

Vastaanottaja
Prokon Wind Energy Finland Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
18.12.2025

Viite
1510064983-004

VARSAVAARAN TUULIVOIMAHANKE

MELUMALLINNUS

Päivämäärä 18.12.2025
Laatija Ville Virtanen
Tarkastaja Jari Hosiokangas
Versio 03

Tuulivoimahankkeen meluselvitys

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 10/2022
aineistoa.

Viite 1510064983-004

Raporttihistoria:

Versio	Pvm / Laatija	Muutokset
01	17.10.2022, VV	-
02	7.10.2025, VV	Layout muutos
03	18.12.2025, VV	Ympäröivien hankkeiden lähtötiedot päivitetty

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	8
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	Varsavaaran meluvyöhykkeet, äänitehotaso 106,4 dB + 2 dB Uc, HH 200
Liite 3	Varsavaaran, Hietavaaran, Hukkalansalon ja Tulijokilan yhteismeluvyöhykkeet
Liite 4	Pienitaajuinen melu

1. YLEISTÄ

Prokon Wind Energy Finland Oy suunnittelee tuulivoimapuiston rakentamista Varsavaaran alueelle Paltamoon. Tässä selvityksessä on mallinnettu Varsavaaran tuulivoimalaitosten aiheuttamat melutasot, sekä yhteismeluvaikutukset yhdessä Hietavaaran, Hukkalansalon ja Tulijokilan tuulivoima-alueiden kanssa ympäristössä.

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. Pientaajuuden melun tarkastelu tehtiin soveltaen DSO 1284 mukaista menetelmää YM:n ohjeen 2/2014 mukaisesti.

Työ on tehty Prokon Wind Energy 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). Päiväaika sallitaan 5 dB suurempia arvoja.

Kaista / Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
$L_{\text{Leq}}, 1\text{h/dB}$	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

3. MELUMALLINNUKSEN TIEDOT

3.1 Tuulivoimalatiedot

Melumallinnukset tehtiin kaikkien tuulivoima-alueiden osalta 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 –serrated trailing edge -mallille annettuja lähtöarvoja. Tilaajan toiveesta mallinnuksessa käytettiin melupäästöarvoa L_{WA} 106,4 dB tuulennopeuden ollessa >7m/s 10 m korkeudella maanpinnasta (lähde: F008_277_A17_EN, Rev. 03 (2021-12-10)), joka tällä tuulivoimamallilla saavutetaan moodilla 1. Saatujen lähtötietojen mukaan ko. voimalamallin melutaso ei kasva sen jälkeen, kun tuulennopeus saavuttaa arvon 7 m/s 10 m korkeudella maanpinnasta, toisin sanoen tuulennopeudella 8 m/s ja 10 m/s ko. voimalaitoksen äänitehotaso on sama kuin tuulennopeudella 7 m/s (referenssikorkeudella 10 m maan pinnasta).

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. 2 dB on tavallinen mittauksen kokonaisepävarmuustaso (U_c).

Tuulivoimalaitoksen äänitehotaso muuttuu tuulennopeuden muuttuessa, joka vaikuttaa merkittävästi alhaisemmillä 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. Varsavaaran tuulivoimalaitosten koordinaatit (ETRS-TM35FIN)

X	Y	Z
540477	7158314	194
541191	7158272	181
541466	7160382	259
542211	7158539	165
544493	7159975	185
542675	7161133	214
543156	7160153	201
541675	7159795	241
542537	7160326	263
541913	7161009	285
543529	7158779	170
543662	7159886	191

3.2 Melulaskenta

Melumallinnus tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" raportin mukaisilla laskentaparametreilla. Koska kyseessä on kaavoitusta varten tehty selvitys, on meluvyöhykkeiden mallinnuksessa käytetty ISO 9613-2-laskentamallia.

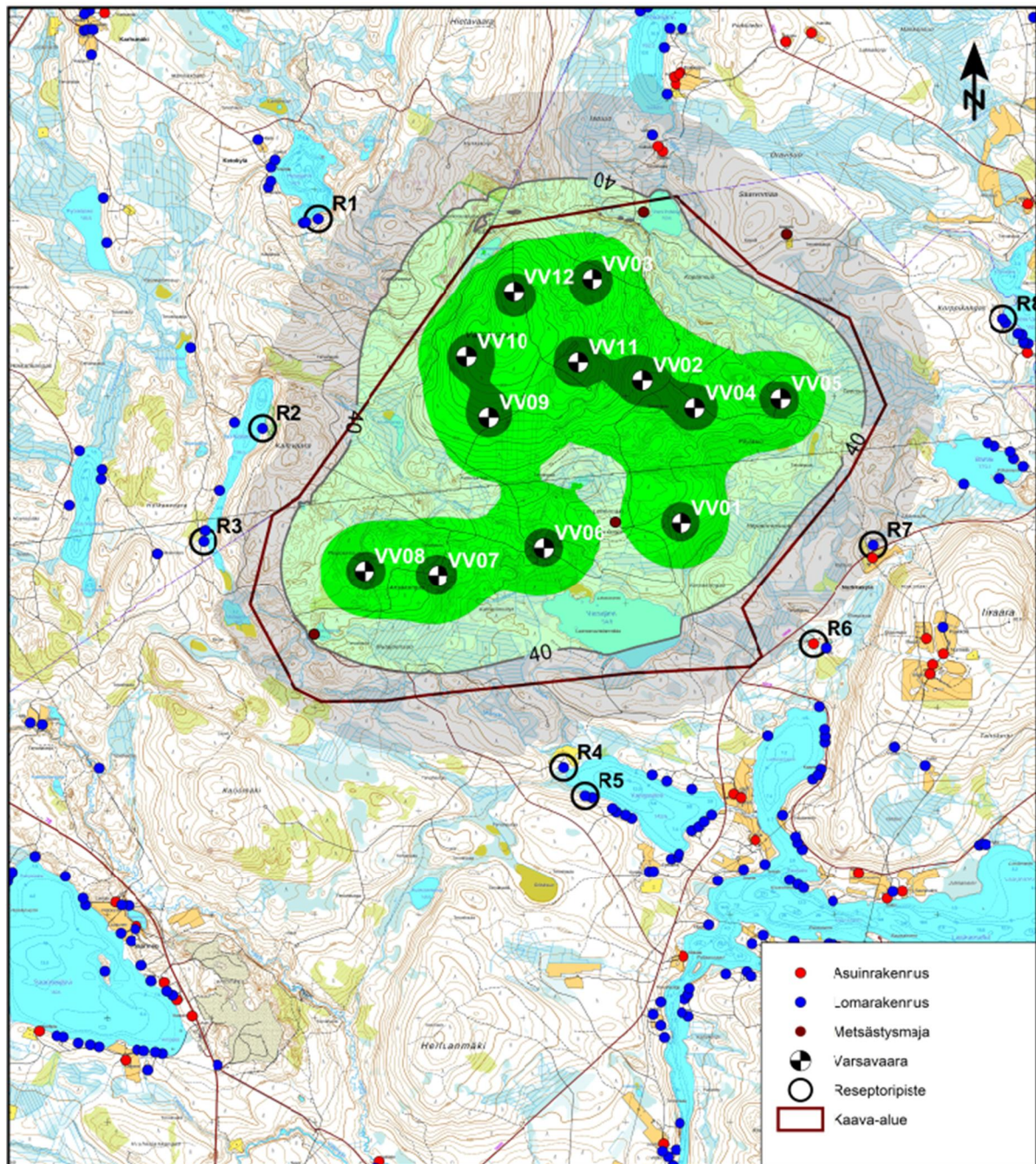
Melumallinnukset on tehty SoundPlan 9.0 -melulaskentaohjelmalla. SoundPlan -ohjelmistosta saa lisätietoa internet-sivustolta www.soundplan.eu.

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 asuintalojen 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.X MW -voimalaitoksesta käytössä olevia 1/3-oktaavikaistatietoja väliltä 20Hz – 200 Hz laitoksen suurimmalle ilmoitetulle äänitehotasolle, johon on lisätty + 2 dB epävarmuus. Rakennusten sisälle aiheutuvia pientaajuisia melutasoja arvioitiin Turun 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 R1-R8 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 osan enintään kolmen kilometrin etäisyydellä laitoksista sijaitsevien asuintalojen ja loma-asuntojen välinen maanpinnan korkeusero oli yli 60 metriä. Tämä huomioitiin Ympäristöministeriön ohjeen (2/2014) mukaisesti näiden rakennusten reseptoristelaskennoissa lisäämällä + 2 dB tuulivoimaloiden melupäästöihin.

4. TULOKSET

4.1 Mallinnustulokset

Mallinnuksen laskennalliset meluvyöhykkeet (A-painotettu keskiäänitaso) on esitetty liitteessä 2 ja yhteisvaikutusten osalta liitteessä 3.

Melukuviin on merkitty asuin- ja lomarakennukset värikoodein Maanmittauslaitoksen maastotietokannan tietojen pohjalta. Rakennukset, joiden käyttötarkoitus selvitetään kaavoituksen yhteydessä, on merkitty omalla värikoodillaan. Melukuvissa on esitetty mallinnustulokset ilman mahdollisia häiritsevyys- tai muita korjauksia.

Taulukoissa 4 ja 5 on esitetty Varsavaaran reseptoripistekohtaiset melutasot yksinään sekä yhteismallinnuksena Hietavaaran, Hukkalansalon ja Tulijokilan tuulivoima-alueiden kanssa, ja huomioitu korkeuserokorjaus.

Taulukko 4. A-painotetut Varsavaaran melutasot reseptoripisteissä (ulkomelutaso)

Re-ceiver	Voimalaitokset, joissa melupäästön korjaus (+2dB) korkeuseron perusteella	Ei korjattu, L _{Aeq} (dB)	Korjaus tehty, L _{Aeq} (dB)	Korjauksen vaikutus, L _{Aeq} (dB)
R1	-	30,4	-	-
R2	VV10, VV12	31,3	31,8	0,5
R3	-	34,0	-	-
R4	-	34,0	-	-
R5	-	33,7	-	-
R6	-	34,0	-	-
R7	-	35,8	-	-
R8	-	26,4	-	-

Taulukko 5. A-painotetut yhteisvaikutuksen melutasot reseptoripisteissä (ulkomelutaso)

Re-ceiver	Voimalaitokset, joissa melupäästön korjaus (+2dB) korkeuseron perusteella	Ei korjattu, L _{Aeq} (dB)	Korjaus tehty, L _{Aeq} (dB)	Korjauksen vaikutus, L _{Aeq} (dB)
R1	H9	40,6	40,7	0,1
R2	VV10, VV12, H1, H2, H3	36,8	38,4	1,6
R3	H1	35,2	35,6	0,4
R4	-	34,1	-	-
R5	-	33,7	-	-
R6	-	34,0	-	-
R7	-	35,8	-	-
R8	-	26,4	-	-

Mallinnusten mukaan Varsavaaran erillismallinnuksen osalta ei ylitetä raja-arvoa 40 dB yhdenkään reseptoripisteen osalta, kun huomioidaan >60m korkeuseron + 2 dB korjaus.

Yhteismallinnuksen osalta useiden Hietavaaran tuulivoima-aluetta lähinnä olevan lomarakennuksen osalta ylittyy 40 dB lievästi. Ylitykset aiheutuvat pääosin Hietavaaran voimalan vaikutuksesta. Yhteismallinnuksessa yhdenkään uuden vakituisen asuintalon tai loma-asunnon osalta ei ylitetä 40 dB, kun huomioidaan >60m korkeuseron + 2 dB korjaus.

4.2 Pienitaajuinen melu

Verrattaessa Varsavaaran erillis- ja yhteismallinnuksen reseptoripisteiden laskentatuloksia Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisiin pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin, ulkovai-palta vaadittavat äänitasoerot (ΔL) välillä 31,5–200 Hz ovat 1–11 dB. Taajuuskaistalla 20 ja 25 Hz jo ulkotilaan lasketut pienitaajuisen melun tasot alittavat sisätilojen toimenpiderajat.

Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksen mukaiset ääneneneristävyysarvot (äänitasoero ΔL) kuvaavat tilastollista estimaattia ilmaääneneristyskyvystä, joka ylittyy suomalaisten pientalojen tapauk-sessa 84 % todennäköisyydellä.

Kun huomioidaan ulkoseinän ääneneneristävyys Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksessa mainit-tujen arvojen mukaisesti, alittavat terssikohtaiset melutasot toimenpiderajat. Tulokset osoittavat, että ympäristön rakennusten kohdalla normaalia rakentamistapaa vastaava ilmaääneneristys riit-tää vaimentamaan tuulivoimalaitosten pienitaajuisen melun toimenpiderajojen alle, kun ulkome-lutaso alittaa 40 dB. Tulosten perusteella voidaan myös todeta, että pienitaajuinen melu alittaa toimenpiderajat myös kauempana tuulivoimaloista, koska laskennan periaatteiden mukaan pieni-taajuinen melu vaimenee etäisyyden kasvaessa.

5. TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Melun erityispiirteet ja häiritsevyyskorjaukset

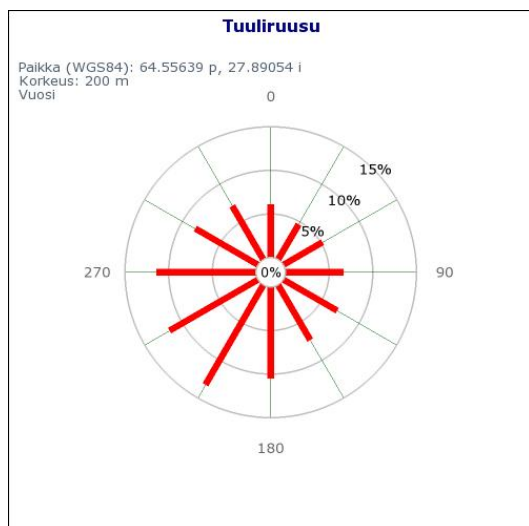
Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyyskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustulok-seen, mikäli melun 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 mo-dulation), koska sen määrittämiseen ei ole standardisoitua menetelmää. Tavanomainen tuulivoi-malan äänitason vaihtelu (NAM, Normal amplitude modulation) on osa tuulivoimalaitoksen toimin-taa 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 voimalaitoksella suurin äänitehotaso saavutetaan 7 m/s tai sitä suuremmalla tuulennopeudella (referenssikorkeudella 10 m maanpin-nasta). Alhaisemmalla tuulennopeudella voimalaitoksen äänitehotaso saattaa olla merkittävästi maksimiarvoa pienempi.

Tuulennopeus vaihtelee päivä- ja yöaikana ja hetkittäinen äänitaso vaihtelee sen mukaisesti. Mal-linnuksen 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 äänek-käintä mahdollista tilannetta.



Kuva 2. Tuuliruusu Suomen Tuuliatlaksesta

Tuulennopeuden lisäksi myös tuulensuunta vaikuttaa melun leviämiseen. Varsavaaran tuulipuiston hankealueella vallitseva tuulensuunta on lounaasta. Tällöin mallinnuksen mukaisia melutasoja voi esiintyä useimmin voimaloiden koillispuolella. Myös etelä-länsituulet ovat tuuliruusun perusteella yleisiä.

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.

Ulkomelutasot

Mallinnusten mukaan Varsavaaran erillismallinnuksen osalta ei ylitetä raja-arvoa 40 dB yhdenkään reseptoripisteen osalta, kun huomioidaan >60m korkeuseron + 2 dB korjaus.

Yhteismallinnuksen osalta muutaman Hietavaaran tuulivoima-aluetta lähinnä olevien lomarakennusten osalta ylittyy 40 dB. Ylitykset aiheutuvat pääosin Hietavaaran voimalan vaikutuksesta. Yhteismallinnuksessa yhdenkään uuden vakituisen asuintalon tai loma-asunnon osalta ei ylitetä 40 dB, kun huomioidaan >60m korkeuseron + 2 dB korjaus.

Sisämelutasot

Valtioneuvoston asetuksessa veloitetaan noudattamaan sisätilojen melun osalta Asumisterveysasetuksessa 545/2015 annettuja sisätilojen melun toimenpiderajoja. Tuulivoiman ulkomelun ohjearvoilla pyritään varmistamaan sisämelun osalta sallittujen arvojen täyttyminen.

Verrattaessa Varsavaaran erillis- ja yhteismallinnuksen reseptoripisteiden laskentatuloksia Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisiin pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin, ulkovaipalta vaadittavat äänitasoerot (ΔL) välillä 31,5–200 Hz ovat 1–11 dB. Taajuuskaistalla 20 ja 25 Hz jo ulkotilaan lasketut pienitaajuisen melun tasot alittavat sisätilojen toimenpiderajat.

Korkein melutaso on yhteismallinnuksen tilanteessa, reseptorin R1 kohdalla melutason ollessa 40,7 dB kun huomioidaan >60m korkeuseron + 2 dB korjaus. Vaadittu rakennuksen ääneneristävyysarvo, jolla alitetaan 545/2015 sisämelun toimenpiderajan $L_{Aeq\ 1h}$ 25 dB, on siis 15,7 dB (40,7 dB – 25 dB). Normaalilla rakentamisella ulkovaipan ääneneristävyysarvo R'_w on 30 dB. 545/2015 sisämelun toimenpiderajan $L_{Aeq\ 1h}$ 25 dB ei siis arvioida ylittävän yhdenkään ympäristön asuin- tai lomarakennuksen osalta.

Laatija: Ville Virtanen, Ramboll Finland Oy
Päivämäärä: 21/11/2025

Hankevastaava: Prokon Wind Energy Finland Oy
Hankealue: Varsavaara

Mallinnusohjelman tiedot

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

Tuulivoimaloiden perustiedot ja akustiset tiedot

Nordex N163/6.X, Serrated Trailing Edge

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: ☐ Kyllä ☐ Ei ☒ Ei ilmoitettu
Pyörimisnopeus: ☐ Kyllä ☐ Ei ☒ Ei ilmoitettu
Muu, mikä: Noise modes 1-18

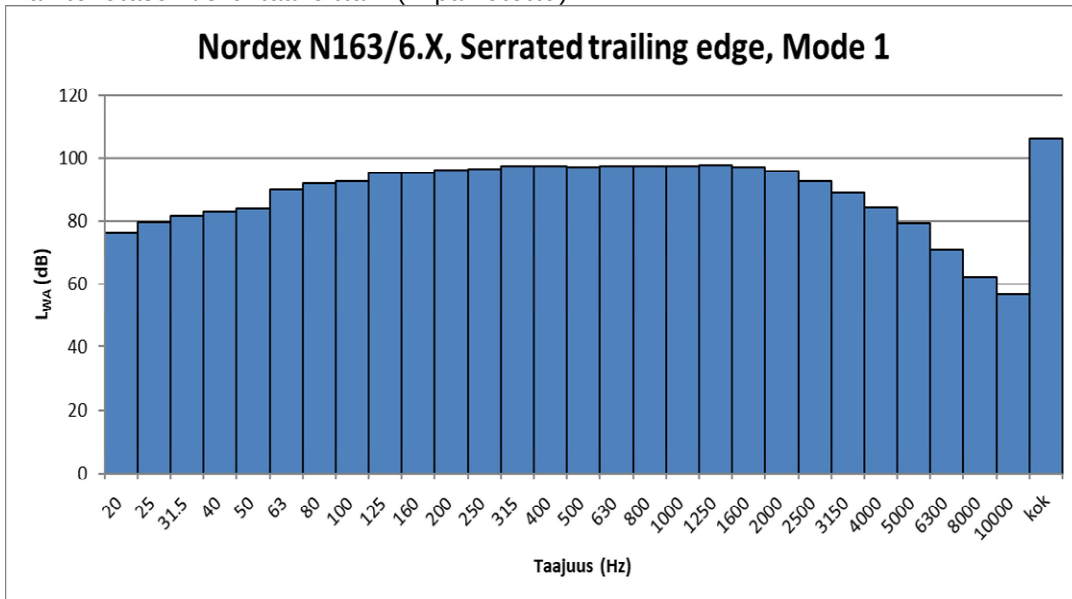
Äänitehotaso L_{WA} tuulennopeudella >6 m/s (10 m korkeudella maanpinnasta):

106,4 ☐ Takuuarvo

Suurin äänitehotaso L_{WA} :

106,4 dB + 2 dB (Uc) ☒ Takuuarvo Mode 1 (serrated trailing edge)

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



Melun erityspiirteiden mittaust ja havainnot:

Kapeakaistaisuus /
Tonaalisuus

☐ Kyllä
☒ Ei
☐ Ei ilmoitettu

Impulssimaisuus

☐ Kyllä
☐ Ei
☒ Ei ilmoitettu

Merkityksellinen
sykintä

(amplitudimodulaatio)

☐ Kyllä
☐ Ei
☒ Ei ilmoitettu

Muu, mikä

Laskennan lähtötiedot

Laskentaverkko

Laskentakorkeus:

4 metriä

Laskentaruudukon koko:

20*20 metriä

Sääolosuhteet

Suhteellinen kosteus:

70 %

Lämpötila:

15 °C

Maastomalli

Maastomallin lähde:

Maanmittauslaitos, Maastotietokanta

Vaakaresoluutio:

-

Pystyresoluutio:

2,5 m

Hankealueen korkeuserot

Tuulivoimalan perustusten ja altistuvan kohteen korkeusero yli 60 m (3 km etäisyydellä voimaloista)

☒ Kyllä

☐ Ei

Jos kyllä, mitkä tuulivoimalat:

VV01, VV05, VV06, VV09, H1, H2, H3, H4, H5, H6, H9

Maan- ja vedenpinnan absorptio ja heijastukset, käytetyt kertoimet

Vesialueet 0 akustisesti kova pinta

Maa-alueet 0,4 akustisesti puolikova pinta

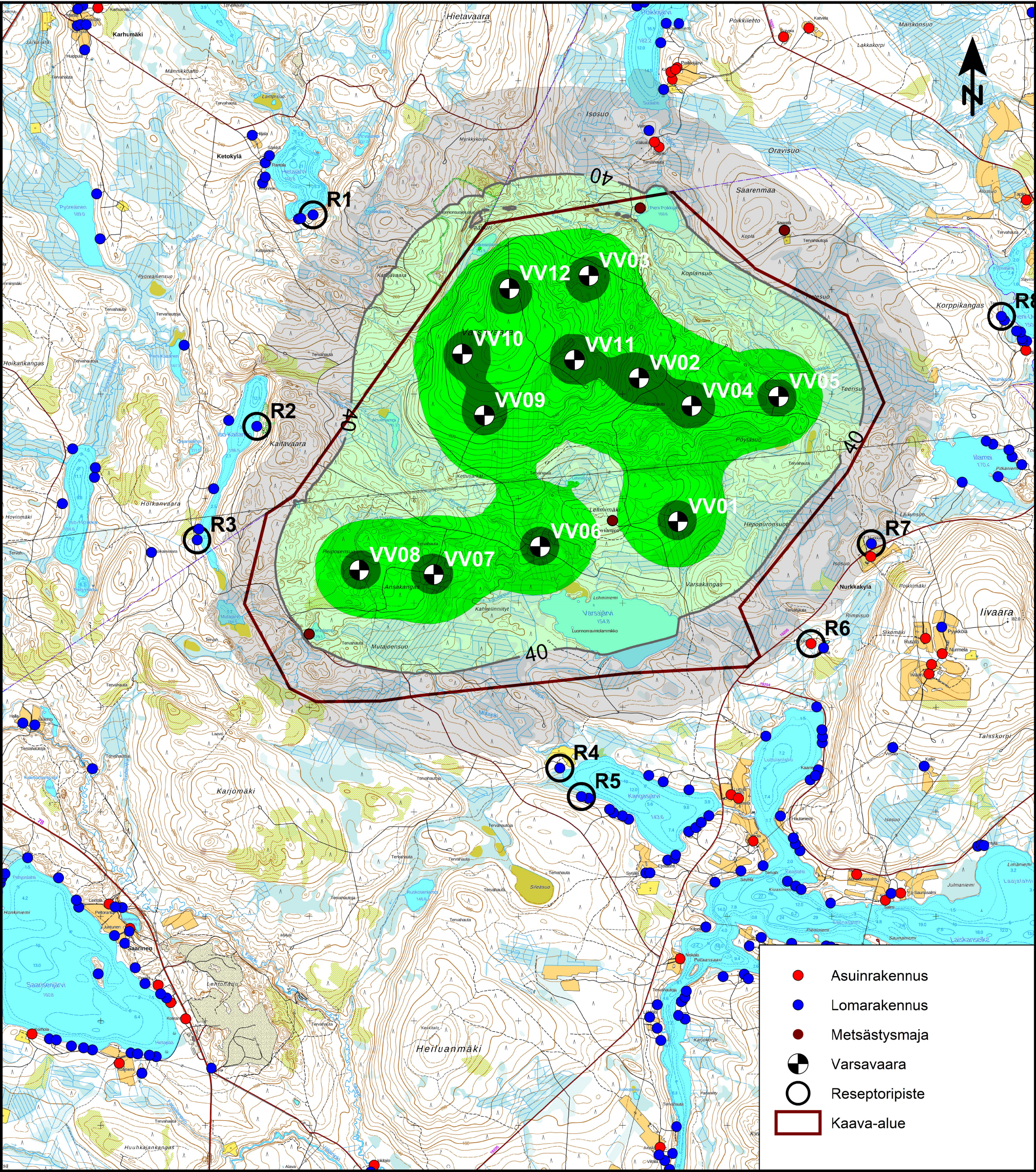
Ilmakehän stabiilius laskennassa / meteorologinen korjaus

Neutraali 0 neutraali - stabiili sääolosuhde

Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen

☒ Vapaa avaruus

☐ Muu

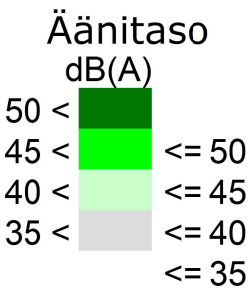


PROKON Wind Energy Finland Oy
Varsavaara

Meluvyöhykkeet LAeq

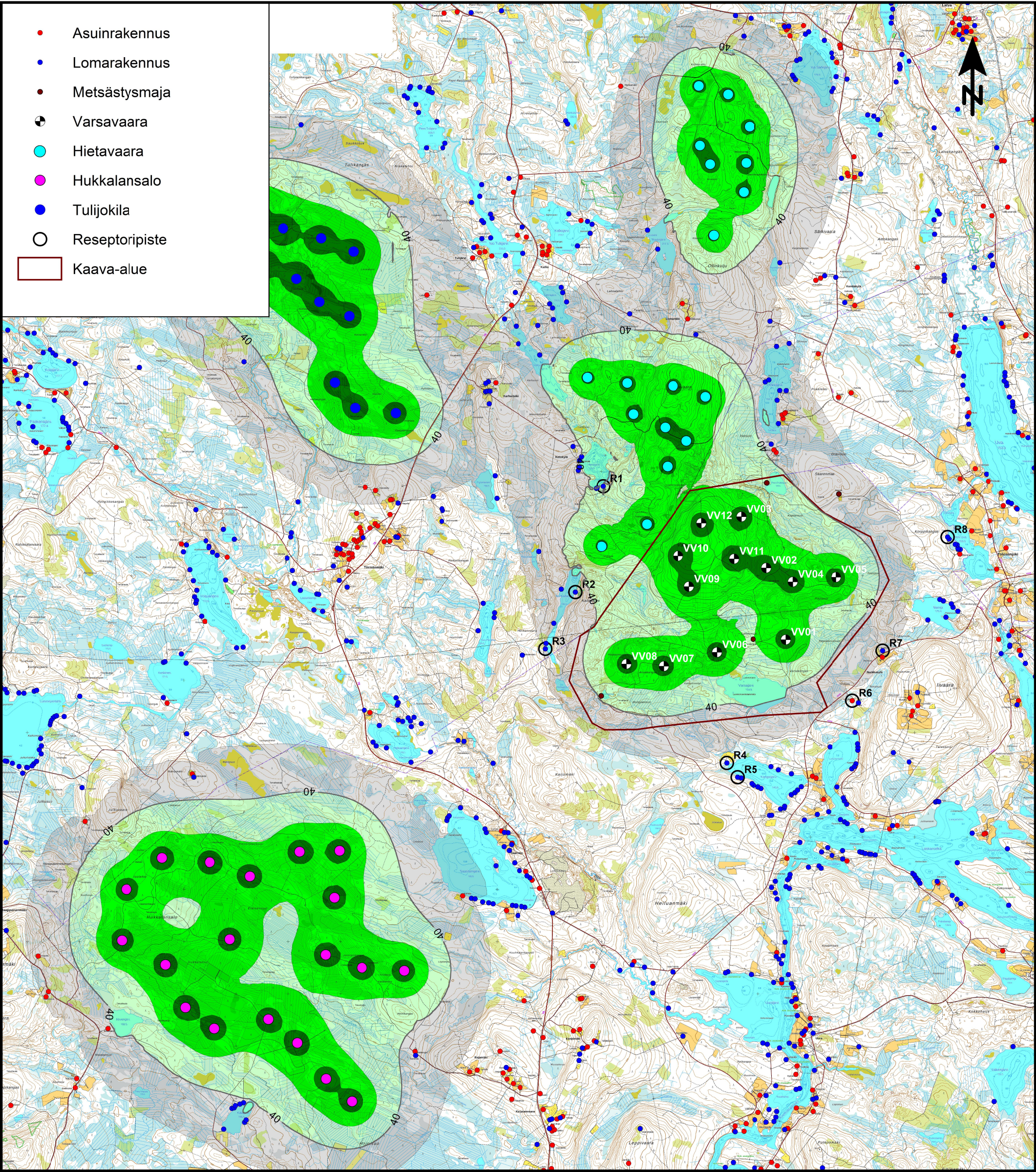
Laskentamalli ISO 9613-2
Laskentakorkeus 4 m

Varsavaara
Nordex N163/6.X, with STE, mode 1
-HH 200 m
-LWA 106,4dB + 2 dB (Uc)



Mittakaava (A4) 1:50000
0 800 1600 2400 3200 m

7/1/2026 VV



Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

Laskentamalli ISO 9613-2

Laskentakorkeus 4 m

Varsavaara

Nordex N163/6.X, with STE, mode 1

-HH 200 m

-LWA 106,4dB + 2 dB (Uc)

Äänitaso
dB(A)

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

Mittakaava (A4) 1:100000

0 1500 3000 4500 6000 m

7/1/2026 VV

Pienitaajuinen melu sisätiloissa, Varsavaara											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	55	52	47	42	37	38	33	27	23	16	10
R2	56	53	48	43	38	38	34	28	24	17	11
R3	55	51	47	42	37	37	33	27	23	16	10
R4	55	51	47	42	37	37	33	27	23	15	10
R5	54	50	46	41	36	36	32	26	22	14	9
R6	55	52	47	42	37	38	33	27	23	16	10
R7	56	52	48	43	38	38	34	28	24	17	11
R8	53	49	45	40	35	35	31	25	21	13	7
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Pienitaajuinen melu ulkotiloissa, Varsavaara											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	63	60	57	53	49	51	48	44	42	37	33
R2	64	61	57	53	50	51	49	45	43	38	34
R3	62	60	56	52	48	50	47	44	42	37	33
R4	62	60	56	52	48	50	47	44	42	36	32
R5	61	59	55	51	47	49	46	43	41	36	31
R6	63	60	56	53	49	51	48	44	42	37	33
R7	63	61	57	53	49	51	48	45	43	38	34
R8	60	58	54	50	46	48	45	42	39	34	30
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-10	-3	1	4	6	9	9	7	7	4	2
Ääneneristävyyssarvot (äänitasoero ΔL)	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8
Pienitaajuinen melu sisätiloissa, yhteismallinnus											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	56	52	48	44	41	40	36	32	28	22	17
R2	56	53	48	44	40	40	35	30	26	20	15
R3	55	52	47	43	38	38	34	29	24	18	12
R4	55	51	47	42	38	38	33	28	24	16	10
R5	54	51	46	41	37	37	32	27	23	15	10
R6	55	52	47	43	38	38	33	28	24	17	11
R7	56	52	48	43	38	38	34	28	24	17	11
R8	53	49	45	40	36	36	31	26	22	14	8
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Pienitaajuinen melu ulkotiloissa yhteismallinnus											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	63	61	57	55	53	53	51	49	47	43	40
R2	64	61	58	54	51	53	50	47	45	41	37
R3	62	60	56	53	50	51	49	45	43	39	35
R4	62	60	56	53	49	51	48	44	42	37	33
R5	61	59	55	52	48	50	47	44	42	37	32
R6	63	60	56	53	49	51	48	45	43	38	34
R7	63	61	57	53	50	51	49	45	43	38	34
R8	60	58	54	51	47	49	46	43	40	35	31
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-10	-3	2	6	9	11	11	11	11	9	8
Ääneneristävyyssarvot (äänitasoero ΔL)	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8