/tonaalisuudelle edellytettävä +5 dB:n korjaus tehdään vain, jos erityispiirteet ovat kuultavissa melulle altistuvassa kohteessa ja tuulivoimalan melupäästön tiedetään sisältävän kapeakaistaisuutta. Melun kapeakaistainen luonne vähenee tyypillisesti etäisyyden kasvaessa melulähteestä kuuntelupisteeseen.

5.3 Tuulivoiman melutasot verrattuna valtioneuvoston asetuksen ohjearvoihin

Alueella on vakituisia asuintaloja ja lomarakennuksia. Asutuksen kohdalla tuulivoiman melutasot alittavat valtioneuvoston asetuksen mukaiset päivä- ja yöaikaiset ohjearvot.

Mikäli rakennusten ulkovaipan kokonaisääneneristävyys on 20 dB:n tasolla, alittavat mallinnuksen sisämelutasot asumisterveysasetuksen mukaisen selvästi taustamelusta erottuvan mahdollisesti unihäiriötä aiheuttavan melun nukkumiseen tarkoitettujen tilojen toimenpiderajan LAeq, 1h 25 dB. Valtioneuvoston asetuksessa velvoitetaan noudattamaan sisätilojen melun osalta asumisterveysasetuksessa annettuja sisätilojen melun toimenpiderajoja, joiden täyttyminen ulkomelun ohjearvoilla pyritään varmistamaan.

Ympäristöministeriön mallinnusohjeen mukaan ohjearvovertailussa ei huomioida epävarmuutta, kun laskenta tehdään ohjeessa mainituilla parametreilla ja käyttäen valmistajan takuuarvoja melulle, jolloin melupäästön takuuarvoon on sisällytetty koko laskennan epävarmuus.

5.4 Pienitaajuinen melu

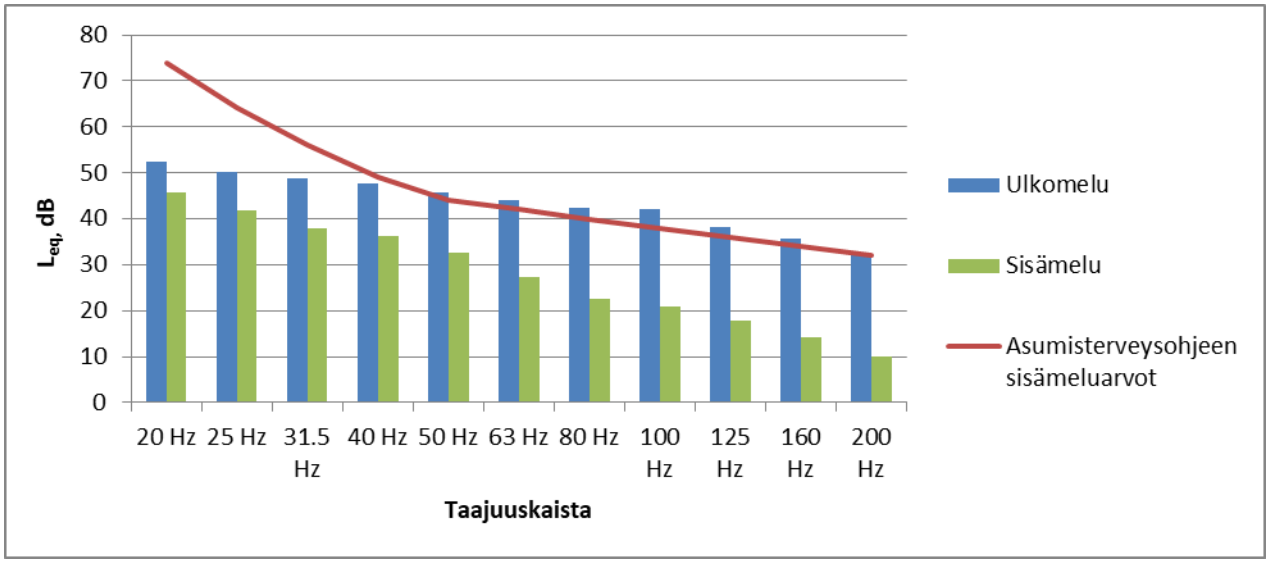
Pienitaajuisen melun tasot laskettiin voimalaa lähimpänä olevan lomarakennuksen kohdalle, jossa meluvyöhykelaskennan mukaan on suurin äänitaso.

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat kuvaavat yöajan arvoja ja päiväaikaan arvot voivat olla 5 dB korkeampia.

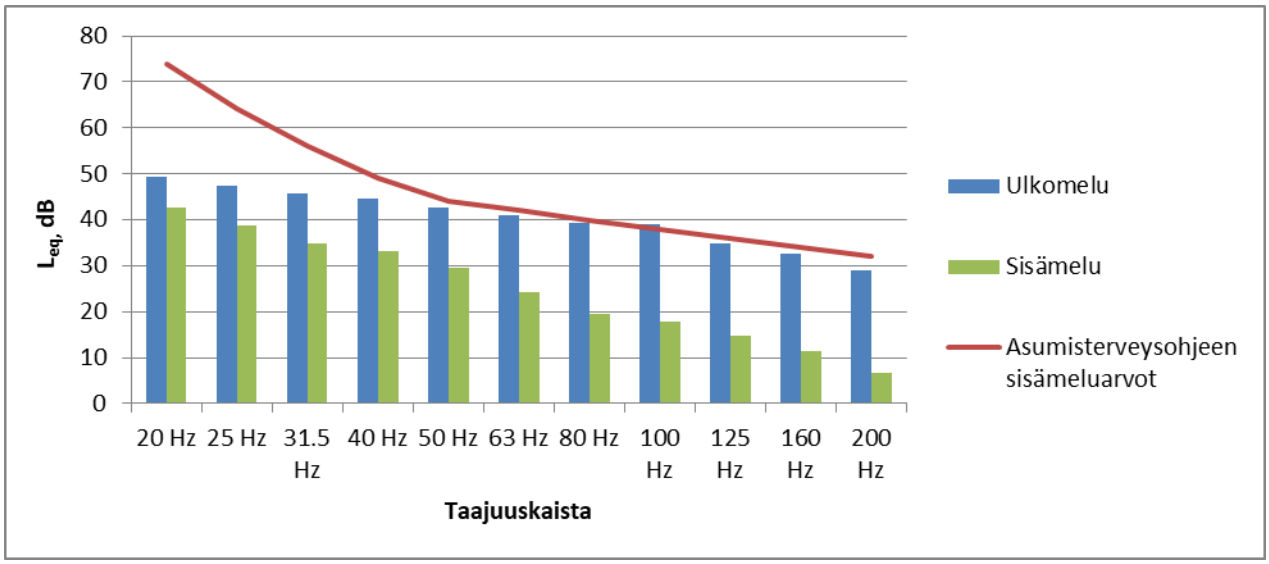
Sisätilojen arvioidut pienitaajuisen melun tasot alittavat sisätiloille annetut asumisterveysasetuksen mukaiset toimenpiderajat mallinnuksen kohteena olleiden rakennusten kohdalla (ulkoseinän ääneneristävyys DSO 1284 arvojen mukaisesti).

5.4.1 Pienitaajuinen melu, SG 6.0-170

SG 6.0-170 voimalaitosten osalta 20–40 Hz:n välisillä terssikaistoilla jo ulkomelutasot alittavat sisämelun ohjearvot kaikissa laskennan kohteissa A, B ja C. 50-200 Hz:n välisillä terssikaistoilla laskennan kohteen ulkovaipan vaadittava äänitasoero ΔL on laskennan kohteesta riippuen noin 0 – 5,1 dB, ollen suurimmillaan 100 Hz:n terssikaistalla. SG 6.0-170 laitosmallilla lasketut pienitaajuisen melun tasot (L_{Leq}) on esitetty kuvissa 4-6.

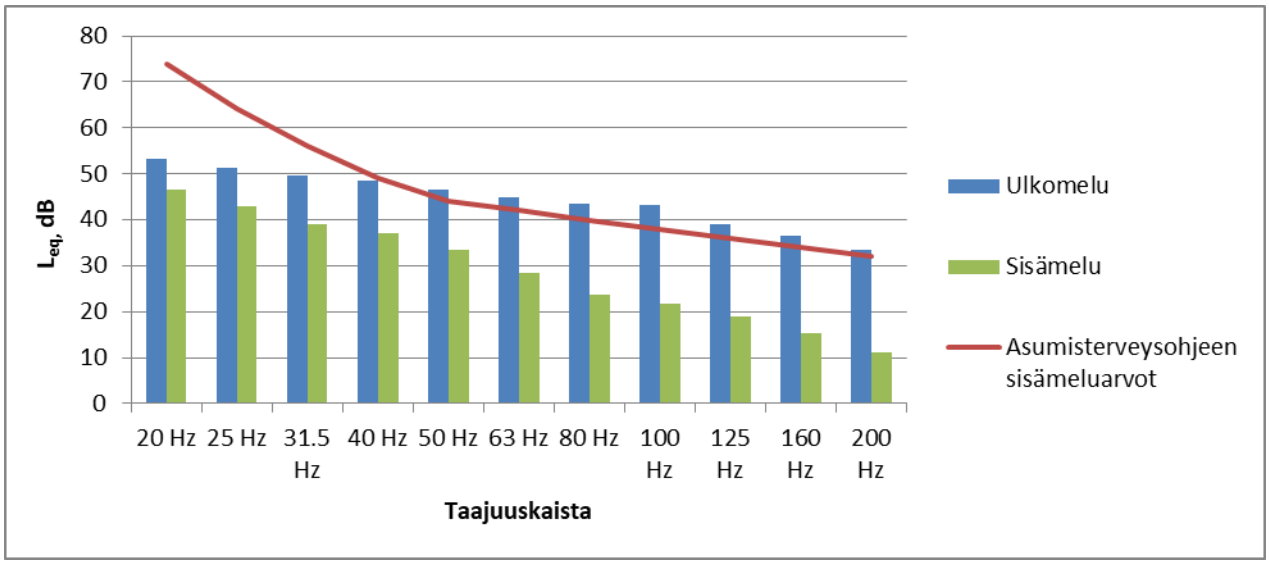


Kuva 4. Pienitaajuisen melun laskentatulokset kohteessa A, SG 6.0-170 *laitoksella.*



Kuva 5. Pienitaajuisen melun laskentatulokset kohteessa B, SG 6.0-170 *laitoksella*

.



Kuva 6. Pienitaajuisen melun laskentatulokset kohteessa C, SG 6.0-170 *laitoksella.*

DSO 1284 -menetelmän mukaiset ääneneristävyysarvot (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 ohjearvot kaikissa mallinnustilanteissa. Tulokset osoittavat, että ympäristön rakennusten kohdalla normaalia rakentamistapaa vastaava ilmaääneneristys riittää vaimentamaan tuulivoimalaitosten pientaajuisen melun ohjearvojen alle. Tulosten perusteella voidaan todeta, että pienitaajuinen melu alittaa ohjearvot myös kauempana tuulivoimaloista, koska laskennan periaatteiden mukaan pienitaajuinen melu vaimenee etäisyyden kasvaessa.

5.5 Tuuliolosuhteiden vaikutus tuulivoimalan äänen havaittavuuteen

Taustaäänet tai hiljaisuus vaikuttavat merkittävästi tuulivoimalan äänen havaitsemiseen. Tuulivoimalan äänen havaittavuutta voi nostaa sen taustamelusta poikkeava jaksottaisuus (amplitudimodulaatio). Tietyissä olosuhteissa (erityinen pystysuuntainen tuuliprofiili, lehdettömät puut) havaintopisteen taustamelu saattaa olla niin alhainen, että tuulivoimalan vaimeakin ääni voi olla havaittavissa. Tällainen tilanne syntyy mm., kun tuulen nopeus on lähellä maanpintaa alhainen tai tyyni ja voimistuu merkittävästi korkeuden kasvaessa (tilanne esiintyy pääasiallisesti yöaikaan). Toisenlaisissa olosuhteissa taas voimakaskin tuulivoimalan käyntiääni saattaa peittyä taustamelun alle (tuulen havina puissa, maa- ja metsätalouskoneiden ääni, liikenne ym.). Taustaäänten peittovaikutus riippuu paitsi äänitasosta, myös äänen taajuusjakaumasta. Tästä syystä tuulivoimalan melun havaittavuus riippuu voimakkaasti havaintopaikasta ja sen ympäristöstä.

Tuuliolosuhteet vaikuttavat taustaäänen lisäksi myös tuulivoimalan meluntuottoon. Äänitehon riippuvuus tuulennopeudesta vaihtelee jonkin verran eri voimalamalleilla. Kuitenkin pääsääntöisesti tuulivoimalan melu lisääntyy tuulennopeuden kasvaessa. Meluntuotto ei kuitenkaan kasva lineaarisesti tuulennopeuden mukana ja äänitehotason voimistuminen pysähtyy tai alkaa laskea yleensä noin 8-10 m/s tuulennopeudella. Vastaavasti hiljaisemmalla tuulennopeudella voimalan äänitehotaso saattaa olla merkittävästi maksimiarvoa hiljaisempi.

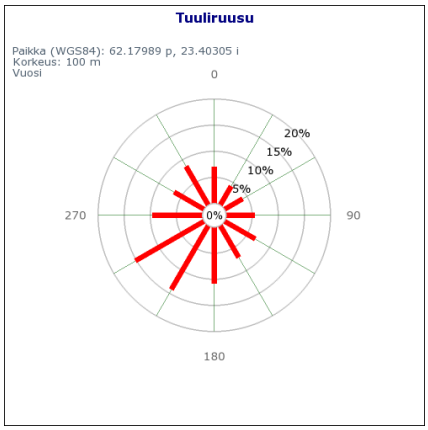
Tuulivoimaloiden melun on todettu olevan häiritsevää alhaisemmilla äänitasoilla kuin esim. liikennemelun. Tuulivoimalan melun häiritsevyyteen vaikuttaa tuulivoimalan aiheuttaman äänitason lisäksi esim. tuulen ja alueen muun toiminnan aiheuttaman taustaäänten peittovaikutus, tuulivoimaloiden näkyvyys maisemassa ja kuulijan yleinen asenne tuulivoimaa kohtaan.

5.6 Vaikutusarvio

Lasketut melutasot kuvaavat melutilannetta erittäin kovalla tuulella (8 m/s 10 m korkeudella). Todellinen päivä- ja yöajan keskiäänitaso laitosten ympärillä riippuu tarkastelujakson tuulisuudesta ja muista sääolosuhteista. Tasot ovat sitä luokkaa, ettei tuulivoimalan aiheuttamaa melua pysty ympäristön asuintalojen tai loma-asuntojen kohdalla erottamaan kaikissa sääoloissa, koska tuulen aiheuttama ääni peittää tuulivoimalan äänen alleen osan ajasta. Tietyissä olosuhteissa taustamelun ollessa hiljaista tuulivoimalan ääni voi olla kuultavissa. Tuulivoimalasta aiheutuva melu on voimakkainta tuulen käydessä laitokselta kuuntelupisteeseen päin (myötätuuli ja sivutuuli).

Tuulivoimaloiden meluntuotto riippuu voimakkaasti vallitsevasta tuulennopeudesta, joten alhaisilla tuulen nopeuksilla ympäristössä esiintyvät melutasot voivat olla merkittävästi alhaisempia kuin nyt mallinnetut. Melun voimakkuus ei kasva lineaarisesti tuulennopeuden myötä vaan äänitehotason kasvu pysähtyy tai alkaa vähentyä tuulen nopeuden saavuttaessa tietyn tason. Luonnon taustaäänet (mm. lehtien havina ja tuulen suhina puissa) ovat hiljaisempia alhaisilla tuulennopeuksilla, joka lisää tuulivoimalan melun havaittavuutta. Tuulennopeus vaihtelee vuorokauden eri aikoina ja sen mukaisesti myös hetkittäinen äänitaso.

Äänen lähtötasolla on merkittävä vaikutus äänen kantautumiseen. Melumallinnuskarttoja katsottaessa valtioneuvoston asetuksen ohjearvot alittuvat kaikissa kohteissa ja asuin- ja lomarakennukset jäävät yöajan 40 dB alueen ulkopuolelle.



Kuva 7. Tuuliruusu hankealueelta (Lähde: Suomen Tuuliatlas)

Mallinnuksessa oletetaan olevan myötätuuli tuulivoimaloista kaikkiin ilmansuuntiin. Kuvasta 7 ilmenee, että alueen vallitseva tuulensuunta on lounaasta, joten mallinnuksen mukainen melutaso toteutuu useimmin hankealueen koillispuolella, jossa ei asutusta ole. Vastaavasti johtuen vallitsevasta tuulensuunnasta hankealueen lännen ja etelän suuntaisilla alueilla mallinnuksen mukaisten melutasojen esiintyminen on harvinaisempaa.

Mallinnuksen perusteella lähimpien rakennusten kaikki meluarvot niin päivällä kuin yöllä jäävät lainsäädännön ja viranomaisten ohjeistusten raja-arvojen alle. Myös yöaikaisen asumisterveysasetuksen mukaisen selvästi taustamelusta erottuvan mahdollisesti unihäiriötä aiheuttavan melun nukkumiseen tarkoitettujen tilojen toimenpiderajan L_{Aeq}, 1h 25 dB osalta mallinnus osoittaa selvästi rajan alittuvan lähimmällä rakennuksella. Samoin pienitaajuisen melun taso alittaa jo osalla ulkomelun arvoista sisämelulle asetetut arvot. Täten riski unihäiriönä terveyshaittaa tai merkittävää häiriötä aiheuttavasta melusta alueen rakennuksilla on hyvin vähäinen.

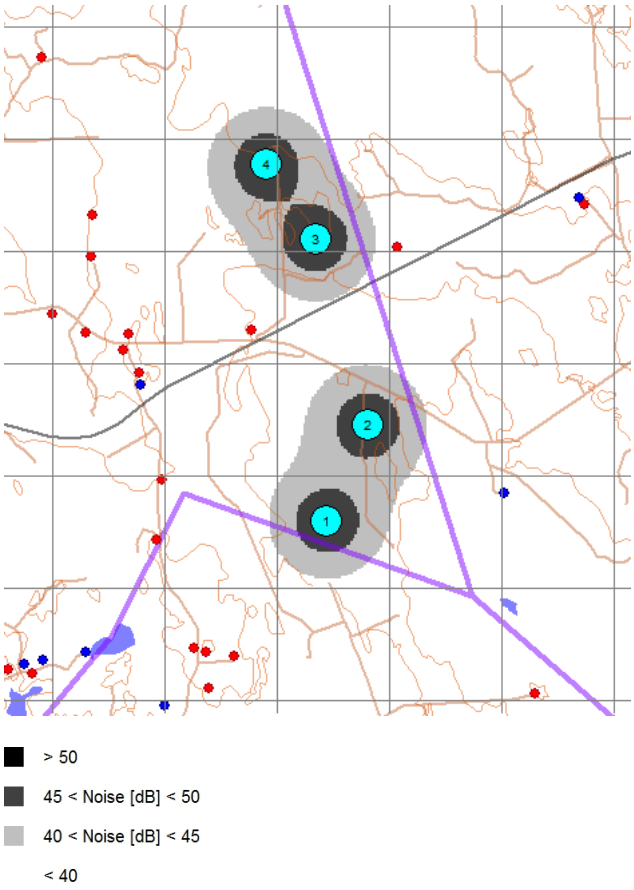
19.11.2026 AURINKOSIIPI OY
Matias Partanen, DI

Liite 1. MELUMALLINNUSKARTTA

SG 6.0-170, meluvyöhykkeet L_{Aeq}

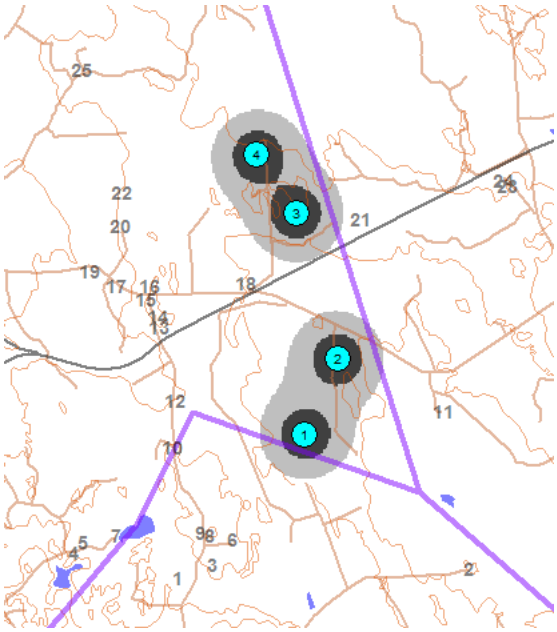
- napakorkeus 200 m
- L_{WA} 106 dB

Melumallinnus SG 6.0-170 voimalamallilla



Ruudukon mittakaava = 1 km

Melumallinnus SG 6.0-170 voimalamallilla ja rakennusten melutasot



Kartalla rakennukset numeroituina ja alla taulukko niiden melutasoista.

Kohde	Melutaso (dB)
1	24,71
2	24,00
3	26,74
4	21,66
5	22,25
6	29,17
7	23,77
8	28,36
9	28,05
10	29,43
11	31,44
12	30,20
13	29,43
14	29,47
15	29,06
16	29,53
17	27,64
18	35,45
19	26,43
20	28,80
21	37,10
22	29,24
23	25,57
24	25,69
25	24,81

Liite 2. MALLINNUSTIETOJEN RAPORTOINTI

RAPORTIN JA RAPORTOIJAN TIEDOT

Mallinnusraportin tunnus: KN4

Raportin hyväksyntäpäivämäärä: 19.11.2026

Tekijä: Aurinkosiipi Oy
Karviaiskatu 3 A 2
20720 Turku

Vastuuhenkilöt: Matias Partanen

Laatija: Matias Partanen

MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT

Mallinnusohjelma ja versio: OpenWind 01.06.00.1381
Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2

TUULIVOIMALOIDEN PERUSTIEDOT

SG 6.0-170
Tuulivoimalan valmistaja: Siemens-Gamesa
Tyyppi: SG 6.0-170
Sarjanumerot: -
Nimellisteho: 6,0 MW
Napakorkeus: 215 m
Roottorin halkaisija: 170 m
Tornin tyyppi: hybrid

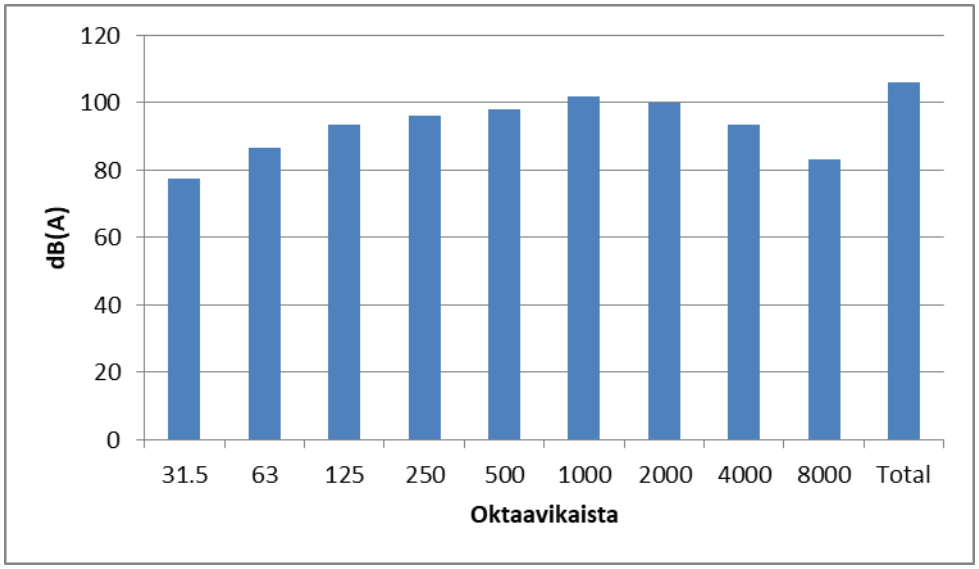
MAHDOLLISUUDET VAIKUTTAA TUULIVOIMALAN MELUPÄÄSTÖÖN KÄYTÖN AIKANA JA SEN VAIKUTUS MELUUN

Lapakulman säätö:	Pyörimisnopeus:	Muu, mikä:
kyllä	kyllä	-

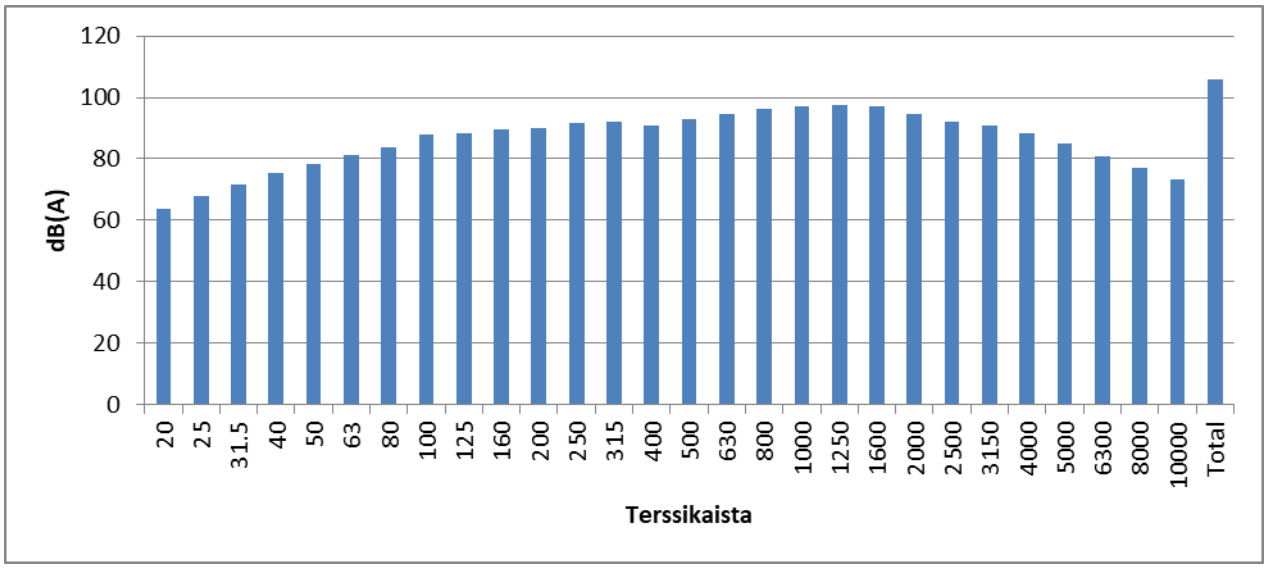
Laitoksen suurimmasta melupäästöstä 1 dB välein alaspäin L_{WA} 99 dB asti

Äänitehotaso L_{WA} tuulennopeudella 8 m/s (10 m korkeudella): 106 dB (takuuarvo)
Suurin äänitehotaso L_{WA}: 106dB ≥6 m/s (10m korkeudella) (takuuarvo)

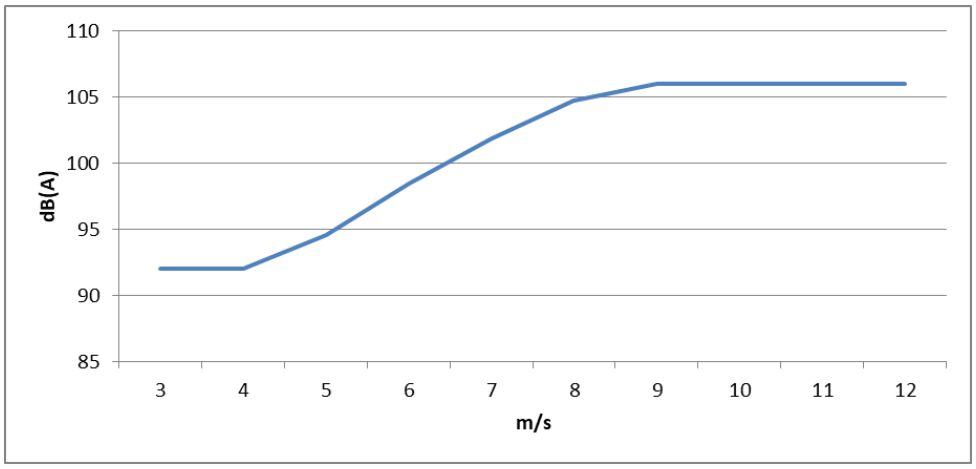
AKUSTISET TIEDOT / LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT



SG 6.0-170 voimalan oktaavikaistat dB(A)



SG 6.0-170 voimalan terssikaistat eli 1/3 oktaavikaistat dB(A)



SG 6.0-170 voimalan äänitasot tuulennopeuden funktiona

MELUN ERITYISPIIRTEIDEN MITTAUS JA HAVAINNOT

Mallinnuksen yhteydessä olevat tiedot perustuvat voimalan valmistajan ilmoittamiin taajuuskäyriin:

Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus: Ei
Impulssimaisuus: Ei tietoa
Merkityksellinen sykintä / Amplitudimodulaatio: Ei tietoa

LASKENTAVERKKO
Laskentakorkeus: 4 metriä
Laskentaruudukon koko: 20*20 metriä
SÄÄOLOSUHTEET
Suhteellinen kosteus: 70 %
Lämpötila: 15 °C
MAASTOMALLI
Maastomallin lähde: Maanmittauslaitos, Maastotietokanta
Vaakaresoluutio: -
Pystyresoluutio: 0,3 metriä
HANKEALUEEN KORKEUSEROT
Tuulivoimalan perustusten ja altistuvan kohteen korkeusero yli 60 m (3 km etäisyydellä voimaloista): Ei
Jos kyllä, mitkä tuulivoimalat: -
MAAN- JA VEDENPINNAN ABSORPTIO JA HEIJASTUKSET, KÄYTETYT KERTOIMET
Vesialueet 0 akustisesti kova pinta
Maa-alueet 0,4 akustisesti puolikova
ILMAKEHÄN STABIILIUS LASKENNASSA/METEOROLOGINEN KORJAUS
Neutraali 0 neutraali - stabiili sääolosuhde
VOIMALAN ÄÄNEN SUUNTAAVUUS JA VAIMENTUMINEN
Vapaa avaruus: kyllä
Muu, mikä: -

<u>PIENTAAJUISEN MELUN LASKENTA</u>
Pientaajuisen melun laskentamenetelmä: YM:n ohjeen 2/2014 mukainen (DSO 1284 sovellettuna)
Lineaariset melutasot (L_{Leq}) altistuvien kohteiden (rakennusten) ulkopuolella ja sisäpuolella SG 6.0-170.

Kohde A

Hz	**L_{Leq} , dB ulkona**	**L_{Leq} , dB sisällä**	**Asumisterveysasetuksen sisämelun raja-arvot L_{Leq}, 1h / dB**
20	52,30	45,70	74
25	50,28	41,88	64
31,5	48,76	37,96	56
40	47,54	36,14	49
50	45,61	32,61	44
63	43,96	27,36	42
80	42,40	22,70	40
100	42,08	20,88	38
125	38,11	17,91	36
160	35,54	14,34	34
200	32,36	9,96	32

Kohde B

Hz	L_{Leq} , dB ulkona	L_{Leq} , dB sisällä	Asumisterveysasetuksen sisämelun raja-arvot L_{Leq}, 1h / dB
20	49,31	42,71	74
25	47,27	38,87	64
31,5	45,75	34,95	56
40	44,52	33,12	49
50	42,58	29,58	44
63	40,92	24,32	42
80	39,33	19,63	40
100	38,97	17,77	38
125	34,95	14,75	36
160	32,52	11,32	34
200	29,03	6,63	32

Kohde C

Hz	L_{Leq} , dB ulkona	L_{Leq} , dB sisällä	Asumisterveysasetuksen sisämelun raja-arvot L_{Leq}, 1h / dB
20	53,22	46,62	74
25	51,20	42,80	64
31,5	49,69	38,89	56
40	48,47	37,07	49
50	46,54	33,54	44
63	44,90	28,30	42
80	43,35	23,65	40
100	43,05	21,85	38
125	39,11	18,91	36
160	36,46	15,26	34
200	33,45	11,05	32

LÄHTEET

Kartat: sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 10/2026 aineistoa

Lisenssi: http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata_lisenssi_versio1_20120501