

Vastaanottaja
Prokon Wind Energy Finland Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
19.10.2022

Viite
1510064983-004

PIENI-PALJAKAN TUULIVOIMAHANKE MELUMALLINNUS

Päivämäärä 19.10.2022
Laatija Ville Virtanen
Tarkastaja Jari Hosiokangas

Tuulivoimahankkeen meluselvitys

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 10/2022
aineistoa.

Viite 1510064983-004

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	6
4.1	Mallinnustulokset	6
4.2	Pienitaajuinen melu	7
5.	TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	9
5.1	Melun erityispiirteet ja häiritsevyysskorjaukset	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	VE1 meluvyöhykkeet, äänitehotaso 106,4 dB + 2 dB Uc, HH 200
Liite 3	VE2 meluvyöhykkeet, äänitehotaso 106,4 dB + 2 dB Uc, HH 200

1. YLEISTÄ

Prokon Wind Energy Finland Oy suunnittelee tuulivoimapuiston rakentamista Pieni-Paljakan alueelle Paltamoon. Tässä selvityksessä on mallinnettu kahden vaihtoehdon tuulivoimalaitosten aiheuttamat melutasot ympäristössä 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 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 saatua 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). Päiväaikaan 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 –errated 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 tavomainen 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)

Tunnus	X	Y	Z	Vaihtoehto
PPP01	549543	7166004	267	VE1/VE2
PPP02	550445	7166321	252	VE1/VE2
PPP03	549262	7166567	294	VE1/VE2
PPP04	550192	7167093	270	VE1/VE2
PPP05	551415	7167215	274	VE1/VE2
PPP06	551854	7167842	284	VE1/VE2
PPP07	549248	7167314	323	VE1
PPP08	549820	7167948	344	VE1
PPP09	550352	7168413	315	VE1

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.

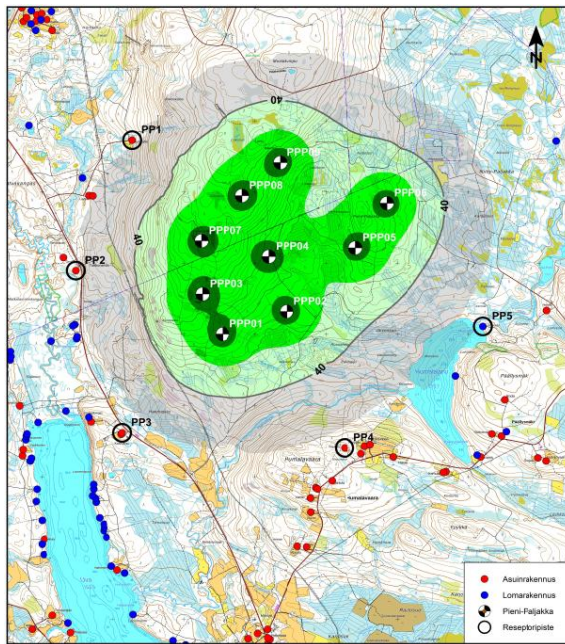
Melumallinnukset on tehty SoundPlan 8.2 -melulaskentaohjelmalla. SoundPlan -ohjelmistosta saa lisätietoa internet-sivustolta www.soundplan.eu.

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 laskentapisteidenvälisille 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 häiritsevyysskorjauksia.

Pienitaajuisen melun tarkastelu tehtiin soveltaen DSO 1284 mukaista menetelmää YM:n ohjeen 2/2014 mukaisesti. Pienitaajuisen melun ulko- ja sisämeluntasoa (Leq) tarkasteltiin tuulivoimaloita lähinnä sijaitsevan asuintalon kohdalla olevassa reseptoripisteessä. Melupäästötietoina käytettiin laitostyömallin Nordex N163/5.X MW -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 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 PP1-PP5 sijainnit. Kuvassa VE1 mukainen voimalasijoittelu.

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 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 +2dB 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. Melukuvissa on esitetty mallinnustulokset ilman mahdollisia häiritsevyyss- tai muita korjauksia.

Taulukoissa 4 ja 5 on esitetty Pieni-Paljakan vaihtoehdon 1 reseptoripistekohtaiset melutasot sekä niissä huomioitu korkeuserokorjaus. Taulukoissa 6 ja 7 on esitetty vastaavat Pieni-Paljakan vaihtoehdon 2 osalta.

Taulukko 4. A-painotetut VE1 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)
PP1	PPP03, PPP04, PPP07, PPP08, PPP09	34,8	36,6	1,8
PP2	PPP01, PPP03, PPP04, PPP07, PPP08	35,1	36,9	1,8
PP3	PPP01, PPP03, PPP07	33,6	34,9	1,3
PP4	-	33,7	-	-
PP5	PPP06	33,8	34,3	0,5

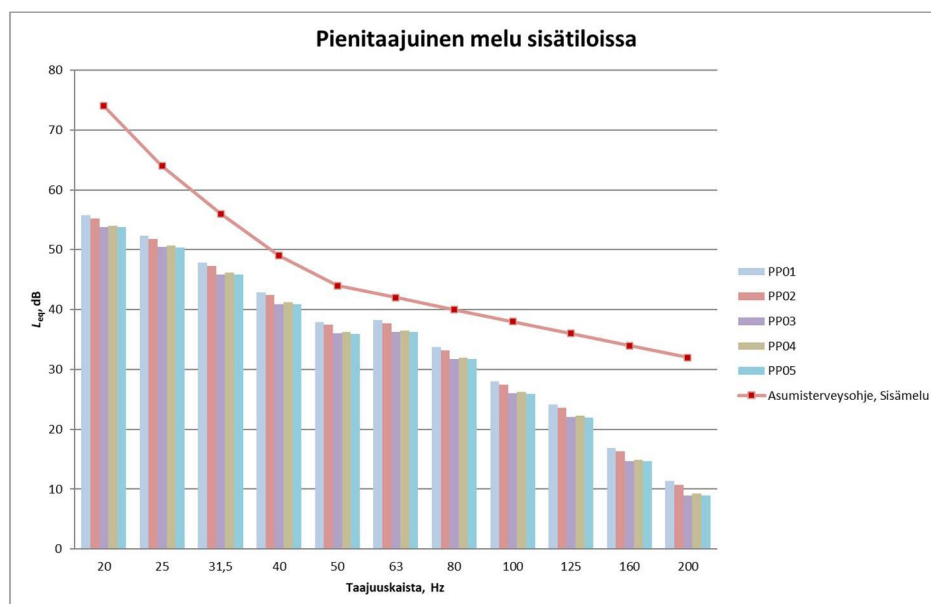
Taulukko 5. A-painotetut VE2 melutasot reseptoripisteissä (ulkomelutaso)

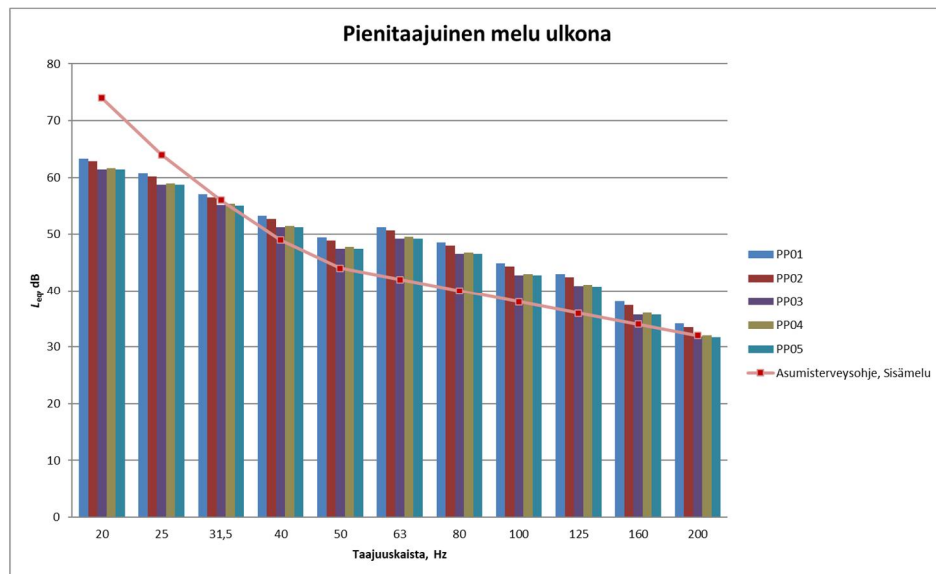
Re-ceiver	Voimalaitokset, joissa melupäästön korjaus (+2dB) korkeuseron perusteella	Ei korjattu, L _{Aeq} (dB)	Korjaus tehty, L _{Aeq} (dB)	Korjauksen vaikutus, L _{Aeq} (dB)
PP1	PPP03, PPP04	29,2	30,6	1,4
PP2	PPP01, PPP03, PPP04	32,7	34,5	1,8
PP3	PPP01, PPP03	32,6	34,0	1,4
PP4	-	33,0	-	-
PP5	PPP06	33,1	33,7	0,6

Mallinnusten mukaan kummankaan vaihtoehdon osalta ei ylitetä ohjearvoa 40 dB. Myöskään yhdenkään vakituisen asuintalon tai loma-asunnon osalta ei ylitetä 40 dB, kun huomioidaan >60m korkeuseron +2dB korjaus.

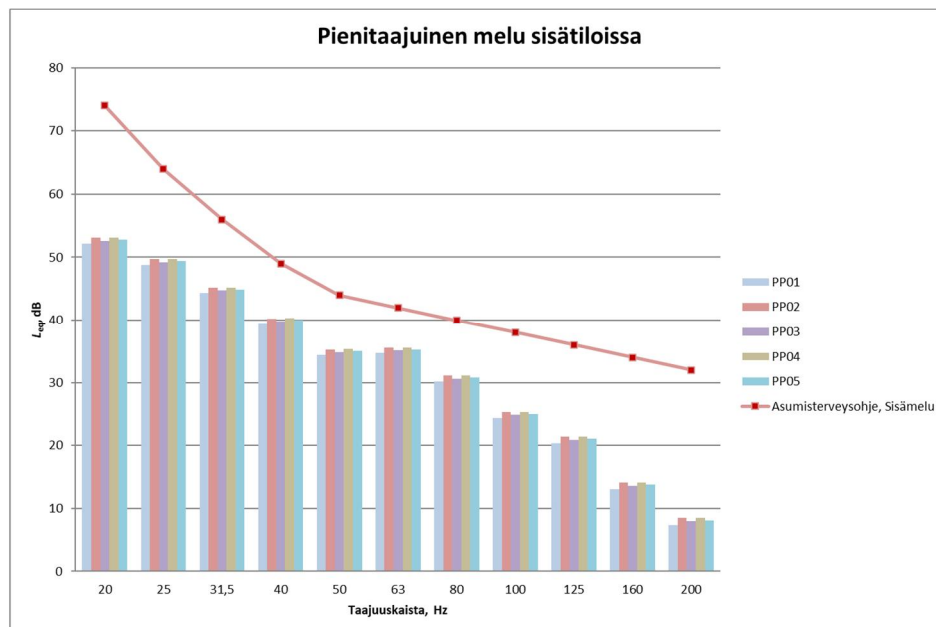
4.2 Pienitaajuinen melu

Pienitaajuisen melun tasot terssikaistoittain laskettiin kuvassa 1 esitettyihin reseptoripisteisiin PP1–PP5. Taajuuspainottamattomat melutasot sisällä ja ulkona on esitetty kuvissa 2 ja 3 Pienipaljakan vaihtoehdolle VE1 ja kuvissa 4 ja 5 vaihtoehdolle VE2.

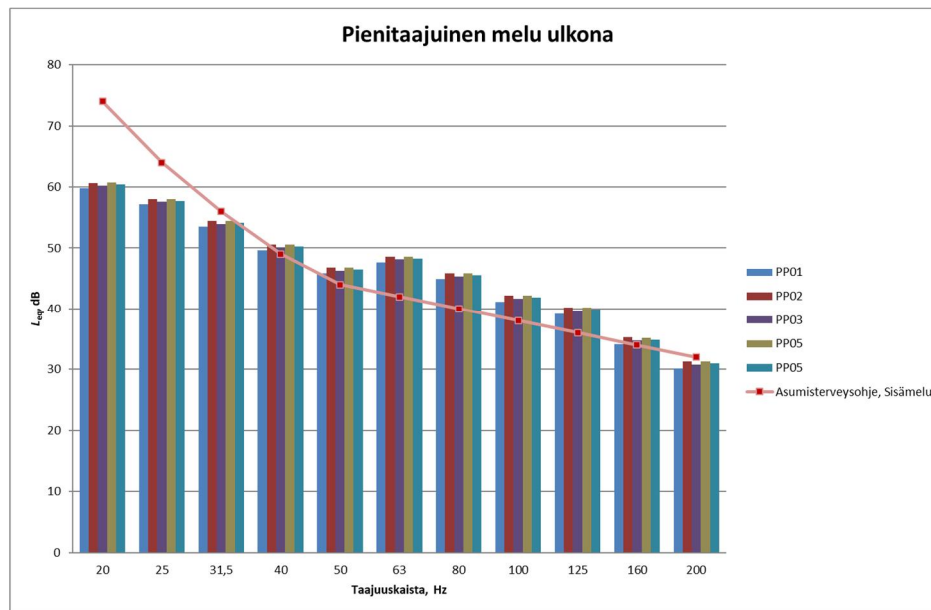
**Kuva 2. VE1 pienitaajuisen sisämelun laskentatulokset reseptoripisteissä**



Kuva 3. VE1 pienitaajuisen ulkomelun laskentatulokset reseptoripisteissä



Kuva 4. VE2 pienitaajuisen sisämelun laskentatulokset reseptoripisteissä



Kuva 5. VE2 pienitaajuisen ulkomelun laskentatulokset reseptoripisteissä

Verrattaessa laskentatuloksia Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisiin pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin, ulkovaipalta vaadittavat äänitasoerot (ΔL) välillä 40–200 Hz ovat 1–9 dB vaihtoehdossa VE1 ja 1–7 vaihtoehdossa VE2. Taajuuskaistoilla 20 ja 25 Hz jo ulkotilaan lasketut pienitaajuisen melun tasot alittavat sisätilojen toimenpiderajat.

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 reseptoripisteessä kaikkien terssikaistojen osalta. Tulokset osoittavat, että ympäristön rakennusten kohdalla normaalia rakentamistapaa vastaava ilmaääneneristys riittää vaimentamaan tuulivoimalaitosten pienitaajuisen melun toimenpiderajojen alle. 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 häiritsevyyyskorjaukset

Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyyyskorjaus +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.

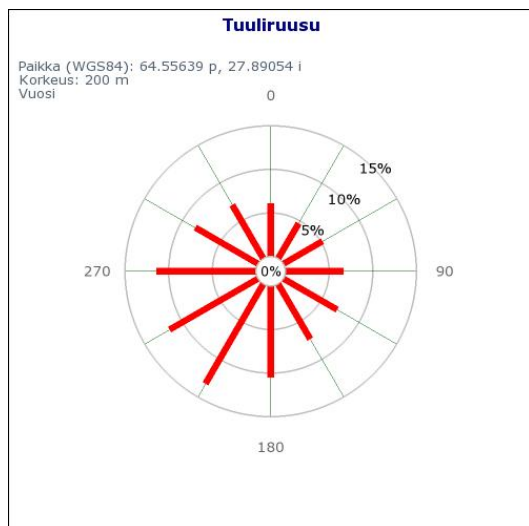
1107/2015 asetus ei sisällä korjausta merkityksellisestä sykinästä (EAM, Excess amplitude modulation), koska sen määrittämiseen ei ole standardisoitua menetelmää. Tavanomainen tuulivoimalan äänitason vaihtelu (NAM, Normal amplitude modulation) on osa tuulivoimalaitoksen toimintaa ja sisältyy ohjearvoihin.

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 voimalaitoksella suurin äänitehotaso saavutetaan 7 m/s tai sitä suuremmalla tuulennopeudella (referenssikorkeudella 10 m

maanpinnasta). 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 6. Tuuliruusu Suomen Tuuliatlaksesta

Tuulennopeuden lisäksi myös tuulensuunta vaikuttaa melun leviämiseen. Pieni-Paljakan 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.

Mallinnusten mukaan kummankaan vaihtoehdon osalta ei ylitetä 40 dB. Myöskään yhdenkään vakituisen asuintalon tai loma-asunnon osalta ei ylitetä 40 dB, kun huomioidaan >60m korkeuseron +2dB korjaus.

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) pienitaajuisten melun tasot alittavat sisätiloihin annetut 545/2015 mukaiset toimenpiderajat alitetaan jokaisen ympäristön asuin- ja lomarakennuksen osalta.

Arvioidut sisämelun kokonaistasot alittavat 545/2015 sisämelun toimenpiderajan LAeq 1h 25 dB.

Laatija: Ville Virtanen, Ramboll Finland Oy
Päivämäärä: 20/10/2022

Hankevastaava: Prokon Wind Energy Finland Oy
Hankealue: Pieni-Paljakka

Mallinnusohjelman tiedot

Mallinnusohjelma ja versio: SoundPlan 8.2
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:
6,X MW	200 m	163 m
		Tornin tyyppi:
		Putkitorni

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

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

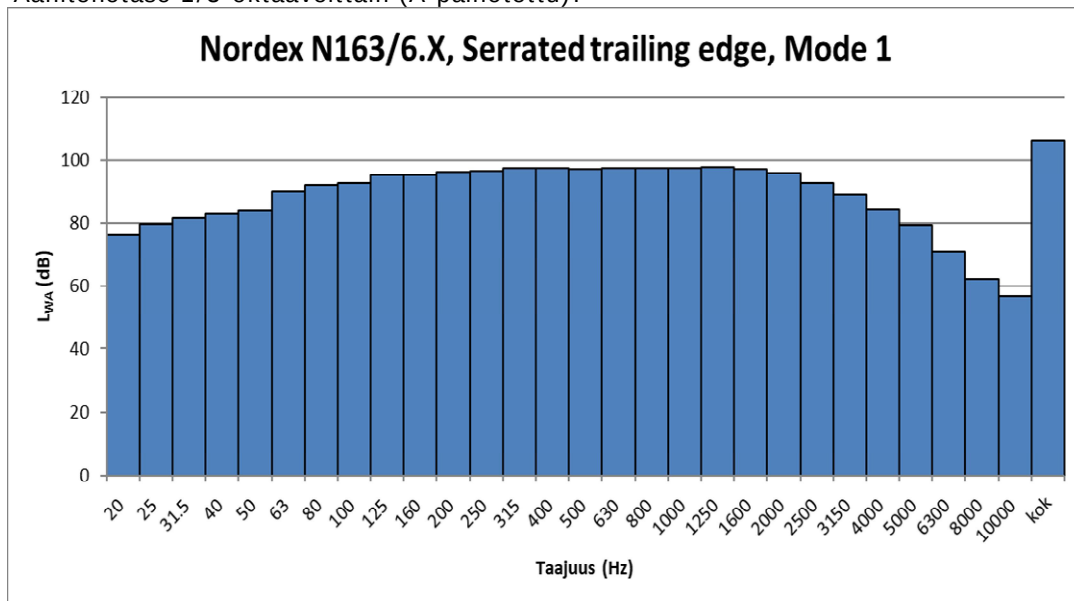
Äänitehotaso L_{WA} tuulennopeudella >6 m/s (10 m korkeudella maanpinnasta):

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 mittaustulokset 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:

-

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:

PPP01, PPP03, PPP04, PPP06, PPP07, PPP08, PPP09

Maan- ja vedenpinnan absorptio ja heijastukset, käytetyt kertoimet

Vesialueet 0 akustisesti kova pinta

Maa-alueet 0,4 akustisesti puolikova pinta

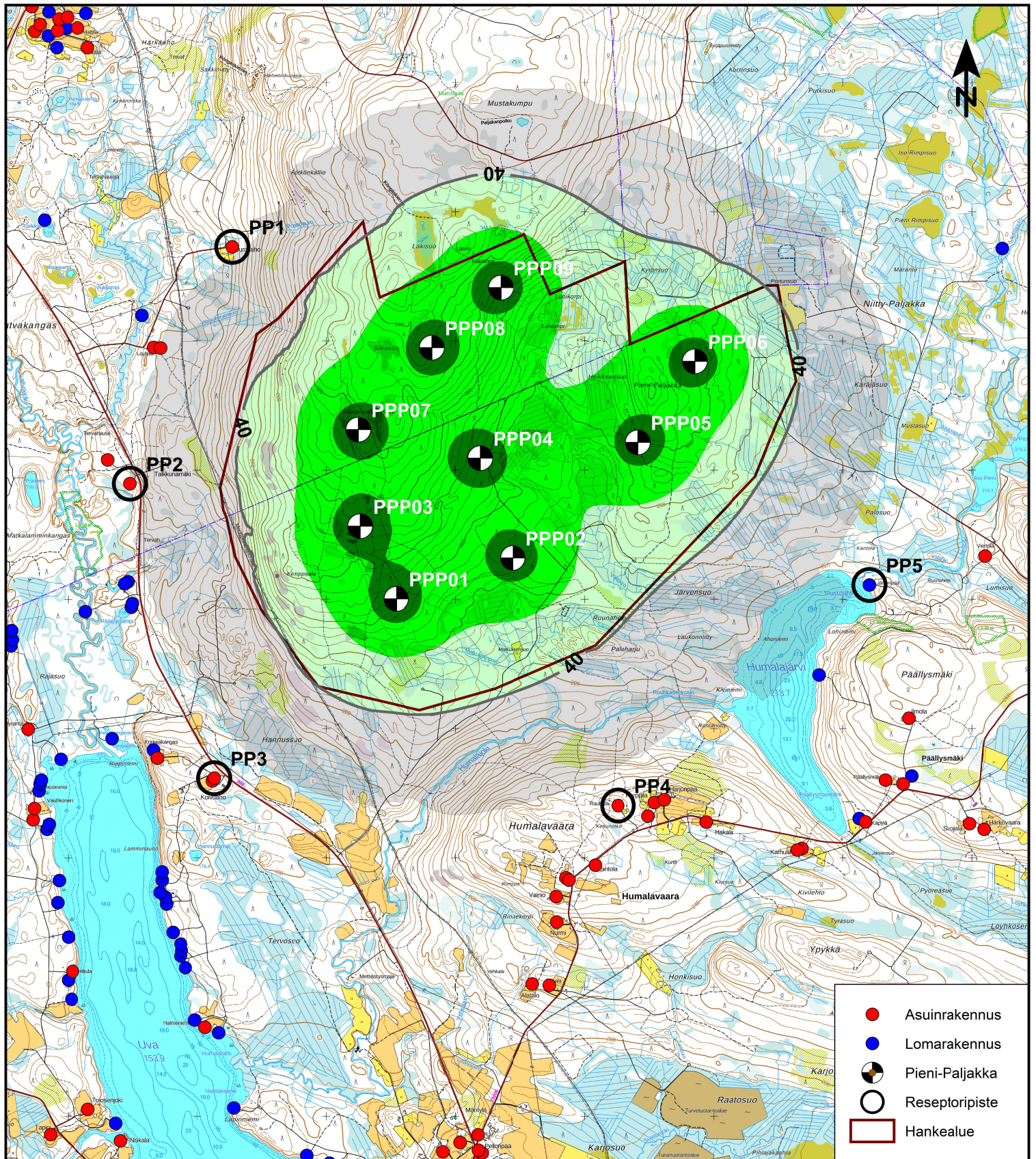
Ilmakehän stabiilius laskennassa / meteorologinen korjaus

Neutraali 0 neutraali - stabiili sääolosuhde

Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen

☒ Vapaa avaruus

☐ Muu



RAMBOLL

PROKON Wind Energy Finland Oy

Pieni-Paljakka

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

Laskentamalli ISO 9613-2
Laskentakorkeus 4 m

Pieni-Paljakka VE1
Nordex N163/6.X, with STE, mode 1
-HH 200 m
- L_{WA} 106,4dB + 2 dB (Uc)

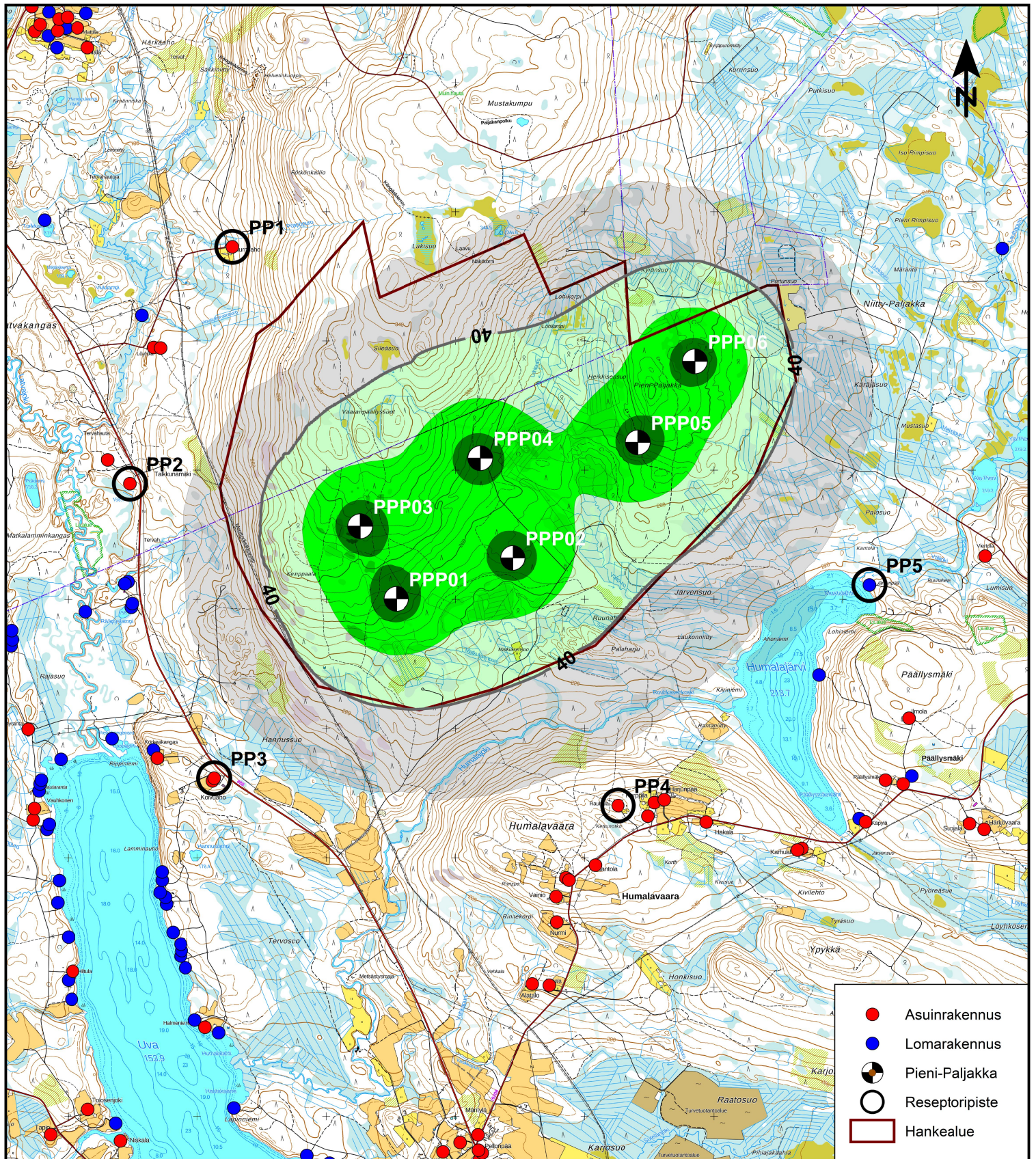
Äänitaso
dB(A)

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

Mittakaava (A4) 1:40000

0 700 1400 2100 2800 m

31/10/2022 VV



RAMBOLL

PROKON Wind Energy Finland Oy

Pieni-Paljakka

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

Laskentamalli ISO 9613-2
Laskentakorkeus 4 m

Pieni-Paljakka VE2
Nordex N163/6.X, with STE, mode 1
-HH 200 m
- L_{WA} 106,4dB + 2 dB (Uc)

Äänitaso
dB(A)

50 < $\leq$ 50
45 < $\leq$ 45
40 < $\leq$ 40
35 < $\leq$ 35

Mittakaava (A4) 1:40000

0 700 1400 2100 2800 m

31/10/2022 VV