

## Liite 14

**Melumallinnus**  
Ramboll Finland Oy

Vastaanottaja  
**VALOREM Energies Finland Oy**

Asiakirjatyyppe  
**Raportti**

Päivämäärä  
**18.10.2025**

Viite  
**1510079503**

# KOIVULANNEVAN TUULIVOIMAHANKE MELUMALLINNUS

Päivämäärä **18.10.2025**  
Laatija **Ville Virtanen**  
Tarkastaja **Jari Hosiokangas**  
Versio **01**

### **Tuulivoimahankkeen meluselvitys**

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 6/2025 aineistoa.

Viite 1510079503

#### Raporttihistoria:

Versio	Pvm / Laatija	Muutokset
01	18.10.2025, VV	-

## SISÄLTÖ

<b>1.</b>	<b>YLEISTÄ</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>MELUN OHJEARVOT</b>	<b>3</b>
2.1	Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista	3
2.2	Asumisterveysasetuksen melutason toimenpiderajat asuntojen sisätiloissa	3
<b>3.</b>	<b>MELUMALLINNUKSEN TIEDOT</b>	<b>4</b>
3.1	Tuulivoimalatiedot	4
3.2	Melulaskenta	5
3.3	Maastomalli ja rakennustiedot	6
<b>4.</b>	<b>TULOKSET</b>	<b>6</b>
4.1	Mallinnustulokset	6
4.2	Pienitaajuinen melu	7
<b>5.</b>	<b>TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>8</b>
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, Nykytilanne
Liite 3	Meluvyöhykkeet, VE1 Koivulanneva N163, LWA 109,4 dB + 2 dB Uc
Liite 4	Meluvyöhykkeet, VE2 Koivulanneva N163, LWA 109,4 dB + 2 dB Uc
Liite 5	Yhteismeluvyöhykkeet, VE1 Koivulanneva ja Nykytilanne
Liite 6	Yhteismeluvyöhykkeet, VE2 Koivulanneva ja Nykytilanne
Liite 7	Yhteismeluvyöhykkeet, VE1 Koivulanneva ja Nykytilanne sekä suunnitellut hankkeet
Liite 8	Yhteismeluvyöhykkeet, VE2 Koivulanneva ja Nykytilanne sekä suunnitellut hankkeet
Liite 9	Pienitaajuinen melu

## 1. YLEISTÄ

Valorem Energies Finland Oy suunnittelee Haapaveden kaupungin Koivulannevan alueelle tuuli-voimapuistoa. Tässä selvityksessä on mallinnettu tuulivoimalaitosten aiheuttamat melutasot niiden ympäristössä kahden eri hankevaihtoehdon osalta erikseen sekä yhdessä lähimpien olemassa olevien ja suunniteltujen tuulivoimapuistojen kanssa. Työ tehdään ympäristövaikutusten arvioinnin 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. Pientaajuisten melun tarkastelu tehtiin soveltaen DSO 1284 mukaista menetelmää YM:n ohjeen 2/2014 mukaisesti.

Työ on tehty CPC Finland 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  $L_{Aeq,7-22}$  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
$L_{Leq, 1h/dB}$	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

## 3. MELUMALLINNUKSEN TIEDOT

### 3.1 Tuulivoimalatiedot

Melumallinnukset tehtiin Nordex N163/6.XMW -laitosmallilla. Napakorkeutena mallinnuksessa oli 250 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 Nordex N163/6.XMW -mallille annettuja lähtöarvoja. Mallinnuksessa käytettiin melupäästöarvoa LWA 109,4 dB. (lähde: F008\_277\_A17\_EN, Revision 09, 2023-10-13).

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. Tuulivoimalaitosta voidaan ajaa myös eri melunrajoitusmoodeilla. Melun tuoton rajoittaminen vaikuttaa myös sähkön tuottoon.

Mallinnuksessa huomioidut muut hankkeet olivat nykytilassa tuotannossa oleva Kesonmäki sekä suunnitteilla olevat Keson laajennus, Kukonaho, Nevalaistenniemi ja Puutionsaari. Hankkeiden lähtötiedot perustuvat toteutettuihin ja kaavoituksen suunnitteluvaiheiden lähtötietoihin.

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

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

VE1			VE2		
X	Y	Z	X	Y	Z
414457	7103759	134	415687	7101529	131
414857	7103259	134	415502	7102058	132
415316	7102741	135	414623	7101777	132
414447	7102466	133	414447	7102466	133
414623	7101777	132	415316	7102741	135
415687	7101529	131	414857	7103259	134
416281	7101350	132	414457	7103759	134
416534	7102069	138			
416731	7102899	141			

### 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.

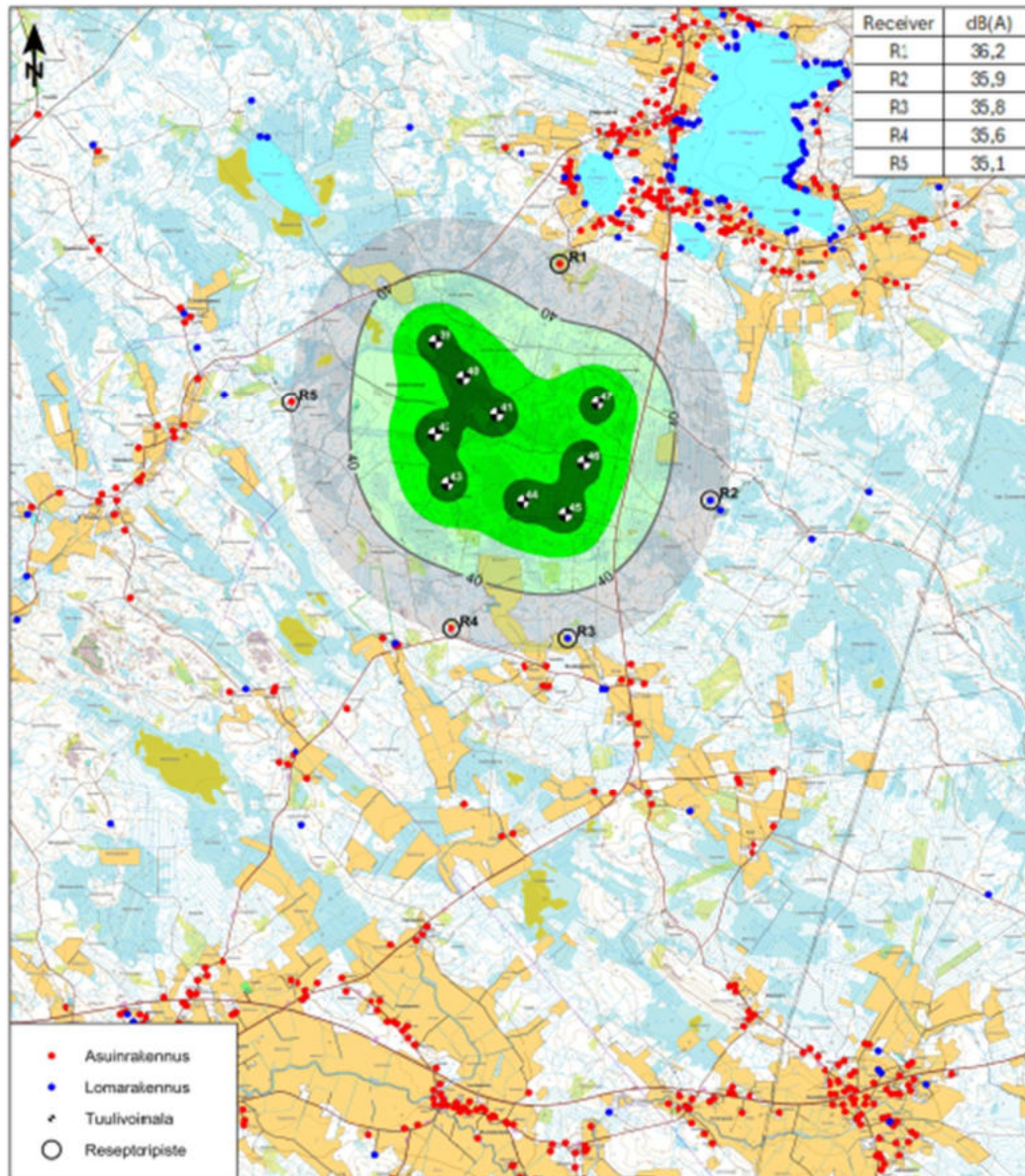
Melumallinnukset on tehty SoundPlan 9.0 -melulaskentaohjelmalla. SoundPlan -ohjelmistosta saa lisätietoa internet-sivustolta [www.soundplan.eu](http://www.soundplan.eu).

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 laskentapisteen 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 häiritsevyysskorjauksia.

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.X MW -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 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 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 2–8. Melukuviin on merkitty asuin- ja lomarakennukset värikoodein Maanmittauslaitoksen maastotietokannan tietojen pohjalta. Melukuviissa on esitetty mallinnustulokset ilman mahdollisia häiritsevyys- tai muita korjauksia.

Taulukon 4 tuloksissa on huomioitu alueen olemassa oleva hanke sekä Koivulannevan vaihtoehtot VE1 ja VE2 erikseen, sekä yhteismallinnuksena olemassa olevien hankkeiden kanssa sekä olemassa olevien ja suunnitteilla olevien hankkeiden kanssa molemmissa Koivulannevan vaihtoehtoissa.

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

Res	Olemassa olevat hankkeet LAeq / dB	VE1 LAeq / dB	VE2 LAeq / dB	VE1, yhteismallinnus olemassa olevat LAeq / dB	VE2, yhteismallinnus olemassa olevat LAeq / dB	VE1, yhteismallinnus olemassa olevat ja suunnitellut LAeq / dB	VE2, yhteismallinnus olemassa olevat ja suunnitellut LAeq / dB
1	17,2	36,2	34,9	36,3	35,0	36,6	35,4
2	24,3	35,9	31,4	36,1	32,2	37,8	35,5
3	21,5	35,8	33,4	35,9	33,7	36,8	35,0
4	18,7	35,6	34,9	35,7	35,0	36,2	35,6
5	10,1	35,1	35,0	35,1	35,0	35,5	35,4

Mallinnuksen mukaan melutaso ei ylitä 40 dB yöajan ohjearvoa yhdenkään reseptoripisteen osalta.

#### 4.2 Pienitaajuinen melu

Pienitaajuisen melun tasot terssikaistoittain laskettiin kuvassa 1 esitettyihin reseptoripisteisiin R1-R6. Taajuuspainottamattomat melutasot sisällä ja ulkona on esitetty tarkemmin liitteessä 9.

Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisiin pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin verrattessa, ulkovaipalta vaadittavat äänitasoerot ( $\Delta L$ ) välillä 40–200 Hz ovat 3–9 dB vaihtoehtoon VE1 laajimmassa yhteismallinnuksen tilanteessa. Taajuuskaistoilla 20 – 31,5 Hz jo ulos lasketut pienitaajuisen melun tasot alittavat sisätilojen toimenpiderajan. Muiden vaihtoehtojen osalta melutasot ovat samansuuruiset tai pienemmät.

Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksen mukaiset ääneneristävyysarvot (äänitasoero  $\Delta L$ ) 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 häiritsevyysskorjaukset

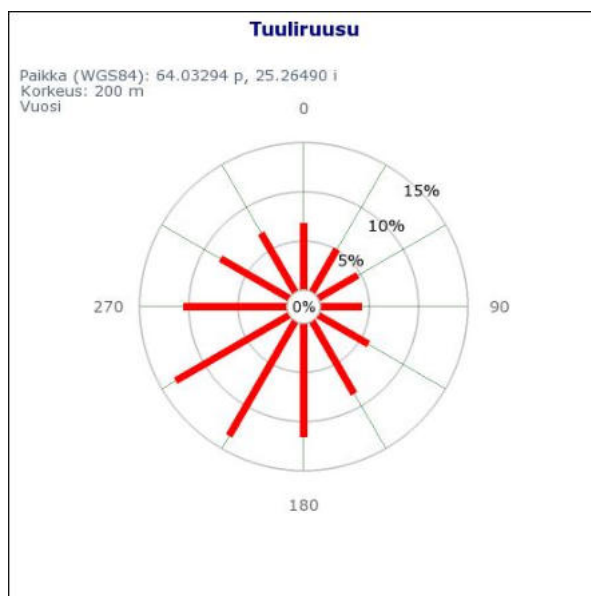
Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyysskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustulokseen, mikäli melun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

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 7 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 melutaso ei ylitä 40 dB yöajan ohjearvoa yhdenkään reseptoripisteen osalta.

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, myös reseptoripisteissä, joissa ulkomelutaso ylittää yöajan ohjearvon.

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.

Laatija: Ville Virtanen, Ramboll Finland Oy  
 Päivämäärä: 18/10/2025

Hankevastaava: Valorem Energies Finland Oy  
 Hankealue: Koivulanneva

## Mallinnusohjelman tiedot

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

## Tuulivoimaloiden perustiedot ja akustiset tiedot

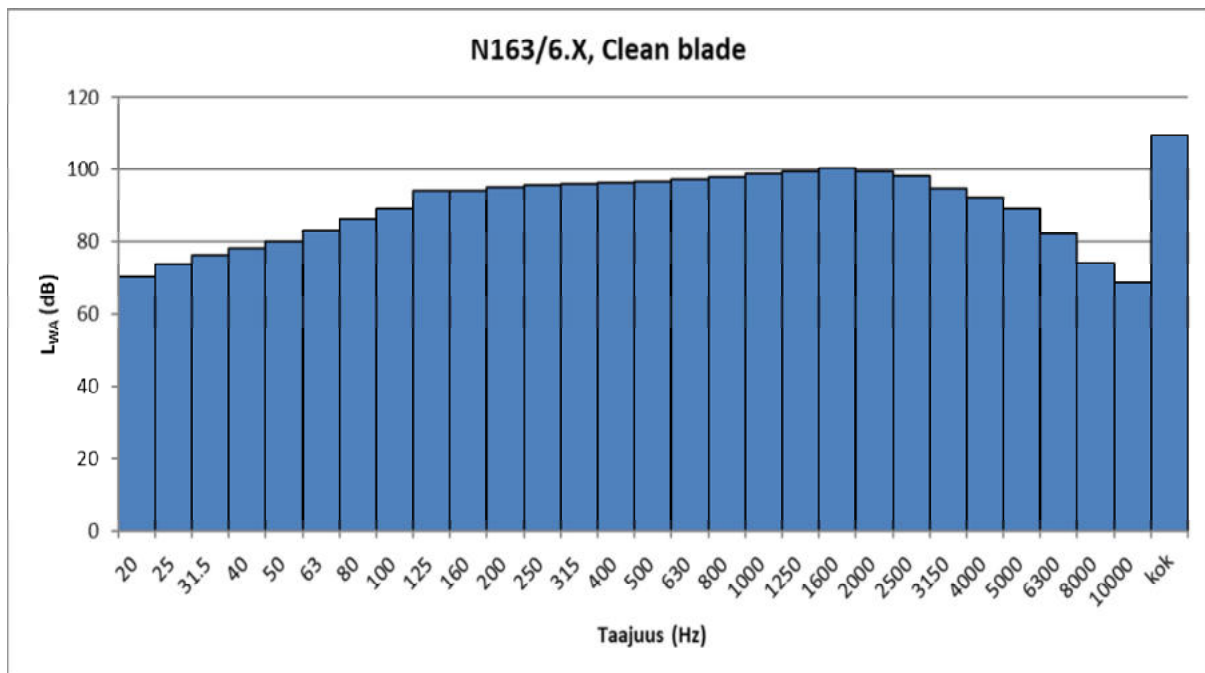
Tuulivoimalan valmistaja: Nordex  
 Tyyppi: N163-6.X  
 Sarjanumero: -  
 Nimellisteho: 6,X MW  
 Napakorkeus: 250 m  
 Roottorin halkaisija: 163 m  
 Tornin tyyppi: Putkitorni

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

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

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

109,4 dB + 2 dB  Takuuarvo



Melun erityspiirteiden mittaus 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

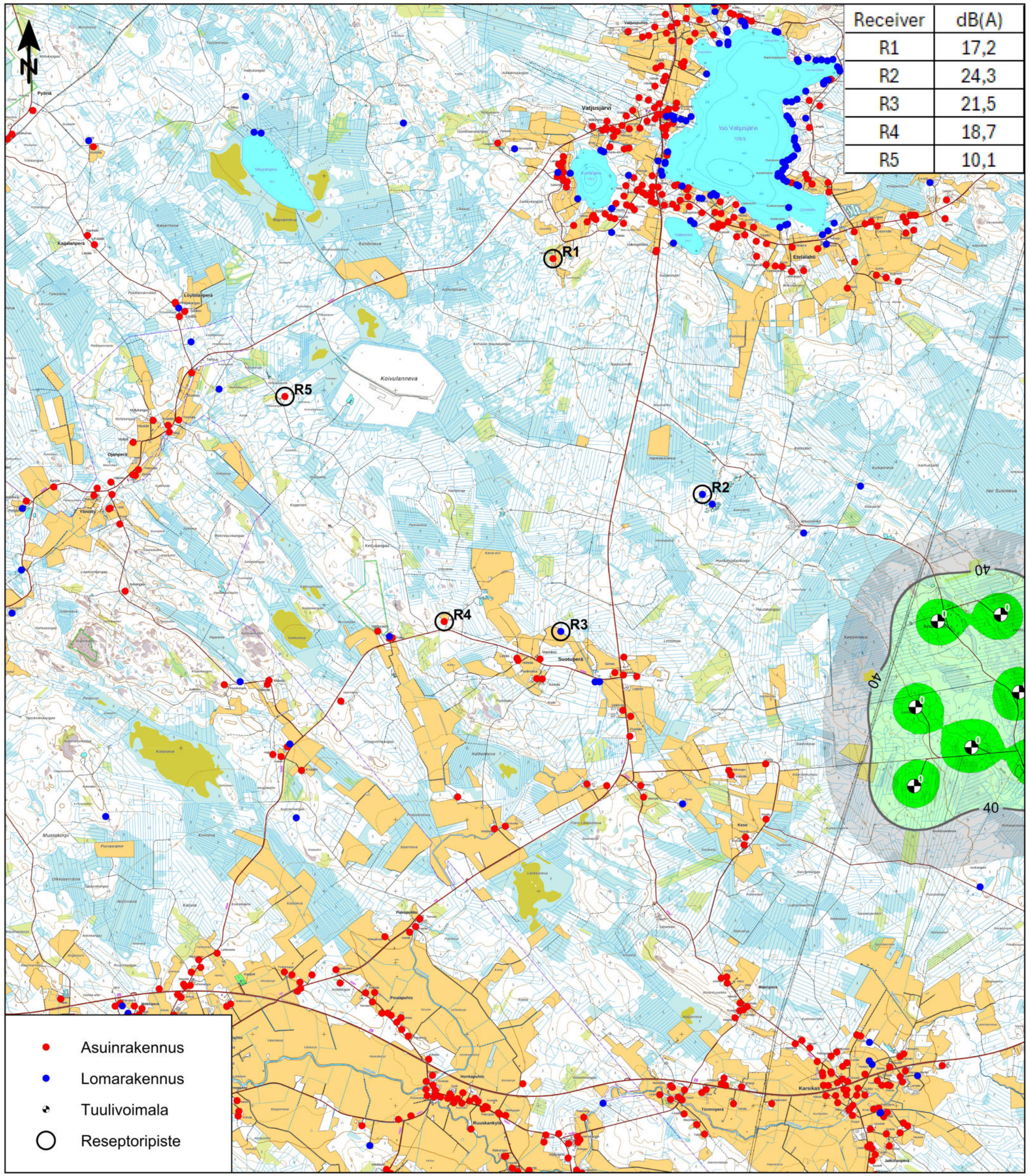
### Ilmakehän stabiilius laskennassa/meteorologinen korjaus

Neutraali 0 neutraali - stabiili sääolosuhde

### Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen

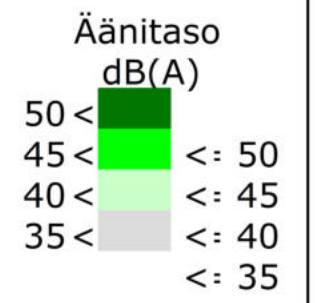
Vapaa avaruus

Muu

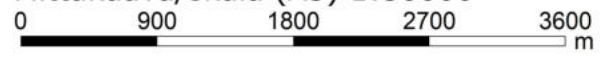


Meluvyöykkeet LAeq  
 -Laskentamalli ISO 9613-2  
 -Laskentakorkeus +4m  
 Olemassaolevat

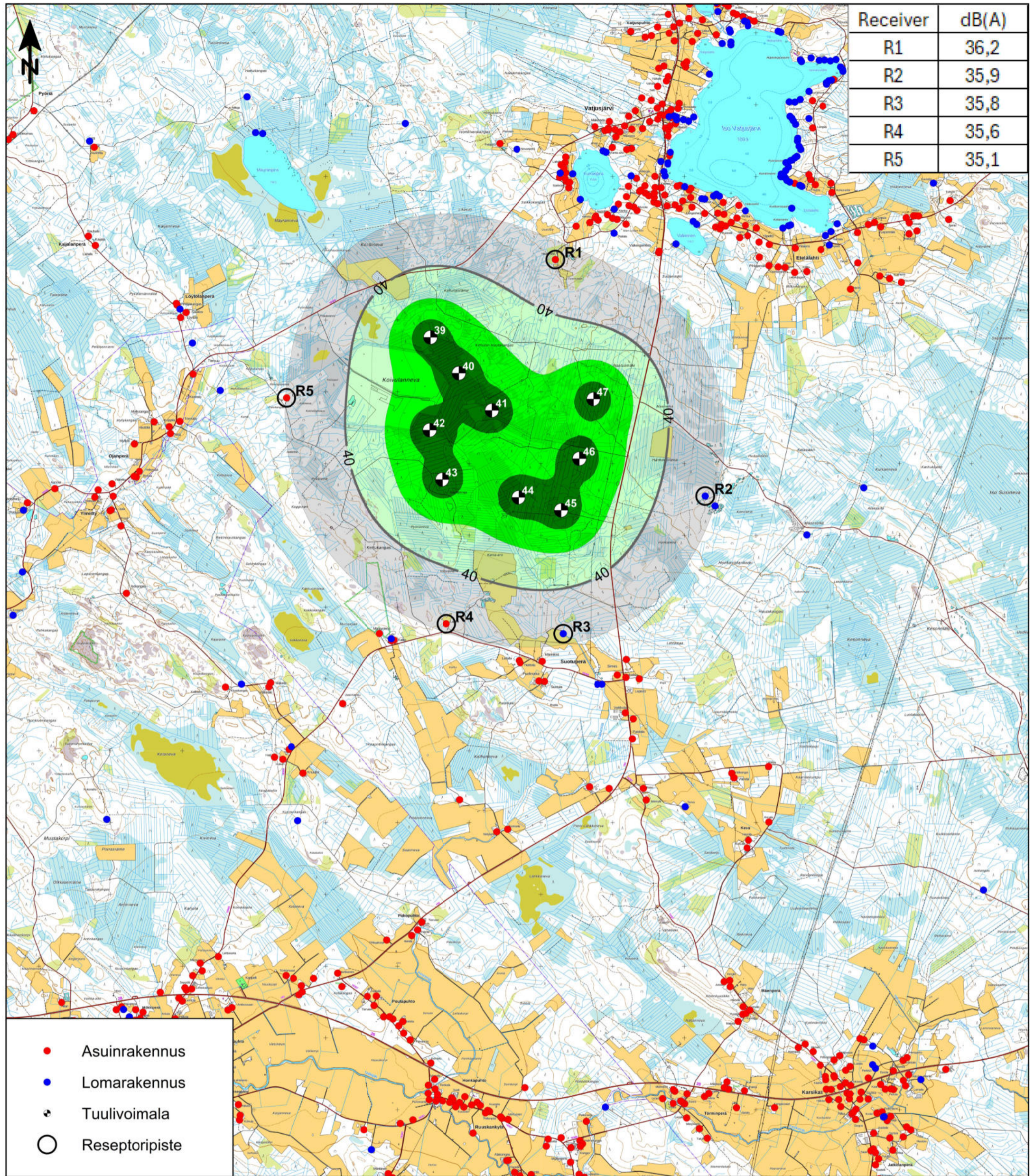
**Koivulanneva melumallinnus**



Mittakaava/skala (A3) 1:50000



27/10/2025 VV

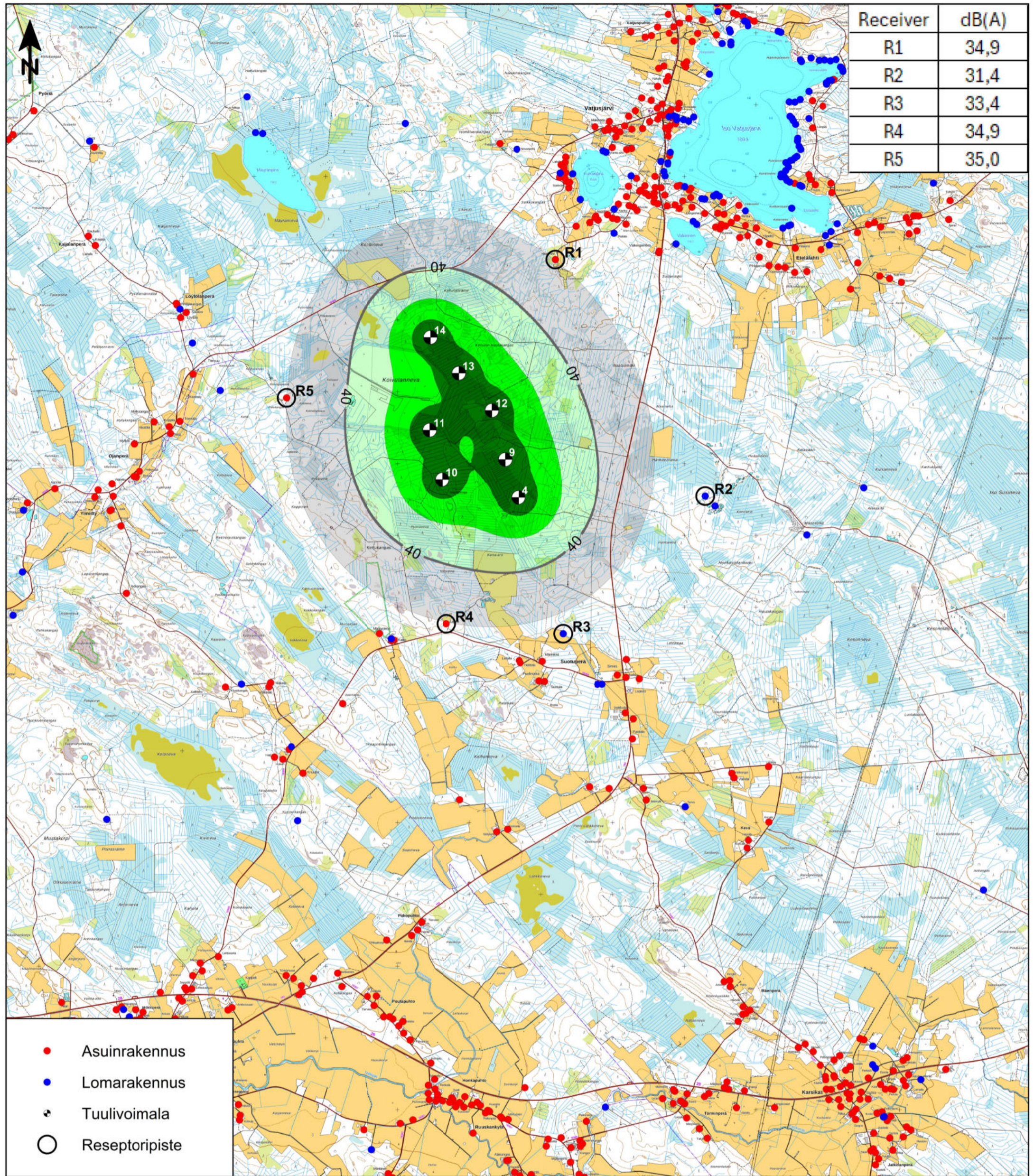


**Koivulanneva melumallinnus**

Meluvyöhykkeet LAeq  
 -Laskentamalli ISO 9613-2  
 -Laskentakorkeus +4m  
 9 WTG  
 Nordex N163  
 -HH = 250 m  
 -LWA = 109,4 dB (Clean blade) + 2 dB Uc

Äänitaso dB(A)

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



**Koivulanneva melumallinnus**

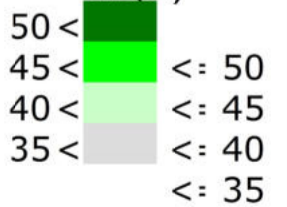
Meluvyöhykkeet LAeq

-Laskentamalli ISO 9613-2  
 -Laskentakorkeus +4m

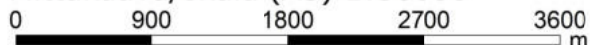
7 WTG

Nordex N163  
 -HH = 250 m  
 -LWA = 109,4 dB (Clean blade) + 2 dB Uc

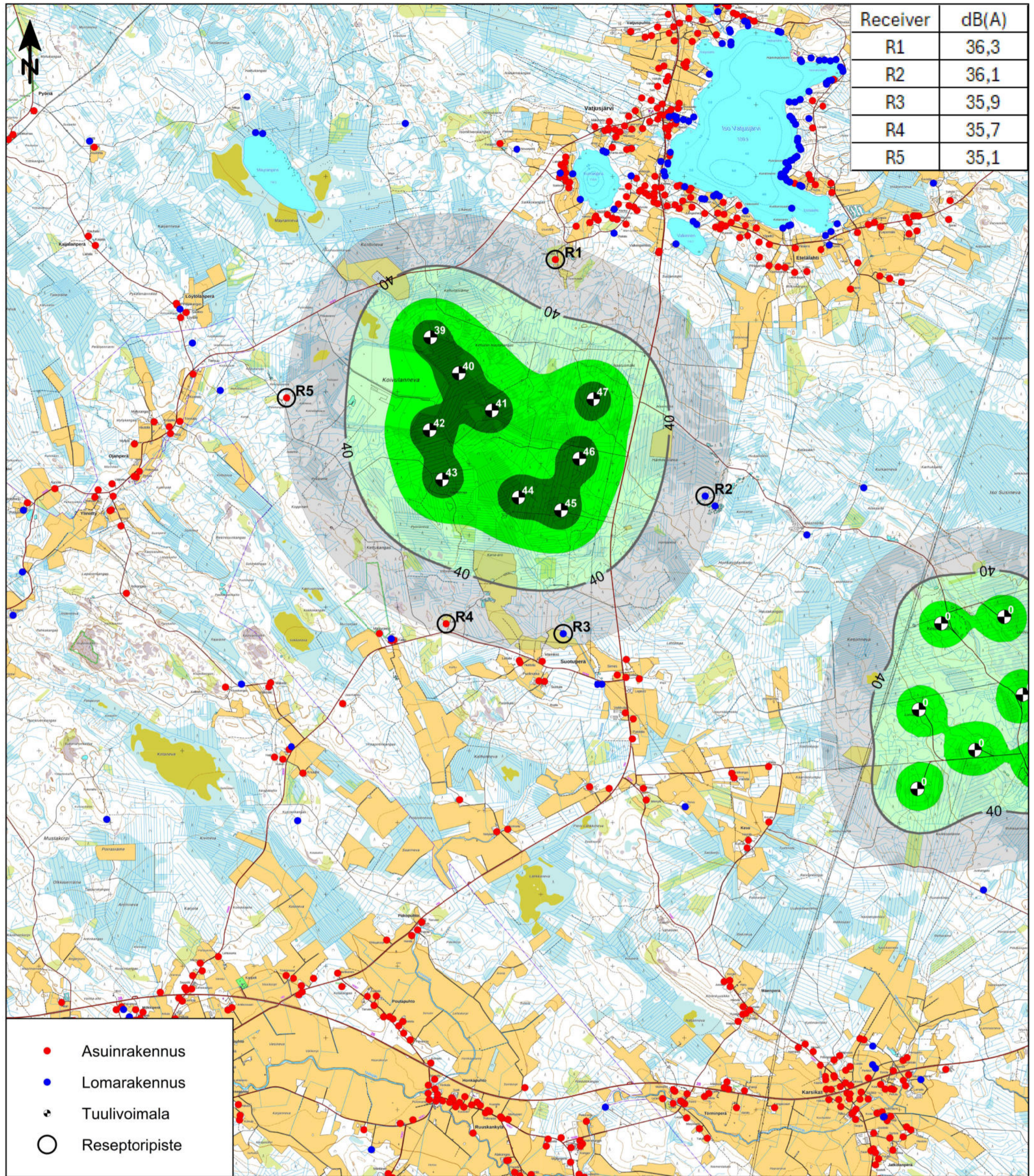
**Äänitaso dB(A)**



Mittakaava/skala (A3) 1:50000



18/10/2025 VV



Receiver	dB(A)
R1	36,3
R2	36,1
R3	35,9
R4	35,7
R5	35,1

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- ⊕ Tuulivoimala
- Reseptoripiste

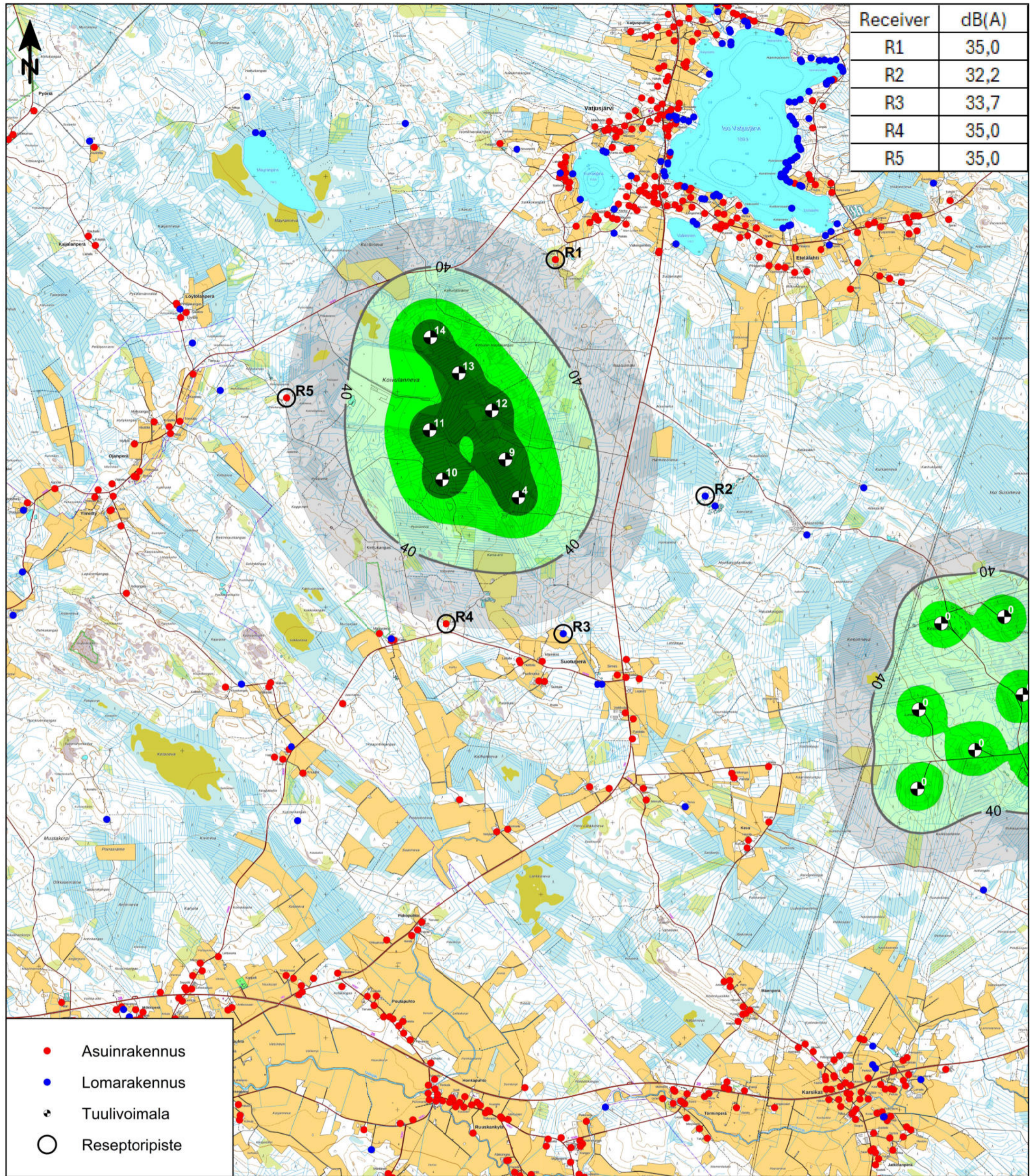


**Koivulanneva melumallinnus**

Meluvyöhykkeet LAeq  
 -Laskentamalli ISO 9613-2  
 -Laskentakorkeus +4m  
 9 WTG, olemassa olevat huomioitu  
 Nordex N163  
 -HH = 250 m  
 -LWA = 109,4 dB (Clean blade) + 2 dB Uc

Äänitaso dB(A)

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



**Koivulanneva melumallinnus**

Meluvyöhykkeet LAeq

-Laskentamalli ISO 9613-2  
-Laskentakorkeus +4m

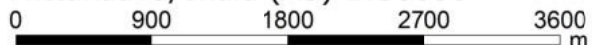
7 WTG, olemassa olevat huomioitu

Nordex N163  
-HH = 250 m  
-LWA = 109,4 dB (Clean blade) + 2 dB Uc

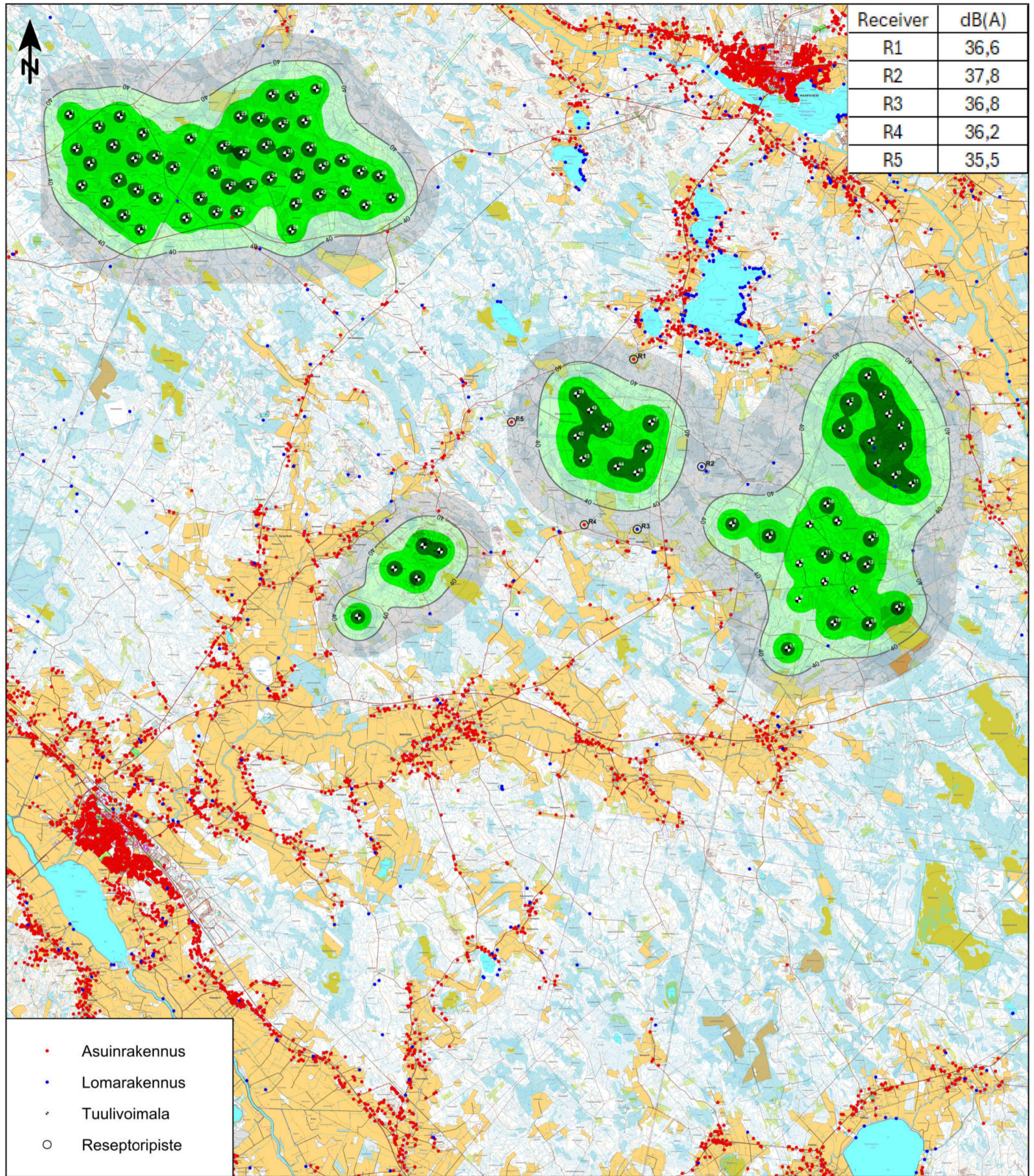
Äänitaso  
dB(A)

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

Mittakaava/skala (A3) 1:50000



18/10/2025 VV



**Koivulanneva melumallinnus**

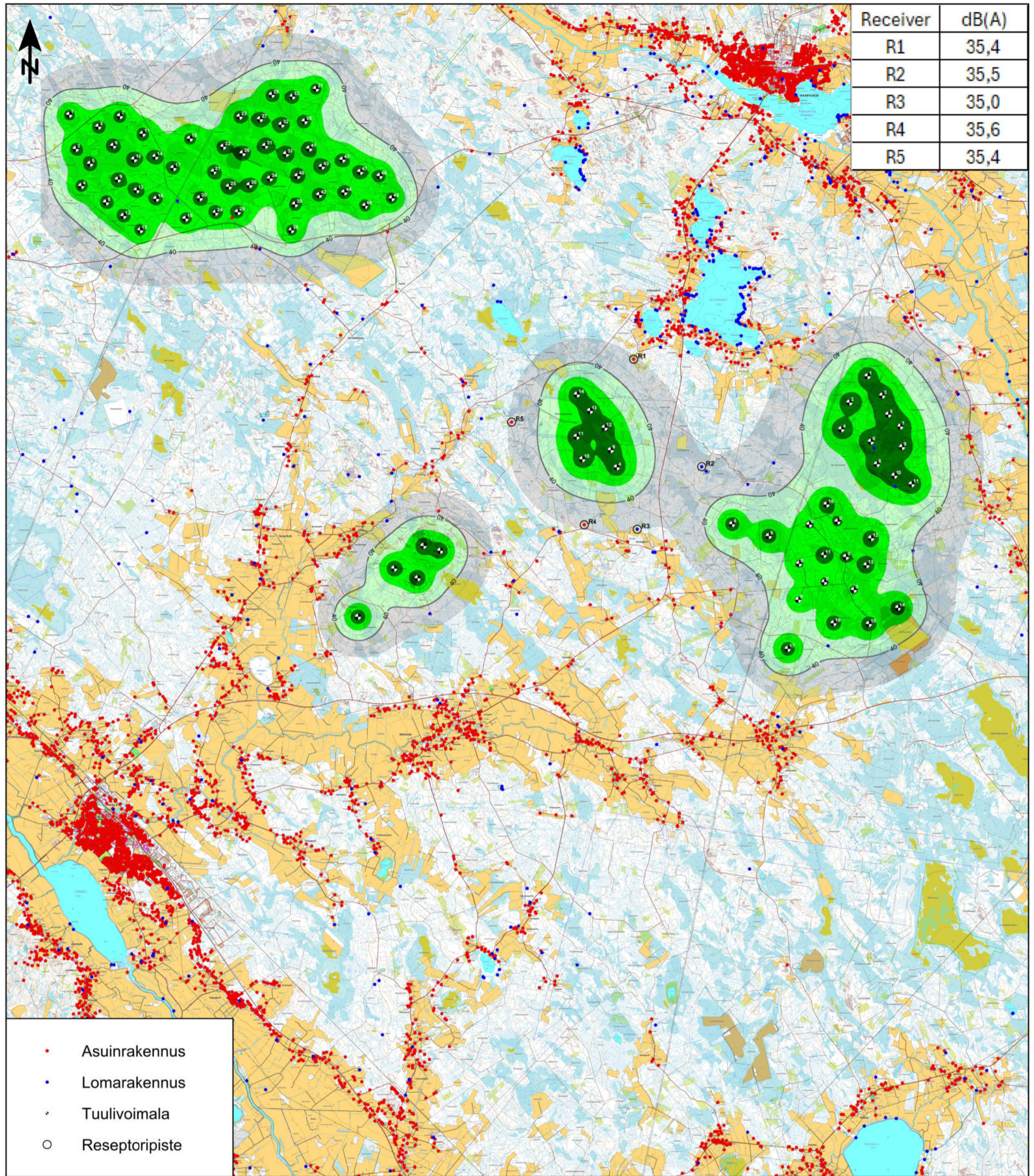
Meluvyöhykkeet LAeq  
 -Laskentamalli ISO 9613-2  
 -Laskentakorkeus +4m  
 9 WTG, olemassa ja suunnitteilla olevat huomioitu  
 Nordex N163  
 -HH = 250 m  
 -LWA = 109,4 dB (Clean blade) + 2 dB Uc

Äänitaso dB(A)

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

Mittakaava/skala (A3) 1:110000  
 0 2000 4000 6000 8000 m

18/10/2025 VV



**Koivulanneva melumallinnus**

Meluvyöhykkeet LAeq  
 -Laskentamalli ISO 9613-2  
 -Laskentakorkeus +4m  
 7 WTG, olemassa ja suunnitteilla olevat huomioitu  
 Nordex N163  
 -HH = 250 m  
 -LWA = 109,4 dB (Clean blade) + 2 dB Uc

Äänitaso dB(A)

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

Mittakaava/skala (A3) 1:110000  
 0 2000 4000 6000 8000 m

18/10/2025 VV

**Pienitaajuinen melu sisätiloissa, Nykytilanne**

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	29	27	25	23	23	21	17	13	8	0	-7
R2	34	32	31	29	28	27	23	19	14	7	1
R3	32	30	29	27	26	25	21	17	12	5	-2
R4	30	28	27	25	24	22	18	14	9	2	-5
R5	27	25	23	22	21	19	15	10	5	-3	-11
<b>Asumisterveysohje</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>32</b>

**Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, Nykytilanne**

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	36	35	35	34	34	34	32	29	26	21	15
R2	41	41	40	39	40	40	37	36	33	28	24
R3	40	39	38	37	38	38	35	33	31	26	21
R4	37	36	36	35	36	35	33	31	28	23	17
R5	34	33	33	32	33	32	29	27	24	18	12
<b>Asumisterveysohje</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>32</b>
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-33	-23	-16	-10	-4	-2	-3	-2	-3	-6	-8
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, VE1**

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	51	48	44	40	36	33	30	26	25	18	12
R2	51	48	44	39	35	32	29	26	24	17	12
R3	51	48	44	39	35	32	29	26	24	17	11
R4	51	48	44	39	35	32	29	26	24	17	11
R5	51	47	43	39	35	32	29	25	24	17	11
<b>Asumisterveysohje</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>32</b>

**Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE1**

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	59	56	53	50	47	46	44	43	44	39	35
R2	59	56	53	50	47	45	44	43	43	38	34
R3	59	56	53	50	47	45	44	43	43	38	34
R4	59	56	53	50	47	45	44	43	43	38	34
R5	58	56	52	49	47	45	44	42	43	38	34
<b>Asumisterveysohje</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>32</b>
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-15	-8	-3	1	3	4	4	5	8	5	3
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, VE2**

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	50	47	43	39	35	32	28	25	24	16	11
R2	48	45	40	36	32	29	26	23	21	14	8
R3	49	46	42	38	34	31	27	24	22	15	9
R4	50	47	43	39	35	32	28	25	24	16	11
R5	50	47	43	39	35	32	29	25	24	16	11
<b>Asumisterveysohje</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>32</b>

**Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE2**

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	58	55	52	49	46	45	43	42	42	37	34
R2	56	53	50	47	44	42	41	39	40	35	31
R3	57	54	51	48	45	44	42	41	41	36	32
R4	58	55	52	49	46	45	43	42	42	37	33
R5	58	55	52	49	46	45	43	42	42	38	34
<b>Asumisterveysohje</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>32</b>
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-16	-9	-4	0	2	3	3	4	6	4	2
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, VE1 nykyiset voimat huomioitu**

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	51	48	44	40	36	33	30	27	25	18	12
R2	51	48	44	40	36	33	30	27	25	18	12
R3	51	48	44	40	36	33	30	26	25	17	12
R4	51	48	44	40	36	33	30	26	24	17	11
R5	51	47	43	39	35	32	29	26	24	17	11
<b>Asumisterveysohje</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>32</b>

**Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE1 nykyiset voimat huomioitu**

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	59	56	53	50	48	46	45	43	44	39	35
R2	59	56	53	50	48	46	45	43	44	39	35
R3	59	56	53	50	47	46	45	43	43	38	34
R4	59	56	53	50	47	46	44	43	43	38	34
R5	58	56	52	49	47	45	44	42	43	38	34
<b>Asumisterveysohje</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>32</b>
Vaadittava ääneneristävyyss t korkeimmillaan	-15	-8	-3	1	4	4	5	5	8	5	3
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, VE2 nykyiset voimat huomioitu**

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	50	47	43	39	35	32	29	25	24	16	11
R2	48	45	41	37	34	31	28	24	22	15	9
R3	49	46	42	38	34	32	28	25	23	15	10
R4	50	47	43	39	35	32	29	25	24	16	11
R5	50	47	43	39	35	32	29	25	24	16	11
<b>Asumisterveysohje</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>32</b>

**Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE2 nykyiset voimat huomioitu**

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	58	55	52	49	46	45	44	42	43	38	34
R2	56	53	50	47	45	44	42	41	41	36	31
R3	57	54	51	48	46	45	43	42	42	37	33
R4	58	55	52	49	46	45	44	42	42	38	34
R5	58	55	52	49	46	45	44	42	43	38	34
<b>Asumisterveysohje</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>32</b>
Vaadittava ääneneristävyyss t korkeimmillaan	-16	-9	-4	0	2	3	4	4	7	4	2
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, VE1 nykyiset ja suunnitellut voimat huomioitu**

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	52	49	45	41	38	35	31	28	26	18	12
R2	53	49	46	42	39	36	33	29	26	19	14
R3	52	49	45	41	38	35	32	28	26	18	13
R4	52	48	45	41	38	35	31	28	25	18	12
R5	51	48	44	40	37	34	31	27	25	17	12
<b>Asumisterveysohje</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>32</b>

**Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE1 nykyiset ja suunnitellut voimat huomioitu**

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	60	57	54	51	49	47	46	44	44	39	35
R2	60	58	55	52	50	49	47	46	45	40	37
R3	59	57	54	51	49	48	46	45	44	40	36
R4	59	57	54	51	49	48	46	44	44	39	35
R5	59	56	53	50	48	47	45	44	43	38	34
<b>Asumisterveysohje</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>32</b>
Vaadittava ääneneristävyyss t korkeimmillaan	-14	-6	-1	3	6	7	7	8	9	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, VE2 nykyiset ja suunnitellut voimat huomioitu**

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	51	48	44	40	37	34	30	27	25	17	11
R2	51	47	44	40	38	35	31	28	25	18	12
R3	50	47	44	40	37	34	31	27	24	17	11
R4	51	48	44	40	37	34	31	27	25	17	12
R5	51	48	44	40	37	34	31	27	25	17	11
<b>Asumisterveysohje</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>32</b>

**Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE2 nykyiset ja suunnitellut voimat huomioitu**

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	59	56	53	50	48	47	45	43	43	38	34
R2	58	56	53	51	49	48	46	44	43	39	35
R3	58	55	53	50	48	47	45	44	43	38	34
R4	59	56	53	50	48	47	45	44	43	38	34
R5	58	56	53	50	48	47	45	43	43	38	34
<b>Asumisterveysohje</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>32</b>
Vaadittava ääneneristävyyss t korkeimmillaan	-15	-8	-3	2	5	6	6	6	7	5	3
Ääneneristävyyssarvot (äänitasoero ΔL)	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8