

Vastaanottaja
Elements Suomi Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
31.1.2025

Viite
1510078073

AJOKSENKANKAAN TUULIVOIMAHANKE MELUMALLINNUS

Päivämäärä 31.1.2025
Laatija Ville Virtanen
Tarkastaja Jari Hosiokangas

Tuulivoimahankkeen meluselvitys

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 11/2024
aineistoa.

Viite 1510076073

SISÄLTÖ

1.	YLEISTÄ	3
2.	MELUN OHJEARVOT	3
2.1	Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista	3
2.2	Asumisterveysasetuksen melutason toimenpiderajat asuntojen sisätiloissa	3
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 häiritsevyysskorjaukset	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
Liite 3	Meluvyöhykkeet, VE2
Liite 4	Pienitaajuinen melu

1. YLEISTÄ

Elements Suomi Oy suunnittelee Sastamalan kaupungin alueelle Ajoksenkankaalle tuulivoimahan-
ketta. Tässä selvityksessä on mallinnettu tuulivoimalaitosten aiheuttamat melutasot niiden ympä-
ristössä kahden hankevaihtoehdon osalta. Työ tehdään ympäristönvaikutusten arviointia ja kaa-
voitusta varten.

Melumallinnus tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun
mallintaminen" raportin mukaisilla laskentaparametreilla. Koska kyseessä on kaavoitusta ja ym-
päristövaikutusten 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 Elements Suomi Oy:n toimeksiannosta. Meluselvityksen laatimisesta ja meluvaiku-
tusten 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 ra-
kentamisen suunnittelussa, lupamenettelyissä ja valvonnassa sekä ympäristönsuojelulain mukai-
sessa lupamenettelyssä ja valvonnassa.

Tuulivoimalan toiminnasta aiheutuvan melupäästön takuuarvon perusteella määritelty laskennalli-
nen melutaso ja valvonnan yhteydessä mitattu melutason eivät saa ulkona ylittää melulle altistu-
valla alueella melun A-taajuuspainotetun keskiäänitason (ekvivalenttitason L_{Aeq}) ohjearvoja taulu-
kossa 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 päi-
vääjan keskiäänitasolle $L_{Aeq\ 7-22}$ 35 dB ja yöajan keskiäänitasolle $L_{Aeq\ 22-7}$ 30 dB.

Selvästi taustamelusta erottuvalle melulle, joka voi aiheuttaa unihäiriötä, on toimenpiderajana
nukkumiseen käytettävissä tiloissa yöaikaan (klo 22-7) yhden tunnin keskiäänitaso $L_{Aeq,1h}$ 25 dB.
Lisäksi on huomioitava melun erityisominaisuudet eli mahdolliset kapeakaistaisuus- ja impulssi-
maisuuskorjaukset.

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
$L_{eq, 1h}/dB$	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

3. MELUMALLINNUKSEN TIEDOT

3.1 Tuulivoimalatiedot

Melumallinnukset tehtiin Vestas V162-5.6MW -laitosmallilla. Napakorkeutena mallinnuksessa oli 172,5 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 voimalaitoksen Vestas V162-5.6MW –serrated trailing edge -mallille annettuja lähtöarvoja. Mallinnuksessa käytettiin melupäästöarvoa LWA 104,0 dB tuulennopeuden ollessa >9m/s napakorkeudella (lähde: 0079-5298_01, 2019-01-23). Saatujen lähtötietojen mukaan ko. voimalamallin melutaso ei kasva sen jälkeen, kun tuulennopeus saavuttaa arvon 9 m/s napakorkeudella, toisin sanoen tuulennopeudella 9 m/s - 20 m/s voimalaitoksen kokonaisäänitehotaso on sama (napakorkeudella).

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. 2 dB on tavallinen mittauksen kokonaisepävarmuustaso (U_c).

Tuulivoimalaitoksen äänitehotaso muuttuu tuulennopeuden muuttuessa, joka vaikuttaa merkittävästi alhaisemmillä tuulennopeuksilla ympäristössä havaittavaan melutasoon. Vestas V162-5.6MW 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. Tuulivoimalaitosten koordinaatit vaihtoehtoissa VE1 ja VE2 (ETRS-TM35FIN)

VE1		
X	Y	Z
273132	6800766	110
273536	6800187	91
274074	6799749	100
274938	6799772	98
275568	6800104	93
275674	6801319	105
275875	6799372	85
276514	6800349	99
277171	6800423	101
277988	6800384	113
278630	6800165	126
276239	6801111	101
273132	6800766	110
VE2		
272951	6800501	97
275755	6799467	88
276504	6800338	97
276044	6801690	117
278547	6801098	115
279108	6800613	110
279190	6801386	111
274120	6799704	96

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.

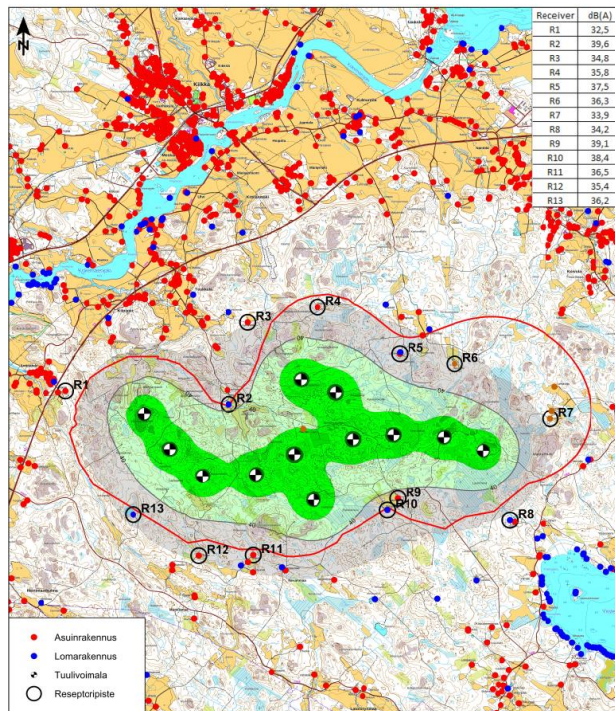
Melumallinnukset on tehty SoundPlan 9.0 -melulaskentaohjelmalla. SoundPlan -ohjelmistosta saa lisätietoa internet-sivustolta www.soundplan.eu.

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 laskentapisteidien 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 sisämelutasoa (Leq) tarkasteltiin tuulivoimaloita lähinnä sijaitsevan asuintalon kohdalla olevassa reseptoripisteessä. Melupäästötietoina käytettiin laitospallin Vestas V162-6.0MW -voimalaitoksesta käytössä olevia 1/3-oktaavikaistatietoja väliltä 20 Hz – 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 ilmaääneneristävyyssarvojen avulla. Ko. tutkimuksen tulokset on esitelty julkaisussa "Building and Environment 156 (2019) 12–20".

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



Kuva 1. Reseptoripisteiden R1-R13 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.

4. TULOKSET

4.1 Mallinnustulokset

Mallinnuksen laskennalliset meluvyöhykkeet (A-painotettu keskiäänitaso) on esitetty liitteissä 2 ja 3. Melukuviin on merkitty asuin- ja lomarakennukset värikoodein Maanmittauslaitoksen maastotietokannan tietojen pohjalta. Melukuvissa on esitetty mallinnustulokset ilman mahdollisia häiritsevyys- tai muita korjauksia. Melutasot eniten melulle altistuvien kohteiden kohdalla on esitetty taulukossa 4.

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

Reseptori	VE1 LAeq / dB	VE2 LAeq / dB
1	32,5	31,6
2	39,6	35,2
3	34,8	32,0
4	35,8	36,6
5	37,5	36,0
6	36,3	40,5
7	33,9	40,8
8	34,2	31,9
9	39,1	34,6
10	38,4	35,0
11	36,5	33,9
12	35,4	33,2
13	36,2	34,0

Mallinnuksen mukaan yhtään vakituista asuintaloa tai loma-asuntoa ei ole 40 dB ylittävällä meluvyöhykkeellä, jos alueella sijaitsevan asuinrakennuksen (R6) käyttötarkoitus muutetaan kaavoituksen yhteydessä. Reseptoripiste R7 ei ole luokiteltu asuin- tai lomarakennukseksi.

4.2 Pienitaajuinen melu

Pienitaajuisen melun tasot terssikaistoittain laskettiin kuvassa 1 esitettyihin reseptoripisteisiin R1–R13. Taajuuspainottamattomat melutasot sisällä ja ulkona on esitetty tarkemmin liitteessä 4.

Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisiin pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin verrattessa, ulkovaipalta vaadittavat äänitasoerot (ΔL) välillä 40–200 Hz ovat 1–7 dB. Taajuuskaistoilla 20–31,5 Hz jo ulos lasketut pienitaajuisen melun tasot alittavat sisätilojen toimenpiderajat.

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

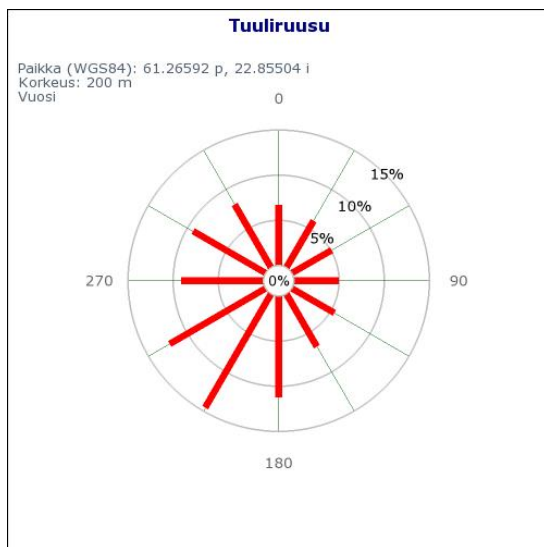
Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyyskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustulokseen, mikäli melun todetaan 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 9 m/s tai sitä suuremmalla tuulennopeudella (napakorkeudella). 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 äänekäintä 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 mallinnetussa tilanteessa, mikäli alueella sijaitsevan asuinrakennuksen (R6) käyttötarkoitus muutetaan kaavoituksen yhteydessä. Reseptoripiste R7 ei ole luokiteltu asuin- tai lomarakennukseksi.

Valtioneuvoston asetuksessa veloitetaan 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 R_w 20 dB. Tälläkin ääneneristävyydellä päästään sisätiloissa toimenpideraja-arvon 25 dB alittavaan tasoon, kun ulkomelutason ohjearvo 40 dB täyttyy.

Laatija: Ville Virtanen, Ramboll Finland Oy
Päivämäärä: 31/1/2025

Hankevastaava: Elements Suomi Oy
Hankealue: Ajoksenkangas

Mallinnusohjelman tiedot

Mallinnusohjelma ja versio: SoundPlan 9.0
Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2

Tuulivoimaloiden perustiedot ja akustiset tiedot

Tuulivoimalan valmistaja: Vestas
Tyyppi: V162-5.6MW
Sarjanumero: -
Nimellisteho: 5,6 MW
Napakorkeus: 172,5
Roottorin halkaisija: 162 m
Tornin tyyppi: Putkitorni

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

Lapakulman säätö: Pyörimisnopeus: Muu, mikä:

☐ Kyllä
☐ Ei
☒ Ei ilmoitettu
☐ Kyllä
☐ Ei
☒ Ei ilmoitettu

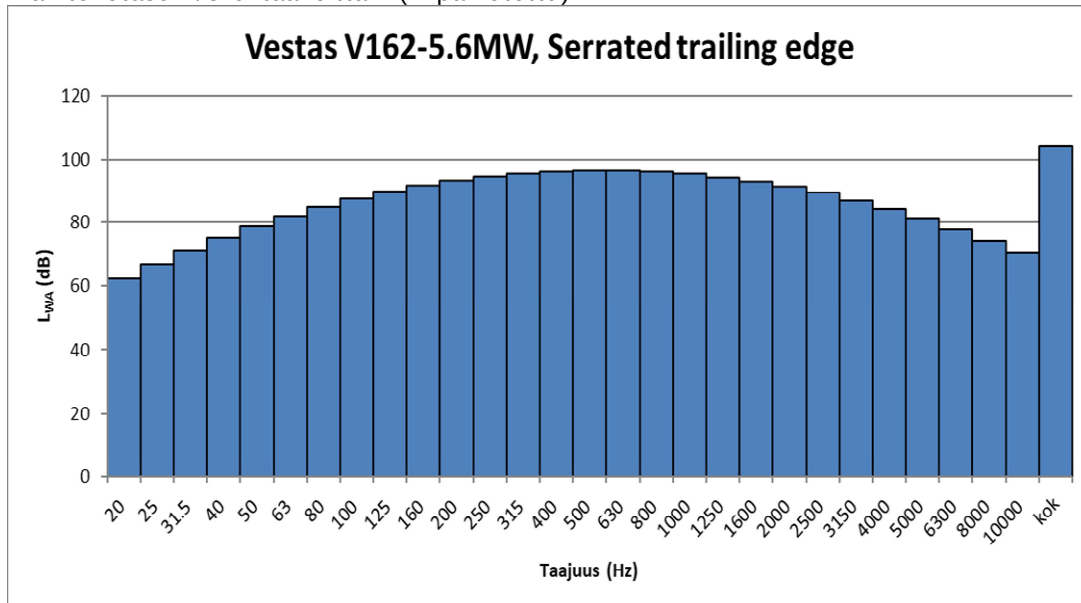
Äänitehotaso L_{WA} tuulennopeudella >9 m/s (napakorkeudella):

104 ☐ Takuuarvo

Suurin äänitehotaso L_{WA} :

104,0 dB + 2 dB ☒ Takuuarvo Mode 0 (Serrated trailing edge)

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



Melun erityspiirteiden mittaustulos ja havainnot:

Kapeakaistaisuus /
Tonaalisuus

☐ Kyllä
☒ Ei
☐ Ei ilmoitettu

Impulssimaisuus

☐ Kyllä
☐ Ei
☒ Ei ilmoitettu

Merkityksellinen
sykintä
(amplitudimodulaatio)

☐ Kyllä
☐ Ei
☒ Ei ilmoitettu

Muu, mikä

Laskennan lähtötiedot

Laskentaverkko

Laskentakorkeus:

4 metriä

Laskentaruudukon koko:

20*20 metriä

Sääolosuhteet

Suhteellinen kosteus:

70 %

Lämpötila:

15 °C

Maastomalli

Maastomallin lähde:

Maanmittauslaitos, Maastotietokanta

Vaakaresoluutio:

2,0 m

Pystyresoluutio:

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

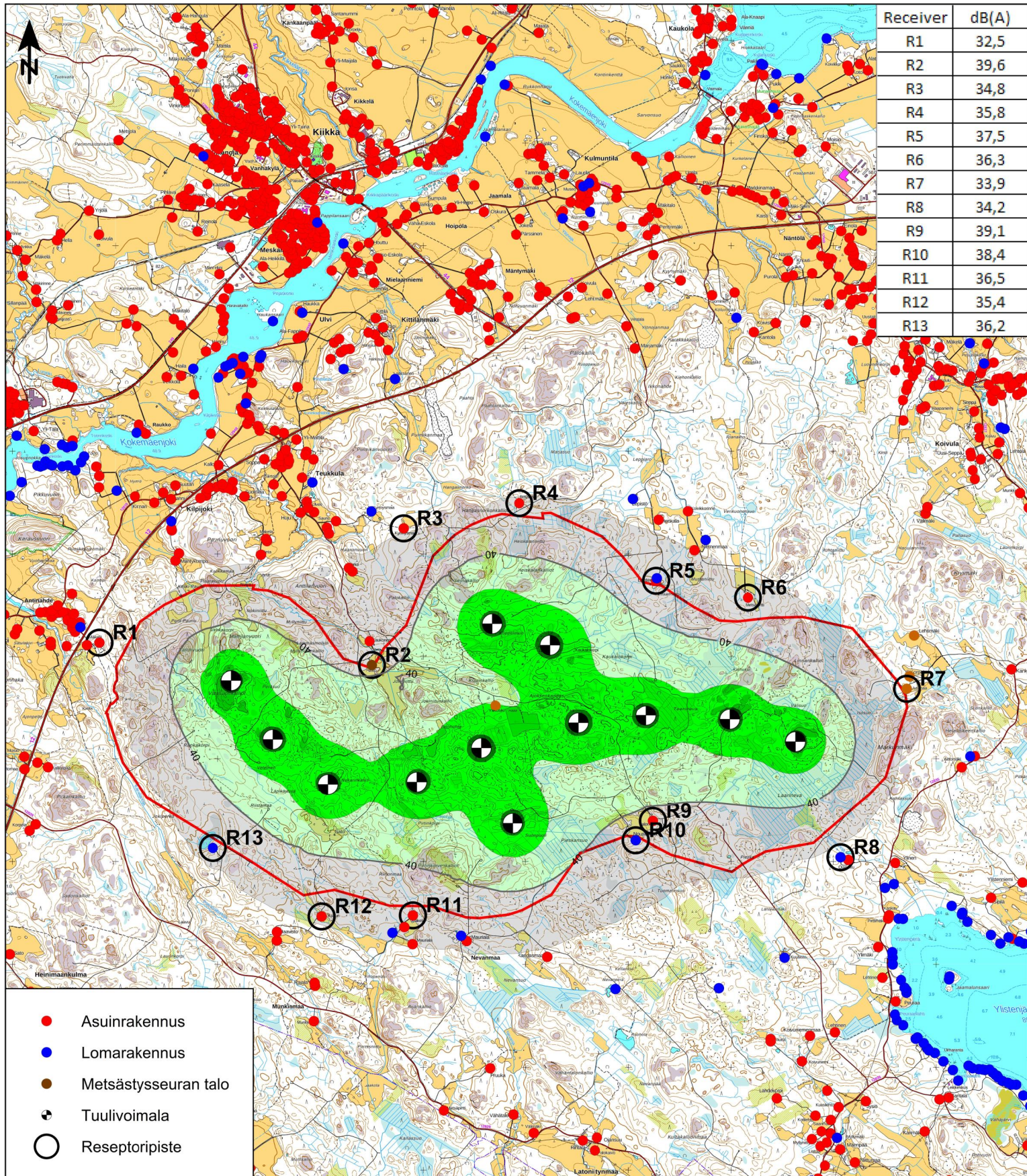
Ilmakehän stabiilius laskennassa / meteorologinen korjaus

Neutraali 0 neutraali - stabiili sääolosuhde

Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen

☒ Vapaa avaruus

☐ Muu



RAMBOLL

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

VE1

Vestas V162-5.6MW

-HH = 172,5 m

- L_{WA} = 104,0 dB (serrated trailing edge) + 2 dB U_c

**Ajoksenkangas
melumallinnus**

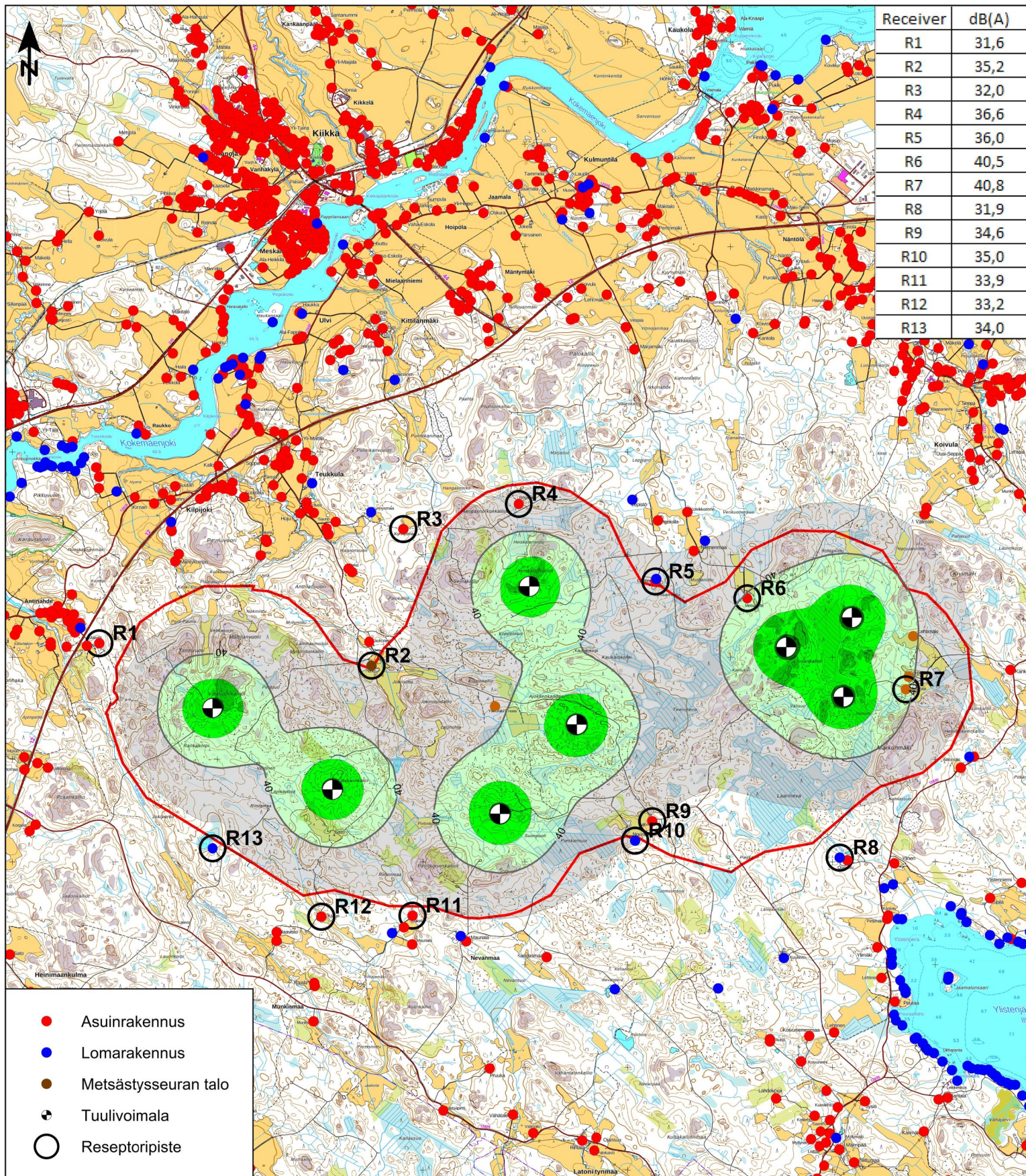
Äänitaso
dB(A)

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

Mittakaava/skala (A3) 1:35000

0 600 1200 1800 2400 m

13/2/2025 VV



RAMBOLL

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

VE2

Vestas V162-5.6MW

-HH = 172,5 m

- L_{WA} = 104,0 dB (serrated trailing edge) + 2 dB U_c

Äänitaso
dB(A)

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

**Ajoksenkangas
melumallinnus**

Mittakaava/skala (A3) 1:35000

0 600 1200 1800 2400 m

13/2/2025 VV

Pienitaajuinen melu sisätiloissa vaihtoehdossa VE1

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	41	39	37	35	32	29	26	23	18	13	8
R2	47	44	42	40	38	35	32	28	24	19	14
R3	43	41	39	37	34	32	29	25	20	15	10
R4	44	41	39	37	35	32	29	25	21	16	11
R5	45	43	40	38	36	33	30	26	22	17	12
R6	44	42	40	37	35	32	29	25	21	16	11
R7	42	40	37	35	33	30	27	23	19	14	9
R8	42	40	38	36	33	31	27	24	19	14	9
R9	46	44	42	40	37	34	31	28	23	18	14
R10	46	43	41	39	37	34	31	27	23	18	13
R11	44	42	40	38	35	33	30	26	22	16	12
R12	43	41	39	37	35	32	29	25	21	15	10
R13	44	41	39	37	35	32	29	25	21	16	11
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa vaihtoehdossa VE1

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	49	47	46	45	44	42	41	39	37	34	31
R2	54	52	51	50	49	48	47	45	43	40	37
R3	51	49	48	47	46	45	43	42	39	36	33
R4	51	50	48	47	46	45	44	42	40	37	33
R5	53	51	50	49	47	46	45	43	41	38	35
R6	52	50	49	48	47	45	44	42	40	37	34
R7	49	48	47	46	44	43	42	40	38	35	32
R8	50	48	47	46	45	44	42	40	38	35	32
R9	54	52	51	50	49	47	46	44	42	40	36
R10	53	52	50	49	48	47	46	44	42	39	36
R11	52	50	49	48	47	46	44	43	40	38	34
R12	51	49	48	47	46	45	43	42	39	37	33
R13	51	50	48	47	46	45	44	42	40	37	34
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-20	-12	-5	1	5	6	7	7	7	6	5
Ääneneristävyyssarvot (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 vaihtoehdossa VE2

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	40	37	35	33	31	28	25	21	17	12	7
R2	43	40	38	36	34	31	28	24	20	15	10
R3	41	38	36	34	32	29	26	22	18	13	8
R4	43	41	39	37	34	32	28	25	21	16	11
R5	43	41	39	37	34	32	29	25	21	16	11
R6	46	44	42	40	37	35	32	28	24	19	14
R7	46	44	42	40	38	35	32	28	24	19	14
R8	40	38	36	34	31	29	25	22	17	12	7
R9	43	40	38	36	34	31	28	24	20	15	10
R10	43	40	38	36	34	31	28	24	20	15	10
R11	42	39	37	35	33	30	27	23	19	14	9
R12	41	39	37	35	32	29	26	22	18	13	8
R13	41	39	37	35	32	30	27	23	19	14	9
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa vaihtoehdossa VE2

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	47	46	44	43	42	41	40	38	35	33	29
R2	50	49	47	47	45	44	43	41	39	36	33
R3	48	47	46	45	43	42	41	39	37	34	30
R4	51	49	48	47	46	45	43	42	39	37	34
R5	51	49	48	47	46	45	43	42	39	37	33
R6	54	52	51	50	49	48	46	45	43	40	37
R7	54	52	51	50	49	48	47	45	43	40	37
R8	48	46	45	44	43	42	40	38	36	33	30
R9	50	49	48	47	45	44	43	41	39	36	33
R10	50	49	47	46	45	44	43	41	39	36	33
R11	49	48	46	45	44	43	42	40	38	35	32
R12	49	47	46	45	44	42	41	39	37	34	31
R13	49	47	46	45	44	43	41	40	37	35	31
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-20	-12	-5	1	5	6	7	7	7	6	5
Ääneneristävyyssarvot (äänitasoero ΔL)	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8