

Vastaanottaja
Satawind Oy
A. Ahlström Kiinteistöt Oy

Asiakirjatyyppe
Raportti

Päivämäärä
9.2.2015

Viite
1510006584

LAMMIN TUULIVOIMAHANKE, PORI

MELUMALLINNUS

LAMMIN TUULIVOIMAHANKE, PORI MELUMALLINNUS

Päivämäärä 9.2.2015
Laatija Arttu Ruhanen
Tarkastaja Janne Ristolainen

Tuulivoimahankkeen meluselvitys

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 8/2013
aineistoa.

http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata_lisenssi_versio1_20120501

Viite 1510006584

SISÄLTÖ

1.	YLEISTÄ	1
2.	MELUN OHJEARVOT	1
2.1	Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 mukaiset ohjearvot	1
2.2	Ympäristöministeriön ohjeen "Tuulivoimarakentamisen suunnittelu" suunnitteluarvot	2
3.	MELUMALLINNUKSEN TIEDOT	3
3.1	Tuulivoimalatiedot	3
3.2	Melulaskenta	4
3.3	Maastomalli	5
4.	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	6
4.1	Mallinnuksen tulokset	6
4.2	Häiritsevyysskorjaukset	6
4.3	Melutasot verrattuna VNp 993/1992 melutason yleisiin ohjearvoihin	7
4.4	Melutasot verrattuna Ympäristöministeriön ohjeen "Tuulivoimarakentamisen suunnittelu" suunnitteluarvoihin	7
4.5	Pienitaajuinen melu	7
4.6	Alueen yleiset tuuliolosuhteet ja niiden vaikutus melutasojen esiintyvyyteen	8

LIITTEET

Liite 1	Melulaskennan lähtötiedot ja tuulivoimaloiden akustiset tiedot
Liite 2	Tuulivoimalaitosten koordinaattilistaukset eri hankevaihtoehtoissa
Liite 3	VE1 meluvyöhykekartta, Nordex N131/3000 standard (104,5 dB)
Liite 4	VE2 meluvyöhykekartta, Nordex N131/3000 standard (104,5 dB)
Liite 5	VE3 meluvyöhykekartta, Vestas V126-3.3MW mode 0+ (106,0 dB)
Liite 6	VE4 meluvyöhykekartta, Enercon N-115 3.0MW mode 0 (107,5 dB)

1. YLEISTÄ

Satawind Oy ja A. Ahlström Kiinteistöt Oy suunnittelevat tuulivoimaloiden sijoittamista Lammin alueelle Poriin. Tässä selvityksessä on mallinnettu tuulivoimalaitosten aiheuttamat melutasot niiden ympäristössä. Meluselvitys liittyy Rambollissa laadittavaan hankkeen ympäristövaikutusten arviointiin.

Melumallinnus tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" raportin mukaisilla laskentaparametreilla. Koska kyseessä on YVA-vaiheen selvitys, on meluvyöhykkeiden mallinnuksessa käytetty laskentamallia ISO 9613-2. Pienitaajuuden melun tarkastelu tehtiin soveltaen DSO 1284 mukaista menetelmää YM:n ohjeen 2/2014 mukaisesti.

Mallinnus tehtiin neljälle hankevaihtoehdolle (VE1-VE4). Kaikkien vaihtoehtojen osalta tehtiin meluvyöhykelaskennat ja yksittäisiin reseptoreihin äänitasojen laskennat. Pienitaajuuden melun laskenta tehtiin vain hankevaihtoehdolle VE3, joissa tuulivoimalamallina käytettiin Vestas V126-3.3MW. Muissa hankevaihto käytetyistä voimalaitosmalleista ei ollut käytettävissä melupäästötietoja terssikaistoittain.

Työ on tehty Satawind Oy:n ja A. Ahlström Kiinteistöt Oy:n toimeksiannosta. Meluselvityksen laatimisesta on Rambollissa vastannut projektipäällikkö ins.(AMK) Janne Ristolainen. Melumallinnuksesta ja raportoinnista ovat vastanneet ins. (AMK) Arttu Ruhanen ja DI Veli-Matti Yli-Kätkä. Ympäristövaikutusten arviointiselvityksen projektipäällikkönä Rambollissa toimii dos. FT Joonas Hokkanen.

2. MELUN OHJEARVOT

Melun huomioimista tuulivoimahankkeiden suunnittelussa on ohjeistettu ympäristöministeriön julkaisussa 4/2012 "Tuulivoimarakentamisen suunnittelu", jossa on annettu tuulivoimalaitosten melulle suunnitteluohjeet. Valtioneuvoston päätös 993/1992 koskee melutason yleisiä ohjeita, mutta valtioneuvoston asetus tuulivoimalaitosten melusta on valmisteilla.

2.1 Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 mukaiset ohjeet

Valtioneuvosto on antanut melutason yleiset ohjeet (Valtioneuvoston päätös 993/92). Päätöstä sovelletaan meluhaittojen ehkäisemiseksi ja ympäristön viihtyvyyden turvaamiseksi maankäytön, liikenteen ja rakentamisen suunnittelussa sekä rakentamisen lupamenettelyssä. Päätös ei koske ampuma- ja moottoriurheiluratojen melua. Päätöstä ei myöskään sovelleta teollisuus-, katu- ja liikennealueilla eikä melusuoja-alueiksi tarkoitetuilla alueilla. Taulukossa 2.1.1 on esitetty päivä- ja yöajan ohjeet ulkona ja sisällä.

Taulukko 2.1.1. VNp 993/1992 mukaiset yleiset melutason ohjearvot

Ulkona	L_{Aeq} , enintään	
	Päivällä (07–22)	Yöllä (22–07)
Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja niiden välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	50 dB ¹⁾
Uudet asuinalueet, virkistysalueet taajamissa ja niiden välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevat	55 dB	45 dB ¹⁾
Loma-asumiseen käytettävät alueet ³⁾ , leirintäalueet ja virkistysalueet taajamien ulkopuolella sekä luonnonsuojelualueet	45 dB	40 dB ²⁾
Sisällä		
Asuin-, potilas- ja majoitushuoneet	35 dB	30 dB
Opetus- ja kokoontumistilat	35 dB	-
Liike- ja toimistohuoneet	45 dB	-

¹⁾ Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoa

²⁾ Yöohjearvoa ei sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä

³⁾ Loma-asumiseen käytettävillä alueilla taajamassa voidaan soveltaa asumiseen käytettävien alueiden ohjearvoja

L_{Aeq} = melun A-painotettu keskiäänitaso (ekvivalenttitaso)

Jos melu sisältää impulsseja tai ääneksiä tai on kapeakaistaista, mittaustuloksiin lisätään 5 dB ennen niiden vertaamista ohjearvoihin. Impulssimaisuus- tai kapeakaistaisuuskorjaus tehdään sille ajalle, jolloin melu on impulssimaista tai kapeakaistaista.

- 2.2 Ympäristöministeriön ohjeen "Tuulivoimarakentamisen suunnittelu" suunnitteluarvot Ympäristöministeriö asetti 30.9.2010 työryhmän, jonka tehtävänä oli valmistella ehdotus tuulivoimarakentamisen kaavoitusta, vaikutusten arviointia ja lupamenettelyjä koskevaksi ohjeistukseksi. Työryhmän raportti "Ympäristöhallinnon ohjeita 4/2012 – Tuulivoimarakentamisen suunnittelu" julkaistiin heinäkuussa 2012. Melun osalta ohjeessa on todettu, etteivät Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 mukaiset melutason yleiset ohjearvot sovellettu tuulivoimamelun haittojen arviointiin ja ohjeessa annetaan suunnitteluohjearvot tuulivoimamelulle. Toisaalta Ympäristöministeriön ELY:n alueidenkäyttövastaaville lähettämässä tiedotteessa (Nunu Pesu 24.9.2012) on todettu, että "Tuulivoimamelun suunnitteluohjearvoja ei ole tarkoitettu sovellettavaksi jo rakennetuihin ja käytössä oleviin tuulivoimaloihin. Tuulivoimamelun suunnitteluohjearvoja ei myöskään sovelleta jo lainvoiman saaneisiin kaavoihin tai lupiin."

Ympäristöministeriön ohjeessa on sanottu suunnitteluohjearvoista seuraavaa:

"Tuulivoimarakentamisen suunnitteluohjearvot ovat riskienhallinnan ja suunnittelun apuväline. Niiden avulla voidaan tunnistaa tuulivoimarakentamiseen parhaiten soveltuvat alueet. Näillä suunnitteluohjearvoilla pyritään varmistamaan, ettei tuulivoimaloista aiheudu kohtuutonta häiriötä ja että esimerkiksi asuntojen sisämelutasot pysyvät asumisterveysohjeen mukaisina." Seuraavassa taulukossa on eritelty tuulivoimarakentamista koskevat ulkomelutason suunnitteluohjearvot.

Taulukko 2.2.1 Tuulivoimarakentamisen ulkomelutason suunnitteluohjearvot

	L_{Aeq} Päiväajalle (07–22)	L_{Aeq} Yöajalle (22–07)
Asumiseen käytettävillä alueilla, loma-asumiseen käytettävillä alueilla taajamissa, virkistysalueilla	45 dB	40 dB
Loma-asumiseen käytettävillä alueilla taajamien ulkopuolella, leirintäalueilla, luonnonsuojelualueilla*	40 dB	35 dB
Muilla alueilla (esim. teollisuusalueilla)	ei sovelleta	ei sovelleta

* yöarvoa ei sovelleta luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä

L_{Aeq} = melun A-painotettu keskiäänitaso (ekvivalenttitaso)

On huomattava, että taulukon suunnitteluohjearvoja sovelletaan vain asumiseen, loma-asumiseen ja virkistykseen käytettävillä alueilla sekä leirintä- ja luonnonsuojelualueilla.

Tuulivoimarakentamisen ulkomelutason suunnitteluohjearvot määritetään A-taajuuspainotettuna keskiäänitasona L_{Aeq} erikseen päiväajan (klo 7-22) ja yöajan (klo 22-7) osalta. Kyse ei ole hetkelisistä enimmäisäänitasoista.

Mikäli tuulivoimalan ääni on laadultaan erityisen häiritsevää eli ääni on tarkastelupisteessä soivaa (tonaalista), kapeakaistaista tai impulssimaista tai se on selvästi sykkivää (amplitudimoduloitua eli äänen voimakkuus vaihtelee ajallisesti), lisätään laskenta- tai mittaustulokseen 5 desibeliä ennen suunnitteluohjearvoon vertaamista.

Oppaassa mainituista häiritsevyyskorjauksista on todettava, että niitä ei lisätä automaattisesti tuulivoimalaitosten meluun, sillä melutason alhaisemmat suunnitteluohjearvot huomioivat jo tuulivoimalaitosten melun muuta melua häiritsevemmän luonteen. Lisäys tehdään ainoastaan siinä tapauksessa, että melu voidaan todeta erityisen häiritseväksi tarkastelupisteessä (esim. asutuksen tai loma-asuntojen kohdalla).

Ympäristöministeriön julkaisemassa ohjeessa 2/2014 "Tuulivoimalaitosten melun mallintaminen" on todettu häiritsevyyskorjausten soveltamisesta seuraavaa ympäristövaikutusten arviointiin liittyvässä mallinnuksessa:

"Äänen mahdollinen kapeakaistaisuus ja pienitaajuuksien komponenttien osuus äänen spektrissä selvitetään. Melun impulssimaisuuden ja merkityksellisen sykinän (amplitudimodulaatio) vaikutukset sisältyvät lähtökohtaisesti valmistajan ilmoittamiin melupäästön takuuarvoihin, eikä niiden tarkastelua tässä yhteydessä edellytetä. Sanktio voidaan huomioida laskennan lähtöarvoissa, mikäli tiedetään tuulivoimalan melupäästön sisältävän kapeakaistaisia/tonaalisia komponentteja ja voidaan arvioida näiden erityispiirteiden olevan kuulohavainnoin erotettavissa ja ohjeistuksen mukaisesti todennettavissa melulle altistuvalla alueella. Kapeakaistaisuus/tonaalisuus arvioidaan ympäristöministeriön tuulivoimaloiden melupäästön mittaushyönteeseen mukaan. Muussa tapauksessa sanktiota ei sovelleta melun mallinnuksessa."

Ulkomelutason suunnitteluohjearvojen lisäksi asuntojen sisätiloissa käytetään Terveystensuojelulain (763/94) sisältövaatimuksiin pohjautuen asumisterveysohjeen mukaisia taajuuspainottamattomia tunnin keskiäänitasoon $L_{eq,1h}$ perustuvia suunnitteluohjearvoja koskien pienitaajuisia melua. Sisämelutasot voidaan arvioida ulkomelutasojen perusteella ottamalla huomioon rakennusten vaipan ääneneristävyys. Asumisterveysohjeessa mainitaan, että päiväaikaiselle pienitaajuiselle melulle voidaan hyväksyä noin 5 desibeliä suurempia arvoja.

Taulukko 2.2.2. Yöaikaisen pienitaajuisen sisämelun ohjearvot terssikaistoittain (Asumisterveysohje, STM:n oppaita 2003:1)

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

Liitteessä 2 on esitetty eri hankevaihtoehtojen mukaisten tuulivoimaloiden koordinaattilistaukset.

VE1 sisältää 20 tuulivoimalaitosta, joiden napakorkeus on 114 metriä. Mallinnus tehtiin Nordex N131/3000 laitosmallilla.

VE2 sisältää 18 tuulivoimalaitosta, joiden napakorkeus on 114 metriä. Mallinnus tehtiin Nordex N131/3000 laitosmallilla.

VE3 sisältää 14 tuulivoimalaitosta, joiden napakorkeus on 117 metriä. Mallinnus tehtiin Vestas V126-3.3MW laitosmallilla.

VE4 sisältää 11 tuulivoimalaitosta, joiden napakorkeus on 124,5 metriä. Mallinnus tehtiin Enercon E-115 3.0MW laitosmallilla.

Nordex N131/3000 -laitosmallin suurin A-painotettu äänitehotaso L_{WA} on 104,5 dB (Standard mode). Laitosta voidaan ajaa standard mode -tilan lisäksi yhdeksällä eri melumoodilla. Suurin melupäästö arvo on saatu tuulennopeuden arvolle ≥ 7 m/s (10 m korkeudella maanpinnasta). Laitosmallin melutiedot eri tuulennopeuksille ilmenivät hankevastaavan toimittamista laitosmallin

dokumenteista, jossa äänitehotaso on ilmoitettu oktaavikaistoittain taajuuksivälillä 31,5...8000 Hz. Valmistaja on taannut melupäästön kokonaisäänitehotason. Kokonaismelupäästöille annettu takuu ilmenee maaliskuussa 2014 järjestetyn Vaasa Wind Exchange -tapahtuman Nordexin esityksestä (Nordex Sound Power, Fulfilling noise level requirements in Finland, 18.3.2014).

Vestas V126-3.3MW laitostmallin suurin A-painotettu äänitehotaso L_{WA} on 106,0 dB. Vaikka laitevalmistaja käyttää laiteversiosta nimitystä mode 0+, kyseessä ei ole ns. käyttöasetuksilla rajoitettu melupäästöarvo. Arvo on normaalin käyttöasetuksen mukainen, mutta ko. laitostmallissa laivan jättöreuna on sahalaideoitettu melupäästön pienentämiseksi. Valmistaja on antanut melupäästöille takuun. Ko. laitostmallissa on mahdollista rajoittaa melua myös käyttöasetusten avulla (mode 1 – mode 4).

Enercon E-115 3.0MW laitostmallin suurin A-painotettu äänitehotaso L_{WA} on 106,5 dB. Arvo on normaalin ajomoodin (operational mode 0) mukainen. Laskenta tehtiin äänitehotasolla 107,5 dB, jossa on huomioitu mitatun äänitehotason lisäksi meludokumentissa esitetty epävarmuustaso 1,0 dB. Meludokumentissa oli esitetty melupäästöarvot ainoastaan kokonaistasoina, joten Enerconin voimalaitoksen osalta oktaavikaistajakaumana käytettiin usean eri 3 megawatin kokoluokan tuulivoimalaitostmallin keskimääräisiä arvoja.

3.2 Melulaskenta

Melulaskennat tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" raportin mukaisilla laskentaparametreilla ja -menetelmillä. Liitteessä 1 on esitetty melulaskentojen oleelliset lähtötiedot esim. laskentaparametrit.

Melumallinnukset on tehty SoundPlan 7.1 -melulaskentaohjelmaa ja siihen sisältyvää ISO 9613-2 -melulaskentamallia käyttäen. SoundPlan -ohjelmistosta saa lisätietoa internet-sivustolta www.soundplan.eu ja ISO 9613-2 laskentamallista kyseisestä standardista.

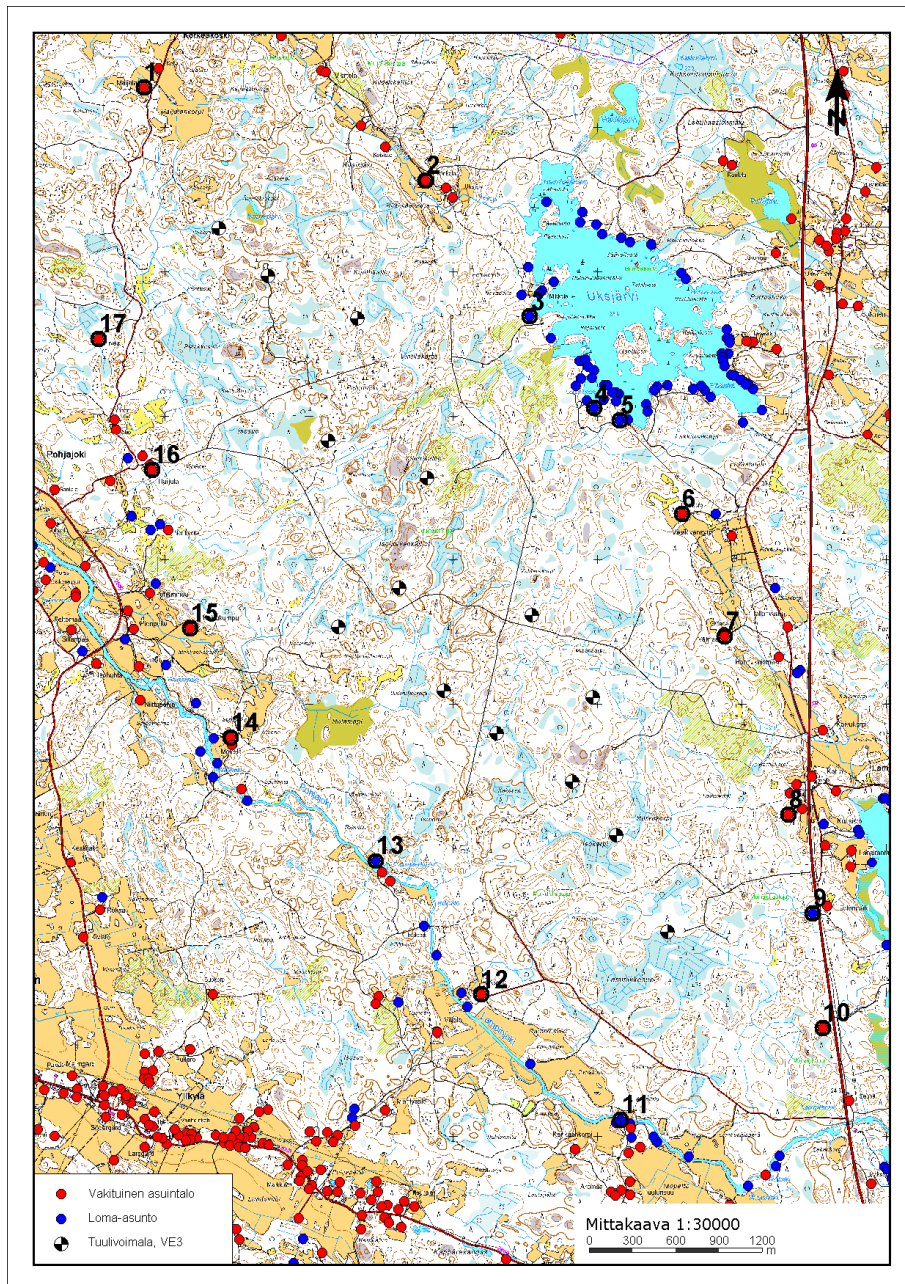
ISO 9613-2 -mallissa tuulen nopeutta tai suuntaa ei voida varioida, vaan laskentamallissa on oletuksena lievä myötätuuli melulähteestä laskentapisteeseen päin. Malli huomioi kolmiulotteisessa laskennassa mm. maastonmuodot sekä etäisyysvaimentumisen, ilman ääniabsorption, esteet, heijastukset ja maanpinnan absorptio-ominaisuudet.

Tuulivoimaloiden suunniteltujen sijaintipaikkojen ja melulle altistuvien kohteiden välinen korkeusero ei ylitä 60 metriä. Tästä syystä valmistajan ilmoittamaan melupäästöarvoon ei ole tarpeen tehdä korkeuseroista johtuvaa korjausta ennen melulaskennan tekemistä.

Meluvyöhykelaskennat on tehty laskentapisteverkkoon ja ohjelma interpoloi melutasot laskentapisteen välisille alueille. Lisäksi tehtiin reseptoripistelaskentoja yksittäisiin reseptoripisteisiin eri suunnilla olevien lähimmän asutuksen kohdalla.

Pienitaajuisen melun tarkastelu tehtiin YM:n ohjeessa 2/2014 esitetyn mukaisesti. Melupäästötie-tona käytettiin Vestas V126-3.3MW -laitoksesta käytössä olevia 1/3-oktaavikaistatietoja taajuuksiväliltä 20-200 Hz. Taajuuspainottamattomien terssikaistakohtaisten ulkomelutason laskenta tehtiin yhteen reseptoripisteeseen (reseptoripiste 7), joka sijaitsee asuintalon kohdalla jossa melulaskennan mukaan on voimakkain äänitaso. Rakennuksen sisälle aiheutuvia pienitaajuisia melutasoja arvioitiin DSO 1284 laskentamenetelmässä esitettyjen asuintalon julkisivun ilmaääneneristävyyssarvojen avulla.

Kaikki esitetyt melutasot ovat suoraan mallinnuksen tuloksia, eikä niihin ole lisätty mitään mahdollisia häiritsevyysskorjauksia.



Kuva 3.2.1 Reseptoripisteiden sijainnit

3.3 Maastomalli

Maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen maastotietokannan aineistosta, jossa korkeuskäyrät ovat 2,5 metrin välein. 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.

Koska kaikkien tuulivoimaloiden suunnitelluilla sijoituspaikoilla maanpinta on alle 60 m mpy, on tuulivoimaloiden perustusten ja kolmen kilometrin etäisyydellä laitoksista sijaitsevien altistuvien kohteiden välinen maanpinnan korkeusero alle 60 metriä.

4. TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

4.1 Mallinnuksen tulokset

Laskennalliset meluvyöhykkeet (A-painotettu keskiäänitaso) eri hankevaihtoehtoissa on esitetty liitteissä 3-6. Melukuvissa on esitetty mallinnustulokset ilman mahdollisia häiritsevyys- tai muita korjauksia.

Melukuvissa esitetyt keskiäänitasot kuvaavat tilannetta, jossa tuulivoimalat tuottavat suurimman nimellisen äänitehotason koko päivä- tai yöajan. Todellisuudessa tuulennopeus vaihtelee päivä- ja yöaikana ja todellinen päivä- tai yöajan keskiäänitaso vaihtelee sen mukaisesti. Myös tuulen suunta vaikuttaa melun leviämiseen ja laskennassa tuulen oletetaan olevan myötätuuli kaikkiin suuntiin.

Reseptoripistelaskentojen tulokset on esitetty taulukossa 4.1.1.

Hankevaihtoehdossa 1 ei ole yhtään asuin- tai lomarakennusta melualueella, jossa melutaso ylittää 40 dB. Meluvyöhykkeelle 35–40 dB sijoittuu 21 asuintaloa ja 23 loma-asuntoa.

Hankevaihtoehdossa 2 ei ole yhtään asuin- tai lomarakennusta melualueella, jossa melutaso ylittää 40 dB. Meluvyöhykkeelle 35–40 dB sijoittuu 11 asuintaloa ja 3 loma-asuntoa.

Hankevaihtoehdossa 3 ei ole yhtään asuin- tai lomarakennusta melualueella, jossa melutaso ylittää 40 dB. Meluvyöhykkeelle 35–40 dB sijoittuu 27 asuintaloa ja 35 loma-asuntoa.

Hankevaihtoehdossa 4 ei ole yhtään asuin- tai lomarakennusta melualueella, jossa melutaso ylittää 40 dB. Meluvyöhykkeelle 35–40 dB sijoittuu 41 asuintaloa ja 53 loma-asuntoa.

Taulukko 4.1.1. Reseptoripistelaskentojen tulokset

Reseptori	Rakennuksen tyyppi	Äänitaso dB(A)			
		VE1	VE2	VE3	VE4
1	Asuin	21,6	30,4	34,2	36,2
2	Asuin	27,8	34,0	36,5	36,8
3	Loma	32,7	34,5	36,3	37,5
4	Loma	35,5	34,8	35,9	38,4
5	Loma	35,6	34,6	35,7	38,2
6	Asuin	37,1	34,7	36,0	38,7
7	Asuin	38,6	35,8	37,4	39,7
8	Asuin	38,1	34,9	36,6	38,6
9	Loma	37,1	33,2	35,5	37,6
10	Asuin	33,9	30,2	32,7	34,9
11	Loma	35,5	30,3	32,5	34,5
12	Asuin	38,1	33,5	35,3	36,6
13	Loma	39,0	35,6	37,2	36,9
14	Asuin	35,9	35,3	36,6	35,8
15	Asuin	34,7	35,7	36,5	36,2
16	Asuin	31,9	35,5	36,1	37,7
17	Asuin	27,0	33,9	35,9	37,9

4.2 Häiritsevyyskorjaukset

Ympäristöministeriön mallinnusohjeen 2/2014 mukaan YVA-vaiheen meluselvityksessä ei edellytetä melun impulssimaisuuden ja merkityksellisen sykkinnän (amplitudimodulaatio) tarkastelua, vaan oletetaan että kyseiset vaikutukset sisältyvät laitosvalmistajan ilmoittamiin melupäästön taakkuarvoihin.

Vestas V126-3,3MW laitosmalli ei käytettävissä olevien taajuusjakaumien mukaan aiheuta kapeakaistaista melua. Muille laitostalleille ei ollut käytettävissä terssikaistatietoja, joten niiden osalta ei voida arvioida melun kapeakaistaisuutta.

Tuulivoimamelun kapeakaistaisuudelle/tonaalisuudelle edellytettävä +5 dB:n korjaus tehdään vain sellaisissa tapauksissa, jos erityispiirteet ovat kuultavissa melulle altistuvassa kohteessa ja tuulivoimalan melupäästön tiedetään sisältävän kapeakaistaisuutta. Melun kapeakaistainen luonne tyypillisesti vähenee etäisyyden kasvaessa melulähteestä kuuntelupisteeseen.

4.3 Melutasot verrattuna VNp 993/1992 melutason yleisiin ohjearvoihin

Kaikissa hankevaihtoehtoissa mallinnetut melutasot alittavat päiväajan ohjearvon 55 dB ja yöajan ohjearvon 50 dB asuintalojen ja vakituisen asutuksen seassa olevien yksittäisten loma-asuntojen kohdalla. Loma-asuntoalueilla mallinnetut melutasot alittavat kaikissa hankevaihtoehtoissa päiväohjearvon 45 dB ja yöajan ohjearvon 40 dB.

4.4 Melutasot verrattuna Ympäristöministeriön ohjeen "Tuulivoimarakentamisen suunnittelu" suunnitteluarvoihin

YM:n mallinnusohjeen (2/2014) mukaan ohjearvovertailussa ei huomioida epävarmuutta, kun laskenta tehdään ohjeessa mainituilla parametreja ja käyttäen valmistajan takaamia melupäästöarvoja (declared value tai warranted level). Tällöin melupäästön takuuarvoon on sisällytetty koko laskennan epävarmuus. Tässä mallinnuksessa kaikissa vaihtoehtoissa on käytetty, joko valmistajan takaamaa arvoa tai käytetyissä melupäästöarvoissa on mitattuun äänitehotasoon liittänyt mittauksessa määritetty kokonaisepävarmuustaso, jolloin arvot vastaavat standardin IEC 61400-14 mukaan määritettyä taattua äänitehotason arvoa (L_{WAd} , declared value).

Kaikissa hankevaihtoehtoissa melutasot ovat vakituisten asuintalojen ja vakituisen asutuksen seassa olevien loma-asuntojen kohdalla alle päiväajan suunnitteluohjearvon 45 dB ja yöajan suunnitteluohjearvon 40 dB.

Loma-asuinalueilla melutaso on alle päiväajan suunnitteluohjearvon 40 dB kaikissa hankevaihtoehtoissa.

Uksjärvellä melutasot ovat yöajan suunnitteluohjearvon tasolla hankevaihtoehtoissa 1 ja 2. Hankevaihtoehtoissa 3 ja 4 melutasot ovat Uksjärven hankealueen puoleisella rannalla yli yöajan suunnitteluohjearvon 35 dB. Hankealueen kaakkoispuolella olevan Lampinjärven rannalla sijaitsevien loma-asuntojen kohdalla melutaso ylittää yöajan suunnitteluohjearvon 35 dB hankevaihtoehdossa 4, muissa vaihtoehtoissa melutasot ovat alle 35 dB.

4.5 Pienitaajuinen melu

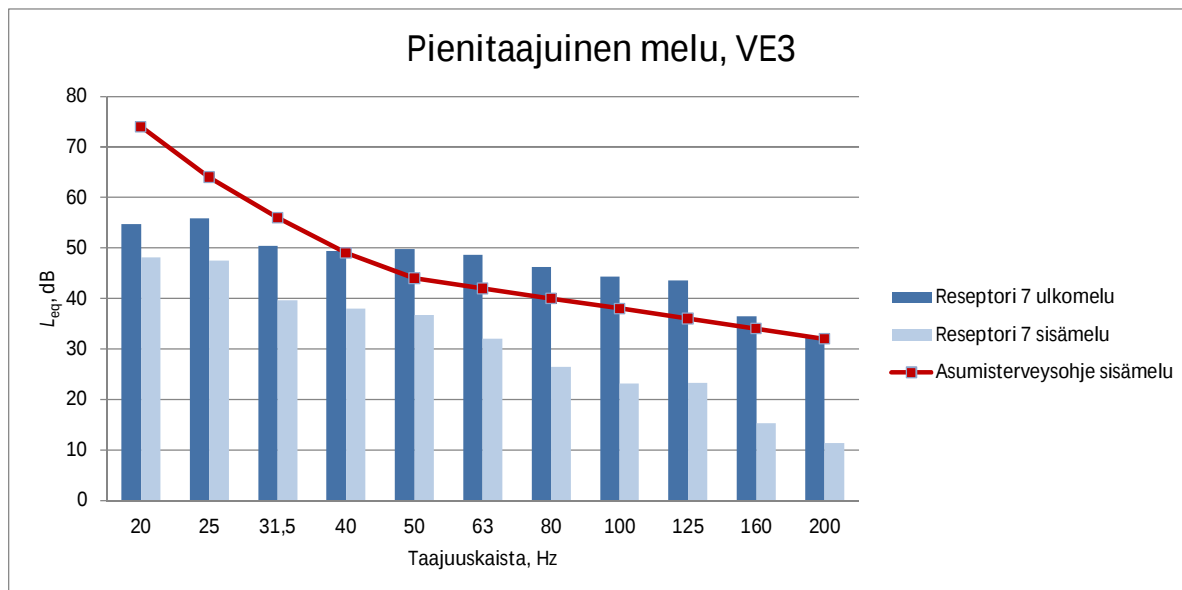
Pienitaajuisen melun tasot laskettiin vain hankevaihtoehdossa 3, koska ainoastaan sen hankevaihtoehdon mallinnuksessa käytettävästä laitostilasta oli käytettävissä melupäästötiedot terssikaistoittain. Laskenta tehtiin reseptoripisteeseen 7, koska siinä kokonaisäänitaso oli mallinnuksen mukaan suurin.

DSO 1284 -menetelmän mukaiset ääneneristävyyssarvot (äänitasoero ΔL) kuvaavat tyypillisen tanskalaisen asuintalon ilmajääneneristävyyttä, jotka vastaavat kohtuullisen hyvin Suomessa käytettyjä rakenteita.

Kun huomioidaan ulkoseinän ääneneristävyys DSO 1284 -menetelmässä mainittujen arvojen mukaisesti, alittavat terssikohtaiset melutasot yöajan ohjearvot. Tulokset osoittavat, että ympäristön rakennusten kohdalla normaalia rakentamistapaa vastaava ilmajääneneristys riittää vaimentamaan tuulivoimalaitosten pientaajuisen melun yöajan ohjearvojen alle.

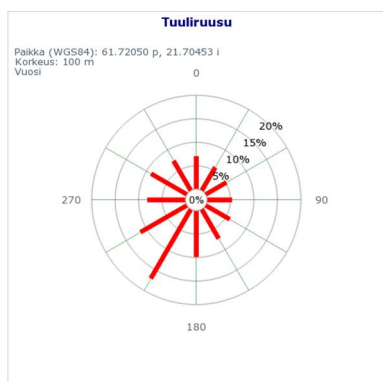
Terssikaistoilla 50...200 Hz laskennalliset ulkomelutaso on rakennuksen sisälle annettujen yöajan ohjearvon yli noin 1...8 dB, josta arvioida että kyseisillä taajuuskaistoilla rakennuksen ulkovaipan vaadittava äänitasoero ΔL on 1...8 dB. Muilla terssikaistoilla ulkomelutasot ovat yöajan sisäohjearvon alle tai tasolla. Tulosten perusteella voidaan todeta, että pientaajuinen melu alittaa ohjearvot myös kauempana tuulivoimaloista, koska laskennan periaatteiden mukaan pientaajuinen melu vaimenee etäisyyden kasvaessa.

Asumisterveysohjeen mukaan päiväajan pientaajuiselle melulle voidaan hyväksyä noin 5 dB suurempia arvoja kuin yöaikana, joten laskennalliset ulkomelutasot ovat terssikaistoilla 50...125 Hz sisätilojen päiväajan ohjearvojen yli noin 1...3 dB.



Kuva 4.5.1. Hankevaihtoehdon 3 pienitaajuisen melun laskentatulokset reseptoripisteessä 7

- 4.6 Alueen yleiset tuuliolosuhteet ja niiden vaikutus melutasojen esiintyvyyteen
- Tuuliolosuhteet vaikuttavat tuulivoimalaitoksen meluntuottoon. Meluntuotto ei kasva lineaarisesti tuulennopeuden mukana ja äänitehotason voimistuminen pysähtyy tai alkaa laskea yleensä noin 7-10 m/s tuulennopeudella. Hiljaisemmalla tuulennopeudella voimalaitoksen äänitehotaso saattaa olla merkittävästi maksimiarvoa hiljaisempi. Tuulennopeus vaihtelee päivä- ja yöaikana ja hetkitäinen äänitaso vaihtelee sen mukaisesti. Mallinnuksen tulokset vastaavat keskiäänitasoja tilanteessa, jossa tuulennopeus on koko päivä- tai yöajan niin voimakas, että voimalan äänitehotaso on maksimissaan koko tarkastelujakson ajan. Todellinen päivä- ja yöajan keskiäänitaso laitosten ympärillä riippuu tarkastelujakson tuulisuudesta ja mallinnuksen mukaiset melutasot edustavatkin lähelle äänekkäintä mahdollista tilannetta.



Kuva 4.6.1. Tuuliruusu Suomen Tuuliatlakselta

Tuulennopeuden lisäksi myös tuulensuunta vaikuttaa melun leviämiseen. Lammien alueella vallitseva tuulensuunta on lounaasta. Tällöin mallinnuksen mukaisia melutasoja esiintyy todennäköisesti useimmin voimaloiden koillispuolella. Hankealueen etelä- ja lounaispuolella mallinnuksen mukaisten melutasojen esiintyminen on harvinaisempaa.

Lahdessa 9. päivänä helmikuuta 2015

RAMBOLL FINLAND OY

Janne Ristolainen
projektipäällikkö

Arttu Ruhanen
suunnittelija

Laatija: Arttu Ruhanen, Ramboll Finland Oy
Päivämäärä: 19.12.2014

Hankevastaava: Satawind Oy ja A.Ahlström Kiinteistöt Oy
Hankealue: Lammi, Pori

Mallinnusohjelman tiedot

Mallinnusohjelma ja versio: SoundPlan 7.1
Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2

Laskennan lähtötiedot

Laskentaverkko

Laskentakorkeus:
4 metriä

Laskentaruudun koko:
50*50 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:

-

Maan- ja vedenpinnan absorptio ja heijastukset, käytetyt kertoimet

Vesialueet 0 akustisesti kova pinta

Maa-alueet 0,4 akustisesti puolikova

Ilmakehän stabiilius laskennassa / meteorologinen korjaus

Neutraali 0 neutraali - stabiili sääolosuhde

Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen

☒ Vapaa avaruus

☐ Muu

Tuulivoimaloiden perustiedot ja akustiset tiedot

Vestas V126-3.3MW

Tuulivoimalan valmistaja:

Tyyppi:

Sarjanumero:

Vestas

V126

-

Nimellisteho:

Napakorkeus:

Roottorin halkaisija:

Tornin tyyppi:

3.3 MW

117 m

126 m

-

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

Lapakulman säätö:

Pyörimisnopeus:

Muu, mikä:

☒ Kyllä

☒ Kyllä

☐ Ei

☐ Ei

☐ Ei ilmoitettu

☐ Ei ilmoitettu

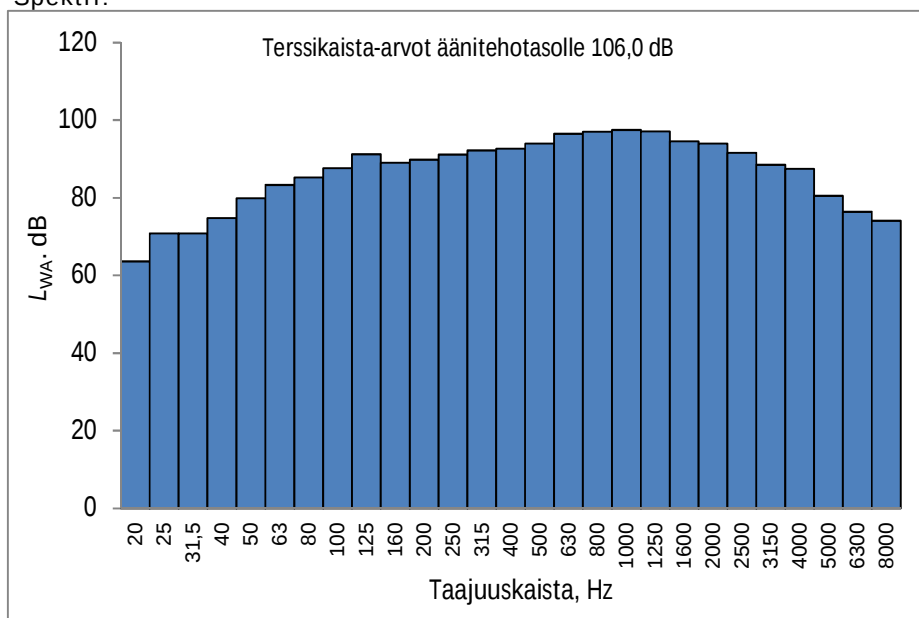
Suurin äänitehotaso L_{WA} :

Ajomoodi Äänitehotaso

Mode 0+ 106,0 dB

☒ Tunnus-/takuuarvo

Spektri:



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

Nordex N131/3000

Tuulivoimalan valmistaja:

Nordex

Nimellisteho:

3,0 MW

Tyyppi:

N131/3000

Napakorkeus:

114 m

Sarjanumero:

-

Roottorin halkaisija:

131 m

Tornin tyyppi:

-

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

Lapakulman säätö:

☒ Kyllä

☐ Ei

☐ Ei ilmoitettu

Pyörimisnopeus:

☒ Kyllä

☐ Ei

☐ Ei ilmoitettu

Muu, mikä:

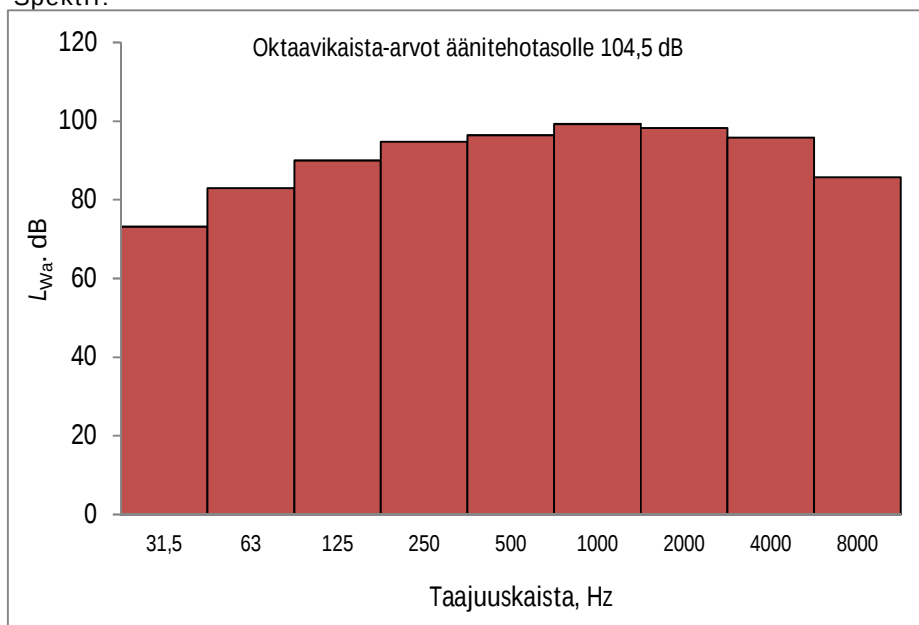
Suurin äänitehotaso L_{WA} :

Ajomoodi Äänitehotaso

Standard 104,5 dB

☒ Tunnus-/takuuarvo

Spektri:



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

Enercon E-115 3.0MW

Tuulivoimalan valmistaja:

Tyyppi:

Sarjanumero:

Enercon

E-115 3.0MW

-

Nimellisteho:

Napakorkeus:

Roottorin halkaisija:

Tornin tyyppi:

3,0 MW

124,5 m

115 m

-

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

Lapakulman säätö:

Pyörimisnopeus:

Muu, mikä:

☒ Kyllä

☒ Kyllä

☐ Ei

☐ Ei

☐ Ei ilmoitettu

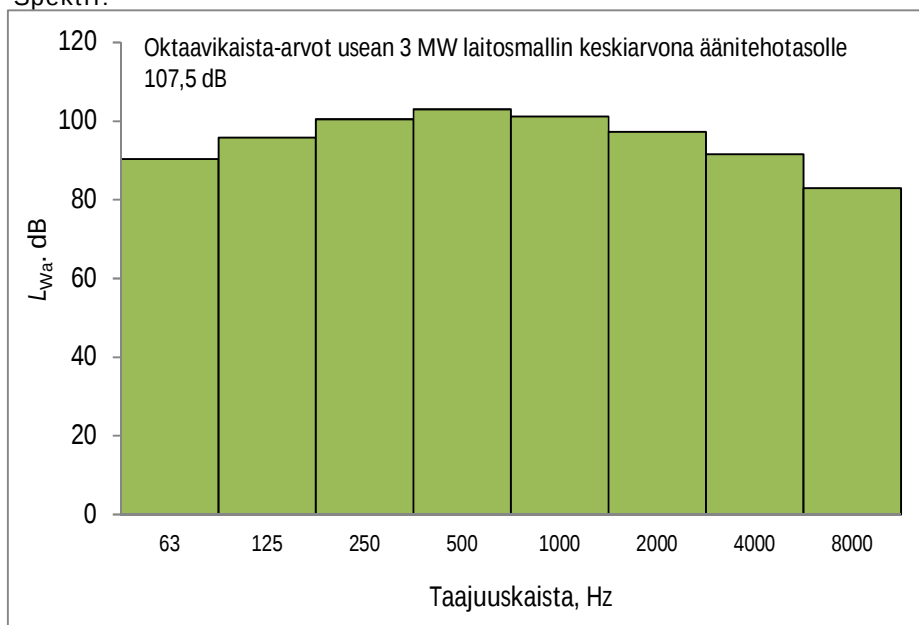
☐ Ei ilmoitettu

 Suurin äänitehotaso L_{WA} :

Ajomoodi Äänitehotaso

 Standard 106,5 dB + Uc 1 dB ☒ Tunnus-/takuuarvo

Spektri:



Melun erityspiirteiden mittaust ja havainnot:

 Kapeakaistaisuus /
Tonaalisuus

Impulssimaisuus

 Merkityksellinen sykintä
(amplitudimodulaatio)

Muu, mikä

☐ Kyllä

☐ Kyllä

☐ Kyllä

☐ Ei

☐ Ei

☐ Ei

☒ Ei ilmoitettu

☒ Ei ilmoitettu

☒ Ei ilmoitettu

Pienitaajuisen melun laskenta

Lineaariset melutasot (L_{Leq}) altistuvien kohteiden (rakennusten) ulkopuolella

Pienitaajuisen melun laskentamenetelmä:

YM:n ohjeen 2/2014 mukainen (DSO 1284 sovellettuna)

VE3

Vestas V126-3.3MW, serrated edge (mode 0+)

Reseptori 7

Hz	L_{Leq} , dB
20	55
25	56
31,5	50
40	49
50	50
63	49
80	46
100	44
125	44
160	36
200	33

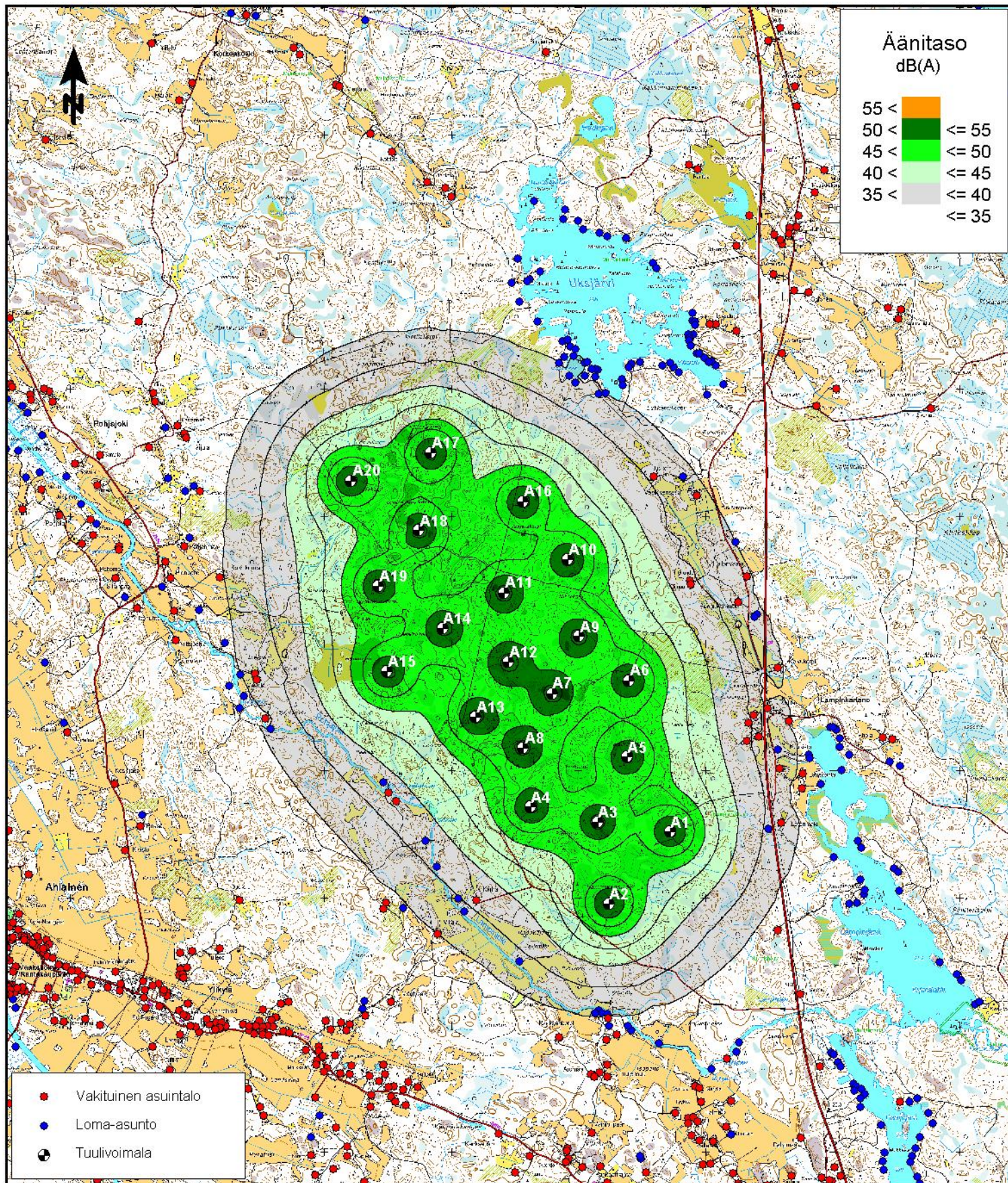
LIITE 2: Koordinaattilistaukset (ETRS-TM35FIN)

VE1			
Tunnus	X	Y	Z
A1	220724	6850522	30
A2	220241	6849956	25
A3	220151	6850595	26
A4	219627	6850719	35
A5	220385	6851109	34
A6	220396	6851709	38
A7	219798	6851608	35
A8	219565	6851182	29
A9	220004	6852059	38
A10	219917	6852662	36
A11	219417	6852400	28
A12	219451	6851854	26
A13	219195	6851423	28
A14	218933	6852118	21
A15	218494	6851781	14
A16	219562	6853119	30
A17	218837	6853500	24
A18	218748	6852890	23
A19	218428	6852451	17
A20	218210	6853281	17

VE2			
Tunnus	X	Y	Z
B1	220436	6850444	25
B2	220134	6851089	25
B3	219674	6851446	30
B4	220063	6851591	30
B5	219923	6852000	38
B6	219548	6852609	30
B7	219310	6851785	23
B8	218988	6852130	27
B9	219146	6852860	25
B10	218892	6853428	25
B11	218514	6853497	22
B12	218608	6852871	21
B13	218268	6852388	20
B14	218061	6853142	16
B15	218108	6853764	20
B16	218253	6854663	25
B17	217676	6854710	18
B18	217597	6855177	26

VE3			
Tunnus	X	Y	Z
C1	220487	6850413	25
C2	220134	6851089	25
C3	219826	6851459	28
C4	219972	6852042	38
C5	219548	6852609	30
C6	219304	6851792	23
C7	218939	6852090	21
C8	218821	6853559	25
C9	218630	6852800	23
C10	218208	6852530	14
C11	218135	6853818	19
C12	218338	6854672	26
C13	217721	6854969	22
C14	217382	6855300	23

VE4			
Tunnus	X	Y	Z
D1	220487	6850413	25
D2	220134	6851089	25
D3	219898	6851651	40
D4	219878	6852172	35
D5	219609	6852567	33
D6	219128	6852897	25
D7	218821	6853559	25
D8	218630	6852800	23
D9	218129	6853814	20
D10	217686	6854978	21
D11	217377	6855291	23



RAMBOLL

Satawind Oy ja A.Ahlström Kiinteistöt Oy
Porin Lammin tuulivoimapaisto

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

Laskentamalli ISO 9613-2
Laskentakorkeus mp + 4m

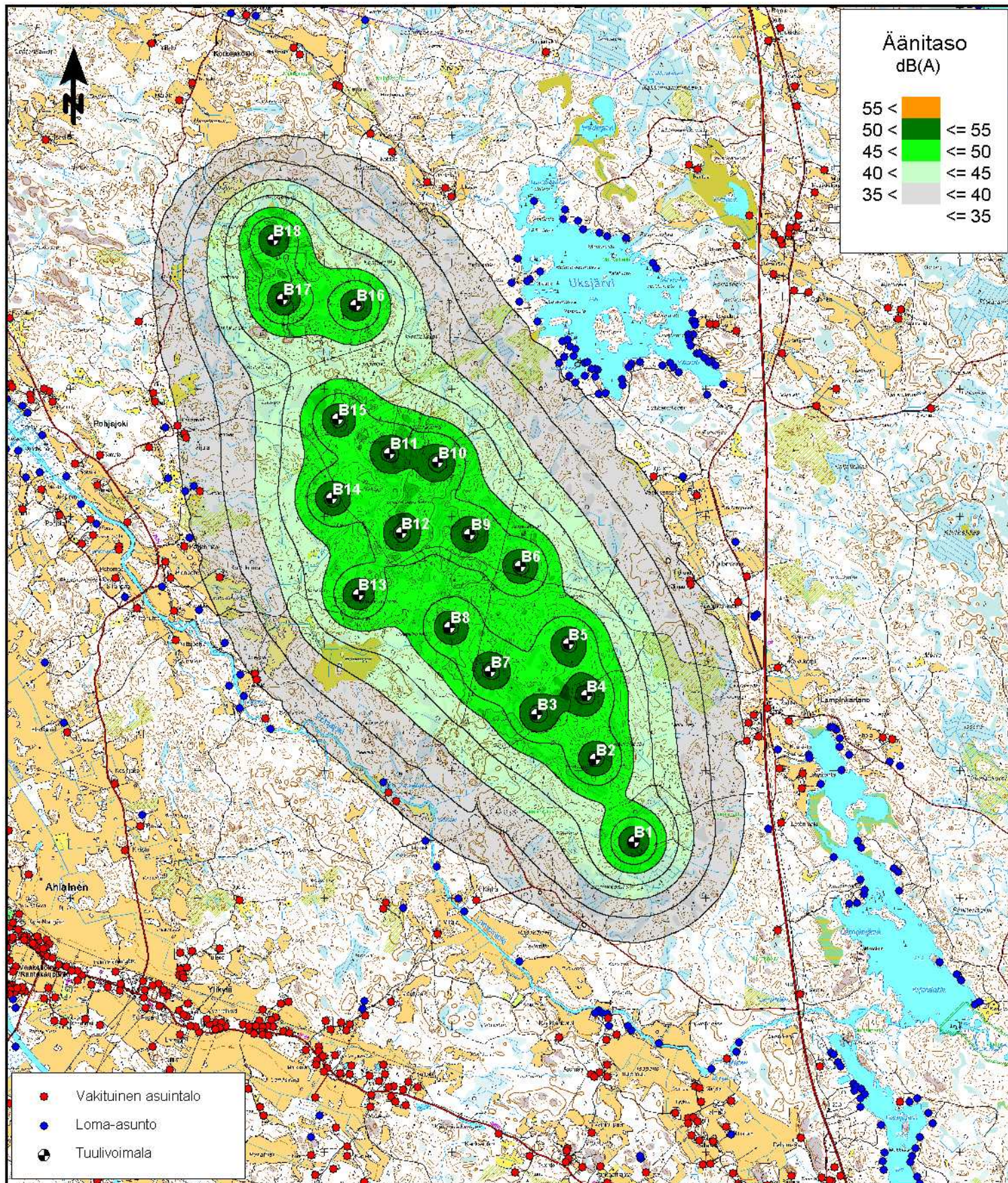
VE1
-tuulivoimaloita 20 kpl

Nordex N131/3000, standard mode
- L_{WA} 104,5 dB
-HH 114 m

Mittakaava 1:40000

0 0,4 0,8 1,2 1,6 km

9.2.2015 J.Ristolainen



RAMBOLL

Satawind Oy ja A.Ahlström Kiinteistöt Oy
Porin Lammin tuulivoimapaisto

Mittakaava 1:40000

0 0.4 0.8 1.2 1.6 km

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

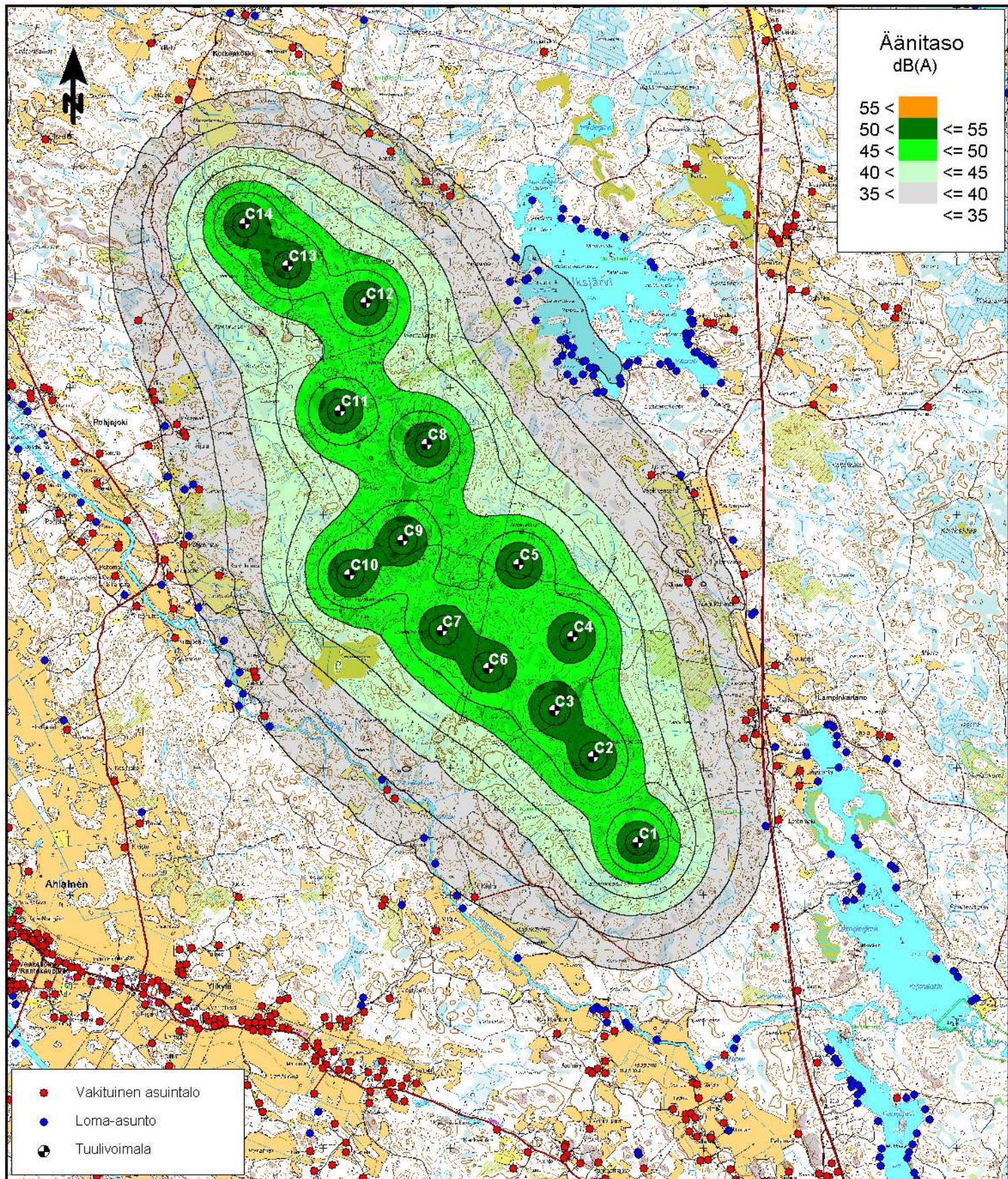
Laskentamalli ISO 9613-2
Laskentakorkeus mp + 4m

VE2
-tuulivoimaloita 18 kpl

Nordex N131/3000, standard mode
- L_{WA} 104,5 dB
-HH 114 m

17.12.2014 A.Ruhanen

Liite 4



RAMBOLL

Satawind Oy ja A.Ahlström Kiinteistöt Oy
 Porin Lammin tuulivoimapuisto

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

Liite 5

Laskentamalli ISO 9613-2
 Laskentakorkeus mp + 4m

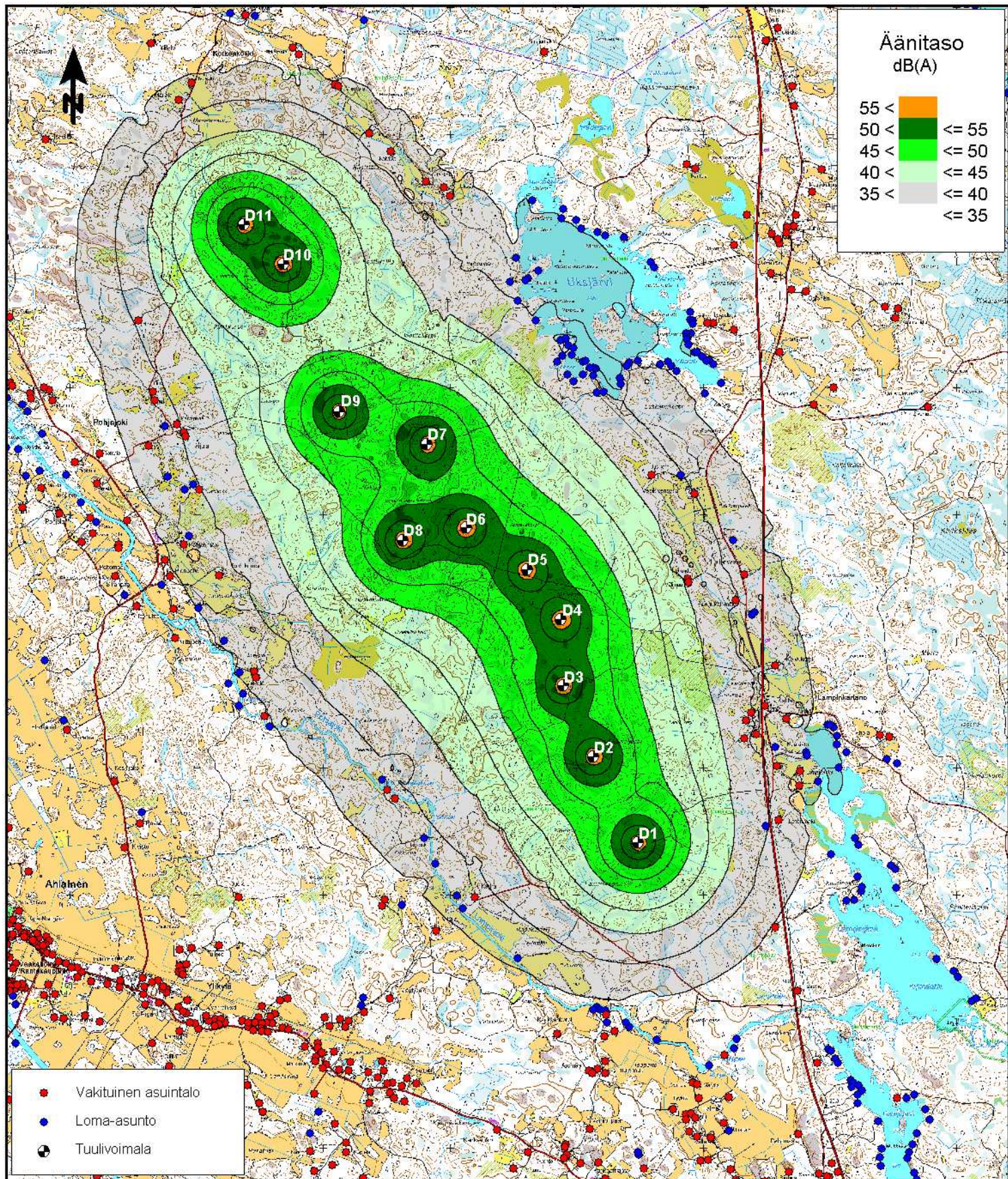
VE3
 -tuulivoimaloita 14 kpl

Vestas V126-3.3MW, mode 0+
 - L_{WA} 106,0 dB
 -HH 117 m

Mittakaava 1:40000

0 0,4 0,8 1,2 1,6 km

17.12.2014 A.Ruhanen



RAMBOLL

Satawind Oy ja A.Ahlström Kiinteistöt Oy
Porin Lammin tuulivoimapuisto

Mittakaava 1:40000

0 0,4 0,8 1,2 1,6 km

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

Laskentamalli ISO 9613-2
Laskentakorkeus mp + 4m

VE4
-tuulivoimaloita 11 kpl

Enercon N115-3.0MW, operational mode 0
- L_{WA} 106,5 dB + U_c 1,0 dB
-HH 124,5 m

17.12.2014 A.Ruhanen

Liite 6