

LIITE 4 Melumallinnusraportti

Vastaanottaja
Valorem Energies Finland Oy

Asiakirjatyyppe
Raportti

Päivämäärä
20.8.2025

Viite
1510068432-019

LAPINSALON TUULIVOIMAHANKE MELUMALLINNUS

Päivämäärä 20.8.2025
Laatija Ville Virtanen
Tarkastaja Jari Hosiokangas
Versio 02

Tuulivoimahankkeen meluselvitys

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 4/2024 aineistoa.

Viite 1510068432-019

Raporttihistoria:

Versio	Pvm / Laatija	Muutokset
01	20.3.2025, VV	-
02	20.8.2025, VV	Lapinsalon voimalan malliksi vaihdettu N163

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	8

LIITTEET

Liite 1	Laskentaparametrit ja tuulivoimaloiden akustiset tiedot
Liite 2	Meluvyöhykkeet, Lapinsalo VE1 44WTG
Liite 3	Meluvyöhykkeet, Lapinsalo VE2 38WTG
Liite 4	Meluvyöhykkeet, Lapinsalo VE1 44WTG, sekä Konnunsuo ja Pilpankangas
Liite 5	Meluvyöhykkeet, Lapinsalo VE2 38WTG, sekä Konnunsuo ja Pilpankangas
Liite 6	Meluvyöhykkeet, Konnunsuo ja Pilpankangas
Liite 7	Pienitaajuinen melu

1. YLEISTÄ

Valorem Energies Finland Oy suunnittelee Kiuruvedelle Lapinsalon tuulivoimapuistoa. Tässä selvityksessä on mallinnettu tuulivoimalaitosten aiheuttamat melutasot kahdessa vaihtoehdossa niiden ympäristössä erikseen sekä yhdessä lähimpien ympäröivien tuulivoimapuistojen kanssa.

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 pienitaajuuden sisämelun toimenpiderajat terssikaistoittain (Asumisterveysasetus). Päiväaikaana 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 200 m. Tuulivoimaloiden akustiset tiedot on esitetty liitteessä 1.

Melupäästöarvot syötettiin meluvyöhykelaskentaan ja reseptoripisteiden kokonaisäänitasojen laskentaan 1/3-oktaavikaistoittain voimalavalmistajan ilmoittaman taajuusjakauman mukaisesti. Pienitaajuuden 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 10 m 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 pienitaajuuden 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. Tuulivoimalaitosten koordinaatit (ETRS-TM35FIN)

VE1, 44 WTG						VE2, 38 WTG					
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
478336	7092455	176	477610	7083418	161	476955	7091051	173	476526	7080222	157
478845	7091899	189	476957	7082967	157	475964	7090352	165	476972	7079815	154
477742	7091824	177	476370	7082551	157	475501	7088705	164	478868	7079944	157
479177	7090979	185	477187	7082052	160	476189	7087343	161	478217	7076798	140
476955	7091051	173	478150	7082000	161	475611	7087510	161	480292	7075796	153
477487	7090620	181	478709	7081538	164	474845	7087199	161	479248	7075045	139
475964	7090352	165	478641	7080668	159	475431	7086230	162	479889	7074867	141
475501	7088705	164	477789	7080726	154	472937	7086386	171	479686	7075714	150
474559	7088784	164	477142	7081052	158	473780	7086830	166	479198	7076190	147
473769	7088131	166	476355	7081601	164	474399	7086459	161	480204	7076774	160
474973	7088295	161	478868	7079944	157	474825	7085835	158	473769	7088131	166
475611	7087510	161	475903	7080778	161	477918	7085282	164	474973	7088295	161
476189	7087343	161	476526	7080222	157	477610	7083418	161	474559	7088784	164
474845	7087199	161	476972	7079815	154	476957	7082967	157	478369	7083786	165
475431	7086230	162	478217	7076798	140	476370	7082551	157	478581	7083109	163
474399	7086459	161	479198	7076190	147	477187	7082052	160	475224	7089562	163
473780	7086830	166	480204	7076774	160	478150	7082000	161			
472937	7086386	171	480292	7075796	153	478641	7080668	159			
474825	7085835	158	479686	7075714	150	478709	7081538	164			
477918	7085282	164	479248	7075045	139	477789	7080726	154			
478369	7083786	165	479889	7074867	141	477142	7081052	158			
478581	7083109	163	475224	7089562	163	476355	7081601	164			

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.

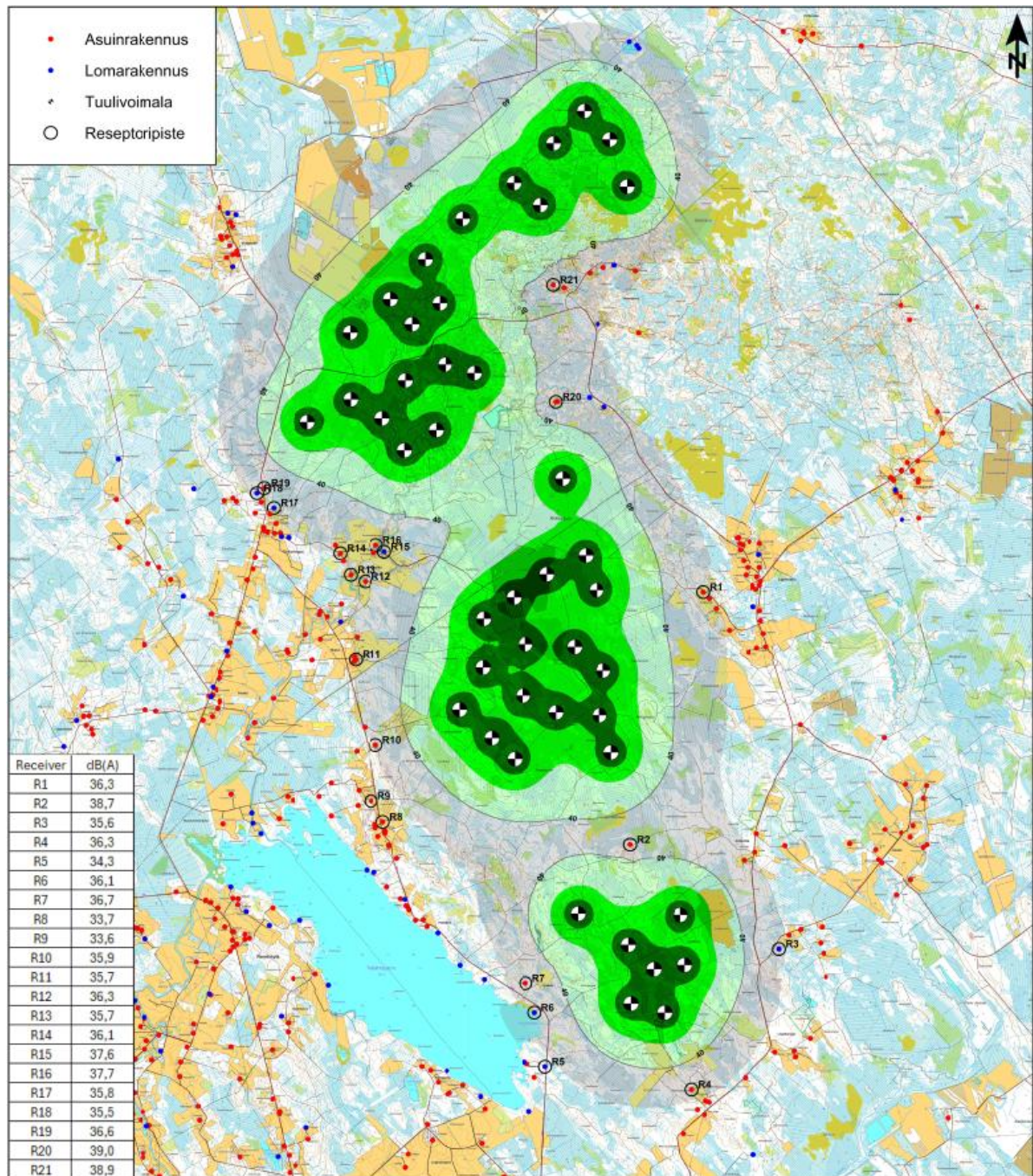
Melumallinnukset on tehty SoundPlan 9.0 -melulaskentaohjelmalla. SoundPlan -ohjelmistosta saa lisätietoa internet-sivustolta www.soundplan.eu.

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 (L_{eq}) tarkasteltiin tuulivoimaloita lähinnä sijaitsevan asuintalon kohdalla olevassa reseptoripisteessä. Melupäästötietoina käytettiin laitostmallin Nordex N163/6.XMW -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 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.



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 2-4. Melukuviin on merkitty asuin- ja lomarakennukset värikoodein Maanmittauslaitoksen maastotietokannan tietojen pohjalta. Melukuvissa on esitetty mallinnustulokset ilman mahdollisia häiritsevyys- tai muita korjauksia.

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

Reseptori	Lapinsalo VE1 LAeq / dB	Lapinsalo VE2 LAeq / dB	Lapinsalo VE1, Yhteismallinnus LAeq / dB	Lapinsalo VE2, Yhteismallinnus LAeq / dB	Muut, Yhteismallinnus LAeq / dB
1	36,3	36,2	36,4	36,3	21,5
2	38,7	38,7	38,8	38,7	18,6
3	35,6	35,6	35,6	35,6	12,3
4	36,3	36,2	36,3	36,3	13,8
5	34,3	34,3	34,4	34,4	17,3
6	36,1	36,1	36,2	36,2	15,9
7	36,7	36,7	36,7	36,7	15,9
8	33,7	32,9	33,8	33,1	19,3
9	33,6	32,5	34,0	33,0	23,4
10	35,9	34,2	36,2	34,6	24,4
11	35,7	34,9	36,2	35,5	26,6
12	36,3	36,0	36,8	36,6	27,7
13	35,7	35,4	36,3	36,1	27,6
14	36,1	35,9	36,9	36,7	29,2
15	37,6	37,5	38,0	37,9	27,3
16	37,7	37,6	38,1	38,0	27,7
17	35,8	35,7	37,5	37,4	32,6
18	35,5	35,5	37,9	37,8	34,1
19	36,6	36,5	38,6	38,5	34,2
20	39,0	38,8	39,2	39,0	26,1
21	38,9	36,8	39,3	37,4	28,3

Mallinnuksen mukaan melutaso ei ylitä 40 dB yöajan ohjearvoa yhdenkään asuin- tai lomarakennuksen kohdalla missään tarkastellussa mallinnustilanteessa.

4.2 Pienitaajuinen melu

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

Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisiin pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin verrattessa ei ylitä toimenpiderajat yhdenkään reseptoripisteen osalta yhdessäkään mallinnetussa tilanteessa.

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

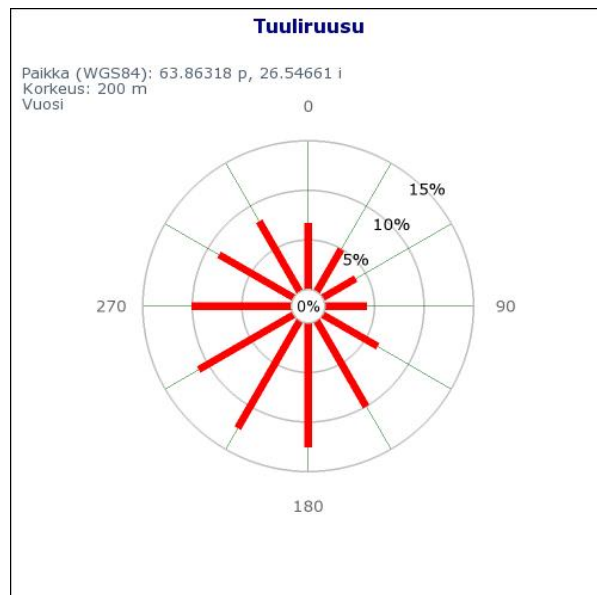
Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyyskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustulokseen, mikäli melun todetaan 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 7 m/s tai sitä suuremmalla tuulennopeudella (referenssikorkeudella). 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 etelä-lounaasta. Tällöin mallinnuksen mukaisia melutasoja voi esiintyä useimmin voimaloiden pohjois-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 melupäästö-arvoon on lisätty + 2 dB epävarmuus.

Mallinnuksen mukaan ulkomelutaso alittaa Valtioneuvoston asetuksen 1107/2015 ulkomelun päiväajan ohjearvon 45 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.

Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisiin pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin verrattessa ei ylitä toimenpiderahat yhdenkään reseptoripisteen osalta yhdessäkään mallinnetussa tilanteessa.

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: 20/8/2025

Hankevastaava: Valorem Energies Finland Oy
Hankealue: Lapinsalo

Mallinnusohjelman tiedot

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

Tuulivoimaloiden perustiedot ja akustiset tiedot

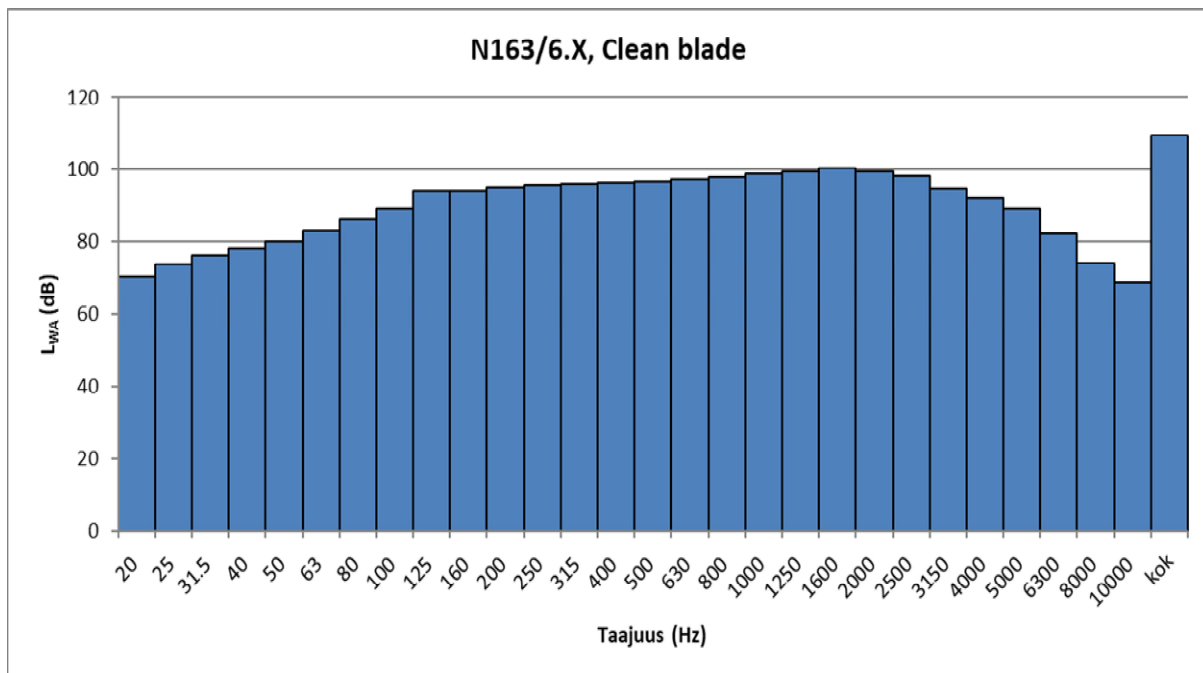
Tuulivoimalan valmistaja: Nordex
Tyyppi: N163-6.X
Sarjanumero: -
Nimellisteho: 6,X MW
Napakorkeus: 200 m
Roottorin halkaisija: 163 m
Tornin tyyppi: Putkitorni

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

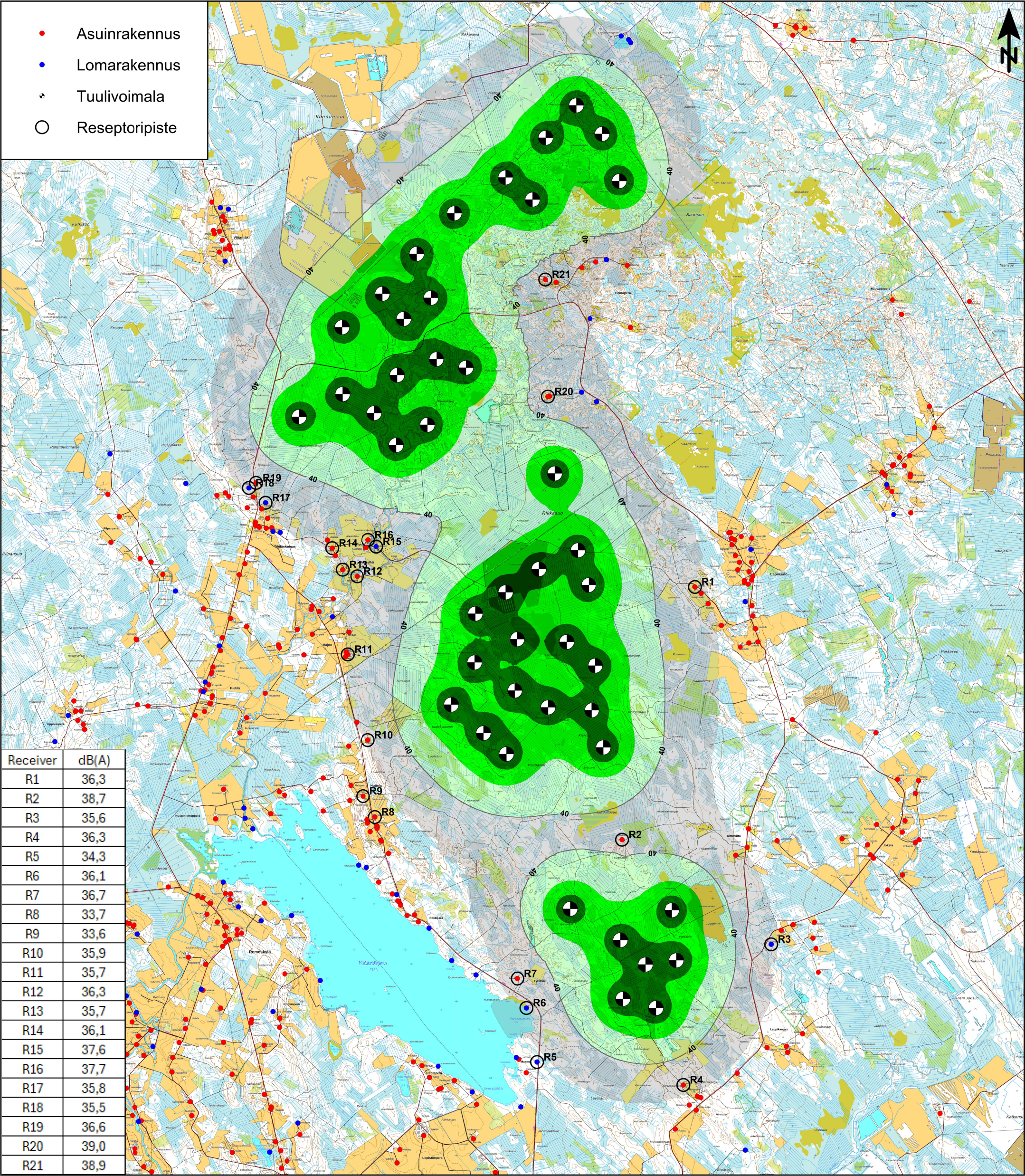
Ilmakehän stabiilius laskennassa / meteorologinen korjaus

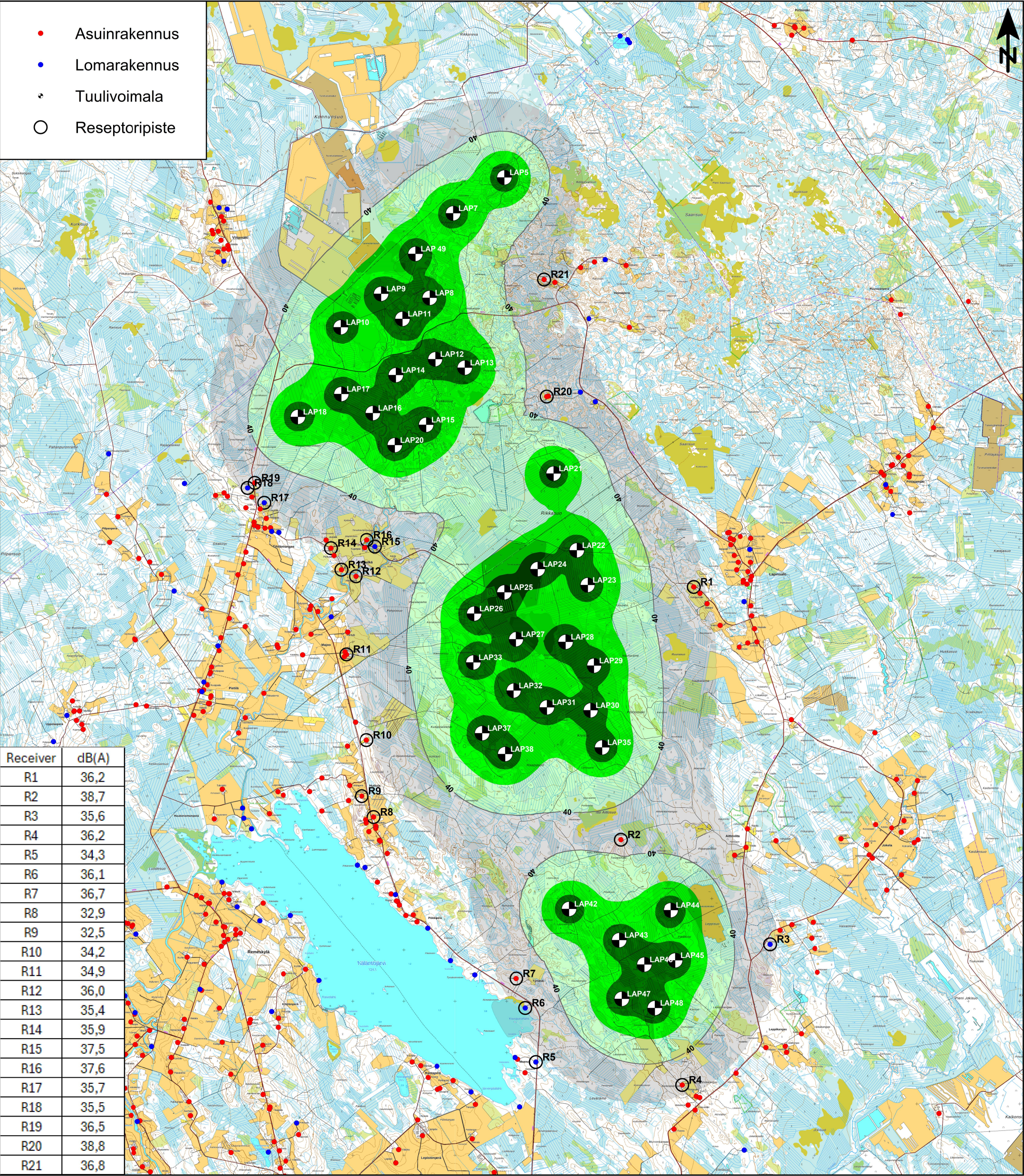
Neutraali 0 neutraali - stabiili sääolosuhde

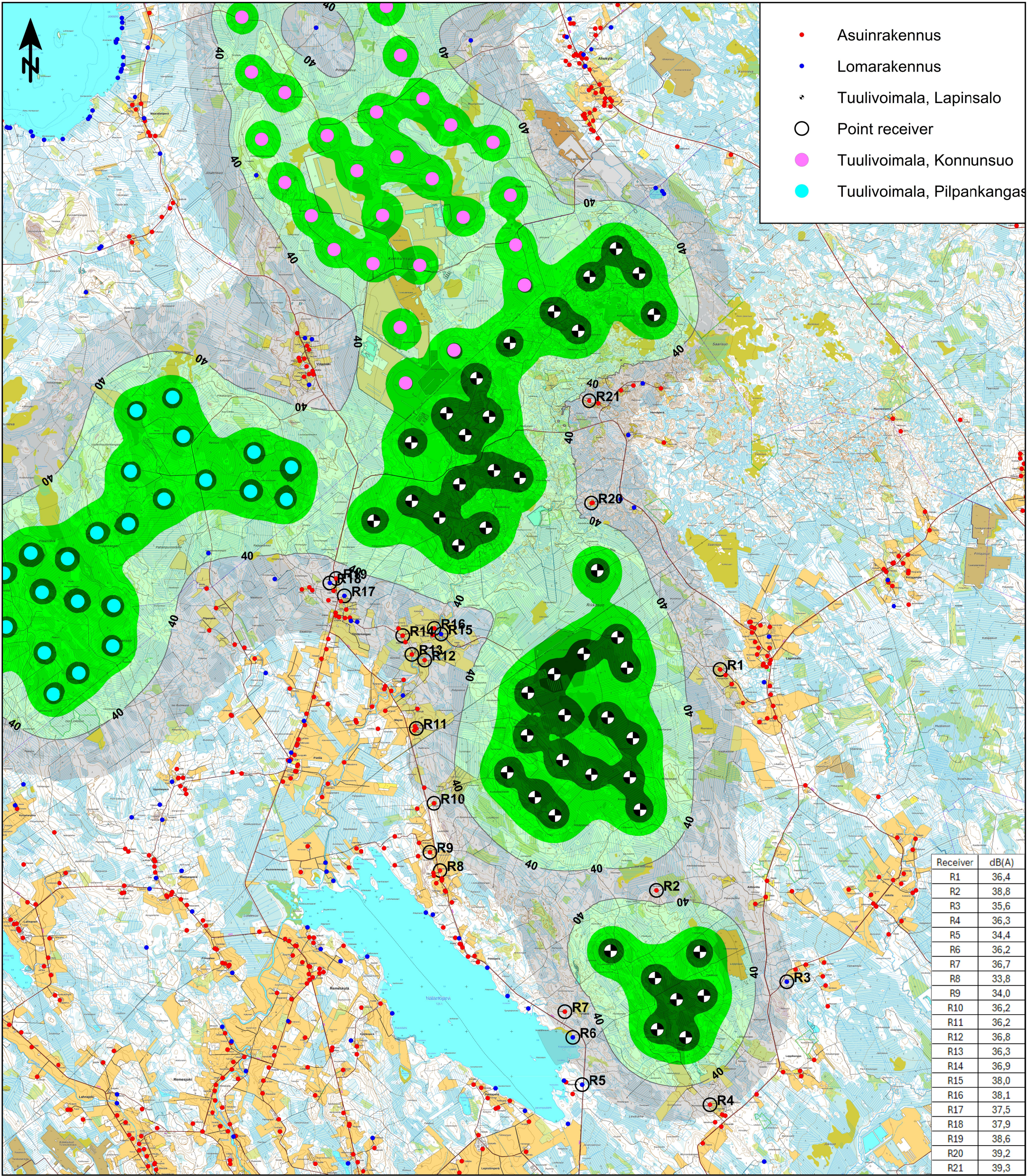
Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen

☒ Vapaa avaruus

☐ Muu







Lapinsalon melumallinnus

Meluvyöhykkeet LAeq

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

VE1, 44 WTG
Yhteismallinnus

Nordex N163/6.X
-HH = 200 m
-Lwa = 109,4 dB (Clean blade) + 2 dB Uc

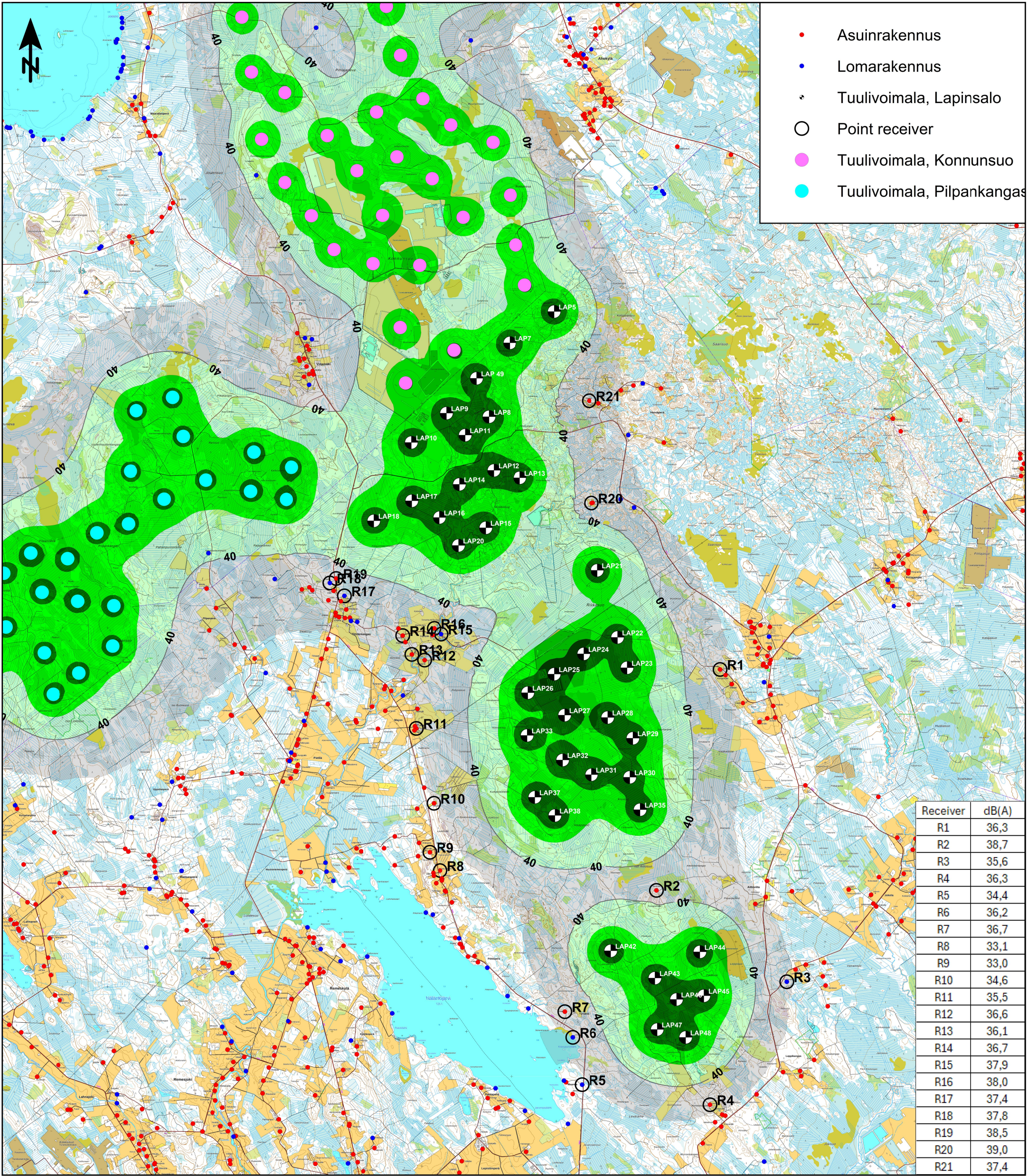
Mittakaava/skala (A3) 1:80000

0 1000 2000 3000 4000 m

29/8/2025 VV

Äänitaso
dB(A)

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



Lapinsalon melumallinnus

Meluvyöhykkeet LAeq

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

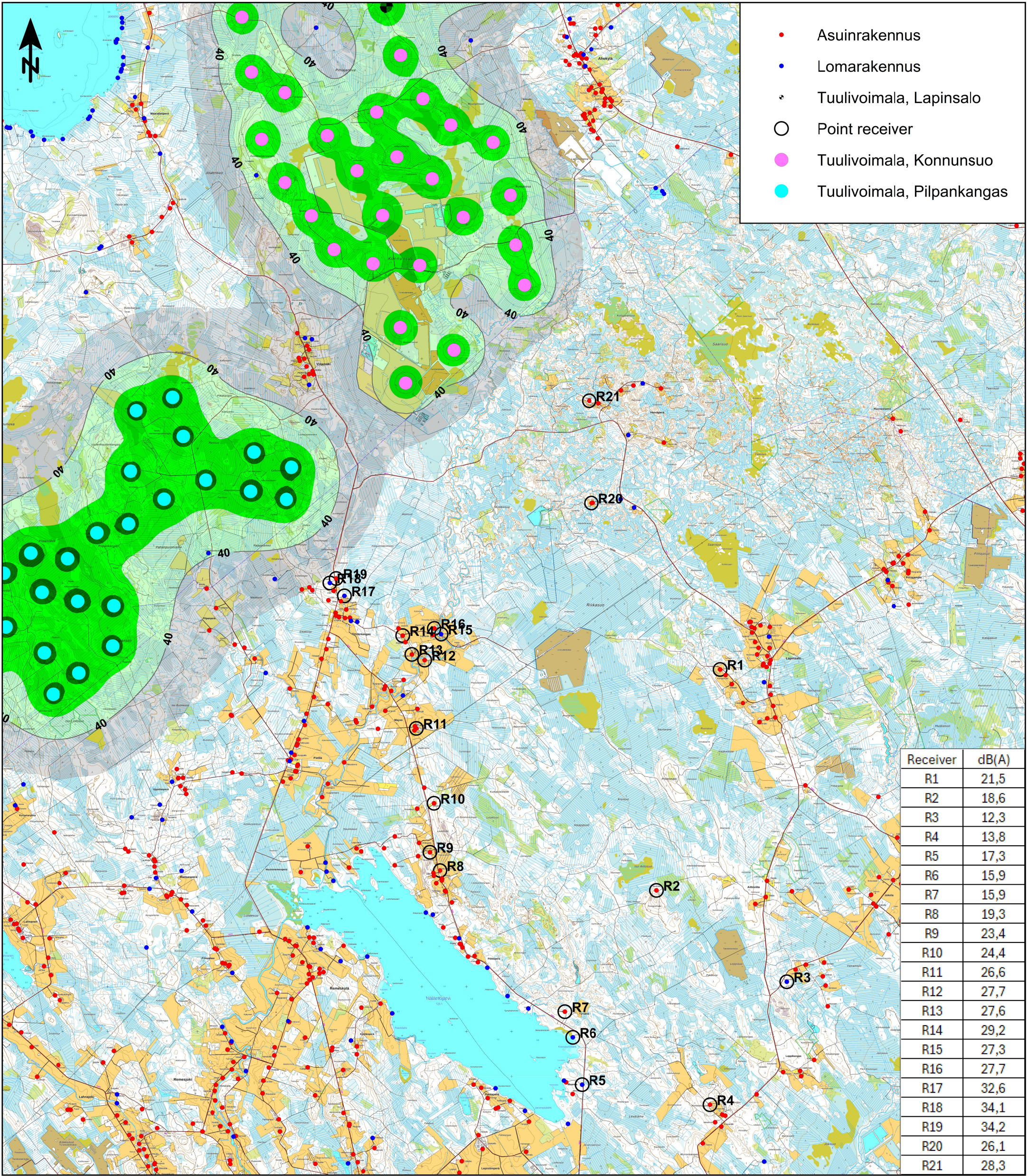
VE2, 38 WTG
Yhteismallinnus

Nordex N163/6.X
-HH = 200 m
-LWA = 109,4 dB (Clean blade) + 2 dB Uc

Mittakaava/skala (A3) 1:80000

0 1000 2000 3000 4000 m

29/8/2025 VV



Lapinsalon melumallinnus

Meluvyöhykkeet LAeq

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

Konnunsuo
SG 6.6-170
-HH = 215 m
-LWA = 106,0 dB + 2 dB Uc

Pilpankangas
Vestas V172-7.2MW
-HH = 200 m
-LWA = 106,9 dB + 2 dB Uc

Mittakaava/skala (A3) 1:80000
0 1000 2000 3000 4000 m

29/8/2025 VV

Äänitaso
dB(A)

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

Pienitaajuinen melu sisätiloissa, Lapinsalo VE1

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	53	50	46	41	37	34	31	28	26	18	12
R2	55	51	47	43	39	36	33	29	28	21	15
R3	52	49	44	40	36	33	30	26	25	17	12
R4	52	48	44	40	36	33	30	26	25	17	12
R5	51	48	43	39	35	32	29	25	24	16	10
R6	52	49	45	41	37	34	30	27	25	18	12
R7	53	49	45	41	37	34	31	27	26	18	12
R8	52	48	44	40	36	33	29	26	24	16	10
R9	52	48	44	40	36	33	30	26	24	17	11
R10	53	50	46	41	37	34	31	28	26	18	13
R11	53	50	45	41	37	34	31	27	26	18	12
R12	53	50	46	42	38	35	31	28	26	19	13
R13	53	50	46	41	37	34	31	28	26	18	12
R14	53	50	46	42	38	34	31	28	26	18	12
R15	54	51	47	43	39	36	32	29	27	20	14
R16	54	51	47	43	39	35	32	29	27	20	14
R17	53	49	45	41	37	34	31	27	25	18	12
R18	52	49	45	41	37	34	30	27	25	18	12
R19	53	50	45	41	37	34	31	27	26	18	12
R20	55	51	47	43	39	36	33	30	28	21	15
R21	55	51	47	43	39	36	33	30	28	21	15
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, Lapinsalo VE1

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	61	58	55	52	49	47	46	44	45	39	35
R2	62	60	56	53	51	49	48	46	47	42	38
R3	59	57	54	50	48	46	45	43	44	38	34
R4	59	57	53	50	48	46	45	43	44	38	35
R5	59	56	53	50	47	45	44	42	42	37	33
R6	60	57	54	51	48	47	45	44	44	39	35
R7	60	58	54	51	48	47	45	44	44	39	35
R8	59	57	53	50	47	46	44	43	43	38	33
R9	59	57	53	50	47	46	44	43	43	38	33
R10	61	58	55	52	49	47	46	44	45	39	35
R11	61	58	55	52	49	47	46	44	44	39	35
R12	61	58	55	52	49	48	46	45	45	40	36
R13	61	58	55	52	49	47	46	44	45	39	35
R14	61	58	55	52	49	47	46	45	45	40	35
R15	62	59	56	53	50	49	47	46	46	41	37
R16	62	59	56	53	50	48	47	46	46	41	37
R17	60	58	54	51	48	47	45	44	44	39	35
R18	60	57	54	51	48	47	45	44	44	39	35
R19	61	58	55	52	49	47	46	44	45	39	35
R20	62	60	57	53	51	49	48	46	47	42	38
R21	62	60	57	53	51	49	48	46	47	42	38
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-12	-4	1	4	7	7	8	8	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, Lapinsalo VE2

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	53	49	45	41	37	34	31	27	26	18	12
R2	55	51	47	43	39	36	33	29	28	20	15
R3	52	48	44	40	36	33	30	26	25	17	12
R4	52	48	44	40	36	33	30	26	25	17	12
R5	51	47	43	39	35	32	29	25	24	16	10
R6	52	49	45	40	37	33	30	27	25	18	12
R7	53	49	45	41	37	34	31	27	26	18	12
R8	51	48	44	39	35	32	29	25	24	16	10
R9	51	48	44	39	35	32	29	25	24	16	10
R10	52	49	45	41	37	33	30	27	25	17	11
R11	52	49	45	41	37	34	30	27	25	17	11
R12	53	50	46	41	37	34	31	28	26	18	13
R13	53	49	45	41	37	34	31	27	26	18	12
R14	53	50	45	41	37	34	31	27	26	18	12
R15	54	51	46	42	38	35	32	29	27	20	14
R16	54	51	46	42	38	35	32	29	27	19	14
R17	52	49	45	41	37	34	30	27	25	18	12
R18	52	49	45	41	37	34	30	27	25	18	12
R19	53	49	45	41	37	34	31	27	26	18	12
R20	54	51	47	43	39	36	33	29	28	20	15
R21	53	50	46	42	38	35	31	28	26	19	13
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, Lapinsalo VE2

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	60	58	55	51	49	47	46	44	45	39	35
R2	62	60	56	53	50	49	48	46	47	42	38
R3	59	57	53	50	48	46	45	43	43	38	34
R4	59	57	53	50	48	46	45	43	44	38	35
R5	58	56	53	49	47	45	44	42	42	37	33
R6	60	57	54	51	48	46	45	44	44	39	35
R7	60	57	54	51	48	47	45	44	44	39	35
R8	59	56	53	50	47	45	44	42	42	37	33
R9	59	56	53	50	47	45	44	42	42	37	33
R10	60	57	54	51	48	46	45	43	44	38	34
R11	60	57	54	51	48	47	45	44	44	39	34
R12	61	58	55	52	49	47	46	44	45	40	35
R13	60	58	55	51	49	47	46	44	44	39	35
R14	61	58	55	52	49	47	46	44	45	39	35
R15	62	59	56	53	50	48	47	45	46	41	36
R16	62	59	56	53	50	48	47	45	46	41	36
R17	60	57	54	51	48	47	45	44	44	39	35
R18	60	57	54	51	48	47	45	44	44	39	34
R19	60	58	54	51	49	47	45	44	44	39	35
R20	62	59	56	53	50	49	47	46	46	41	37
R21	61	58	55	52	49	48	46	45	45	40	36
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-12	-4	0	4	6	7	8	8	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, Lapinsalo VE1 sekä Konnunsuo ja Pilpänkangas

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	53	50	46	42	38	35	31	28	26	18	12
R2	55	51	47	43	39	36	33	30	28	21	15
R3	52	49	44	40	36	33	30	27	25	17	12
R4	52	48	44	40	36	33	30	26	25	17	12
R5	51	48	44	39	35	32	29	26	24	16	10
R6	52	49	45	41	37	34	30	27	25	18	12
R7	53	49	45	41	37	34	31	27	26	18	12
R8	52	48	44	40	36	33	30	26	24	17	11
R9	52	48	44	40	36	33	30	26	24	17	11
R10	53	50	46	42	38	35	31	28	26	19	13
R11	53	50	46	42	38	35	31	28	26	18	12
R12	54	50	46	42	38	35	32	28	26	19	13
R13	53	50	46	42	38	35	32	28	26	19	13
R14	53	50	46	42	38	35	32	28	26	19	13
R15	54	51	47	43	39	36	33	29	27	20	14
R16	54	51	47	43	39	36	33	29	27	20	14
R17	53	50	46	42	38	35	32	28	26	18	12
R18	53	49	45	42	38	35	32	28	26	18	12
R19	53	50	46	42	38	35	32	28	26	19	13
R20	55	52	48	44	40	37	33	30	28	21	15
R21	55	52	48	44	40	37	34	30	28	21	15
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, Lapinsalo VE1 sekä Konnunsuo ja Pilpänkangas

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	61	58	55	52	49	48	46	45	45	40	35
R2	62	60	56	53	51	49	48	46	47	42	38
R3	60	57	54	51	48	46	45	43	44	38	34
R4	59	57	54	51	48	46	45	43	44	39	35
R5	59	56	53	50	47	45	44	42	43	37	33
R6	60	57	54	51	48	47	45	44	44	39	35
R7	60	58	54	51	49	47	46	44	44	39	35
R8	59	57	53	50	48	46	45	43	43	38	33
R9	59	57	54	51	48	46	45	43	43	38	33
R10	61	58	55	52	49	48	46	45	45	40	35
R11	61	58	55	52	49	48	46	45	45	39	35
R12	61	59	55	52	50	48	47	45	45	40	36
R13	61	58	55	52	50	48	46	45	45	40	35
R14	61	58	55	52	50	48	47	45	45	40	36
R15	62	59	56	53	51	49	48	46	46	41	37
R16	62	59	56	53	51	49	47	46	46	41	37
R17	60	58	55	52	49	48	46	45	45	40	35
R18	60	58	55	52	49	48	46	45	45	39	35
R19	61	58	55	52	50	48	47	45	45	40	36
R20	63	60	57	54	51	50	48	47	47	42	38
R21	63	60	57	54	51	50	48	47	47	42	38
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss 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, Lapinsalo VE2 sekä Konnunsuo ja Pilpänkangas

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	53	50	46	41	37	34	31	28	26	18	12
R2	55	51	47	43	39	36	33	29	28	21	15
R3	52	48	44	40	36	33	30	26	25	17	12
R4	52	48	44	40	36	33	30	26	25	17	12
R5	51	48	43	39	35	32	29	25	24	16	10
R6	52	49	45	41	37	34	30	27	25	18	12
R7	53	49	45	41	37	34	31	27	26	18	12
R8	51	48	44	40	36	33	29	26	24	16	10
R9	51	48	44	40	36	33	29	26	24	16	10
R10	52	49	45	41	37	34	31	27	25	18	12
R11	53	49	45	41	37	34	31	27	25	18	12
R12	53	50	46	42	38	35	32	28	26	19	13
R13	53	50	46	42	38	35	31	28	26	18	12
R14	53	50	46	42	38	35	32	28	26	19	13
R15	54	51	47	43	39	36	33	29	27	20	14
R16	54	51	47	43	39	36	32	29	27	20	14
R17	53	49	45	41	38	35	31	28	26	18	12
R18	53	49	45	41	38	35	31	28	26	18	12
R19	53	50	46	42	38	35	32	28	26	19	13
R20	55	51	47	43	39	36	33	30	28	20	15
R21	54	50	46	43	39	36	32	29	27	19	13
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, Lapinsalo VE2 sekä Konnunsuo ja Pilpänkangas

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	61	58	55	52	49	47	46	44	45	39	35
R2	62	60	56	53	51	49	48	46	47	42	38
R3	59	57	54	51	48	46	45	43	44	38	34
R4	59	57	53	50	48	46	45	43	44	38	35
R5	59	56	53	50	47	45	44	42	42	37	33
R6	60	57	54	51	48	47	45	44	44	39	35
R7	60	58	54	51	49	47	46	44	44	39	35
R8	59	56	53	50	47	46	44	43	42	37	33
R9	59	56	53	50	47	46	44	43	43	37	33
R10	60	57	54	51	48	47	45	44	44	39	34
R11	60	57	54	51	49	47	46	44	44	39	34
R12	61	58	55	52	50	48	46	45	45	40	36
R13	61	58	55	52	49	48	46	45	45	39	35
R14	61	58	55	52	49	48	46	45	45	40	35
R15	62	59	56	53	50	49	47	46	46	41	37
R16	62	59	56	53	50	49	47	46	46	41	37
R17	60	58	55	52	49	48	46	45	44	39	35
R18	60	58	54	52	49	48	46	45	44	39	35
R19	61	58	55	52	50	48	47	45	45	40	36
R20	62	60	56	54	51	49	48	46	47	42	37
R21	61	59	56	53	50	49	47	46	45	40	36
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyden korkeimmillaan	-12	-4	0	5	7	7	8	8	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, Muut, Konnunsuo ja Pilpankangas

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	36	34	31	29	26	22	19	15	8	0	-8
R2	34	32	29	27	24	21	17	13	6	-2	-11
R3	33	30	28	25	22	19	15	10	3	-6	-16
R4	32	29	27	24	21	18	14	9	2	-7	-17
R5	33	30	28	25	22	19	15	11	4	-5	-14
R6	33	31	28	26	23	20	16	11	4	-4	-13
R7	34	31	28	26	23	20	16	12	5	-3	-12
R8	36	33	31	29	26	23	19	15	9	2	-6
R9	36	33	31	29	26	23	20	16	10	2	-5
R10	37	34	32	29	27	24	20	16	10	3	-4
R11	38	35	33	31	28	25	22	18	12	5	-2
R12	39	36	34	32	29	26	22	19	13	6	-1
R13	39	36	34	32	29	26	23	19	13	7	0
R14	39	37	34	32	30	27	23	20	14	7	0
R15	39	36	34	32	29	26	23	19	13	6	-1
R16	39	37	34	32	29	26	23	19	13	7	-1
R17	40	38	36	33	31	28	25	21	16	9	3
R18	41	38	36	34	31	28	25	22	16	10	4
R19	41	38	36	34	31	28	25	22	16	10	3
R20	40	38	35	33	30	27	23	20	13	7	-1
R21	43	40	38	35	32	29	25	23	16	10	3
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, Muut, Konnunsuo ja Pilpankangas

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	44	42	40	39	37	35	33	32	27	21	14
R2	42	40	38	37	35	34	32	29	24	19	11
R3	41	38	37	35	34	32	29	27	22	15	7
R4	40	38	36	35	33	31	29	26	21	14	6
R5	40	38	37	36	34	32	30	27	22	16	9
R6	41	39	37	36	34	33	31	28	23	17	10
R7	41	39	38	36	35	33	31	29	24	18	11
R8	43	41	40	39	37	36	34	32	28	23	17
R9	44	42	40	39	38	36	34	32	28	24	18
R10	44	42	41	40	38	37	35	33	29	24	19
R11	45	43	42	41	40	38	36	35	31	26	21
R12	46	44	43	42	40	39	37	36	32	27	22
R13	47	45	43	42	41	39	38	36	32	28	22
R14	47	45	44	43	41	40	38	36	33	28	23
R15	47	45	43	42	41	39	37	36	32	27	22
R16	47	45	44	42	41	39	38	36	32	28	22
R17	48	46	45	44	42	41	40	38	35	30	26
R18	48	46	45	44	43	41	40	39	35	31	26
R19	48	46	45	44	43	41	40	38	35	31	26
R20	48	46	44	43	41	40	38	37	32	28	22
R21	50	48	47	46	44	42	40	39	35	31	26
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-24	-16	-9	-3	0	0	0	1	-1	-3	-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