Osayleiskaavan
kaavaselostuksen
liiteaineisto
Liite 10.

Vastaanottaja

Sikokangas Wind Farm Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
2.10.2026

Viite
1510070126

SIKOKANKAAN TUULIVOIMAHANKE

MELUSELVITYS

Päivämäärä 2.10.2026
Laatija Ville Virtanen
Tarkastaja Jari Hosiokangas
Versio 02

Tuulivoimahankkeiden meluselvitys

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 5/2025 aineistoa.

Viite 1510070126

Raporttihistoria:

Versio	Pvm / Laatija	Muutokset
01	27.8.2025, VV	-
02	5.9.2025, VV	Luonnonsuojelualueet, reitit ja kohteet, sekä Natura-alueet lisätty
03	2.10.2026, VV	Nimen tarkennus, logo

SISÄLTÖ

1.	YLEISTÄ	3
2.	MELUN OHJEARVOT	3
2.1	Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista	3
2.2	Asumisterveysasetuksen melutason toimenpiderajat asuntojen sisätiloissa	4
3.	MELUMALLINNUKSEN TIEDOT	4
3.1	Tuulivoimalatiedot	4
3.2	Melulaskenta	5
3.3	Maastomalli ja rakennustiedot	6
4.	TULOKSET	7
4.1	Mallinnustulokset	7
4.2	Pienitaajuinen melu	7
5.	TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	8
5.1	Melun erityispiirteet ja häiritsevyyskorjaukset	8
5.2	Alueen tuuliolosuhteet ja niiden vaikutukset meluun	8
5.3	Melutasot verrattuna ohjearvoihin	9

LIITTEET

Liite 1 Laskentaparametrit ja tuulivoimaloiden akustiset tiedot

Liite 2 Meluvyöhykkeet, VE1 Sikokangas

Liite 3 Meluvyöhykkeet, VE2 Sikokangas

Liite 4 Yhteismeluvyöhykkeet, VE1 Sikokangas ja Haaponeva, Matkaniva, Puutionsaari sekä Rahkola-Hautakangas

Liite 5 Yhteismeluvyöhykkeet, VE2 Sikokangas ja Haaponeva, Matkaniva, Puutionsaari sekä Rahkola-Hautakangas

Liite 6 Yhteismeluvyöhykkeet, Haaponeva, Matkaniva, Puutionsaari sekä Rahkola-Hautakangas

Liite 7 Pienitaajuinen melu

1. YLEISTÄ

Fortumin omistama Sikokangas Wind Farm Oy suunnittelee Haapaveden kaupungin Sikokankaan alueelle tuulivoimapuistoa. Tässä selvityksessä on mallinnettu tuulivoimalaitosten aiheuttamat melutasot niiden ympäristössä kahden eri hankevaihtoehdon osalta erikseen sekä yhdessä lähimpien tuulivoimapuistojen kanssa. Työ tehdään ympäristövaikutusten arviointia varten.

Melumallinnus tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 ”Tuulivoimaloiden melun mallintaminen” raportin mukaisilla laskentaparametreilla. Koska kyseessä on kaavoitusta ja ympäristövaikutusten arviointia varten tehty selvitys, on meluvyöhykkeiden mallinnuksessa käytetty laskentamallia ISO 9613-2. Pientaajuisen melun tarkastelu tehtiin soveltaen DSO 1284 mukaista menetelmää YM:n ohjeen 2/2014 mukaisesti.

Työ on tehty Sikokangas Wind Farm Oy:n toimeksiannosta. Meluselvityksen laatimisesta ja meluvaikutusten arvioinnista on vastannut 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 melutason 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 asetuksessa 545/2015 (voimaantulopäivä 15.5.2015) on annettu toimenpiderajoja asuntojen ja muiden oleskelutilojen sisämelulle (ns. asumisterveysasetus).

Asuinhuoneistojen asuinhuoneisiin (paitsi keittiö ja muut tilat) toimenpiderajoiksi on annettu päiväajan keskiäänitasolle $L_{Aeq\ 7\text{-}22}$ 35 dB ja yöajan keskiäänitasolle $L_{Aeq\ 22\text{-}7}$ 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).

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_{Leq}, 1h/dB	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

3. MELUMALLINNUKSEN TIEDOT

3.1 Tuulivoimalatiedot

Melumallinnukset tehtiin Nordex N175-6.8MW -laitosmallilla. Napakorkeutena mallinnuksessa oli vaihtoehdossa VE1 240 m ja VE2 210 m. Tuulivoimaloiden akustiset tiedot on esitetty liitteessä 1.

Melupäästöarvot syötettiin meluvyöhykelaskentaan ja reseptoripisteiden kokonaisäänitasojen laskentaan 1/3-oktaavikaistoittain voimalavalmistajan ilmoittaman taajuusjakauman mukaisesti. Pienitaajuisen melun laskenta tehtiin laitosmallin ilmoitettuihin 1/3 –oktaavikaista tietoihin perustuen.

Melutasot mallinnettiin käyttäen tilaajan toimittaman voimalaitoksen Nordex N175-6.8MW -mallille annettuja lähtöarvoja. Mallinnuksessa käytettiin melupäästöarvoa LWA 106,9 dB tuulennopeuden ollessa ≥6m/s 10 m referenssikorkeudella. (lähde: F008_278_A17_EN, 2023-10-13, Rev03). Saatujen lähtötietojen mukaan ko. voimalamallin melutaso ei kasva sen jälkeen, kun tuulennopeus saavuttaa arvon 6 m/s referenssikorkeudella, toisin sanoen tuulennopeudella 6 m/s - 12 m/s voimalaitoksen kokonaisäänitehotaso on sama (referenssikorkeudella).

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 + 2 dB kokonaisepävarmuustaso (U_c), koska epävarmuutta ei ole erikseen ilmoitettu. Myös pienitaajuisen melun laskennan terssikaista-arvoihin on tehty + 2 dB lisäys, jolloin myös terssikaista-arvot vastaavat mallinnusohjeen mukaista takuuarvomäärittelyä.

Tuulivoimalaitoksen äänitehotaso muuttuu tuulennopeuden muuttuessa, joka vaikuttaa merkittävästi alhaisemmilla tuulennopeuksilla ympäristössä havaittavaan melutasoon. Nordex N175-6.8MW -tuulivoimalaitosta voidaan ajaa myös eri melunrajoitusmoodeilla. Melun tuoton rajoittaminen vaikuttaa myös sähkön tuottoon.

Mallinnuksessa käytetyt voimalaitosten koordinaatit on esitetty taulukossa 3. Z-koordinaatti kertoo maaston korkeuden metreissä merenpinnan yläpuolella tuulivoimalan suunnitellulla sijaintipaikalla.

Taulukko 3. Sikokankaan koordinaatit vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 (ETRS-TM35FIN)

VE1				VE2		
X	Y	Z		X	Y	Z
415374	7120973	143		415374	7120973	143
413939	7122114	142		413939	7122114	142
416089	7118876	135		415638	7119096	139
413484	7120978	137		414769	7121626	143
415406	7119459	145		415383	7119963	147
414632	7121446	146		412995	7124000	120
415096	7120187	148		415604	7122239	139
412995	7124000	120		412811	7126322	118
415604	7122239	139		411611	7123754	105
412811	7126322	118		412176	7120667	120
411611	7123754	105		413136	7122812	125
413136	7122812	125		411468	7120941	114
411468	7120941	114		413888	7124262	136
413887	7124254	136		412478	7125404	115
412478	7125404	115		414291	7123458	148
414291	7123458	148		414179	7120079	149
414179	7120079	149		414594	7119026	139
414451	7119218	145		412352	7123228	110
412352	7123228	110		412990	7121817	121
412990	7121817	121		413193	7119979	139
412822	7120171	136		415804	7118148	139
415928	7117943	143		414861	7122384	145
414861	7122384	145		412555	7124600	115
412555	7124600	115		410551	7121552	105
412176	7120667	120		413678	7120893	138
410551	7121552	105				

3.2 Melulaskenta

Melumallinnus tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 ”Tuulivoimaloiden melun mallintaminen” raportin mukaisilla laskentaparametreilla. Koska kyseessä on ympäristövaikutusten arviointia varten tehty selvitys, on meluvyöhykkeiden mallinnuksessa käytetty ISO 9613-2-laskentamallia.

Melumallinnukset on tehty SoundPlan 9.0 -melulaskentaohjelmalla. SoundPlan -ohjelmistosta saa lisätietoa internet-sivustolta *www.soundplan.eu*.

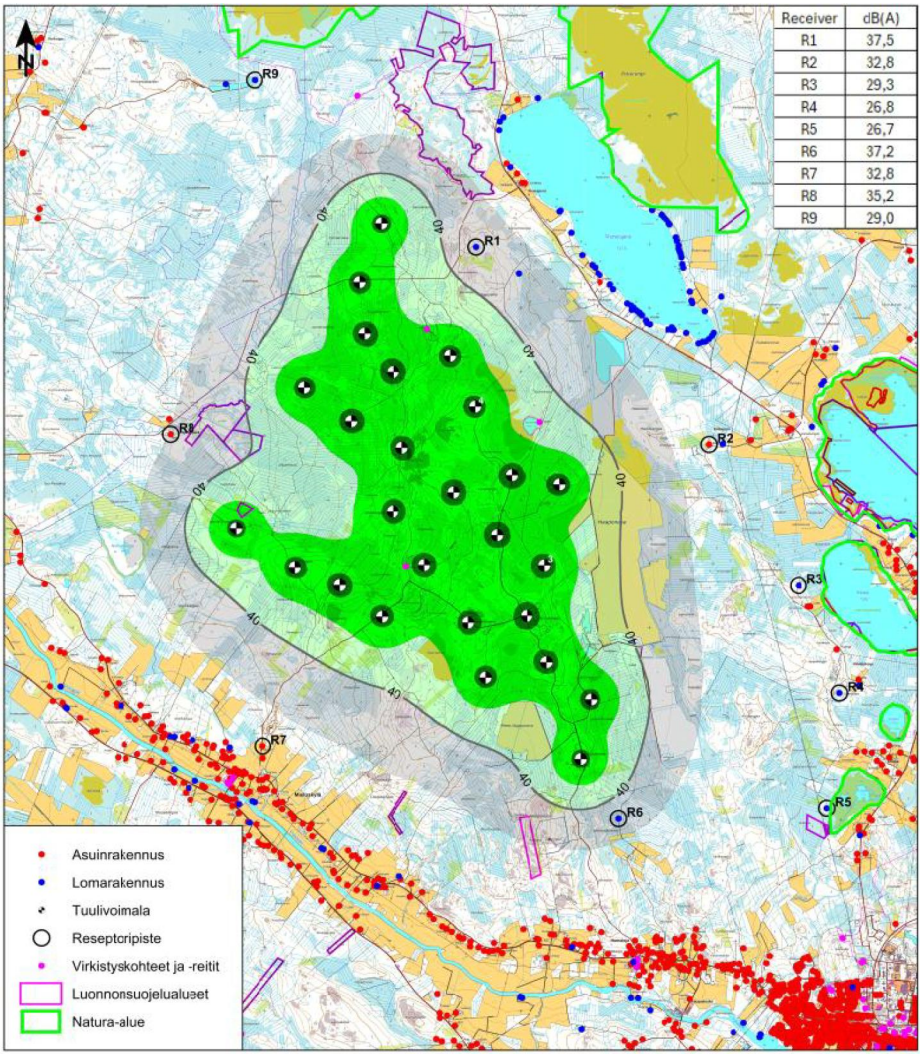
ISO 9613-2 -mallissa tuulen nopeutta tai suuntaa ei voida varioida, vaan laskentamallissa on oletuksena lievä myötätuuli melulähteestä laskentapisteeseen päin. Malli huomioi kolmiulotteisessa laskennassa mm. maastonmuodot sekä etäisyysvaimentumisen, ilman ääniabsorption, esteet, heijastukset ja maanpinnan absorptio-ominaisuudet.

Meluvyöhykelaskennat on tehty laskentapisteverkkoon ja ohjelma interpoloi melutasot laskentapisteiden välisille alueille. Työssä laskettiin melutasot myös hankealuetta lähinnä olevien asuin- ja lomarakennusten kohdalle sijoitettuihin reseptoripisteisiin. Reseptoripisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 1 ja laskentatulokset taulukossa 4. Taulukossa ja melukartoissa esitetyt melutasot ovat suoraan mallinnuksen tuloksia, eikä niihin ole lisätty mitään mahdollisia häiritsevyyskorjauksia.

Pienitaajuisen melun tarkastelu tehtiin soveltaen DSO 1284 mukaista menetelmää YM:n ohjeen 2/2014 mukaisesti. Pienitaajuisen melun ulko- ja sisämeluntasoa (Leq) tarkasteltiin tuulivoimaloita lähinnä sijaitsevan asuintalon kohdalla olevassa reseptoripisteessä. Melupäästötietoina käytettiin

laitosmallin Nordex N163/6.XMW -voimalaitoksesta käytössä olevia 1/3-oktaavikaistatietoja väliltä 20Hz – 200 Hz laitoksen suurimmalle ilmoitetulle äänitehotasolle, johon on lisätty + 2 dB epävarmuus. 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 ilmaääneneristävyysarvojen avulla. Ko. tutkimuksen tulokset on esitelty julkaisussa ”Building and Environment 156 (2019) 12-20”.

Liitteessä 1 on esitetty melulaskennan oleelliset lähtötiedot, esim. laskentaparametrit.



Receiver	dB(A)
R1	37,5
R2	32,8
R3	29,3
R4	26,8
R5	26,7
R6	37,2
R7	32,8
R8	35,2
R9	29,0

Kuva 1. Reseptoripisteiden sijainnit

3.3 Maastomalli ja rakennustiedot

Maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen maastotietokannan aineistosta. Maastomallissa 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. Kuitenkin ympäristömeluarvioinneissa pääsääntöisesti kasvillisuuden vaikutusta ei oteta huomioon, koska vyöhykkeiden pysyvyydestä ei voida olla varmoja (esim. puuston avohakkuut). Myöskään laskentamallien kyvystä huomioida luotettavasti puuston vaikutus melun etenemiseen oikein ei ole vielä riittävästi tutkittua tietoa.

Hankealueella tuulivoimalan suunniteltujen sijaintipaikkojen ja kaikkien kolmen kilometrin etäisyydellä laitoksista sijaitsevien asuintalojen ja loma-asuntojen välinen maanpinnan korkeusero oli alle 60 metriä.

3.4 Yhteismallinnus

Yhteisvaikutuksissa huomioitujen hankkeiden osalta mallinnuksessa on käytetty saatavilla olevia tietoja hankkeiden mallinnuksen aikaisista suunnitelmista. Hankkeiden osalta on huomioitu niiden sen hetkinen laajin vaihtoehto. Jokaiselle hankkeelle on määritetty voimalatyyppi, voimaloiden mitat ja sijoittuminen saatavilla olevan tiedon perusteella

Hankkeiden osalta melupäästöinä on käytetty seuraavia tietoja:

Haaponeva: Vestas V172-7.2MW LWA 107,8+2dB(A), napakorkeus 200 m.

Matkaniva: Vestas V172-7.2MW LWA 107,8+2dB(A), napakorkeus 210 m.

Puutionsaari: GE 158-5,3MW LWA 106,0+2dB(A), napakorkeus 200 m.

Rahkola-Hautakangas: GE 158-6,1MW LWA 107,0+2dB(A), napakorkeus 171 m.

4. TULOKSET

4.1 Mallinnustulokset

Mallinnuksen laskennalliset meluvyöhykkeet (A-painotettu keskiäänitaso) on esitetty liitteissä 2–5. Melukuviin on merkitty asuin- ja lomarakennukset värikoodein Maanmittauslaitoksen maastotietokannan tietojen pohjalta. Melukuvissa on esitetty mallinnustulokset ilman mahdollisia häiritsevyys- tai muita korjauksia.

Taulukon 4 tuloksissa on huomioitu Sikokankaan voimalaitokset erikseen, sekä yhdessä alueen muiden voimaloiden kanssa, sekä tilanne ilman Sikokankaan voimaloita.

Taulukko 4. A-painotetut melutasot eniten melulle altistuvien kohteiden kohdalla (ulkomelutaso)

Reseptori	VE1 LAeq / dB	VE2 LAeq / dB	VE1, yhteismallinnus LAeq / dB	VE2, yhteismallinnus LAeq / dB	Muut, yhteismallinnus LAeq / dB
1	37,5	37,5	38,0	38,0	28,4
2	32,8	32,6	36,8	36,8	34,6
3	29,3	28,8	35,2	35,1	33,9
4	26,8	25,9	32,0	31,7	30,4
5	26,7	25,8	30,1	29,7	27,4
6	37,2	35,4	38,0	36,5	30,1
7	32,8	32,5	33,8	33,5	26,8
8	35,2	35,1	41,9	41,8	40,8
9	29,0	29,0	33,7	33,7	31,9

Mallinnuksen mukaan melutaso ylittää 40 dB yöajan ohjearvon reseptorin R8 kohdalla yhteismallinnusten osalta huomioidessa myös Haaponevan, Matkanivan, Puutionsaaren sekä Rahkola-Hautakangkaan tuulivoimapuistot. Melutaso ylittyy myös tilanteessa, kun Sikokankaan voimaloita ei ole huomioitu. Reseptoripisteen R8 rakennuksen käyttötarkoitus on muutettu mallinnuksen jälkeen.

4.2 Pienitaajuinen melu

Pienitaajuisen melun tasot terssikaistoittain laskettiin kuvassa 1 esitettyihin reseptoripisteisiin R1-R9. Taajuuspainottamattomat melutasot sisällä ja ulkona on esitetty tarkemmin liitteessä 7.

Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisiin pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin verratessa, ulkovaipalta vaadittavat äänitasoerot (ΔL) välillä 31,5–200 Hz ovat 1–11 dB vaihtoehdon VE1 laajimmassa yhteismallinnuksen tilanteessa. Taajuuskaistoilla 20 Hz ja 25 Hz jo ulos lasketut pienitaajuisen melun tasot alittavat sisätilojen toimenpiderajan. Muiden vaihtoehtojen osalta melutasot ovat samansuuruiset tai pienemmät.

Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksen mukaiset ääneneristävyysarvot (äänitasoero ΔL) kuvaavat tilastollista estimaattia ilmaääneneristyskyvystä, joka ylittyy suomalaisten pientalojen tapauksessa 84 % todennäköisyydellä.

Kun huomioidaan ulkoseinän ääneneristävyys Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksessa mainittujen arvojen mukaisesti, alittavat terssikohtaiset melutasot toimenpiderajat kaikissa reseptoripisteissä. Tulokset osoittavat, että ympäristön rakennusten kohdalla normaalia

rakentamistapaa vastaava ilmaääneneristys riittää vaimentamaan tuulivoimalaitosten pienitaajuisen melun toimenpiderajojen alle tässä selvityksessä käytetyllä voimalalla. Tulosten perusteella voidaan myös todeta, että pienitaajuinen melu alittaa toimenpiderajat myös kauempana tuulivoimaloista, koska laskennan periaatteiden mukaan pienitaajuinen melu vaimenee etäisyyden kasvaessa.

5. TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Melun erityispiirteet ja häiritsevyyskorjaukset

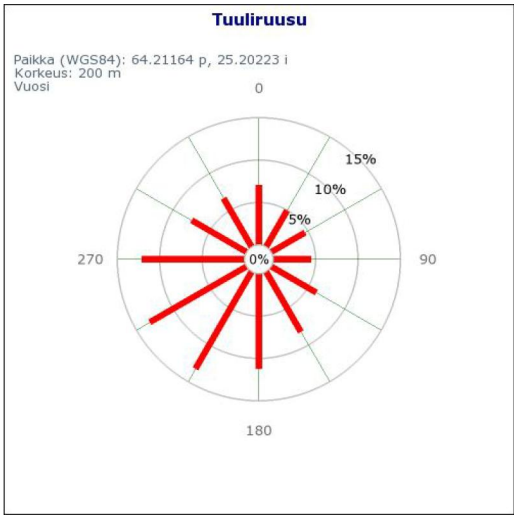
Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyyskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustulokseen, mikäli melun todetaan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

1107/2015 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 laskea yleensä noin 7-11 m/s tuulennopeudella. Tässä selvityksessä tutkituilla voimalaitoksilla suurin äänitehotaso saavutetaan 6 m/s tai sitä suuremmalla tuulennopeudella (referenssikorkeudella 10 m). Alhaisemmalla tuulennopeudella voimalaitoksen äänitehotaso saattaa olla 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 erittäin voimakasta. Todellinen päivä- ja yöajan keskiäänitaso laitosten ympärillä riippuu tarkastelujakson tuulisuudesta, ja mallinnuksen mukaiset melutasot edustavatkin lähelle äänekkäintä mahdollista tilannetta.



Kuva 4. Tuuliruusu Suomen Tuuliatlaksesta

Tuulennopeuden lisäksi myös tuulensuunta vaikuttaa melun leviämiseen. Tuulipuiston hankealueella vallitseva tuulensuunta on lounaasta. Tällöin mallinnuksen mukaisia melutasoja voi esiintyä useimmin voimaloiden koillispuolella.

5.3 Melutasot verrattuna 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 käytetyn voimalaitoksen melupäästöarvoon on lisätty + 2 dB epävarmuus.

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

Valtioneuvoston asetuksessa velvoitetaan noudattamaan sisätilojen melun osalta Asumisterveysasetuksessa 545/2015 annettuja sisätilojen melun toimenpiderajoja. Tuulivoiman ulkomelun ohjearvoilla pyritään varmistamaan sisämelun osalta sallittujen arvojen täyttyminen.

Sisätiloihin arvioidut (ulkoseinän ääneneristävyys Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksen arvojen mukaisesti) pienitaajuisen melun tasot alittavat sisätiloihin annetut 545/2015 mukaiset toimenpiderajat ympäristön rakennusten kohdalla.

Arvioidut sisämelun kokonaistasot alittavat 545/2015 sisämelun toimenpiderajan $L_{Aeq\ 1h}$ 25 dB.

Rakennukseen kohdistuessa 40 dB (ohjearvo), tai alle, melutaso, voidaan arvioida, että 25 dB:n toimenpideraja sisätiloissa alittuu normaalilla rakentamisella. Erittäin heikolla seinärakenteella, joka ei täytä rakentamisen nykyaikaisia määräyksiä tai standardeja, voidaan päästä niinkin alhaiseen ääneneristävyyteen kuin Rw 20 dB. Tälläkin ääneneristävyydellä päästään sisätiloissa toimenpideraja-arvon 25 dB alittavaan tasoon, kun ulkomelutason ohjearvo 40 dB täyttyy.

Sikokankaan länsipuolelle sijoittuu valtion ja yksityisten luonnonsuojelualueita, joihin kohdistuu erillis- ja yhteismallinnuksissa 40–45 dB ylittäviä melutasoja.

Laatija: Ville Virtanen, Ramboll Finland Oy
Päivämäärä: 28/8/2025

Hankevastaava: Sikokangas Wind Farm Oy
Hankealue: Sikokangas, Haapavesi

Mallinnusohjelman tiedot

Mallinnusohjelma ja versio: SoundPlan 9.0

Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2

Tuulivoimaloiden perustiedot ja akustiset tiedot

Tuulivoimalan valmistaja:	Tyyppi:	Sarjanumero:	
Nordex	N175	-	
Nimellisteho:	Napakorkeus:	Roottorin halkaisija:	Tornin tyyppi:
6.8MW	240/210m	175 m	Putkitorni

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

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

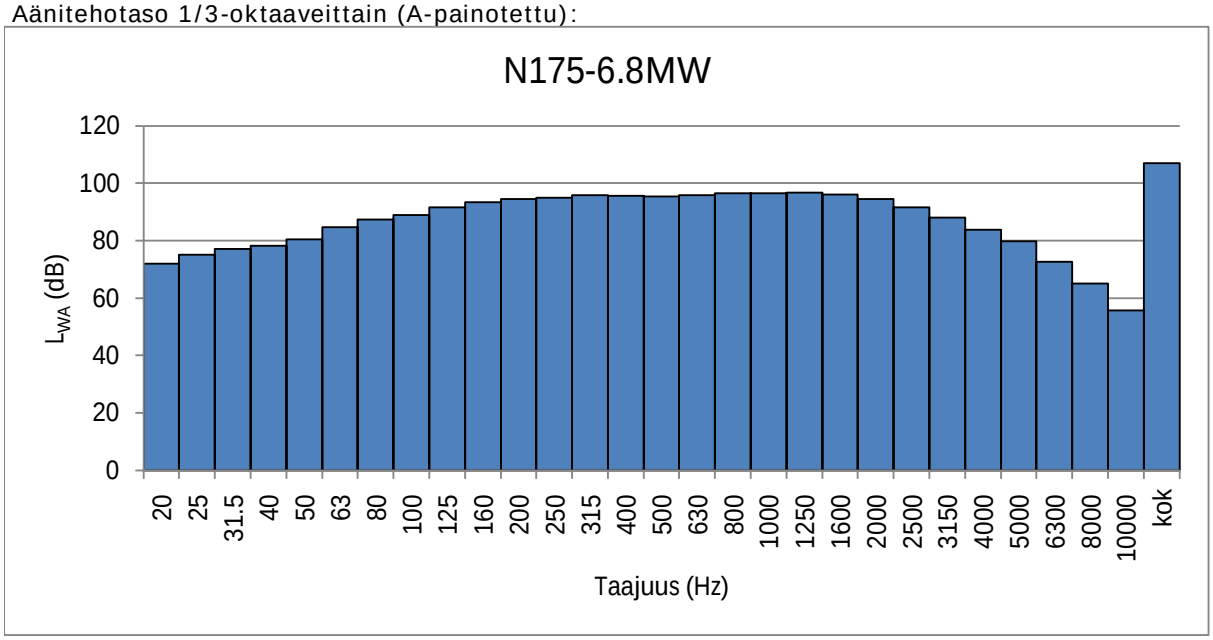
Äänitehotaso L_{WA} tuulennopeudella >10 m/s (napakorkeudella):

106,9 dB ☐ Takuuarvo

Suurin äänitehotaso L_{WA}:

106,9 dB + 2 dB (Uc) ☑ Takuuarvo

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



Melun erityspiirteiden mittaus ja havainnot:

Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus	Impulssimaisuus	Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)	Muu, mikä
☐ Kyllä	☐ Kyllä	☐ Kyllä	
☐ Ei	☐ Ei	☐ Ei	
☑ Ei ilmoitettu	☑ Ei ilmoitettu	☑ Ei ilmoitettu	

Laskennan lähtötiedot

Laskentaverkko

Laskentakorkeus:	Laskentaruudukon koko:
4 metriä	20*20 metriä

Sääolosuhteet

Suhteellinen kosteus:	Lämpötila:
70 %	15 °C

Maastomalli

Maastomallin lähde:	Vaakaresoluutio:	Pystyresoluutio:
Maanmittauslaitos, Maastotietokanta	2,0 m	0,3 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

Receiver	dB(A)
R1	37,5
R2	32,8
R3	29,3
R4	26,8
R5	26,7
R6	37,2
R7	32,8
R8	35,2
R9	29,0

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Tuulivoimala
- Reseptoripiste
- Virkistyskohteet ja -reitit
- Luonnonsuojelualueet
- Natura-alue

RAMBØLL

Sikokangas melumallinnus

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

VE1

Nordex N175
-HH = 240 m
-L_{WA} = 106,9 dB (STE) + 2 dB Uc

Äänitaso dB(A)

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

Liite 2

Mittakaava/skala (A3) 1:50000

0 900 1800 2700 3600 m

5/9/2025 VV

Receiver	dB(A)
R1	37,5
R2	32,6
R3	28,8
R4	25,9
R5	25,8
R6	35,4
R7	32,5
R8	35,1
R9	29,0

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Tuulivoimala
- Reseptoripiste
- Virkistyskohteet ja -reitit
- Luonnonsuojelualueet
- Natura-alue

RAMBØLL

Sikokangas melumallinnus

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

VE2

Nordex N175
-HH = 210 m
-L_{WA} = 106,9 dB (STE) + 2 dB Uc

Äänitaso dB(A)

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

Liite 3

Mittakaava/skala (A3) 1:50000

0 900 1800 2700 3600 m

5/9/2025 VV

Receiver	dB(A)
R1	38,0
R2	36,8
R3	35,2
R4	32,0
R5	30,1
R6	38,0
R7	33,8
R8	41,9
R9	33,7

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Tuulivoimala
- Reseptoripiste
- Virkistyskohteet ja -reitit
- Luonnonsuojelualueet
- Natura-alue

RAMBØLL

Sikokangas melumallinnus

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

VE1, yhteismallinnus

Nordex N175
-HH = 240 m
-L_{WA} = 106,9 dB (STE) + 2 dB Uc

Äänitaso dB(A)

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

Liite 4

Mittakaava/skala (A3) 1:50000

0 900 1800 2700 3600 m

5/9/2025 VV

Receiver	dB(A)
R1	38,0
R2	36,8
R3	35,1
R4	31,7
R5	29,7
R6	36,5
R7	33,5
R8	41,8
R9	33,7

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Tuulivoimala
- Reseptoripiste
- Virkistyskohteet ja -reitit
- Luonnonsuojelualueet
- Natura-alue

RAMBOLL

Sikokangas melumallinnus

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

VE2, yhteismallinnus

Nordex N175
-HH = 210 m
-L_{WA} = 106,9 dB (STE) + 2 dB Uc

Äänitaso dB(A)

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

Liite 5

Mittakaava/skala (A3) 1:50000

0 900 1800 2700 3600 m

5/9/2025 VV

Receiver	dB(A)
R1	28,4
R2	34,6
R3	33,9
R4	30,4
R5	27,4
R6	30,1
R7	26,8
R8	40,8
R9	31,9

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Tuulivoimala
- Reseptoripiste
- Virkistyskohteet ja -reitit
- Luonnonsuojelualueet
- Natura-alue

RAMBØLL

Sikokangas melumallinnus

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

Muut, yhteismallinnus

Äänitaso dB(A)

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

Liite 6

Mittakaava/skala (A3) 1:50000

0 900 1800 2700 3600 m

5/9/2025 VV

Pienitaajuinen melu sisätiloissa, VE1

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	55	52	47	42	38	37	33	28	24	19	13
R2	53	49	45	40	36	34	30	25	21	16	10
R3	51	47	43	38	34	32	28	23	19	13	7
R4	49	46	41	36	32	30	27	22	17	11	5
R5	49	45	41	36	32	30	26	21	17	11	4
R6	54	51	46	41	37	36	32	27	23	18	13
R7	52	49	45	40	36	34	30	25	21	16	10
R8	54	50	46	41	37	35	32	27	23	17	12
R9	50	46	42	37	33	31	27	22	18	12	6
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE1

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	63	60	57	53	50	50	48	45	43	40	36
R2	60	57	54	50	47	47	45	42	40	37	32
R3	58	56	52	48	45	45	43	40	38	34	30
R4	57	54	51	47	44	43	42	39	36	33	28
R5	56	54	50	46	43	43	41	38	35	32	27
R6	62	59	56	52	49	49	47	44	42	39	35
R7	60	57	54	50	47	47	45	42	40	37	32
R8	61	59	55	51	48	48	46	44	42	38	34
R9	57	55	51	47	44	44	42	39	37	33	29
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyys korkeimmillaan	-11	-4	1	4	6	8	8	7	7	6	4
Ääneneristävyysarvot (äänitasoero ΔL)	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8

Pienitaajuinen melu sisätiloissa, VE2

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	55	52	47	42	38	37	33	28	24	19	13
R2	52	49	44	39	36	34	30	25	21	16	10
R3	50	47	42	37	33	32	28	23	19	13	7
R4	49	46	41	36	32	30	26	21	17	11	5
R5	48	45	40	35	31	29	26	21	16	10	3
R6	53	50	45	40	36	35	31	26	22	17	11
R7	52	49	44	39	35	34	30	25	21	15	9
R8	54	50	46	41	37	35	32	27	23	17	11
R9	50	46	42	37	33	31	27	22	18	12	6
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE2

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	63	60	56	53	50	50	48	45	43	40	36
R2	60	57	54	50	47	47	45	42	40	37	32
R3	58	55	52	48	45	45	43	40	37	34	29
R4	57	54	50	46	43	43	41	38	36	32	27
R5	56	53	49	46	43	42	40	37	35	31	26
R6	61	58	55	51	48	48	46	43	41	38	34
R7	60	57	54	50	47	47	45	42	40	37	32
R8	61	59	55	51	48	48	46	44	41	38	34
R9	57	54	51	47	44	44	42	39	37	33	29
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyys korkeimmillaan	-11	-4	0	4	6	8	8	7	7	6	4
Ääneneristävyysarvot (äänitasoero ΔL)	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8

Confidential

Pienitaajuinen melu sisätiloissa, VE1 yhteismallinnus

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	55	52	48	43	39	37	34	29	25	20	14
R2	53	49	45	40	36	34	31	26	22	16	10
R3	51	47	43	38	34	32	29	24	19	13	7
R4	49	46	42	37	33	31	27	22	18	12	5
R5	49	45	41	36	33	30	27	22	17	11	4
R6	54	51	47	42	38	36	32	28	24	18	13
R7	53	49	45	41	37	35	31	26	22	16	10
R8	55	52	48	44	42	40	36	32	28	22	18
R9	50	47	43	39	36	34	30	26	22	16	11
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE1 yhteismallinnus

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	63	60	57	53	51	50	48	46	44	41	37
R2	60	58	54	50	48	47	45	43	40	37	33
R3	58	56	52	48	46	45	43	40	38	34	30
R4	57	54	51	47	45	44	42	39	37	33	28
R5	56	54	50	47	44	43	41	38	36	32	27
R6	62	59	56	52	49	49	47	44	42	39	35
R7	60	58	54	51	48	48	46	43	41	37	33
R8	62	60	57	55	53	53	51	49	47	44	41
R9	58	55	52	49	48	47	45	43	40	37	33
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyys korkeimmillaan	-11	-4	1	6	9	11	11	11	11	10	9
Ääneneristävyysarvot (äänitasoero ΔL)	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8

Pienitaajuinen melu sisätiloissa, VE2 yhteismallinnus

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	55	52	48	43	39	37	34	29	25	20	14
R2	52	49	45	40	36	34	31	26	21	16	10
R3	50	47	43	38	34	32	28	23	19	13	7
R4	49	46	41	37	33	31	27	22	17	11	5
R5	48	45	41	36	32	30	26	21	16	10	4
R6	53	50	46	41	37	35	31	27	23	17	11
R7	53	49	45	40	37	35	31	26	22	16	10
R8	55	52	48	44	42	40	36	32	28	22	18
R9	50	47	43	39	36	34	30	26	22	16	10
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE2 yhteismallinnus

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	63	60	57	53	51	50	48	46	44	41	37
R2	60	57	54	50	48	47	45	42	40	37	33
R3	58	55	52	48	46	45	43	40	38	34	30
R4	57	54	51	47	44	44	42	39	36	32	28
R5	56	53	50	46	44	43	41	38	35	31	27
R6	61	58	55	51	48	48	46	43	41	38	34
R7	60	58	54	51	48	48	46	43	41	37	33
R8	62	60	57	55	53	53	51	49	47	44	41
R9	58	55	52	49	48	47	45	43	40	37	33
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyys korkeimmillaan	-12	-4	0	4	7	7	8	8	11	8	5
Ääneneristävyysarvot (äänitasoero ΔL)	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8

Pienitaajuinen melu sisätiloissa, muut yhteismallinnus

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	39	37	35	33	31	29	24	20	15	9	4
R2	36	34	32	29	27	24	20	15	10	2	-4
R3	35	33	31	28	26	23	18	13	8	0	-7
R4	35	33	31	28	26	22	18	12	6	-1	-9
R5	35	33	31	28	26	22	18	12	6	-2	-10
R6	36	34	32	30	27	24	20	15	9	1	-6
R7	40	38	36	34	31	28	24	19	14	7	2
R8	47	46	44	42	40	38	34	30	26	21	17
R9	41	40	38	36	34	32	28	24	19	13	9
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, muut yhteismallinnus

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	47	45	44	43	43	42	39	37	34	30	27
R2	44	42	41	40	39	37	35	32	28	24	19
R3	43	41	40	39	38	36	33	30	26	21	16
R4	42	41	40	38	37	35	33	29	25	20	14
R5	42	41	40	38	37	35	32	29	25	19	13
R6	44	43	41	40	39	37	35	31	28	22	17
R7	48	46	45	44	43	41	39	36	33	29	24
R8	55	54	53	52	52	51	49	47	45	42	39
R9	49	48	47	46	45	45	42	40	38	35	32
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyys korkeimmillaan	-19	-10	-3	3	8	9	9	9	9	8	7
Ääneneristävyysarvot (äänitasoero ΔL)	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8

Confidential