

Vastaanottaja
Valorem Energies Finland Oy

Asiakirjatyyppe
Raportti

Päivämäärä
21.5.2025

Viite
1510071833-018

HONKALANKANKAAN JA NEITTÄVÄNVAARAN TUULIVOIMAHANKKEET MELUMALLINNUS

Päivämäärä 21.5.2025
Laatija Ville Virtanen
Tarkastaja Jari Hosiokangas
Versio 02

Tuulivoimahankkeiden meluselvitys

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 4/2024 aineistoa.

Viite 1510071833-018

Raporttihistoria:

Versio	Pvm / Laatija	Muutokset
01	16.5.2025, VV	-
02	21.5.2025, VV	Voimalanumerointi muutettu

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	6
3.3	Maastomalli ja rakennustiedot	7
4.	TULOKSET	8
4.1	Mallinnustulokset	8
4.2	Pienitaajuinen melu	9
5.	TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	9
5.1	Melun erityispiirteet ja häiritsevyyskorjaukset	9
5.2	Alueen tuuliolosuhteet ja niiden vaikutukset meluun	9
5.3	Melutasot verrattuna ohjearvoihin	10

LIITTEET

Liite 1	Laskentaparametrit ja tuulivoimaloiden akustiset tiedot
Liite 2	Meluvyöhykkeet, VE1 Honkalankangas-Neittävänvaara
Liite 3	Meluvyöhykkeet, VE2 Honkalankangas-Neittävänvaara
Liite 4	Meluvyöhykkeet, VE3 Honkalankangas-Neittävänvaara
Liite 5	Meluvyöhykkeet, VE1 Honkalankangas-Neittävänvaara, Naulakangas, Painuan kanaava ja Kokkoneva
Liite 6	Meluvyöhykkeet, VE2 Honkalankangas-Neittävänvaara, Naulakangas, Painuan kanaava ja Kokkoneva
Liite 7	Meluvyöhykkeet, VE3 Honkalankangas-Neittävänvaara, Naulakangas, Painuan kanaava ja Kokkoneva
Liite 8	Pienitaajuinen melu

1. YLEISTÄ

Valorem Energies Finland Oy suunnittelee Vaalan Honkalankankaan alueelle sekä Siikalatvan Neittävänvaaran alueelle tuulivoimapuistoa. Tässä selvityksessä on mallinnettu tuulivoimalaitosten aiheuttamat melutasot niiden ympäristössä kolmen eri hankevaihtoehdon osalta yhdessä lähimmän Naulakankaan tuulivoimapuiston 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 Valorem Energies 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 päivääjän 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 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
$L_{eq, 1h/dB}$	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 200 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 N163/6.XMW Clean blade -mallille annettuja lähtöarvoja. Mallinnuksessa käytettiin melupäästöarvoa LWA 109,4 dB tuulennopeuden ollessa ≥ 7 m/s 10 m referenssikorkeudella. (lähde: F008_277_A17_EN, 2023-10-13, Rev09). Saatujen lähtötietojen mukaan ko. voimalamallin melutaso ei kasva sen jälkeen, kun tuulennopeus saavuttaa arvon 7 m/s referenssikorkeudella, toisin sanoen tuulennopeudella 7 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 N163/6.XMW -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. Honkalankankaan ja Neittävänvaaran koordinaatit vaihtoehtoisissa VE1-VE3 (ETRS-TM35FIN)

VE1			VE2			VE3		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
474697	7140704	105	472308	7140758	124	474697	7140704	105
474131	7141093	105	471672	7140895	109	474131	7141093	105
473521	7140864	107	470750	7140746	106	473521	7140864	107
472935	7140249	114	471717	7139993	111	472935	7140249	114
472308	7140758	124	472344	7139873	118	472308	7140758	124
471672	7140895	109	471900	7138945	111	471672	7140895	109
470750	7140746	106	470794	7139777	107	470750	7140746	106
471717	7139993	111	470550	7138827	105	471717	7139993	111
472344	7139873	118	471550	7137933	110	472344	7139873	118
471900	7138945	111	471940	7137120	113	471900	7138945	111
471179	7139123	110	471044	7137059	109	471179	7139123	110
470794	7139777	107	470320	7137018	112	470794	7139777	107
470550	7138827	105	469685	7137827	103	470550	7138827	105
471550	7137933	110	472092	7136319	115	471550	7137933	110
471940	7137120	113	472840	7133995	110	471940	7137120	113
471044	7137059	109	473481	7134018	114	471044	7137059	109
470320	7137018	112	474141	7134603	125	470320	7137018	112
469685	7137827	103	474820	7134727	119	469685	7137827	103
472092	7136319	115	475196	7133840	117	472092	7136319	115
472453	7135739	115	474306	7133808	115	472453	7135739	115
472840	7133995	110	473665	7133021	117	472840	7133995	110
473481	7134018	114	474378	7132864	116	473481	7134018	114
474141	7134603	125	475826	7133625	111	474141	7134603	125
474820	7134727	119	481646	7139182	124	474820	7134727	119
475196	7133840	117	480230	7138087	123	475196	7133840	117
474306	7133808	115	479358	7137506	118	474306	7133808	115
473665	7133021	117	478481	7137088	115	473665	7133021	117
474378	7132864	116	480853	7138535	123	474378	7132864	116
475826	7133625	111	471179	7139123	110	475826	7133625	111
481646	7139182	124	472935	7140249	114	472935	7140249	114
480230	7138087	123	474131	7141093	105	474131	7141093	105
479358	7137506	118	473521	7140864	107	473521	7140864	107
478481	7137088	115	474697	7140704	105	474697	7140704	105
478265	7136041	117						
478490	7135202	119						
477748	7135051	116						
477042	7134897	111						
477416	7134138	116						
478048	7133525	116						
479030	7134039	123						
478696	7133194	121						
479233	7135048	122						
480853	7138535	123						

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 sisämeluntasoa (Leq) tarkasteltiin tuulivoimaloita lähinnä sijaitsevan asuintalon kohdalla olevassa reseptoripisteessä. Melupäästötietoina käytettiin laitostmallin 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 ammatikorkeakoulun 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.

4. TULOKSET

4.1 Mallinnustulokset

Mallinnuksen laskennalliset meluvyöhykkeet (A-painotettu keskiäänitaso) on esitetty liitteissä 2–7. 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 Honkalankankaan ja Neittävänvaaran voimalaitokset. Taulukossa 5 on huomioitu Honkalankankaan, Neittävänvaaran lisäksi Naulakankaan, Painuan kanavan ja Kokkonevan voimalaitokset.

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

Reseptori	VE1 LAeq / dB	VE2 LAeq / dB	VE3 LAeq / dB
1	30,4	26,2	28,4
2	31,0	28,6	27,7
3	32,5	30,2	28,9
4	34,7	33,7	28,9
5	38,6	37,7	36,5
6	38,6	35,6	36,5
7	38,3	35,5	36,2
8	35,2	34,8	28,3
9	35,5	34,8	32,9
10	36,8	36,0	35,1
11	37,4	36,8	36,5
12	35,7	35,5	35,4
13	36,9	36,9	36,8
14	35,7	35,7	35,6
15	39,0	38,6	38,4
16	36,3	28,9	35,5

Taulukko 5. A-painotetut melutasot eniten melulle altistuvien kohteiden kohdalla (ulkomelutaso)

Reseptori	VE1 LAeq / dB	VE2 LAeq / dB	VE3 LAeq / dB
1	31,1	27,9	29,5
2	32,7	31,3	30,8
3	33,6	32,0	31,1
4	35,6	34,7	31,6
5	38,8	37,9	36,8
6	39,0	36,4	37,2
7	38,8	36,4	36,9
8	35,7	35,3	30,1
9	35,6	34,9	33,1
10	36,8	36,1	35,2
11	37,5	36,9	36,5
12	35,7	35,5	35,4
13	37,0	36,9	35,8
14	35,8	35,8	35,8
15	39,2	38,8	38,6
16	36,6	30,4	35,8

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

4.2 Pienitaajuinen melu

Pienitaajuisen melun tasot terssikaistoittain laskettiin kuvassa 1 esitettyihin reseptoripisteisiin R1-R16. Taajuuspainottamattomat melutasot sisällä ja ulkona on esitetty tarkemmin liitteessä 8.

Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisiin pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin verrattessa, ulkovaipalta vaadittavat äänitasoerot (ΔL) välillä 31,5–200 Hz ovat 1–11 dB vaihtoehdon laajimmassa VE1 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 ääneneristävyyssarvot (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

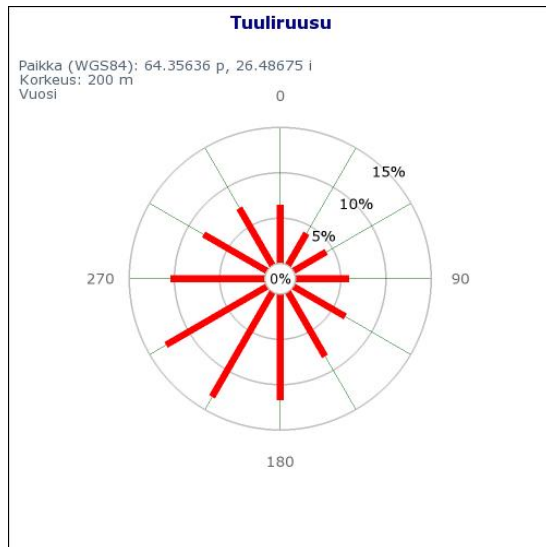
Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyyskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustulokseen, mikäli melun 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 7 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 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 päiväjän ohjearvon 45 dB ja yöajan ohjearvon 40 dB kaikkien hankealueen ympäristössä sijaitsevien asuin- ja lomarakennusten kohdalla jokaisessa mallinnetussa tilanteessa.

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: 1/4/2025

Hankevastaava: Enersense Wind Oy
Hankealue: Honkalankangas, Vaala ja Neittävänvaara, Siikalatva

Mallinnusohjelman tiedot

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

Tuulivoimaloiden perustiedot ja akustiset tiedot

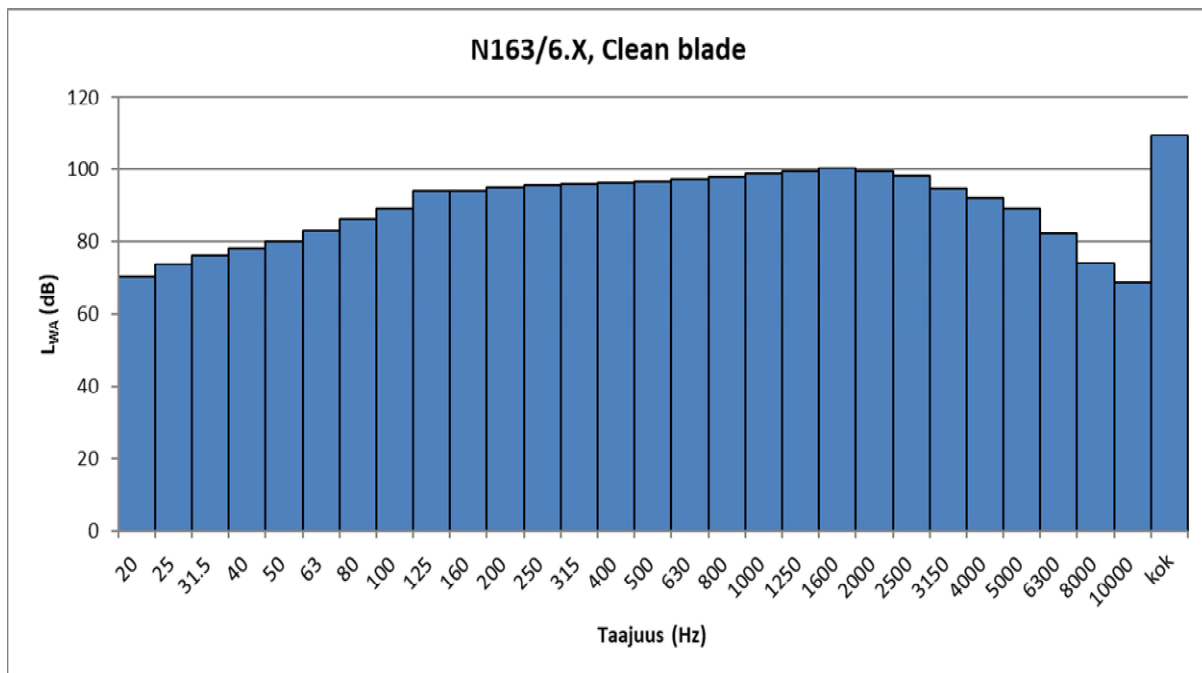
Tuulivoimalan valmistaja: Nordex
Tyyppi: N163-6.X
Sarjanumero: -
Nimellisteho: 6,X MW
Napakorkeus: 200 m
Roottorin halkaisija: 163 m
Tornin tyyppi: Putkitorni

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

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

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: ☐ Kyllä ☐ Ei ☒ Ei ilmoitettu

Laskennan lähtötiedot

Laskentaverkko

Laskentakorkeus:

4 metriä

Laskentaruudun 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

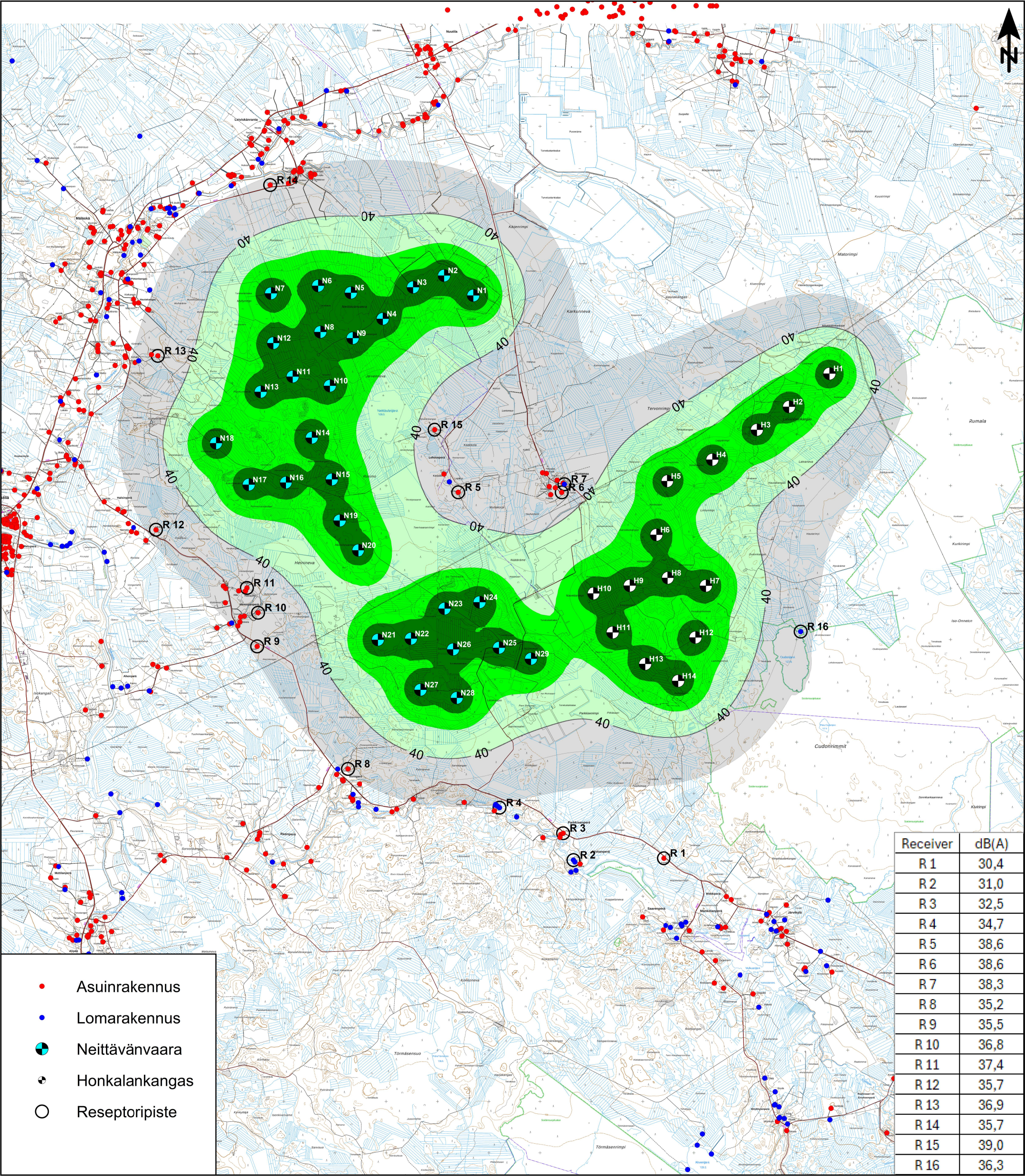
Ilmakehän stabiilius laskennassa / meteorologinen korjaus

Neutraali 0 neutraali - stabiili sääolosuhde

Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen

☒ Vapaa avaruus

☐ Muu



Receiver	dB(A)
R 1	30,4
R 2	31,0
R 3	32,5
R 4	34,7
R 5	38,6
R 6	38,6
R 7	38,3
R 8	35,2
R 9	35,5
R 10	36,8
R 11	37,4
R 12	35,7
R 13	36,9
R 14	35,7
R 15	39,0
R 16	36,3



Yhteismelumallinnus Honkalankangas ja Neittävänvaara

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

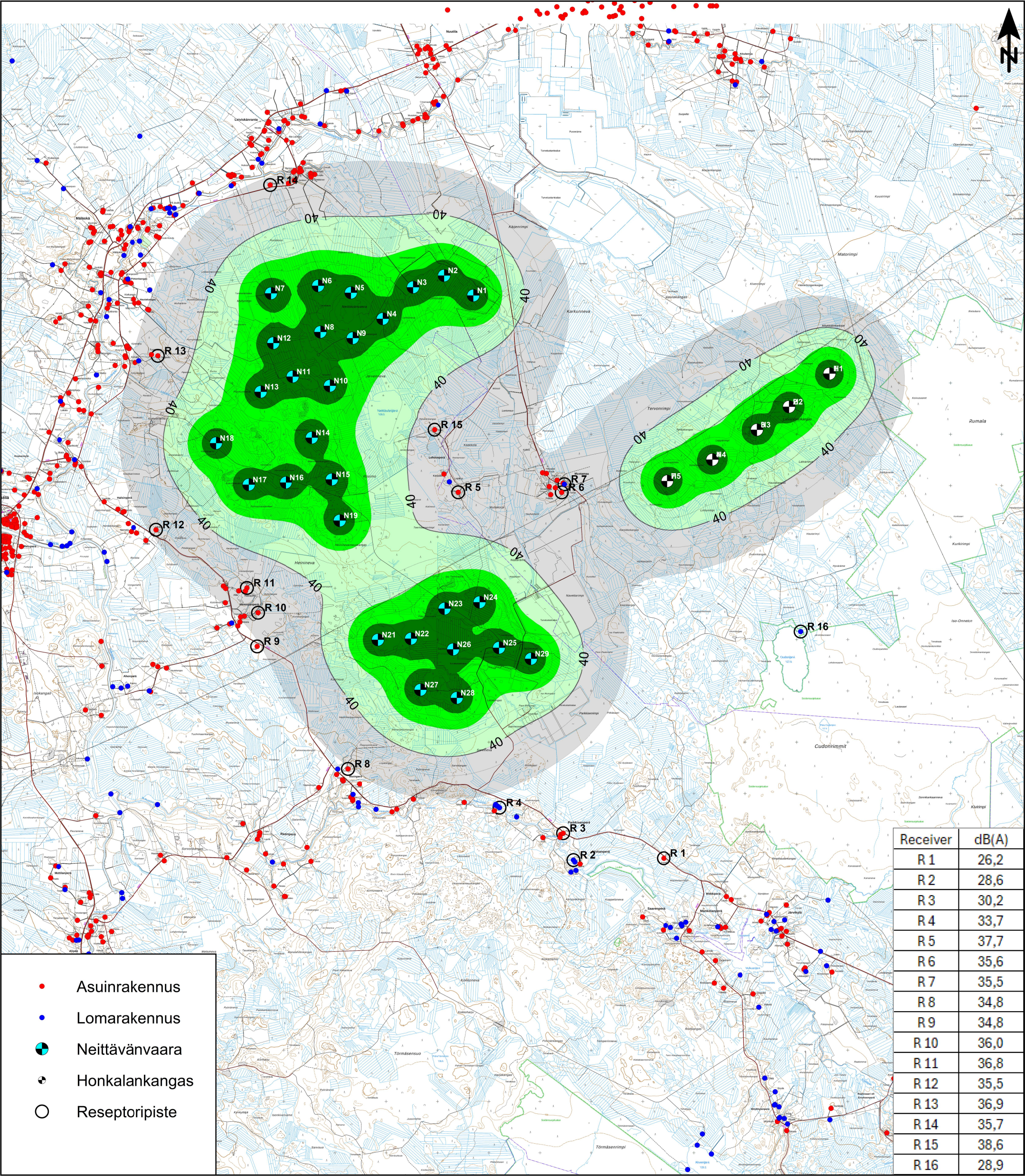
VE1
Nordex N163/7.0MW
-HH = 200 m
- L_{WA} = 109,4 dB (Clean blade) + 2 dB U_c

Neittävänvaara 29 WTG
Honkalankangas 14 WTG

Äänitaso dB(A)	
50 <	
45 <	<= 50
40 <	<= 45
35 <	<= 40
	<= 35

Mittakaava/skala (A3) 1:70000
0 1000 2000 3000 4000 m

16/9/2025 VV



**Yhteismelumallinnus
Honkalankangas ja
Neittävänvaara**

Meluvyöhykkeet LAeq

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

VE2
Nordex N163/7.0MW
-HH = 200 m
-LWA = 109,4 dB (Clean blade) + 2 dB Uc

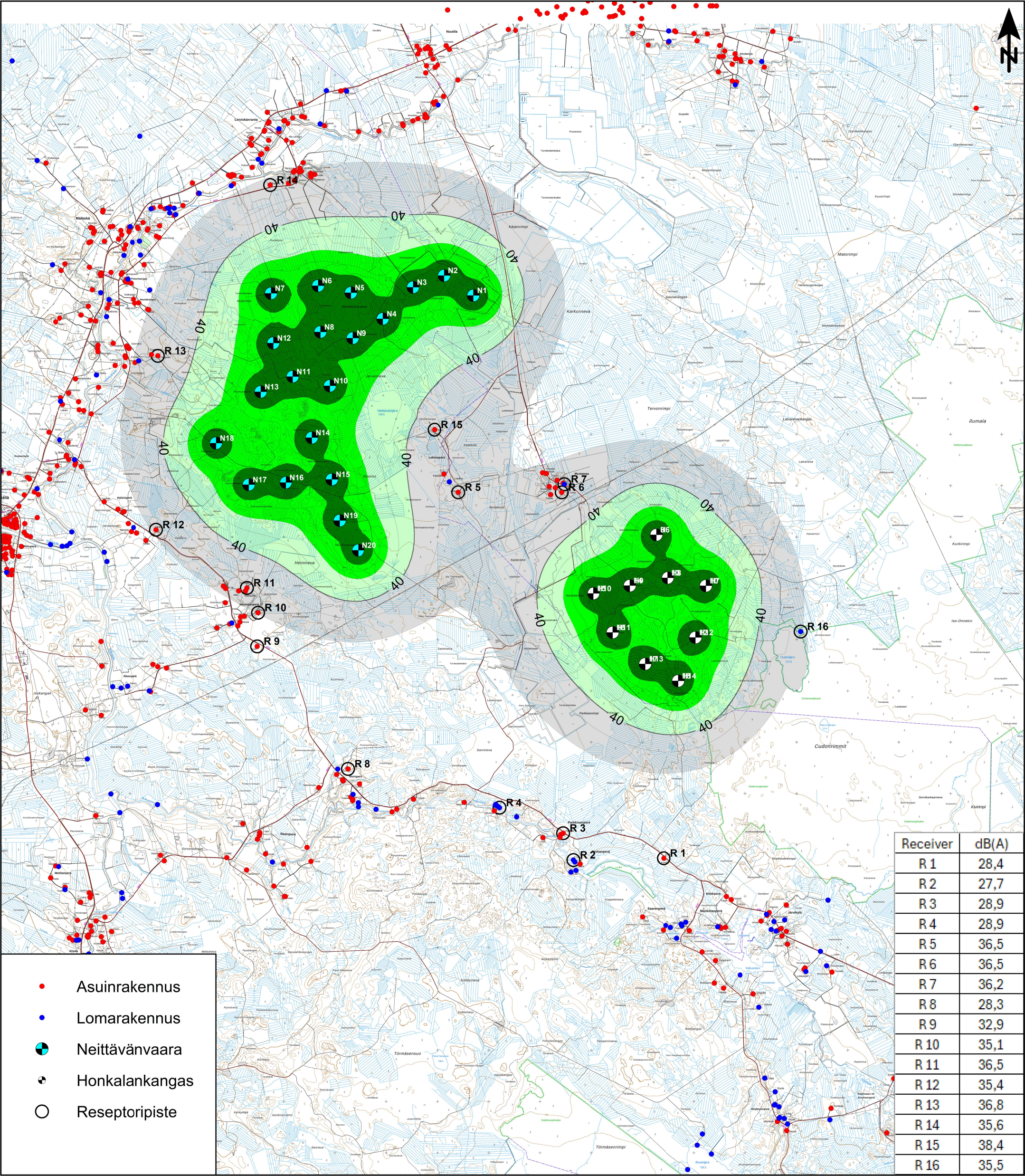
Neittävänvaara 28 WTG
Honkalankangas 5 WTG

Receiver	dB(A)
R 1	26,2
R 2	28,6
R 3	30,2
R 4	33,7
R 5	37,7
R 6	35,6
R 7	35,5
R 8	34,8
R 9	34,8
R 10	36,0
R 11	36,8
R 12	35,5
R 13	36,9
R 14	35,7
R 15	38,6
R 16	28,9

Äänitaso dB(A)	
50 <	<= 50
45 <	<= 45
40 <	<= 40
35 <	<= 35

Mittakaava/skala (A3) 1:70000
0 1000 2000 3000 4000 m

16/9/2025 VV



Yhteismelumallinnus Honkalankangas ja Neittävänvaara

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

VE3
Nordex N163/7.0MW
-HH = 200 m
- L_{WA} = 109,4 dB (Clean blade) + 2 dB U_c

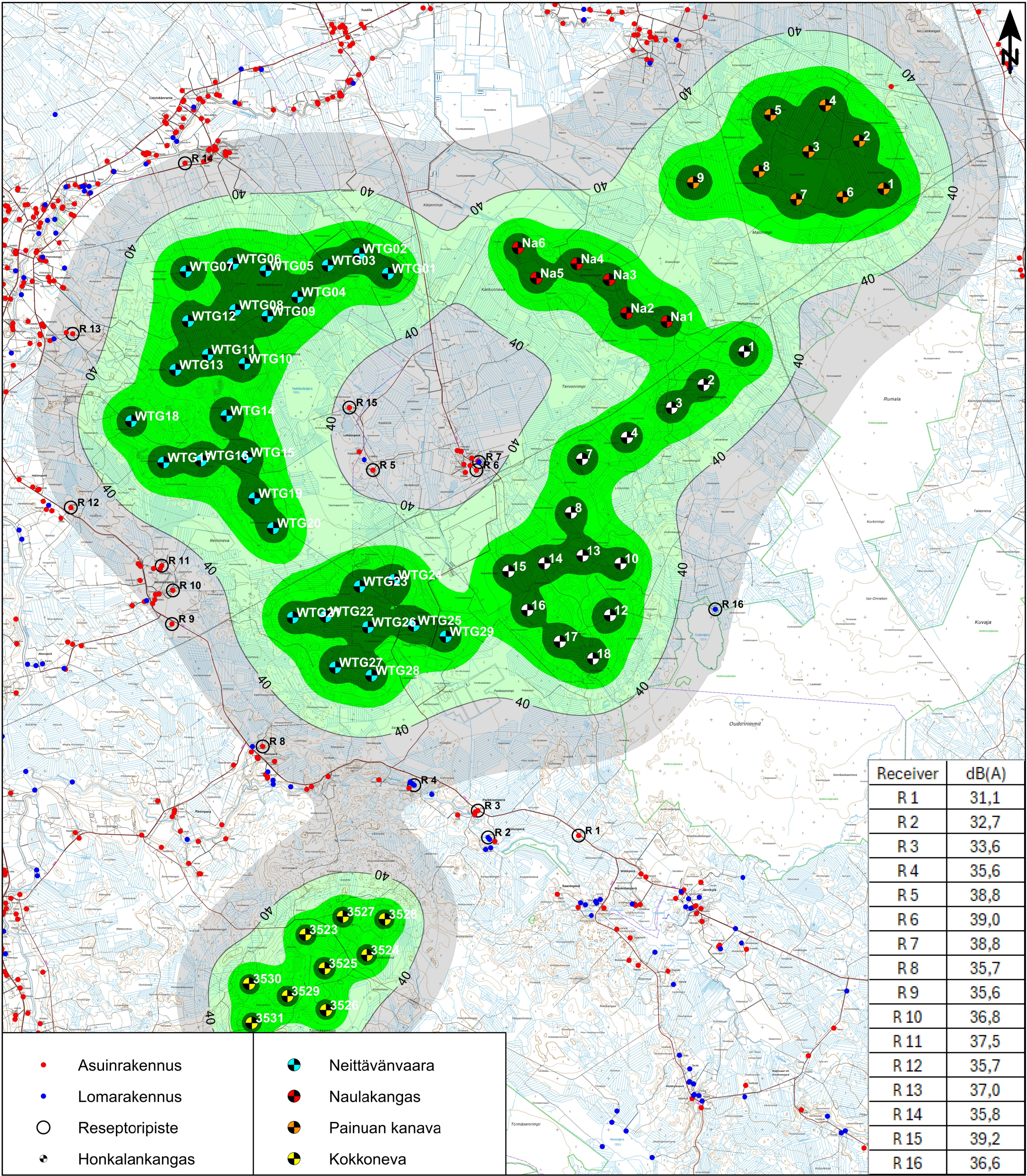
Neittävänvaara 20 WTG
Honkalankangas 9 WTG

Mittakaava/skala (A3) 1:70000
0 1000 2000 3000 4000 m

16/9/2025 VV

Äänitaso
dB(A)

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



Receiver	dB(A)
R 1	31,1
R 2	32,7
R 3	33,6
R 4	35,6
R 5	38,8
R 6	39,0
R 7	38,8
R 8	35,7
R 9	35,6
R 10	36,8
R 11	37,5
R 12	35,7
R 13	37,0
R 14	35,8
R 15	39,2
R 16	36,6



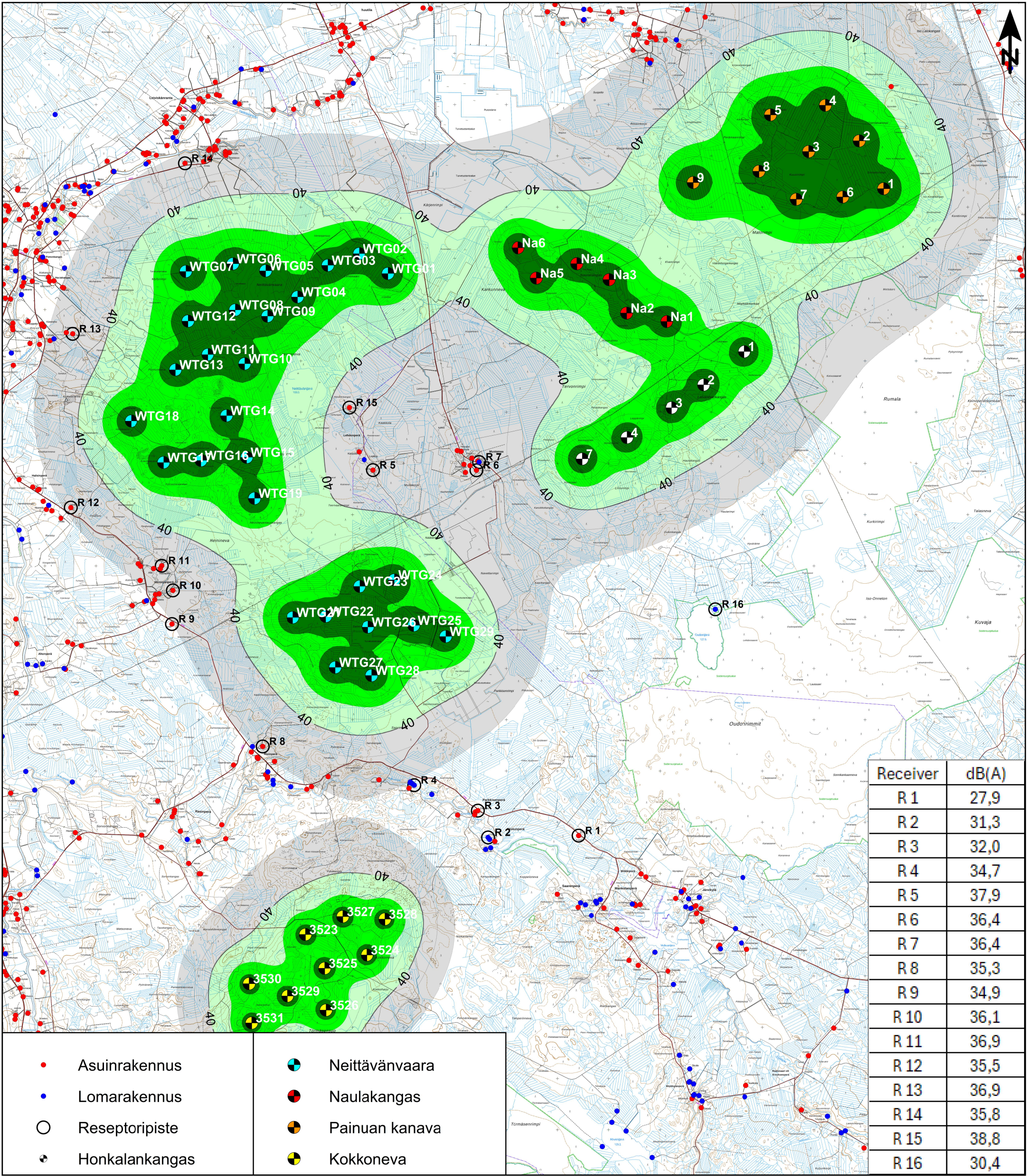
**Yhteismelumallinnus
Honkalankangas,
Neittävänvaara ja
Naulakangas**

Meluvyöhykkeet LAeq
-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m
VE1
Nordex N163/7.0MW
-HH = 200 m
-LWA = 109,4 dB (Clean blade) + 2 dB Uc
Neittävänvaara 29 WTG
Honkalankangas 14 WTG
Naulakangas 6 WTG
Kokkoneva 9 WTG
Painuan kanava 9 WTG

Mittakaava/skala (A3) 1:70000
0 1000 2000 3000 4000 m

16/9/2025 VV

Äänitaso
dB(A)
50 <
45 < <= 50
40 < <= 45
35 < <= 40
<= 35



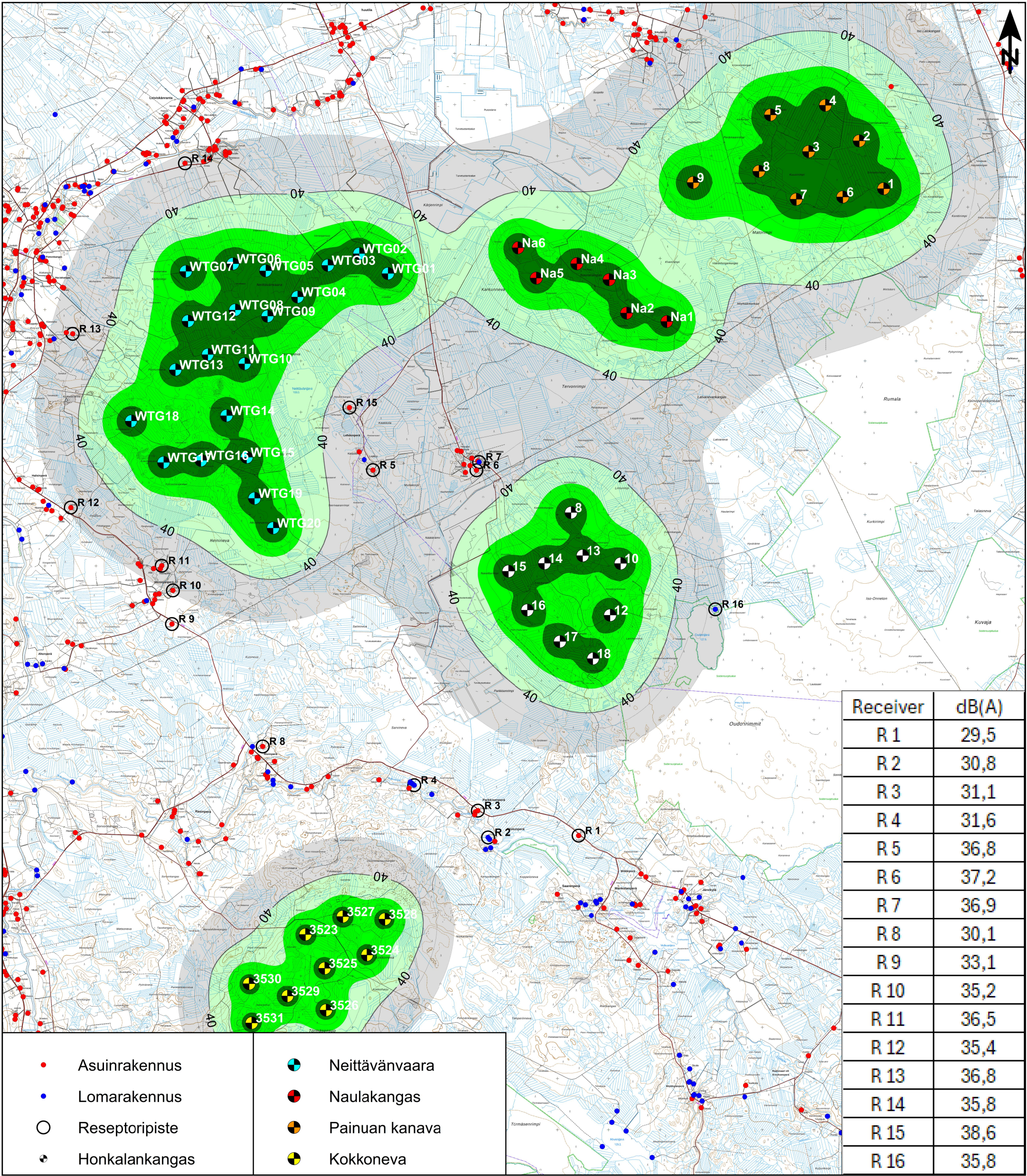
Yhteismelumallinnus
Honkalankangas,
Neittävänvaara ja
Naulakangas

Mittakaava/skala (A3) 1:70000
0 1000 2000 3000 4000 m

Meluvyöhykkeet LAeq
-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m
VE2
Nordex N163/7.0MW
-HH = 200 m
-LWA = 109,4 dB (Clean blade) + 2 dB Uc
Neittävänvaara 28 WTG
Honkalankangas 5 WTG
Naulakangas 6 WTG
Kokkoneva 9 WTG
Painuan kanava 9 WTG

16/9/2025 VV

Äänitaso
dB(A)
50 < <= 50
45 < <= 45
40 < <= 40
35 < <= 35



Receiver	dB(A)
R 1	29,5
R 2	30,8
R 3	31,1
R 4	31,6
R 5	36,8
R 6	37,2
R 7	36,9
R 8	30,1
R 9	33,1
R 10	35,2
R 11	36,5
R 12	35,4
R 13	36,8
R 14	35,8
R 15	38,6
R 16	35,8



**Yhteismelumallinnus
Honkalankangas,
Neittävänvaara ja
Naulakangas**

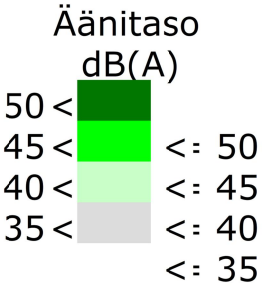
Meluvyöhykkeet LAeq
-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

VE3
Nordex N163/7.0MW
-HH = 200 m
-LWA = 109,4 dB (Clean blade) + 2 dB Uc

Neittävänvaara 20 WTG
Honkalankangas 9 WTG
Naulakangas 6 WTG
Kokkoneva 9 WTG
Painuan kanava 9 WTG

Mittakaava/skala (A3) 1:70000
0 1000 2000 3000 4000 m

16/9/2025 VV



Pienitaajuinen melu sisätiloissa, VE1, Honkalankangas, Neittävänvaara											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	50	46	42	38	34	31	27	24	22	14	7
R2	50	47	43	38	34	31	28	24	22	14	8
R3	51	48	43	39	35	32	29	25	23	16	9
R4	52	49	45	40	36	33	30	26	25	17	11
R5	55	52	48	43	40	36	33	30	28	21	15
R6	55	52	47	43	39	36	33	30	28	21	15
R7	55	51	47	43	39	36	33	29	28	20	14
R8	52	49	45	41	37	33	30	27	25	17	11
R9	53	49	45	41	37	34	31	27	25	18	12
R10	53	50	46	42	38	35	31	28	26	19	13
R11	54	50	46	42	38	35	32	28	27	19	14
R12	53	49	45	41	37	34	30	27	25	18	12
R13	53	50	46	42	38	35	31	28	26	19	13
R14	52	49	45	41	37	34	30	27	25	18	12
R15	55	52	48	44	40	37	33	30	28	21	15
R16	53	49	45	41	37	34	31	27	25	18	12
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE1, Honkalankangas, Neittävänvaara											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	57	55	51	48	45	44	42	40	40	35	30
R2	58	55	52	49	46	44	43	41	41	35	31
R3	59	56	53	49	47	45	43	42	42	37	32
R4	60	57	54	51	48	46	45	43	43	38	34
R5	63	60	57	54	51	49	48	47	47	42	38
R6	63	60	57	54	51	49	48	46	47	42	37
R7	62	60	56	53	51	49	48	46	47	41	37
R8	60	57	54	51	48	46	45	43	44	38	34
R9	60	58	54	51	49	47	45	44	44	39	35
R10	61	58	55	52	49	48	46	45	45	40	36
R11	61	59	56	52	50	48	47	45	46	40	36
R12	60	57	54	51	48	47	45	44	44	39	35
R13	61	58	55	52	49	48	46	45	45	40	36
R14	60	57	54	51	48	47	45	44	44	39	35
R15	63	60	57	54	51	50	48	47	47	42	38
R16	60	58	54	51	48	47	45	44	44	39	35
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyys korkeimmillaan	-11	-4	1	5	7	8	8	9	11	8	6
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, Honkalankangas, Neittävänvaara											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	47	43	39	35	31	28	24	21	18	10	4
R2	48	45	40	36	32	29	26	22	20	12	6
R3	49	46	41	37	33	30	27	23	21	13	7
R4	51	47	43	39	35	32	29	25	23	16	10
R5	54	51	47	42	39	35	32	29	27	20	14
R6	53	49	45	41	37	34	31	27	25	18	12
R7	53	49	45	41	37	34	31	27	25	18	12
R8	52	48	44	40	36	33	29	26	24	17	11
R9	52	49	44	40	36	33	30	26	25	17	11
R10	53	49	45	41	37	34	31	27	26	18	12
R11	53	50	46	42	38	35	31	28	26	19	13
R12	52	49	45	40	36	33	30	27	25	17	12
R13	53	50	46	41	37	34	31	28	26	19	13
R14	52	49	45	41	37	34	30	27	25	18	12
R15	55	51	47	43	39	36	33	29	28	20	15
R16	48	45	41	36	32	29	26	22	20	12	6
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE2, Honkalankangas, Neittävänvaara											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	54	52	48	45	42	41	39	37	37	31	26
R2	56	53	50	47	44	42	40	39	39	33	28
R3	57	54	51	47	45	43	41	40	40	34	30
R4	58	56	52	49	47	45	43	42	42	37	33
R5	62	59	56	53	50	48	47	46	46	41	37
R6	60	58	54	51	48	47	45	44	44	39	35
R7	60	58	54	51	48	47	45	44	44	39	35
R8	59	56	53	50	47	46	44	43	43	38	34
R9	60	57	54	51	48	46	45	43	44	38	34
R10	60	58	54	51	49	47	46	44	44	39	35
R11	61	58	55	52	49	48	46	45	45	40	36
R12	60	57	54	51	48	46	45	43	44	39	34
R13	61	58	55	52	49	47	46	45	45	40	36
R14	60	57	54	51	48	47	45	44	44	39	35
R15	62	60	56	53	51	49	48	46	47	42	37
R16	56	53	50	47	44	42	41	39	39	33	29
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-12	-4	0	4	7	7	8	8	11	8	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, VE3, Honkalankangas, Neittävänvaara											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	48	44	40	36	32	29	25	22	20	12	5
R2	47	44	40	36	32	28	25	21	19	11	5
R3	48	45	41	36	32	29	26	22	20	12	6
R4	48	45	41	36	32	29	26	22	20	12	6
R5	53	50	46	42	38	34	31	28	26	19	13
R6	53	50	45	41	37	34	31	28	26	18	13
R7	53	49	45	41	37	34	31	27	26	18	12
R8	48	44	40	36	32	29	25	22	20	12	5
R9	50	47	43	39	35	32	28	25	23	15	9
R10	52	48	44	40	36	33	30	26	25	17	11
R11	53	49	45	41	37	34	31	27	26	18	12
R12	52	48	44	40	36	33	30	26	25	17	11
R13	53	50	45	41	37	34	31	28	26	19	13
R14	52	49	45	40	36	33	30	27	25	18	12
R15	54	51	47	43	39	36	32	29	28	20	14
R16	51	48	44	40	36	33	29	26	24	17	11
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE3, Honkalankangas, Neittävänvaara											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	55	52	49	46	43	42	40	38	38	33	28
R2	55	52	49	46	43	41	40	38	38	32	28
R3	56	53	50	47	44	42	41	39	39	33	29
R4	56	53	50	47	44	42	41	39	39	33	29
R5	61	58	55	52	49	47	46	45	45	40	36
R6	60	58	55	52	49	47	46	44	45	40	35
R7	60	58	54	51	49	47	46	44	44	39	35
R8	55	53	49	46	43	42	40	38	38	33	28
R9	58	55	52	49	46	45	43	42	42	36	32
R10	59	57	53	50	48	46	45	43	43	38	34
R11	60	57	54	51	48	47	45	44	44	39	35
R12	59	57	54	50	48	46	45	43	44	38	34
R13	61	58	55	52	49	47	46	44	45	40	36
R14	60	57	54	51	48	46	45	44	44	39	35
R15	62	59	56	53	50	49	47	46	46	41	37
R16	59	56	53	50	47	46	44	43	43	38	34
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyys korkeimmillaan	-12	-5	0	4	6	7	7	8	10	7	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, VE1, Honkalankangas, Neittävänvaara, Naulakangas, Painuan kanava, Kokkoneva											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	50	47	43	39	36	33	30	26	23	16	10
R2	51	47	44	40	37	35	32	28	25	18	13
R3	51	48	44	41	37	35	32	28	25	19	13
R4	52	49	45	42	38	36	33	29	27	20	14
R5	55	52	48	44	40	37	34	30	28	21	15
R6	55	52	48	44	40	37	34	30	28	21	15
R7	55	52	48	44	40	37	34	30	28	21	15
R8	52	49	45	41	38	35	32	29	26	19	13
R9	53	50	45	41	38	35	31	28	26	18	12
R10	54	50	46	42	38	35	32	29	27	19	13
R11	54	51	47	42	39	36	32	29	27	20	14
R12	53	49	45	41	37	34	31	27	26	18	12
R13	53	50	46	42	38	35	32	28	26	19	13
R14	53	49	45	41	37	34	31	27	26	18	12
R15	56	52	48	44	40	37	34	30	29	21	15
R16	53	50	46	41	38	35	31	28	26	18	12
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE1, Honkalankangas, Neittävänvaara, Naulakangas, Painuan kanava, Kokkoneva											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	58	55	52	49	47	46	45	43	42	37	33
R2	58	56	53	50	49	48	46	45	44	40	35
R3	59	56	53	51	49	48	47	45	44	40	36
R4	60	57	54	52	50	49	48	46	45	41	37
R5	63	60	57	54	51	50	48	47	47	42	38
R6	63	60	57	54	51	50	48	47	47	42	38
R7	63	60	57	54	51	50	48	47	47	42	38
R8	60	57	54	52	50	48	47	46	45	40	36
R9	61	58	55	52	49	48	46	45	45	39	35
R10	61	59	55	52	50	48	47	45	45	40	36
R11	62	59	56	53	50	49	47	46	46	41	37
R12	60	58	54	51	49	47	46	44	44	39	35
R13	61	58	55	52	49	48	46	45	45	40	36
R14	60	58	54	51	49	47	46	44	44	39	35
R15	63	61	57	54	52	50	49	47	47	42	38
R16	61	58	55	52	49	48	46	45	45	39	35
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyys korkeimmillaan	-11	-3	1	5	8	8	9	9	11	8	6
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, Honkalankangas, Neittävänvaara, Naulakangas, Painuan kanava, Kokkoneva											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	48	44	41	37	34	31	28	25	21	14	8
R2	49	46	42	39	36	34	31	27	24	18	12
R3	50	46	43	39	36	34	31	27	24	18	12
R4	51	48	44	41	38	35	32	29	26	19	14
R5	54	51	47	43	39	36	33	29	28	20	14
R6	53	50	46	42	38	35	32	28	26	19	13
R7	53	50	46	42	38	35	32	28	26	19	13
R8	52	49	45	41	38	35	32	28	26	19	13
R9	52	49	45	41	37	34	31	27	25	18	12
R10	53	50	46	41	38	35	31	28	26	19	13
R11	53	50	46	42	38	35	32	28	26	19	13
R12	52	49	45	41	37	34	31	27	25	18	12
R13	53	50	46	42	38	35	31	28	26	19	13
R14	53	49	45	41	37	34	31	27	25	18	12
R15	55	52	48	43	40	37	33	30	28	21	15
R16	49	46	42	38	34	31	28	24	21	14	7
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE2, Honkalankangas, Neittävänvaara, Naulakangas, Painuan kanava, Kokkoneva											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	55	53	50	47	46	44	43	42	40	36	31
R2	56	54	51	49	48	47	46	44	43	39	35
R3	57	55	52	49	48	47	46	44	43	39	35
R4	59	56	53	51	49	48	47	46	45	40	36
R5	62	59	56	53	51	49	48	46	46	41	37
R6	61	58	55	52	50	48	47	45	45	40	36
R7	61	58	55	52	50	48	47	45	45	40	36
R8	59	57	54	51	49	48	47	45	45	40	36
R9	60	57	54	51	49	47	46	44	44	39	35
R10	61	58	55	52	49	48	46	45	45	40	35
R11	61	58	55	52	50	48	47	45	45	40	36
R12	60	57	54	51	48	47	45	44	44	39	35
R13	61	58	55	52	49	48	46	45	45	40	36
R14	60	57	54	51	49	47	45	44	44	39	35
R15	63	60	57	54	51	50	48	47	47	42	38
R16	57	54	51	48	46	44	42	41	40	35	30
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyys korkeimmillaan	-11	-4	1	5	7	8	8	9	11	8	6
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, VE3, Honkalankangas, Neittävänvaara, Naulakangas, Painuan kanava, Kokkoneva											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	48	45	41	38	34	32	29	25	22	15	9
R2	48	45	42	38	36	34	31	27	24	18	12
R3	49	46	42	39	36	34	31	27	24	17	12
R4	49	46	42	39	36	34	31	28	24	18	12
R5	54	50	46	42	38	35	32	29	27	19	13
R6	54	50	46	42	38	35	32	29	27	19	13
R7	54	50	46	42	38	35	32	28	26	19	13
R8	49	45	42	38	35	33	30	26	23	16	10
R9	51	47	43	39	36	33	30	26	24	16	10
R10	52	49	45	41	37	34	31	27	25	18	12
R11	53	49	45	41	37	35	31	28	26	19	13
R12	52	49	45	40	37	34	30	27	25	18	12
R13	53	50	46	42	38	35	31	28	26	19	13
R14	52	49	45	41	37	34	31	27	25	18	12
R15	55	51	47	43	39	36	33	30	28	20	15
R16	52	48	44	40	37	34	30	27	25	17	12
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE3, Honkalankangas, Neittävänvaara, Naulakangas, Painuan kanava, Kokkoneva											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	56	53	50	48	46	45	44	42	41	36	32
R2	56	53	51	49	47	47	45	44	43	39	35
R3	56	54	51	49	47	47	45	44	43	38	34
R4	57	54	51	49	48	47	46	44	43	39	35
R5	61	59	55	52	50	48	47	45	45	40	36
R6	61	59	55	52	50	48	47	45	45	40	36
R7	61	58	55	52	50	48	47	45	45	40	36
R8	56	54	51	48	47	46	45	43	42	38	33
R9	58	56	53	50	47	46	44	43	43	37	33
R10	60	57	54	51	48	47	45	44	44	39	34
R11	60	58	55	52	49	48	46	45	45	40	35
R12	60	57	54	51	48	47	45	44	44	39	34
R13	61	58	55	52	49	48	46	45	45	40	36
R14	60	57	54	51	48	47	45	44	44	39	35
R15	62	60	56	53	51	49	48	46	47	42	37
R16	59	57	54	51	48	47	45	44	44	38	34
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyys korkeimmillaan	-12	-4	0	4	7	7	8	8	11	8	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