

Vastaanottaja
Valorem Energies Finland Oy

Asiakirjatyyppe
Raportti

Päivämäärä
18.03.2025

Viite
1510062560-011

PAULAKANKAAN
TUULIVOIMAHANKE
MELUMALLINNUS

Päivämäärä 18.03.2025
Laatija Ville Virtanen
Tarkastaja Jari Hosiokangas
Versio 01

Tuulivoimahankkeen meluselvitys

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 4/2024 aineistoa.

Viite 1510062560-011

Raporttihistoria:

Versio	Pvm / Laatija	Muutokset
01	18.3.2025, VV	-

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 häiritsevyyskorjaukset	8
5.2	Alueen tuuliolosuhteet ja niiden vaikutukset meluun	8
5.3	Melutasot verrattuna ohjearvoihin	9

LIITTEET

Liite 1	Laskentaparametrit ja tuulivoimaloiden akustiset tiedot
Liite 2	Meluvyöhykkeet, Paskoonharju, VE0
Liite 3	Meluvyöhykkeet, VE1 15 WTG, Paskoonharju
Liite 4	Meluvyöhykkeet, VE1 15 WTG, Paskoonharju ja Bredåsen
Liite 5	Meluvyöhykkeet, VE2 9 WTG, Paskoonharju
Liite 6	Meluvyöhykkeet, VE2 9 WTG, Paskoonharju ja Bredåsen
Liite 7	Pienitaajuinen melu

1. YLEISTÄ

Valorem Energies Finland Oy suunnittelee Teuvalle Paulakankaan tuulivoimapuistoa. Tässä selvityksessä on mallinnettu tuulivoimalaitosten aiheuttamat melutasot niiden ympäristössä kahden eri hankevaihtoehdon osalta sekä yhdessä lähimpien ympäröivien tuulivoimapuistojen kanssa. Työ tehdään ympäristövaikutusten arviointia varten.

Melumallinnus tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" raportin mukaisilla laskentaparametreilla. Koska kyseessä on kaavoitusta ja ympäristövaikutusten arviointia varten tehty selvitys, on meluvyöhykkeiden mallinnuksessa käytetty laskentamallia ISO 9613-2. Pientaajuisten 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 päiväjän 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 taajuusjakauksen 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 108,4 dB tuulennopeuden ollessa ≥ 7 m/s 10 m referenssikorkeudella. (lähde:F008_277_A17_EN, 2021-07-08, Rev01). Saatujen lähtötietojen mukaan ko. voimalamallin melutaso ei kasva sen jälkeen, kun tuulennopeus saavuttaa arvon 7 m/s napakorkeudella, toisin sanoen tuulennopeudella 7 m/s - 12 m/s voimalaitoksen kokonaisäänitehotaso on sama (napakorkeudella).

Jotta tuulivoimalan päästö on IEC 61400-14 mukaisen luottamusvälin sisällä, eli melupäästöarvo vastaa mallinnusohjeen 2/2014 vaatimuksen mukaista äänitehotason takuuarvoa (L_{WAd} , declared value), lisättiin + 1,5 dB kokonaisepävarmuustaso (U_c), koska epävarmuutta ei ole erikseen ilmoitettu. Myös pienitaajuisen melun laskennan terssikaista-arvoihin on tehty + 1,5 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 vaihtoehtoissa VE1 ja VE2 (ETRS-TM35FIN)

VE1			VE2		
X	Y	Z	X	Y	Z
223450	6943472	269	222614	6943443	270
224262	6943222	272	222647	6944214	274
224089	6944540	280	223170	6944560	277
224501	6945329	284	223339	6943360	267
223875	6945462	285	224435	6943229	274
223367	6946120	283	224243	6943859	278
224000	6946640	287	224031	6945047	284
224729	6946435	288	224563	6945320	284
224621	6947190	289			
223553	6947677	281			
222778	6948887	277			
222589	6943403	270			
222937	6950087	270			
224277	6947815	283			
224020	6948826	274			

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.

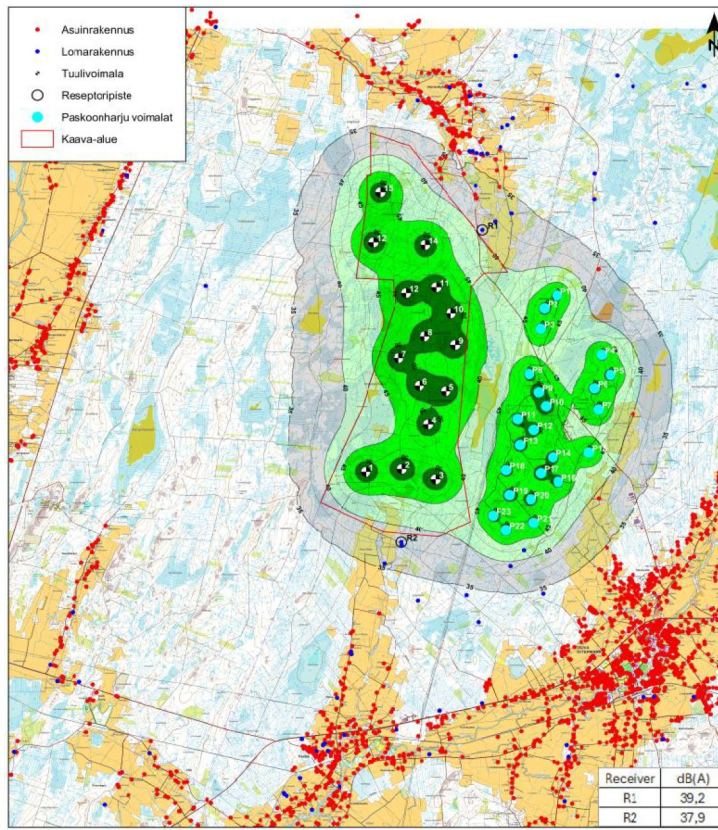
Melumallinnukset on tehty SoundPlan 9.0 -melulaskentaohjelmalla. SoundPlan -ohjelmistosta saa lisätietoa internet-sivustolta www.soundplan.eu.

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 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 häiritsevyyskorjauksia.

Pienitaajuisen melun tarkastelu tehtiin soveltaen DSO 1284 mukaista menetelmää YM:n ohjeen 2/2014 mukaisesti. Pienitaajuisen melun ulko- ja sisämeluntasoa (Leq) tarkasteltiin tuulivoimaloita lähinnä sijaitsevan asuintalon kohdalla olevassa reseptoripisteessä. Melupäästötietoina käytettiin laitosmallin Nordex N163/6.XMW -voimalaitoksesta käytössä olevia 1/3-oktaavikaistatietoja väliltä 20Hz – 200 Hz laitoksen suurimmalle ilmoitetulle äänitehotasolle, johon on lisätty + 1,5 dB epävarmuus. Rakennusten sisälle aiheutuvia pientaajuisia melutasoja arvioitiin Turun ammattikorkeakoulun tekemässä "The sound insulation of façades at frequencies 5–5000 Hz, Keränen et. al." tutkimuksessa esitettyjen pientalojen julkisivun ilmaääneneristävyysarvojen avulla. Ko. tutkimuksen tulokset on esitelty julkaisussa "Building and Environment 156 (2019) 12-20".

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



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 2-6. 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	VE0, Paskoonharju LAeq / dB	VE1, 15 WTG LAeq / dB	VE2, 9 WTG LAeq / dB	VE1, 15 WTG, Yhteismallinnus LAeq / dB	VE2, 9 WTG, Yhteismallinnus LAeq / dB
1	29,0	39,2	30,8	39,3	31,1
2	30,1	37,9	39,6	39,0	40,3

Mallinnuksen mukaan melutaso ylittää 40 dB yöajan ohjearvon reseptoripisteessä R2 vaihtoehdon VE2 yhteismallinnuksessa, jossa on huomioitu Bredåsenin ja Paskoonharjun voimalat.

Muiden vaihtoehtojen osalta alitetaan 40 dB melutaso lähimmillä asuin- ja lomarakennuksilla.

4.2 Pienitaajuinen melu

Pienitaajuisen melun tasot terssikaistoittain laskettiin kuvassa 1 esitettyihin reseptoripisteisiin R1 ja R2. Taajuuspainottamattomat melutasot sisällä ja ulkona on esitetty tarkemmin liitteessä 6.

Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisiin pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin verrattessa, ulkovaipalta vaadittavat äänitasoerot (ΔL) välillä 25–200 Hz ovat 1–11 dB reseptoripisteessä R2 vaihtoehdon VE2 yhteismallinnuksen tilanteessa, jossa on huomioitu Paskoonharjun ja Bredåsenin voimalat. Taajuuskaistalla 20 Hz jo ulos lasketut pienitaajuisen melun taso alittaa 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

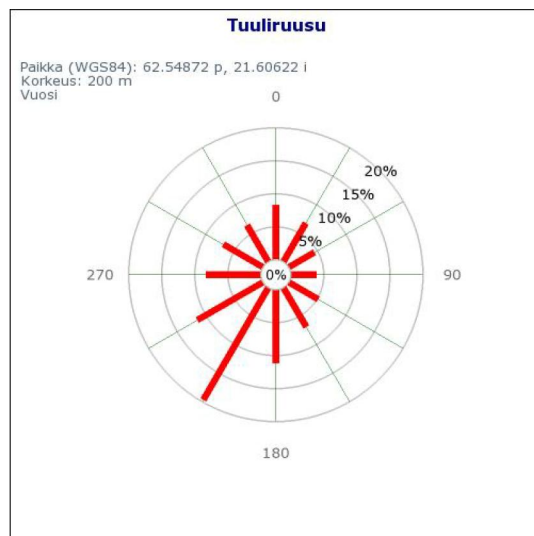
Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyyskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustulokseen, mikäli melun todetaan 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 (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 + 1,5 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. Yöajan ohjearvo 40 dB ylittyy reseptoripisteessä R2 vaihtoehdon VE2 laajimmassa yhteismallinnuksen tilanteessa, jossa on huomioitu Paskoonharjun ja Bredåsenin voimalaitokset. Muiden vaihtoehtojen ja reseptoripisteiden osalta yöajan ohjearvo alittuu.

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.

Laatija: Ville Virtanen, Ramboll Finland Oy
Päivämäärä: 18/3/2025

Hankevastaava: Valorem Energies Finland Oy
Hankealue: Paulakangas, Teuva

Mallinnusohjelman tiedot

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

Tuulivoimaloiden perustiedot ja akustiset tiedot

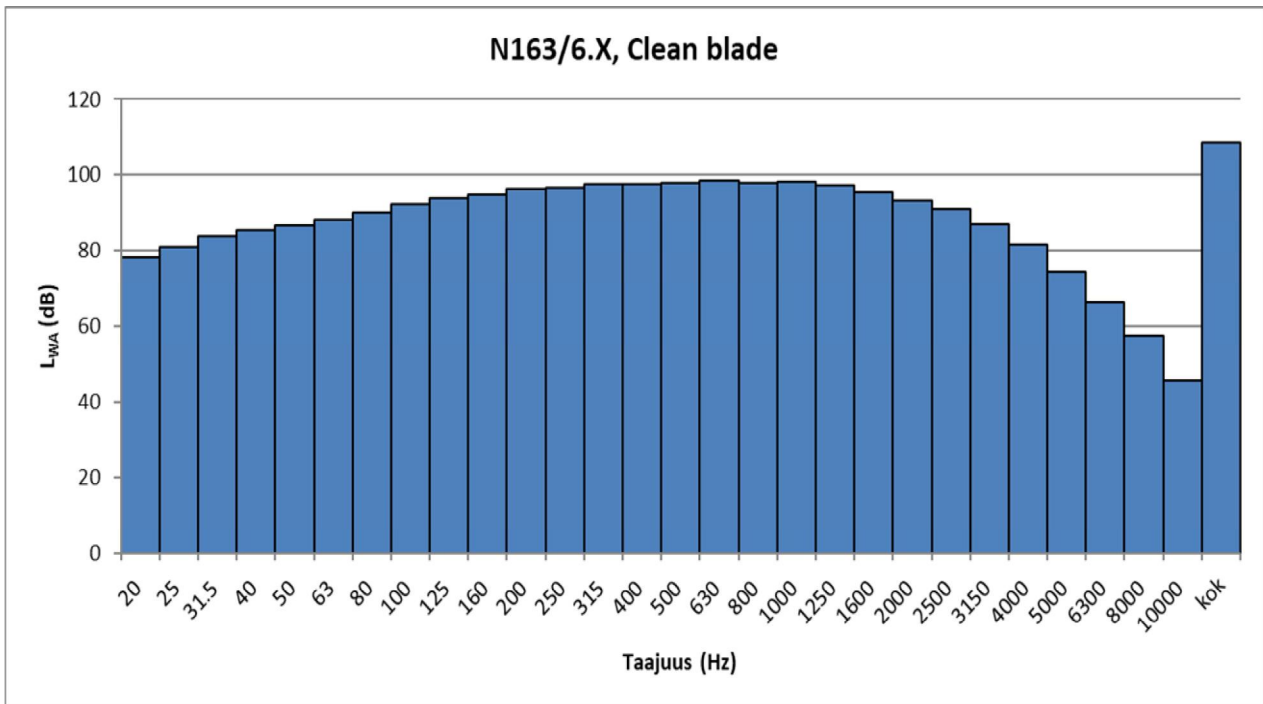
Tuulivoimalan valmistaja:	Tyyppi:	Sarjanumero:	
Nordex	N163-6.X	-	
Nimellisteho:	Napakorkeus:	Roottorin halkaisija:	Tornin tyyppi:
6,X MW	200 m	163 m	Putkitorni

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

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

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

108,4 dB + 1,5 dB ☒ Takuuarvo



Melun erityspiirteiden mittaus ja havainnot:

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

Laskennan lähtötiedot

Laskentaverkko

Laskentakorkeus:

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

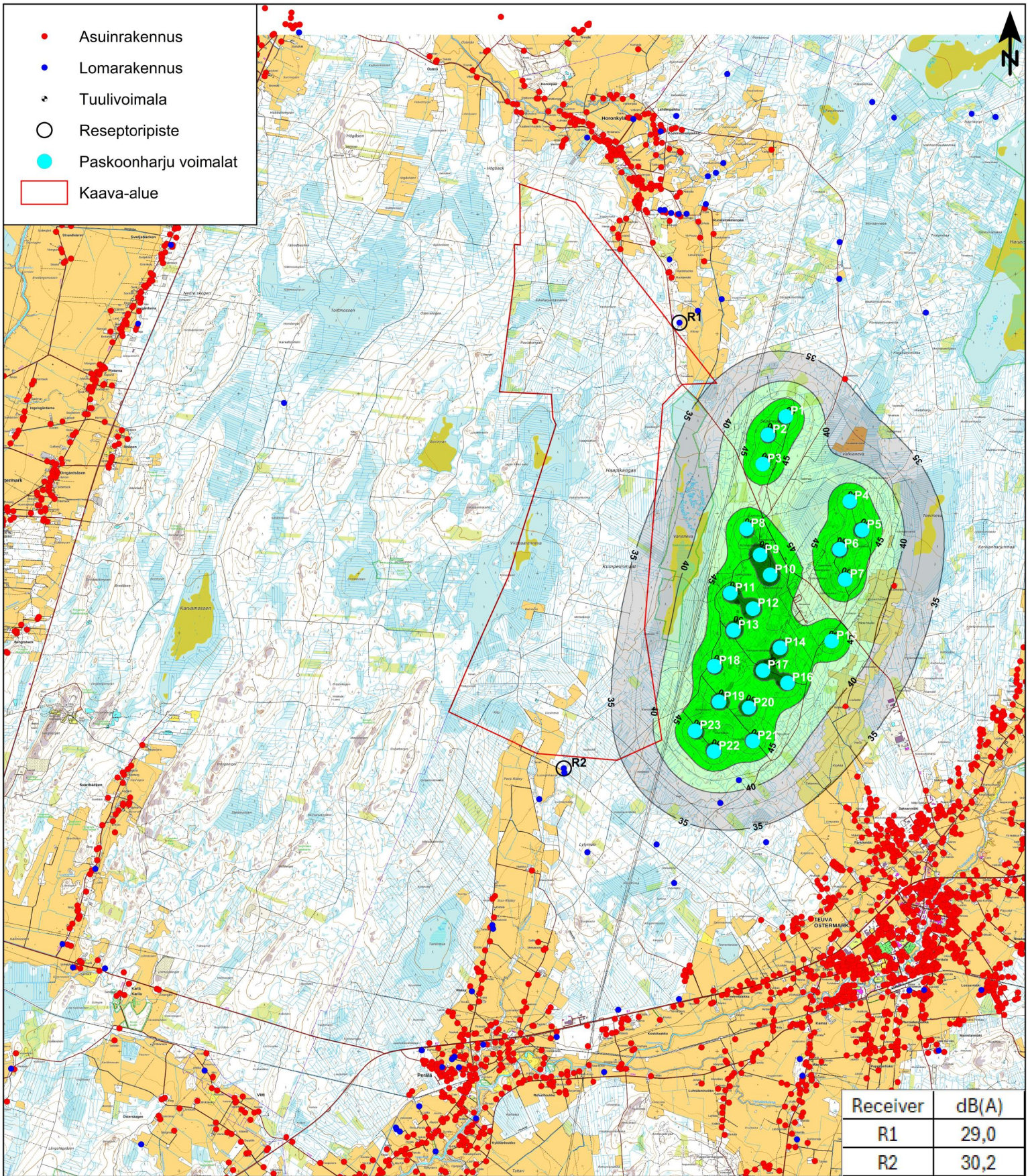
Ilmakehän stabiilius laskennassa / meteorologinen korjaus

Neutraali 0 neutraali - stabiili sääolosuhde

Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen

☒ Vapaa avaruus

☐ Muu



Meluvyöhykkeet L_{Aeq}
 -Laskentamalli ISO 9613-2
 -Laskentakorkeus +4m

Paskoonharju
 Vestas V150/V136
 -HH = 155/142 m
 -LWA = 104,9 dB / 105,5 dB

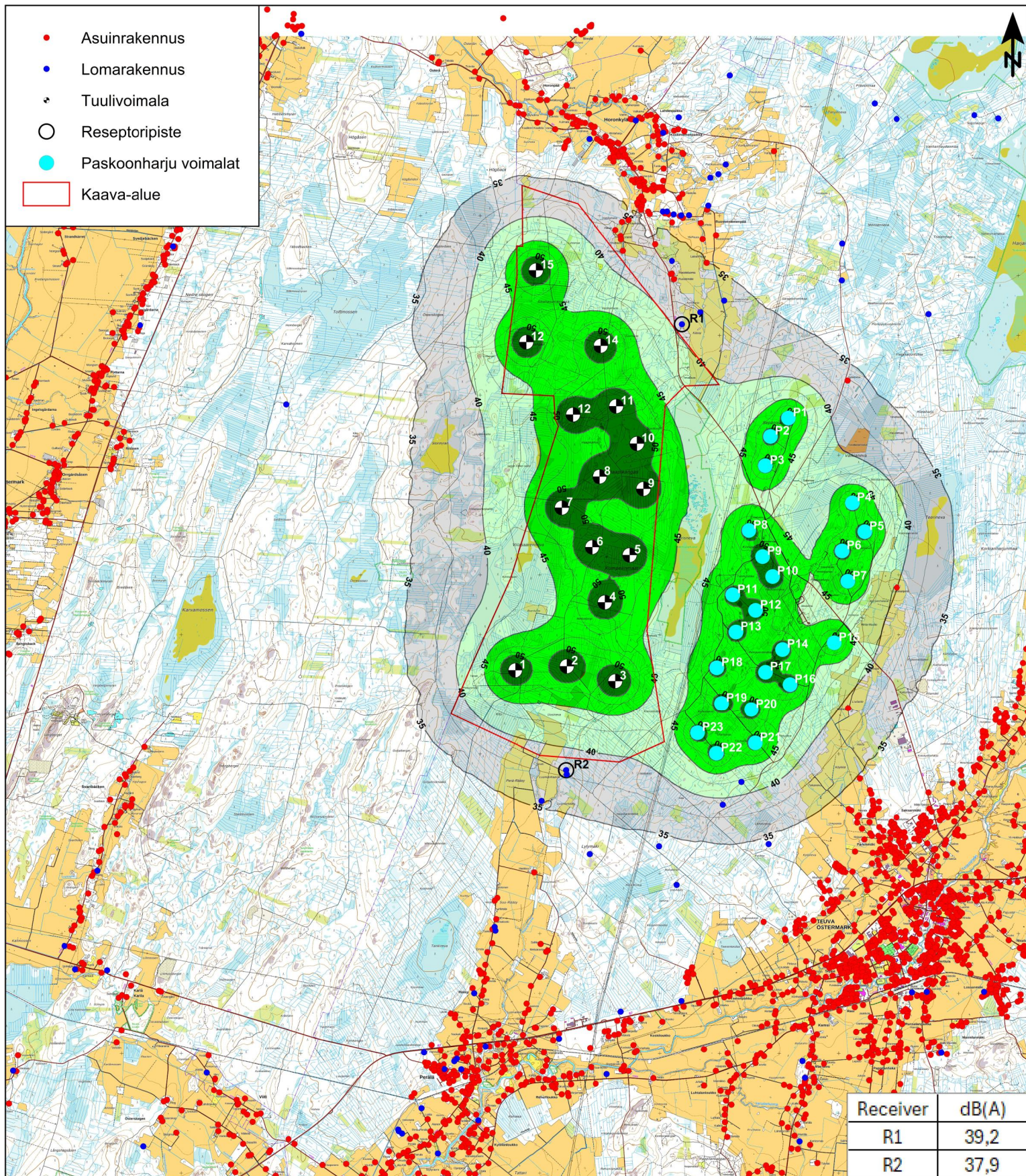
Paulakankaan melumallinnus

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

Mittakaava/skala (A3) 1:60000

0 1000 2000 3000 4000 m

17/3/2025 VV



RAMBOLL

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}
 -Laskentamalli ISO 9613-2
 -Laskentakorkeus +4m

Paulakankaan melumallinnus

Paulakangas, VE1
 Nordex N163/6.X, 15 kpl
 -HH = 200 m
 - L_{WA} = 108,4 dB (Clean blade) + 1,5 dB U_c

Paskoonharju
 Vestas V150/V136
 -HH = 155/142 m
 - L_{WA} = 104,9 dB / 105,5 dB

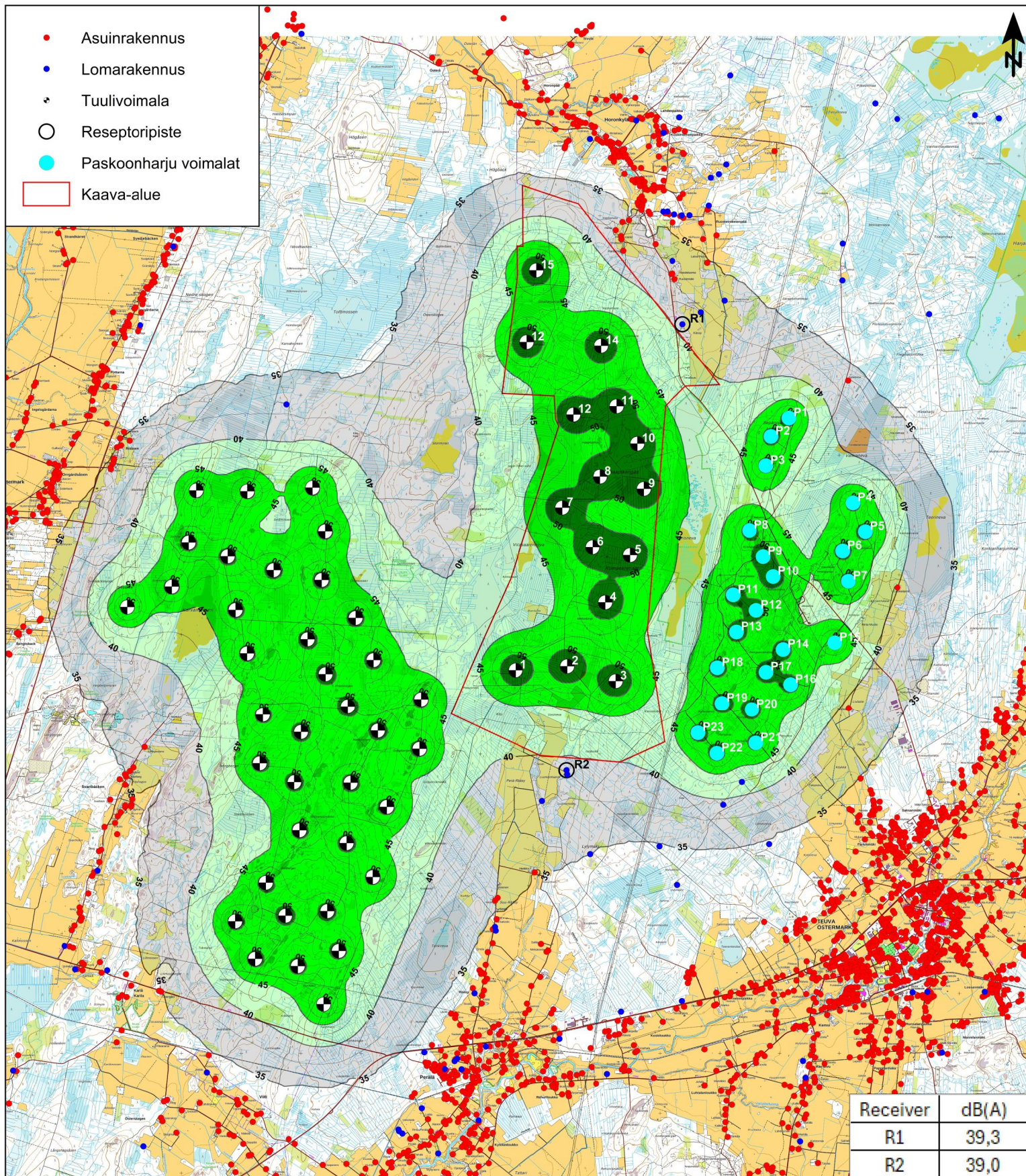
Äänitaso
 dB(A)

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

Mittakaava/skala (A3) 1:60000

0 1000 2000 3000 4000 m

17/3/2025 VV



RAMBOLL

Paulakankaan melumallinnus

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}
 -Laskentamalli ISO 9613-2
 -Laskentakorkeus +4m

Paulakangas, VE1
 Nordex N163/6.X, 15 kpl
 -HH = 200 m
 -L_{WA} = 108,4 dB (Clean blade) + 1,5 dB U_c

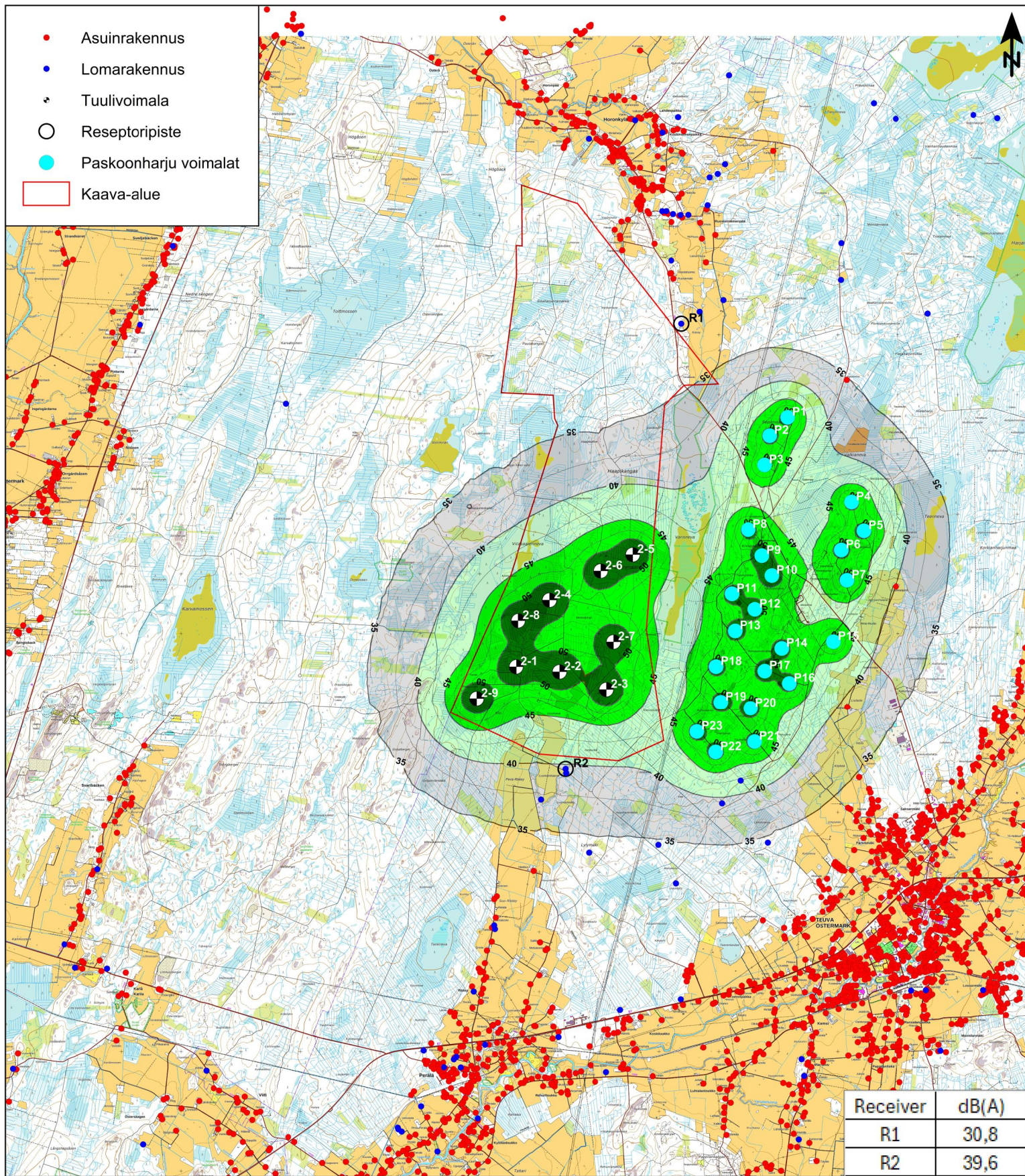
Bredåsen
 Nordex N163/6.X
 -HH 190 m
 -L_{WA} = 106,4 dB

Paskoonharju
 Vestas V150/V136
 -HH = 155/142 m
 -L_{WA} = 104,9 dB / 105,5 dB

Mittakaava/skala (A3) 1:60000
 0 1000 2000 3000 4000 m

Äänitaso
 dB(A)

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



RAMBOLL

Paulakankaan melumallinnus

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}
 -Laskentamalli ISO 9613-2
 -Laskentakorkeus +4m

Paulakangas, VE2
 Nordex N163/6.X, 9 kpl
 -HH = 200 m
 - L_{WA} = 108,4 dB (Clean blade) + 1,5 dB U_c

Paskoonharju
 Vestas V150/V136
 -HH = 155/142 m
 - L_{WA} = 104,9 dB / 105,5 dB

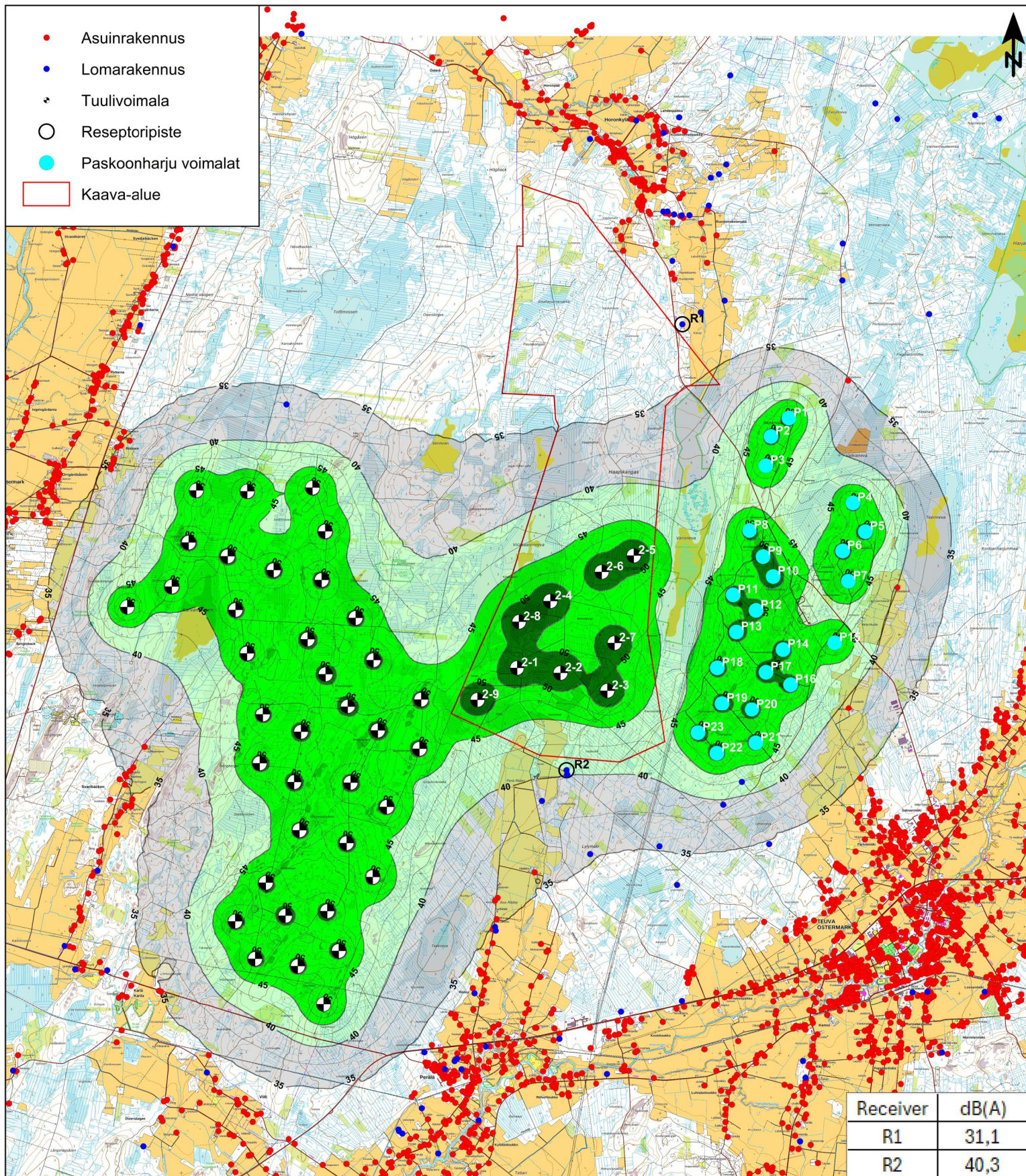
Äänitaso
 dB(A)

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

Mittakaava/skala (A3) 1:60000

0 1000 2000 3000 4000 m

17/3/2025 VV



RAMBOLL

Paulakankaan melumallinnus

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}
 -Laskentamalli ISO 9613-2
 -Laskentakorkeus +4m

Paulakangas, VE2
 Nordex N163/6.X, 9 kpl
 -HH = 200 m
 -LWA = 108,4 dB (Clean blade) + 1,5 dB U_c

Bredåsen
 Nordex N163/6.X
 -HH = 190 m
 -LWA = 106,4 dB

Paskoonharju
 Vestas V150/V136
 -HH = 155/142 m
 -LWA = 104,9 dB / 105,5 dB

Mittakaava/skala (A3) 1:60000
 0 1000 2000 3000 4000 m

Äänitaso
 dB(A)

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

Pienitaajuinen melu sisätiloissa, VE0 Paskoonharju

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	40	37	35	33	31	28	25	21	16	11	5
R2	40	38	36	34	31	29	25	22	17	12	6
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE0 Paskoonharju

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	47	46	44	43	42	41	39	37	35	32	28
R2	48	46	45	44	43	42	40	38	36	33	29
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-26	-18	-11	-5	-1	0	0	0	0	-1	-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, VE1 Paulakangas ja Paskoonharju

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	60	57	53	48	44	39	35	31	26	20	14
R2	59	55	51	47	42	38	34	30	25	18	13
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE1 Paulakangas ja Paskoonharju

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	68	65	62	59	55	52	50	48	45	41	37
R2	67	63	61	57	54	51	49	47	44	39	36
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-6	1	6	10	11	10	10	10	9	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 Paulakangas, Paskoonharju ja Bredåsen

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	60	57	53	48	44	39	35	31	26	20	15
R2	59	55	52	47	43	39	36	32	27	21	15
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE1 Paulakangas, Paskoonharju ja Bredåsen

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	68	65	62	59	55	52	50	48	45	41	37
R2	67	64	61	58	55	52	50	48	46	42	38
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-6	1	6	10	11	10	10	10	10	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 Paulakangas ja Paskoonharju

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	52	48	45	40	36	32	28	24	19	13	7
R2	59	55	52	47	43	38	34	30	25	19	14
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE2 Paulakangas ja Paskoonharju

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	60	57	54	51	48	45	43	41	38	34	30
R2	67	64	61	57	54	51	49	47	44	40	37
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-7	0	5	8	10	9	9	9	8	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 Paulakangas, Paskoonharju ja Bredåsen

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	53	49	45	41	37	33	29	25	20	13	8
R2	60	56	52	48	43	40	36	31	27	20	15
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, VE2 Paulakangas, Paskoonharju ja Bredåsen

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	60	57	55	51	48	46	44	41	39	34	30
R2	68	65	62	58	55	53	51	48	45	41	38
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-6	1	6	9	11	11	11	10	9	7	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