

Vastaanottaja
Voimavapriikki Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
18.11.2013

Viite
82141474

KII MASSUON TUULI VOIMA- PUISTO MELUSELVITYKSEN PÄIVI- TYS, KAAVA 1

KII MASSUON TUULIVOIMAPUISTO
MELUSELVITYKSEN PÄIVITYS, KAAVA 1

Päivämäärä 18.11.2013
Laatija Arttu Ruhanen
Tarkastaja Janne Ristolainen

Forssan ja Tammelan alueelle suunnitellun Kiimasuon tuulivoimahankkeen meluselvitys kaavalle, jossa voimalaitosten melun tuottoa ei tarvitse rajoittaa

Viite 82141474

SISÄLTÖ

1.	YLEISTÄ	1
2.	MELUN OHJEARVOT	1
2.1	Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 mukaiset ohjearovot	1
2.2	Ympäristöministeriön ohjeen "Tuulivoimarakentamisen suunnittelu" suunnitteluarvot	2
3.	TEHTYJEN MELUSELVI TYSTEN TIEDOT	3
3.1	Melunlaskentaohjelma ja laskentamalli	3
3.2	Laskentamallin epävarmuus	4
3.3	Melulaskenta	4
3.4	Maastomalli	5
3.5	Tuulivoimalatiedot	5
3.5.1	Gamesa	5
3.5.2	Nordex	5
3.5.3	Häiritsevyyskorjaukset	6
3.6	Säätiedot	6
4.	TULOKSET	7
4.1	Gamesa	7
4.2	Nordex	8
5.	TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	8

LIITTEET

Liite 1 Tuulivoimalaitosten koordinaatit (layout 26.2.2013) ja tornin korkeudet

GAMESA

- Liite 2.1 Meluvyöhykekartta, tuulennopeus 8 m/s, kaikki layout 26.2.2013 voimalaitokset (15 kpl)
- Liite 2.2 Meluvyöhykekartta, tuulennopeus 10 m/s, kaikki layout 26.2.2013 voimalaitokset (15 kpl)
- Liite 2.3 Tarkastelupistelaskentojen tulokset ja suunnitteluohjearovojen perusteella optimoitu hankesuunnitelma
- Liite 2.4 Meluvyöhykekartta, tuulennopeus 8 m/s, voimalaitokset 15, 25, 27, 36, 37, 38 ja 39 poistettu (suunnitelmassa yht. 8 voimalaitosta)
- Liite 2.5 Meluvyöhykekartta, tuulennopeus 8 m/s, voimalaitokset 15, 24, 27, 36, 37, 38 ja 39 poistettu (suunnitelmassa yht. 8 voimalaitosta)
- Liite 2.6 Pienitaajuuden melun laskentatulokset tarkastelupisteisiin, huomioidu kaikki layout 26.2.2013 voimalaitokset (15 kpl)

NORDEX

- Liite 3.1 Meluvyöhykekartta, tuulennopeus 8 m/s, kaikki layout 26.2.2013 voimalaitokset (15 kpl)
- Liite 3.2 Tarkastelupistelaskentojen tulokset ja suunnitteluohjearvojen perusteella optimoitu hankesuunnitelma
- Liite 3.3 Meluvyöhykekartta, tuulennopeus 8 m/s, voimalaitokset 15, 24, 25, 38 ja 39 poistettu (suunnitelmassa yht. 10 voimalaitosta)
- Liite 3.4 Meluvyöhykekartta, tuulennopeus 8 m/s, voimalaitokset 15, 24, 27, 38 ja 39 poistettu (suunnitelmassa yht. 10 voimalaitosta)
- Liite 3.5 Meluvyöhykekartta, tuulennopeus 8 m/s, voimalaitokset 15, 27, 37, 38 ja 39 poistettu (suunnitelmassa yht. 10 voimalaitosta)

1. YLEISTÄ

Voimavapriikki Oy suunnittelee tuulivoimapuiston sijoittamista Kiimassuon alueelle, joka sijaitsee Jokioisten ja Tammelan kuntien ja Forssan kaupungin alueella. Suunnittelu on tällä hetkellä tuulivoimapuiston teemayleiskaavavaiheessa.

Ramboll on tehnyt useita melutarkasteluita Kiimassuon hankkeeseen liittyen. Viimeisin kaavalle 1 tehty selvitys on päivätty 16.8.2013. Nyt käsillä olevassa 10 voimalan päivityksessä (8.11.2013) on jätetty pois voimala nro 15 aiempaan kaavaehdotuksen hankekokonaisuuteen verrattuna. Mallinnus/Liite 3.5 vastaa vahvistettavaksi esitettävän kaavan voimalaitosten sijoittelua. Ramboll on laatinut lausunnon tuulisuuden vaikutuksesta tuulivoimalaitosten meluun Kiimassuon alueella 12.6.2013.

Hankevastaavan, kaavoittajien sekä Rambollin kanssa käytyjen keskusteluiden (palaveri 26.2.2013) jälkeen päädyttiin tekemään lisäselvityksiä meluun liittyen. Tässä vaiheessa selvitetiin sellainen hankekokonaisuus, jossa voimaloiden tuottamaa melua ei tarvitse rajoittaa (kaava 1). Raportoinnissa ja melutarkasteluissa otettiin huomioon Hämeen ELY-keskuksen Forssan kaupungille ja Tammelan kunnalle 18.2.2013 antamat lausunnot. Vaikka kyseessä on kaavoitukseen liittyvä meluseelvitys, on laskennat tehty VTT:n raportissa ympäristölupaharkinta-vaiheen mukaisella tavalla. Tähän menettelyyn on päädytty siksi, että hankekokonaisuuden meluvaikutukset saattavat mallinnuksen mukaan ylittää tuulivoimamelun suunnitteluohjearvot, mikäli toteutettava hanke on kokonaisuudessaan 26.2.2013 lay-outin mukainen.

Työ on tehty Voimavapriikki Oy:n toimeksiannosta, josta yhteyshenkilönä toimi Lasse Kosonen. Rambollissa töistä on vastannut projektipäällikkö ins. (AMK) Janne Ristolainen ja selvitysten laadinnassa avustanut suunnittelija ins. (AMK) Arttu Ruhanen.

2. MELUN OHJEARVOT

- 2.1 Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 mukaiset ohjearvot
Valtioneuvosto on antanut melutason yleiset ohjearvot (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 1 on esitetty päivä- ja yöajan ohjearvot ulkona ja sisällä.

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.

Taulukko 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)

2.2 Ympäristöministeriön ohjeen "Tuulivoimarakentamisen suunnittelu" suunnittelu-arvot 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.

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. 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 mittauksilukseen 5 desibeliä ennen suunnitteluohjearvoon vertaamista.

Ulkomelutason suunnitteluohjearvojen lisäksi asuntojen sisätiloissa käytetään Terveysturvallisuuslain (763/94) sisältövaatimuksiin pohjautuen asumisterveysohjeen mukaisia taajuuspainottamattomia tunnin keskiäänitasoon $L_{eq,1h}$ perustuvia suunnitteluohjearvoja koskien pienitaajuisista melua. Sisämelutasot voidaan arvioida ulkomelutasojen perusteella ottamalla huomioon rakennusten vaipan ääneneristävyys.

Taulukko 3. Yöaikaisen pienitaajuisen sisämelun ohjearvot terssikaistoittain (Asumisterveysohje, STM:n oppaia 2003:1)

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

Oppaassa mainituista häiritsevyysskorjauksista 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 meluasiantuntija Ari Saarinen on lausunut amplitudimodulaation häiritsevyysskorjauksesta seuraavaa (sähköposti A.Saarinen – L.Kosonen 10.10.2013):

Amplitudimodulaatioon eli sykintään sovellettava sanktiomenettely perustuu ylisykintään (excess amplitude modulation), joka lisää melun häiritsevyyttä altistuvassa kohteessa. Tarkoitus on, että voimalan valmistaja melupäästön takuuarvossa huomioi asian. Lisäystä ei tehdä automaattisesti. Amplitudimodulaation voimakkuus on mahdollista selvittää jälkikäteen tehtävissä mittauksissa, joten myös toiminnanharjoittajalla on vastuu ja syy edellyttää valmistajan antavan luotettavat ja riittävät tiedot melupäästöstä.

YM ohjeistus ei siis edellytä lähtökohtaisesti sitä, että sanktiomenettelyä sovelletaan amplitudimodulaation osalta kaikkiin tuulivoimaloihin. Ohjeistus edellyttää, että valmistaja ottaa melupäästön takuuarvossa asian huomioon ja toiminnanharjoittaja huomioi YSL 5 §:n velvoitteet. Ympäristönsuojelulaki (86/2000, YSL) nostaa ennaltaehkäisyn ja haittojen minimoinnin sekä vaaraisuus- ja huolellisuusperiaatteet keskeisiksi ja edellyttää toiminnanharjoittajan selvilläolovelvollisuutta toimintansa ympäristövaikutuksista (5 §).

3. TEHTYJEN MELUSELVI TYSTEN TIEDOT

3.1 Melunlaskentaohjelma ja laskentamalli

Melumallinnukset on tehty SoundPlan 7.0 –melulaskentaohjelmalla ja siihen sisältyvää Nord2000-melulaskentamallia käyttäen. SoundPlan –melulaskentaohjelmistosta saa lisätietoa www.soundplan.eu internet-sivustolta.

Malli huomioi 3-ulotteisessa laskennassa mm. maastonmuodot sekä etäisyysvaimentumisen, ilman ääniabsorption, esteet, heijastukset ja maanpinnan absorptio-ominaisuudet sekä säätiedot. Nord2000-laskentamallin on todettu soveltuvan aiemmin käytettyjä laskentamalleja (esim. Pohjoismainen yleinen melulaskentamalli vuodelta 1982 sekä ISO 9613 teollisuusmelun laskentamalli vuodelta 1993) paremmin tuulivoimalaitosten melun mallintamiseen erilaisissa sääolosuhteissa merialueella sekä maa-alueilla (Di Napoli 2007).

Nord2000 laskentamallissa äänenpainetaso tiettyyn laskentapisteeseen lasketaan 1/3 –oktaavikaistoittain välillä 25 Hz ja 10 kHz.

Nord2000 –laskentamalliin liittyvät laskentamallin kuvaukset on löydettävissä DELTA:n www-sivuilta osoitteesta:

http://www.madebydelta.com/delta/Business_units/TC/Services+by+technology/Acoustics/Low+frequency+noise/Nord2000+reports+from+DELTA.page?

- Nord2000 -laskentamallin yleiskuvaus on esitetty raportissa 1719/01 (Nordic Environmental Noise Prediction Methods, Nord 2000, Summary Report; DELTA 31.12.2001, revised 31.5.2002).
- Tarkempaa tietoa laskentamallista saa projektiraporteista AV 1849/00 (Nord2000. Comprehensive Outdoor Sound Propagation Model. Part 1: Propagation in an Atmosphere without Significant Refraction; 31.12.2000, revised 31.3.2006) ja AV 1851/00 (Nord2000. Comprehensive Outdoor Sound Propagation Model. Part 2: Propagation in an Atmosphere with Refraction; 31.12.2000, revised 31.3.2006).
- Laskentamallin täydellinen kuvaus esitetään raportissa AV 1106/07 (Proposal for Nordtest Method: Nord2000 – Prediction of Outdoor Sound Propagation; 27.3.2007, revised 10.1.2010).

3.2 Laskentamallin epävarmuus

Laskentamallin epävarmuus on noin ± 2 dB, kun melulähteen ja laskentapisteen välinen etäisyys on maksimissaan 1500 metriä. Nord2000 laskentamallin käyttäminen tuulivoimalamelun laskennassa on validoitu vuonna 2009. Epävarmuus on määritetty selvityksessä standardipoikkeamana.

Raportti Nord2000 –laskentamallin vertailumittaukset tuulivoiman melulaskennan osalta on esitetty raportissa "Validation of the Nord2000 propagation model for use on wind turbine noise; DELTA 8.10.2009" ja joka on löydettävissä www-osoitteesta:

http://www.madebydelta.com/delta/Business_units/TC/Services+by+technology/Acoustics/Low+frequency+noise/Noise+and+energy+optimization+of+wind+farms.page

3.3 Melulaskenta

Meluvyöhykelaskennat on tehty laskentapisteverkkoon ja ohjelma interpoloi melutasot laskentapisteen välisille alueille.

Melutarkastelussa on tehty myös tarkastelupistelaskentoja yksittäisiin laskentapisteesiin. Tarkastelupistelaskentojen tulokset kuvaavat tuulivoimalaitoksista aiheutuvia melutasoja rakennusten piha-alueilla.

Tarkastelupisteiden paikat valittiin yhteistyössä hankevastaavan (Lasse Kosonen) ja kuntien kaavoittajien (Miika Tuki ja Sinikka Köykkä) kanssa. Tarkastelupisteet sijoitettiin eri puolella hankalueta sijaitsevien asuintalojen kohdalle. Tarkastelupisteitä lisättiin myös kahden yksittäisen loma-asunnon kohdalle. Tarkastelupisteet on esitetty liitteenä olevissa meluvyöhykekartoissa.

Laskennoissa käytettiin tuulennopeutta 8 m/s 10 metrin korkeudella maanpinnasta. 8 m/s tuulennopeus on ns. "referenssituulennopeus", jota käytetään yleisesti tuulivoiman yhteydessä. Gamasan mallinnus tehtiin myös tuulennopeudella 10 m/s, koska 4,5 MW –laitoksella suurin ilmoitettu äänitehotaso on kyseisellä tuulennopeuden arvolla. Mallinnusohjelma laskee tuulennopeuden voimalaitosten napakorkeudella logaritmisen tuulennopeusprofiilin mukaisesti.

Taulukko 4. Tuulivoimalamelun laskennassa käytetyt parametrit

Laskentamalli	Nord2000
Laskentaverkko	50 x 50 m välein 2 m korkeudella pinnasta
Laskentaetäisyys	vyöhykelaskennassa max 4000 m melulähteestä tarkastelupistelaskennassa max 12000 m melulähteestä
Heijastusten lukumäärä	1
Maanpinnan absorptio (Representative flow resistivity σ)	- maanpinta 200 kNsm ⁻⁴ (impedanssiluokka D, akustisesti pehmeä) - vesialueet 20 000 kNsm ⁻⁴ (impedanssiluokka G, akustisesti kova)
Ilman absorptio	standardin ISO 9316 mukainen
Sääolosuhteet	- ilmanpaine 1013,25 mbar - suhteellinen kosteus 70 % - lämpötila 15 °C
Tuuli	-8 m/s 10 m korkeudella maanpinnasta -10 m/s 10 m korkeudella maanpinnasta

Esitetyt melutasot ovat suoraan mallinnuksen tuloksia, niihin ei ole lisätty mitään häiritsevyysohjauksia.

3.4 Maastomalli

Maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen numeerisen aineiston pohjalta, 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.

3.5 Tuulivoimalatiedot

Melutarkastelut tehtiin 26.2.2013 päivytyllä layoutilla. Osa laitoksista oli napakorkeudeltaan 100 m ja osa 120 m. Tuulivoimalaitosten koordinaatit (layout 26.2.2013) ja tornin korkeudet on esitetty liitteessä 1.

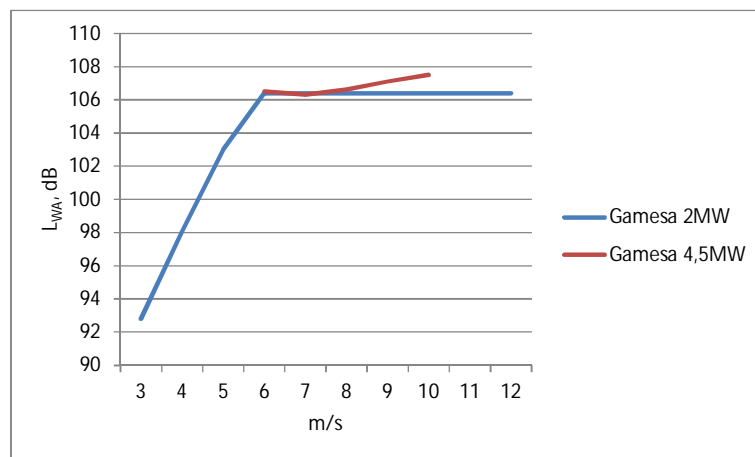
Melutarkastelu tehtiin sekä Gamesa että Nordex –laitoksilla. Liitteet 2.4, 2.5 kuvaavat Gamesaa ja Nordexia liitteet 3.3, 3.4 ja 3.5, joissa voimalaitos 15 on jätetty pois. Liite 3.5 vastaa kaavan (10 voimalaitosta) sijoittelua.

3.5.1 Gamesa

Laitokset joiden napakorkeudeksi on suunniteltu 120 m, mallinnettiin Gamesa G128 4,5MW laitoksiksi ja napakorkeuden 100 m Gamesa G90 2MW laitoksiksi, hankevastaavan määrittelyn mukaisesti. Laitosten sijoittelu käy ilmi liitteenä olevista melukuvista.

2MW –laitosten taajuusjakauma oli tiedossa terssikaistoittain välillä 20 Hz...10 kHz ja 4,5MW –laitosten välillä 50 Hz...20 kHz ns. normaali ajomoodissa. Raporteissa oli myös tieto kokonaisäänitehtotasosta eri tuulennopeuksilla ns. normaalilla ajomoodilla, tiedot on esitetty kaaviossa 1.

[Kaavio 1. Gamesa -laitosten äänitehotaso tuulennopeuden mukaan \(valmistajan ilmoitus\), Full Power - mode](#)



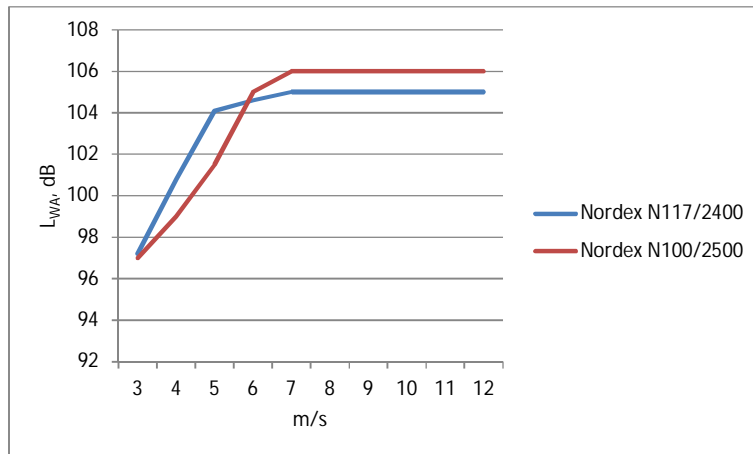
Gamesan 4,5MW ja 2MW laitosmalleja voidaan ajaa myös eri melurajoitusmoodeilla. Vaimennusmoodeja ei kuitenkaan esitetty tässä selvityksessä, koska tarkoituksena on löytää hankekokonaisuus jolla laitosten melua ei tarvitse rajoittaa teknisesti.

3.5.2 Nordex

Laitokset joiden napakorkeudeksi on suunniteltu 120 m, mallinnettiin Nordex N117/2400 laitoksiksi ja napakorkeuden 100 m Nordex N100/2500 laitoksiksi, hankevastaavan määrittelyn mukaisesti. Laitosten sijoittelu käy ilmi liitteenä olevista melukuvista.

Nordex laitoksista oli käytössä äänitetehotaso oktaavikaistoittain välillä 63 Hz...8 kHz.

Kaavio 2. Nordex -laitosten äänitehotaso tuulennopeuden mukaan (valmistajan ilmoitus), normal mode



Nordex -laitosmalleja voidaan ajaa myös eri melurajoitusmoodeilla. Vaimennusmoodeja ei kuitenkaan esitetty tässä selvityksessä, koska tarkoituksena on löytää hankekokonaisuus jolla laitojen melua ei tarvitse rajoittaa teknisesti.

3.5.3 Häiritsevyysskorjaukset

Tuulivoimalaitosten valmistajien standardin IEC 61400 mukaan määritetyissä melutiedoissa ei oteta kantaa laitoksen tuottaman melun amplitudimoduloituneisuuteen. Tuulivoimalaitosvalmistajat antavat melun kapeakaistaisuudelle ja impulssimaisuudelle tavanomaisesti takuun vain laitoksen lähietäisyydellä.

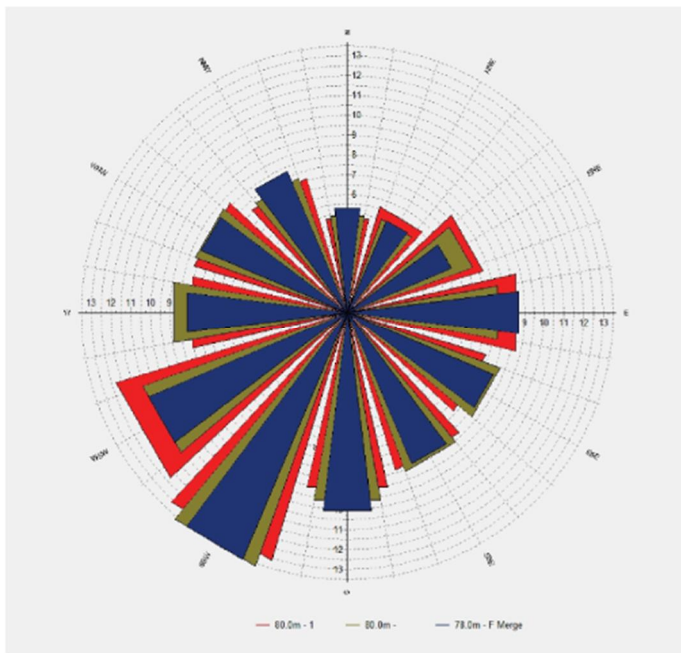
Selvityksissä tutkitut voimalaitosmallit eivät valmistajien ilmoitusten mukaan tuota merkittävästi kapeakaistaista melua. Tuulivoimaloiden tapauksissa kapeakaistaisen melun lähteenä on useimmiten vaihteisto, koneikko tai esim. jäähdytin, joiden osuus tuulivoimalaitoksen kokonaismelupäästöistä on varsin pieni. Pääosa tuulivoimalaitoksen melusta on laajakaistaista aerodynaamista melua lavoista.

3.6 Säätiiedot

Kiimassuon alueelta on käytössä sodar –mittausdataa sekä tuulimittaustietoa kahdesta mittausmastosta. Sodar- mittauksen ajankohta on ollut 15.1.2011-7.3.2012 käsittäen 418 päivää ja mittausfrekvenssi on ollut 10 minuuttia. Sodar-data käsittää tuulen suunta – ja nopeustiedot 5 metrin välein korkeudelta 50...200 metriä maanpinnan yläpuolella. Tuulenmittausmastojen osalta käytössä oli vain yhteenveto (kuva 1). Tuulimittausten mukaan vallitseva tuulensuunta Kiimassuolla on lounaasta. Koillisen ja pohjoisen suunnasta tuulee kaikkein vähiten.

Kuvassa 1 esitetyt tuulitiedot on mastosta 1 (sininen), mastosta 2 (punainen) ja Sodar mittaus-tulos (vihreä).

Inversiotilanteen esiintyvyyttä ei voida arvioida käytettävissä olevasta tuulimittausdatasta.



Kuva 1. Kiimassuon alueella tehtyjen tuulisuusmittausten pohjalta laadittu tuulensuuntajakauma (EMD International A/S, Annual Energy Production and Loss & Uncertainty Evaluation, 19.12.2012)

4. TULOKSET

Lasketut melutasot ovat suoraan mallinnuksen tuloksia, eikä niihin ole lisätty mahdollisia häiritsevyyskorjauksia.

4.1 Gamesa

Gamesa –laitoksilla tehtyjen melutarkasteluiden tulokset on esitetty liitteissä 2.1-2.6.

Liitteissä 2.1 ja 2.2 on esitetty kaikkien tuulivoimalaitosten (15 kpl) aiheuttamat meluvyöhykkeet tuulennopeuksilla 8 m/s ja 10 m/s. Vaikka 4,5 MW laitoksen äänitehotaso on 10 m/s tuulella suurempi kuin 8 m/s, on ympäristöön leviävä melu suurempaa 8 m/s tuulella. Melun leviämiseen vaikuttaa erilainen melupäästön taajuusjakauma eri tuulennopeuksilla. 8 m/s tuulella taajuusjakauma painottuu matalammille taajuuksille, kuin kovemmalla tuulennopeudella.

Liitteessä 2.3 on esitetty tarkastelupistelaskentojen tulokset sekä niiden pohjalta tehty poistosuunnitelma. Suunnitelmassa on esitetty poistettavat tuulivoimalaitokset, jotta melutaso täyttää tarkastelupisteissä YM:n 4/2012 –ohjeen suunnitteluohjearvot (yöajan arvo L_{Aeq} 40 dB). Tulosten perusteella poistettavat laitokset olisivat 25, 27, 36, 37, 38 ja 39 tai vaihtoehtoisesti laitoksen 25 sijaan voidaan poistaa laitos 24. Edellä mainittujen voimaloiden lisäksi hankekokonaisuudesta jätettiin pois voimala nro 15 (Voimavapriikki Oy, L.Kosonen 7.11.2013).

Tarkastelupistelaskentojen tulosten perusteella muokattujen suunnitelmien (kaava 1) mukaiset meluvyöhykekartat on esitetty liitteissä 2.4. ja 2.5. Kaava 1 eli 8 voimalaitoksen muodostama hankekokonaisuus ei mallinnuksen mukaan edellytä tuulivoimalaitosten tuottaman melun rajoittamista, vaan melutasot ovat tuulivoimamelun suunnitteluohjearvon tasalla tai alapuolella.

Liitteessä 2.6 on esitetty pienitaajuuden melun laskennan tulokset tarkastelupisteisiin tilanteessa, jossa kaikki voimalaitokset (15 kpl) on käynnissä. Kun verrataan tarkastelupisteisiin mallinnettua taajuuspainottamattomia äänitasoja (L_{Leq} , kuvaa äänitasoa ulkona) Asumisterveysohjeen mukaisiin sisätilojen melun ohjearvoihin, voidaan huomata, että äänitasot ovat lähelle, ohjearvoja jo ulkona. Kun huomioidaan seinän ääneneristävyyden, voidaan äänitasojen arvioida alittavan Asumisterveysohjeen mukaiset pienitaajuuden melun ohjearvot sisällä.

4.2 Nordex

Nordex –laitoksilla tehtyjen melutarkasteluiden tulokset on esitetty liitteissä 3.1-3.5.

Liitteessä 3.1 on esitetty kaikkien tuulivoimalaitosten (15 kpl) aiheuttamat meluvyöhykkeet tuulennopeudella 8 m/s.

Liitteessä 3.2 on esitetty tarkastelupistelaskentojen tulokset sekä niiden pohjalta tehty suunnitelma tiettyjen tuulivoimaloiden poistamiseksi, jotta melutaso täyttää tarkastelupisteissä YM:n 4/2012 –ohjeen suunnitteluohjeavot (yöajan arvo L_{Aeq} 40 dB). Tulosten perusteella viidestätoista laitoksesta tulisi suunnitelmasta poistaa neljä laitosta. Poistettavat laitokset olisivat 24, 25, 38 ja 39 tai vaihtoehtoisesti voidaan poistaa laitokset 24, 27, 38 ja 39 tai 27, 37, 38 ja 39. Edellä mainittujen voimaloiden lisäksi hankekokonaisuudesta jätettiin pois voimala nro 15 (Voimavapriikki Oy, L.Kosonen 7.11.2013).

Liitteet 3.3 – 3.5 esittävät mallinnuksia, joissa voimalaitos 15 on jätetty pois. Liite 3.5 vastaa vahvistettavaksi esitettävän kaavan sijoittelua.

Tarkastelupistelaskentojen tulosten perusteella muokatun suunnitelman (kaava 1) mukainen meluvyöhykekartta on esitetty liitteessä 2.4. Kaava 1 eli 10 voimalaitoksen muodostama hankekokonaisuus ei mallinnuksen mukaan edellytä tuulivoimalaitosten tuottaman melun rajoittamista, vaan melutasot ovat tuulivoimamelun suunnitteluohjeavon tasalla tai alapuolella.

5. TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Suunnittelurajoina on käytetty Ympäristöministeriön ohjeessa 4/2012 esitettyjä tuulivoimamelun suunnitteluohjeavvoja. Laskentamallin epävarmuuden ollessa alle 1500 metrin etäisyydellä melulähteestä ± 2 dB, otettiin suunnitteluohjeavvovertailuun lähtökohdaksi tilanne jossa laskentatulos ei saa olla suurempi kuin suunnitteluohjeavvo. Tällöin lisätään varmuutta, ettei ohjeavvoylityksiä esiinny. Yleisesti ohjeavvovertailussa tulkitaan, että jos mittaus-/laskentatuloksen ja ohjeavvon ero on pienempi kuin tuloksen epävarmuus, on tulos tulkittava yhtä suureksi kuin ohjeavvo (Ympäristömelun mittausohje 1/1995, Ympäristöministeriö).

Vakituisen asutuksen seassa olevien ja yksittäisten loma-asuntojen kohdalla sovelletaan vakituiselle asutukselle annettuja suunnitteluohjeavvoja, koska YM:n oppaassa määritetyt suunnitteluohjeavvot on annettu loma-asuntoalueille, jotka sijaitsevat taajamien ulkopuolella.

STM:n Asumisterveysohjeessa (2003: 1) annetaan päivä- ja yöajan melutason ohjeavvot asunnoissa sisällä. Myös Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 mukaiset melutason ohjeavvot sisällä ovat samassa linjassa Asumisterveysohjeessa annettujen arvojen kanssa. Asuinhuoneissa päiväajan keskiäänitason ($L_{Aeq\ 7-22}$) ohjeavvo sisällä on 35 dB ja yöajan keskiäänitason ($L_{Aeq\ 22-7}$) ohjeavvo on 30 dB. Kyseiset arvot on annettu perustuen siihen lähtökohtaan, että melun ohjeavvojen (993/1992) täyttyessä ulkona, myös asuntojen sisätiloihin kantautuva melu pysyy ohjeavvon rajoissa käytettäessä tavanomaisia rakenteita ja rakentamistapoja.

Ympäristöministeriön julkaisemassa tuulivoimarakentamisen suunnitteluohjeessa suositellaan pienitaajuiselle melulle käyttämään Asumisterveysohjeen mukaisia arvoja.

Tuulivoimaloista aiheutuva melu on yleensä jonkin verran amplitudimoduloitunutta ympäristönsään, mutta impulssimaisuutta tai erittäin voimakasta amplitudimodulaatiota esiintyy verrattain harvoin ja nämä tilanteet ovat erittäin voimakkaasti sääriippuvaisia. Häiritsevyyskorjausta ei automaattisesti lisätä mallinnettuun melutasoon, sillä tuulivoimaloiden melun häiritsevyys on huomioitu suunnitteluohjeavvoja määriteltäessä. Ympäristöministeriön oppaan mukaan melutasoon on lisättävä häiritsevyyskorjaus 5 dB, jos melun todetaan häiriintyvässä kohteessa olevan selvästi amplitudimoduloitunutta, impulssimaista tai kapeakaistaista. Voimakkaan amplitudimodulaation tai impulssimaisuuden esiintyvyyttä ei nykytietämyksellä pystytä luotettavasti ennustamaan, vaan ko. ominaisuuksien esiintyminen voidaan todeta luotettavasti vain mittauksin. Koska nykyiset tuulivoimalaitokset eivät aiheuta merkittävää kapeakaistaista melua ja kun melun kapeakaistainen luonne tyypillisesti vielä vähenee etäisyyden kasvaessa melulähteestä kuuntelupisteeseen, ei tuulivoimamelun arvioida olevan kapeakaistaista tarkastelluilla (satojen metrien) etäisyyksillä.

Mallinnuksen mukaan kaikki 26.2.2013 päivätyn suunnitelman mukaiset tuulivoimalaitokset (15 kpl) huomioivalla hankekokonaisuudella saattaa tuulivoimalaitosten aiheuttamalle melulle annettu suunnitteluohjearvo ylittyä lähiasutuksella tai loma-asuntojen kohdalla yöaikana. Päiväaikaan melutasot ovat mallinnuksen mukaan suunnitteluohjearvojen tasalla tai alapuolella. Suunnitteluohjearvot on annettu koko päivä- ja yöajalle, joten hetkelliset voimakkaammat melutasot eivät vielä automaattisesti tarkoita ohjearvojen ylittävän. Melun tuottoa voidaan rajoittaa esim. ajamalla tuulivoimalaitosta melun vähentämismoodilla tai pysäyttämällä voimalaitos. Tässä selvityksessä on etsitty hankekokonaisuus Gamesan ja Nordexin laitteilla ilman, että tuulivoimalaitosten melun tuottoa tarvitsee rajoittaa (täytetään ohjearvot asutuksella ja loma-asunnoilla).

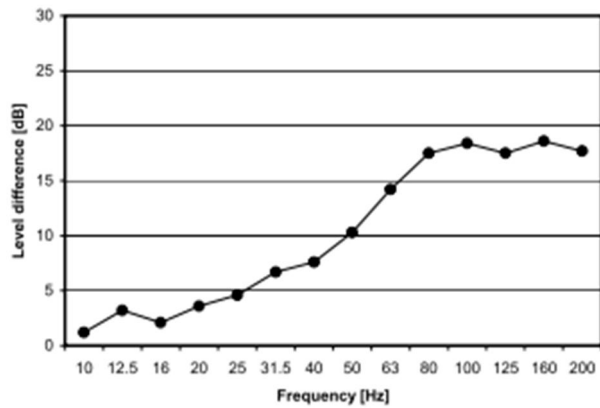
Tulokset kappaleessa on esitetty hankekokonaisuudet, jolla ei edellytetä tuulivoimalaitosten tuottaman melun rajoittamista, vaan melutasot ovat tuulivoimamelun suunnitteluohjearvon tasalla tai alapuolella. Tällä perusteella Nordexin laitoksilla voidaan toteuttaa 11 voimalaitoksen kokonaisuus ja Gamesan laitoksilla 9 laitoksen kokonaisuus. Voimavapriikki Oy:n toimitaman tiedon mukaan hankekokonaisuudesta jätettiin pois lisäksi yksi voimalaitos lisää (nro 15), joka pienentää melutasoja merkittävimmin hankealueen lounaispuolella verrattuna 16.8.2013 selvityksen tuloksiin.

Tässä selvityksessä pienitaajuisen melun tarkastelu tehtiin Gamesa –laitoksilla, koska Nordex –laitoksista ei ollut saatavilla terssikaistakohtaisia äänitehotasoja. Suurimmat äänitasot (L_{Leq}) mallinnettiin pääsääntöisesti tarkastelupisteeseen 7, jossa taajuuskaistoilla 50...160 Hz ulkovaipan vaadittava äänitasoero ΔL on 4,8...6,4 dB. 200 Hz terssikaistalla voimakkain äänitaso (L_{Leq}) mallinnettiin tarkastelupisteeseen 8, jossa ulkovaipan vaadittava äänitasoero ΔL on 6,4 dB.

Kun verrataan tarkastelupisteisiin mallinnettuja taajuuspainottamattomia äänitasoja (L_{Leq} , kuvaa äänitasoa ulkona) Asumisterveysohjeen mukaisiin sisätilojen melun ohjearvoihin, ovat tarvittavat suurimmat äänitasoerot siis maksimissaan n. 6,5 dB. Tulokset osoittavat, että ympäristön asuinrakennusten kohdalla normaalia rakentamistapaa vastaava ilmasteneristävyyttä riittää vaimentamaan tuulivoimalaitosten melun asumisterveysohjeen mukaisten sisätilojen meluohjearvojen alapuolelle myös pienillä taajuuksilla jo tilanteessa, jossa huomioidaan kaikki 15 laitosta. Kaavan 1 mukaiset pienitaajuisen melun tulokset ovat nyt laskettu vielä vaimeampia.

Vaikka rakenteiden ja rakennusten ääneneristävyyttä onkin tutkittu paljon ja rakennusten ilmasteneristävyydelle on nykyisin olemassa oma luokittelunsa, ei vanhoista rakennuksista ole kattavaa tietoa tyypillisistä ilmasteneristävyyksistä. Tästä syystä sisätilojen melutasoja arvioitiin käyttäen tanskalaisen asuintalon tyypillistä ilmasteneristävyyttä. Tanskalaisessa tutkimuksessa mitattiin massiivirakenteisten talojen lisäksi myös kevytrakenteista uutta puutaloa sekä tiilellä vuorattua puurunkoista 1970-luvun taloa. Kyseisten talojen rakenteet vastaavat Suomessa käytettyjä rakenteita. Suomessa tehtyjen vertailumittausten perusteella tanskalaisten pientalojen ääneneristävyyttä on yleisellä tasolla kohtuullisen verrannollinen myös suomalaisiin rakennuksiin. Näiden rakenteeltaan erilaisten talojen mittaustutkimuksella saatujen tulosten mukaisia ilmasteneristävyyssarjoja voidaan siten käyttää tässä selvityksessä melumallinnukseen valituissa tarkastelukohteissa.

Suomessa kuitenkin rakennusten lämmöneristävyyttä on usein uudemmissa taloissa parempi kuin Tanskassa, mikä osaltaan vaikuttaa ääneneristävyyteen. Lisäksi esim. yksittäisten rakennusten ikä ja rakenneratkaisut (pienet/isot ikkunat, seinämateriaalina tiili, puu vai harkko jne.) vaikuttavat todelliseen ääneneristävyyteen, joten vertailua tanskalaisten pientalojen ääneneristävyyksiin voi pitää suuntaa antavana.



Kuva 2. Tyypillisen tanskalaisen asuintalon julkisivun ilmaaneneristys (AV 1272/1, EFP-06 project, Low Frequency Noise from Large Wind Turbines, Final Report; DELTA 21.11.2010)

Kun vähennetään mallinnetuista melutasoista (melutasot terssikaistoittain 50 Hz terssikaistaan saakka) tyypillisen tanskalaisen asuintalon julkisivun ilmaaneneristävyys (raportissa mainittu äänitasoero), voidaan todeta, että melu alittaa kaikissa tarkastelupisteissä Asumisterveysohjeen mukaiset ohjearvot pienitaajuisenkin melun osalta.

Lahdessa 8. päivänä marraskuuta 2013

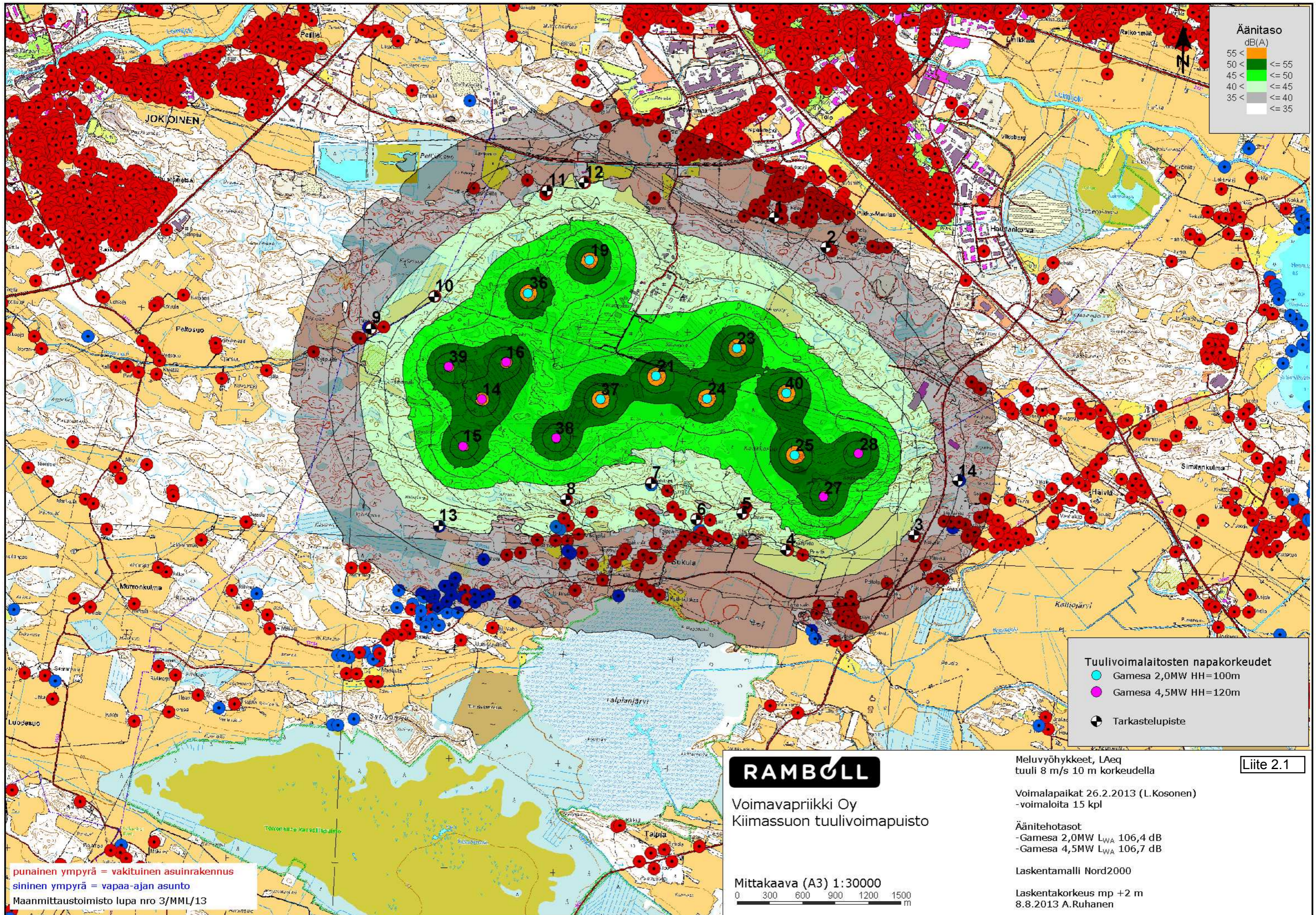
RAMBOLL FI NLAND OY

Janne Ristolainen
projektipäällikkö

Arttu Ruhanen
suunnittelija

Kiimassuon tuulivoimapuisto
Voimalaitosten koordinaatit (layout 26.2.2012) ja napakorkeudet

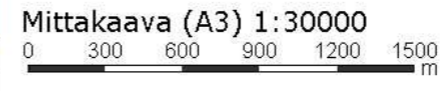
nro	KKJ Yhtenäis		napakorkeus, m
	X	Y	
14	3312773	6746129	120
15	3312600	6745701	120
16	3312992	6746469	120
19	3313758	6747403	100
21	3314367	6746342	100
23	3315107	6746598	100
24	3314831	6746138	100
25	3315634	6745620	100
27	3315902	6745234	120
28	3316219	6745633	120
36	3313195	6747103	100
37	3313856	6746130	100
38	3313451	6745773	120
39	3312466	6746429	120
40	3315559	6746185	100



punainen ympyrä = vakituinen asuinrakennus
sininen ympyrä = vapaa-ajan asunto
Maanmittaustomisto lupa nro 3/MML/13



Voimavapriikki Oy
Kiimassuon tuulivoimapuisto



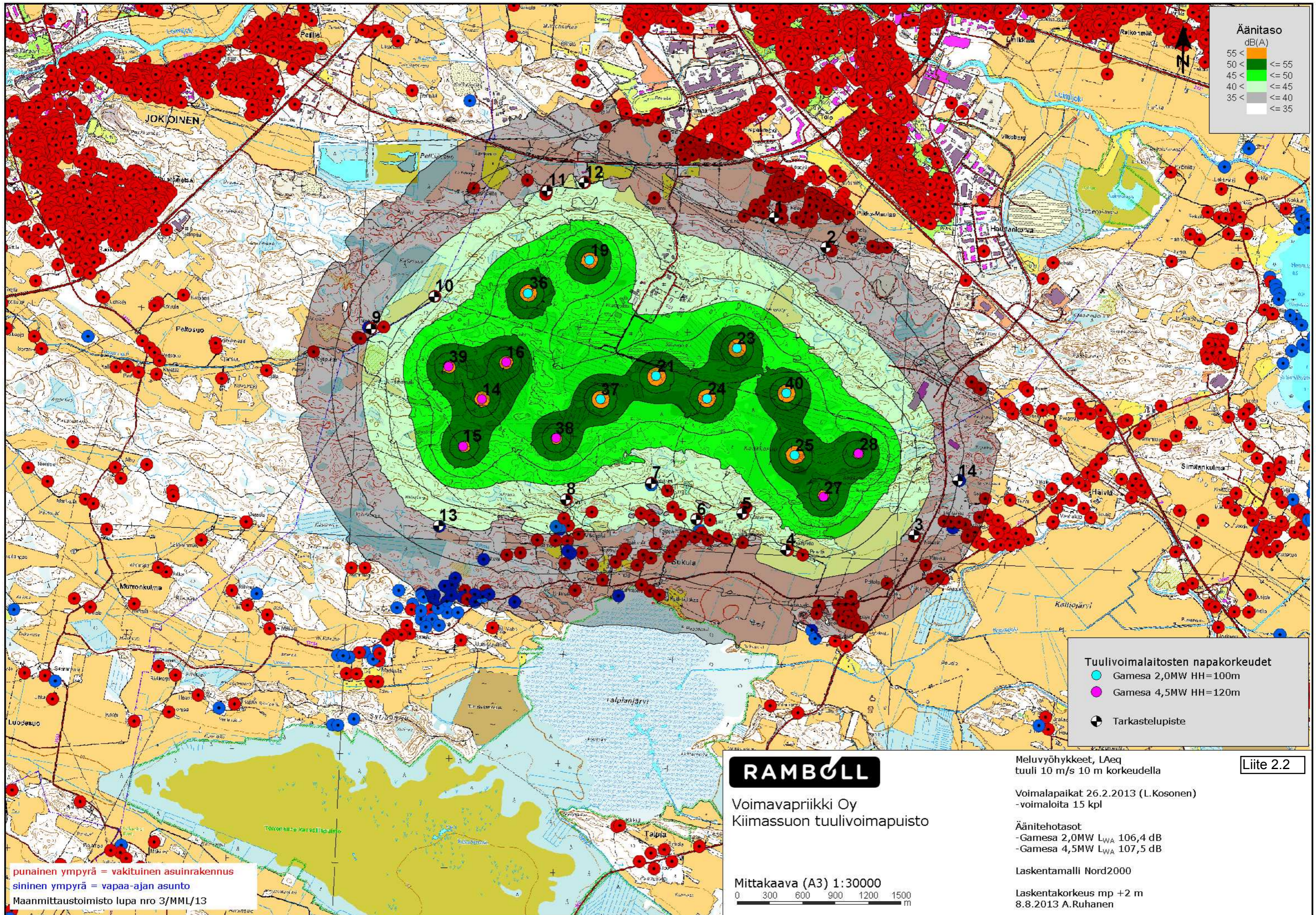
Meluyöhykkeet, LAeq
tuuli 8 m/s 10 m korkeudella **Liite 2.1**

Voimalapaikat 26.2.2013 (L.Kosonen)
-voimaloita 15 kpl

Äänitehotasot
-Gamesa 2,0MW L_{WA} 106,4 dB
-Gamesa 4,5MW L_{WA} 106,7 dB

Laskentamalli Nord2000

Laskentakorkeus mp +2 m
8.8.2013 A.Ruhanen



Voimavapriikki Oy
Kiimassuon tuulivoimapuisto

Mittakaava (A3) 1:30000
0 300 600 900 1200 1500 m

Meluvyöhykkeet, LAeq
tuuli 10 m/s 10 m korkeudella Liite 2.2

Voimalapaikat 26.2.2013 (L.Kosonen)
-voimaloita 15 kpl

Äänitehotasot
-Gamesa 2,0MW L_{WA} 106,4 dB
-Gamesa 4,5MW L_{WA} 107,5 dB

Laskentamalli Nord2000

Laskentakorkeus mp +2 m
8.8.2013 A.Ruhanen

punainen ympyrä = vakituinen asuinrakennus
sininen ympyrä = vapaa-ajan asunto
Maanmittaustoimisto lupa nro 3/MML/13



Kaava 1 (voimaloiden melun tuottoa ei tarvitse rajoittaa)

Gamesa

Tulokset perustuvat tarkastelupistelaskentoihin

26.2.2013 layout

Tuulennopeus 8 m/s 10 m korkeudella

Tuulivoimalatiedot

Voimala	L_{WA} , dB	Malli
14	106,6	Gamesa G128 4,5MW
15	106,6	Gamesa G128 4,5MW
16	106,6	Gamesa G128 4,5MW
19	106,4	Gamesa G90 2MW
21	106,4	Gamesa G90 2MW
23	106,4	Gamesa G90 2MW
24	106,4	Gamesa G90 2MW
25	106,4	Gamesa G90 2MW
27	106,6	Gamesa G128 4,5MW
28	106,6	Gamesa G128 4,5MW
36	106,4	Gamesa G90 2MW
37	106,4	Gamesa G90 2MW
38	106,6	Gamesa G128 4,5MW
39	106,6	Gamesa G128 4,5MW
40	106,4	Gamesa G90 2MW

Lasketut melutasot (L_{Aeq} , dB) tarkastelupisteissä

Piste	Rakennus	Kaikki 15 laitosta	Poistettu laitokset 15, 25, 27, 36, 37, 38 ja 39	Poistettu laitokset 15, 24, 27, 36, 37, 38 ja 39
1	vakituinen	37,3	36,3	36,0
2	vakituinen	37,3	36,2	36,2
3	vakituinen	39,3	36,3	37,1
4	vakituinen	42,4	36,5	38,9
5	vakituinen	42,4	37,7	39,7
6	vakituinen	40,8	37,7	37,9
7	vakituinen	42,4	39,5	38,6
8	vakituinen	43,4	37,0	36,6
9	vakituinen	40,4	35,5	35,4
10	vakituinen	42,8	38,4	38,3
11	vakituinen	40,4	38,3	38,2
12	vakituinen	40,0	38,6	38,5
13	loma	39,9	34,2	34,1
14	loma	37,7	35,6	36,2

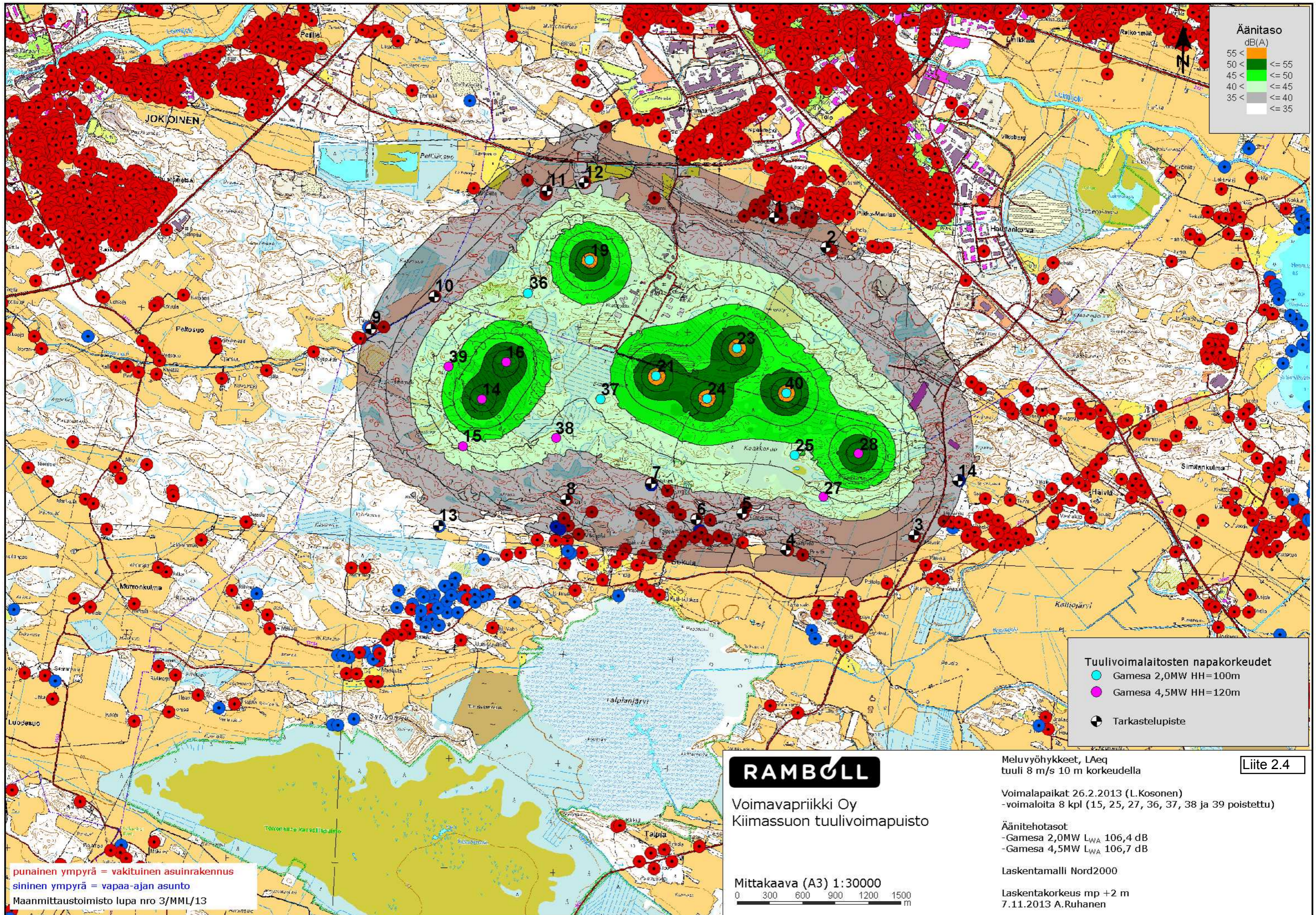
Poistosuunnitelma

Tarkastelupisteissä täytetään L_{Aeq} 40 dB seuraavien voimaloiden poistolla:

25, 27, 36, 37, 38 ja 39

24, 27, 36, 37, 38 ja 39

näiden lisäksi poistettu voimala nro 15



Äänitaso
dB(A)

55 <	Orange	<= 55
50 <	Yellow	<= 50
45 <	Light Green	<= 45
40 <	Green	<= 40
35 <	Light Blue	<= 35

Tuulivoimalaitosten napakorkeudet

Light Blue Circle	Gamesa 2,0MW HH=100m
Pink Circle	Gamesa 4,5MW HH=120m
Black Circle with Cross	Tarkastelupiste

punainen ympyrä = vakituinen asuinrakennus
sininen ympyrä = vapaa-ajan asunto
Maanmittaustomisto lupa nro 3/MML/13



Voimavapriikki Oy
Kiimassuon tuulivoimapuisto

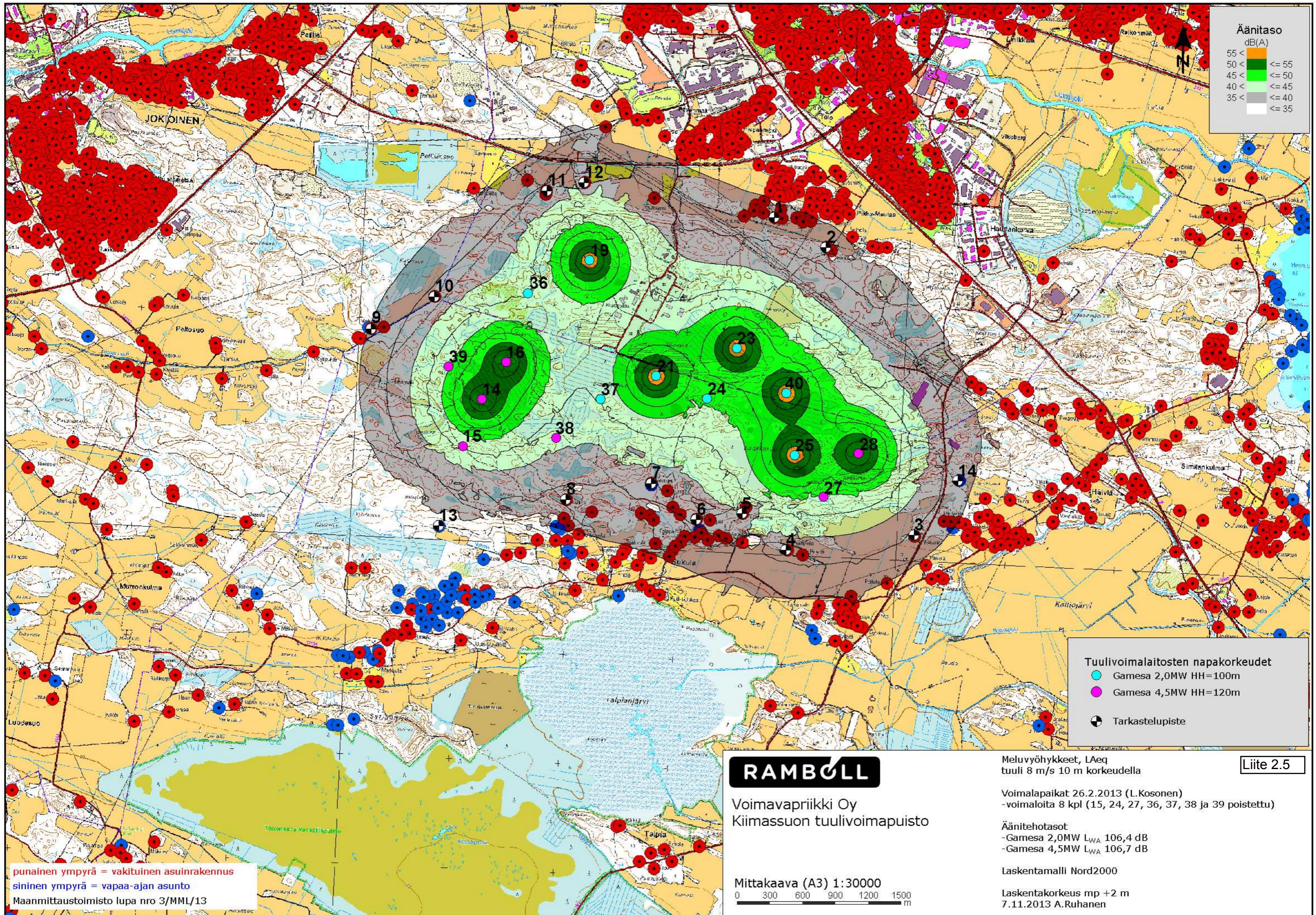
Mittakaava (A3) 1:30000
0 300 600 900 1200 1500 m

Meluvyöhykkeet, LAeq
tuuli 8 m/s 10 m korkeudella **Liite 2.4**

Voimalapaikat 26.2.2013 (L.Kosonen)
-voimaloita 8 kpl (15, 25, 27, 36, 37, 38 ja 39 poistettu)

Äänitehotasot
-Gamesa 2,0MW L_{WA} 106,4 dB
-Gamesa 4,5MW L_{WA} 106,7 dB

Laskentamalli Nord2000
Laskentakorkeus mp +2 m
7.11.2013 A.Ruhanen



punainen ympyrä = vakituinen asuinrakennus
sininen ympyrä = vapaa-ajan asunto
Maanmittaustomisto lupa nro 3/MML/13



Voimavapriikki Oy
Kiimassuon tuulivoimapuisto

Mittakaava (A3) 1:30000
0 300 600 900 1200 1500 m

Meluvyöhykkeet, LAeq
tuuli 8 m/s 10 m korkeudella **Liite 2.5**

Voimalapaikat 26.2.2013 (L.Kosonen)
-voimaloita 8 kpl (15, 24, 27, 36, 37, 38 ja 39 poistettu)

Äänitehotasot
-Gamesa 2,0MW L_{WA} 106,4 dB
-Gamesa 4,5MW L_{WA} 106,7 dB

Laskentamalli Nord2000

Laskentakorkeus mp +2 m
7.11.2013 A.Ruhanen



Voimavapriikki Oy, Kiimassuo
Pienitaajuisten melun laskentatulokset tarkastelupisteisiin

Gamesa

Voimalaitoksia 15 kpl, layout 26.2.2013
Laskennassa tuulennopeus 8 m/s 10 m korkeudella

Taajuuspainottamaton äänitaso ulkona (L_{Leq} , dB) 1/3-oktaavikaistoilla

Tarkastelupiste	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
1	45	42,9	41,1	39,2	37,6	35,7	33,7
2	44,4	42,1	40,2	38,4	36,8	35,5	34,6
3	44,2	42,5	41,5	40,1	37,5	34	34
4	47,1	45,5	44,4	42,8	40,1	36,5	37
5	47,7	45,9	44,4	42,9	41,3	38,8	36,6
6	47,3	45,3	43,7	42,2	40,4	38,5	35,9
7	48,8	47	45,5	44,2	42,4	39,3	36,7
8	46,3	45,2	44,7	43,4	40,8	37,9	38,4
9	44,4	43	42,3	41,1	38,9	34,9	34,9
10	47,5	45,9	45	43,8	41,8	38	36,1
11	46,6	45,2	43,6	41,9	40,4	38	36,3
12	46,3	44,4	42,9	41,4	39,7	37,3	35,8
13	42,8	42,1	41,6	40,6	39	36,3	34,4
14	42,3	40,6	39,6	38,6	37,4	34,9	33,4

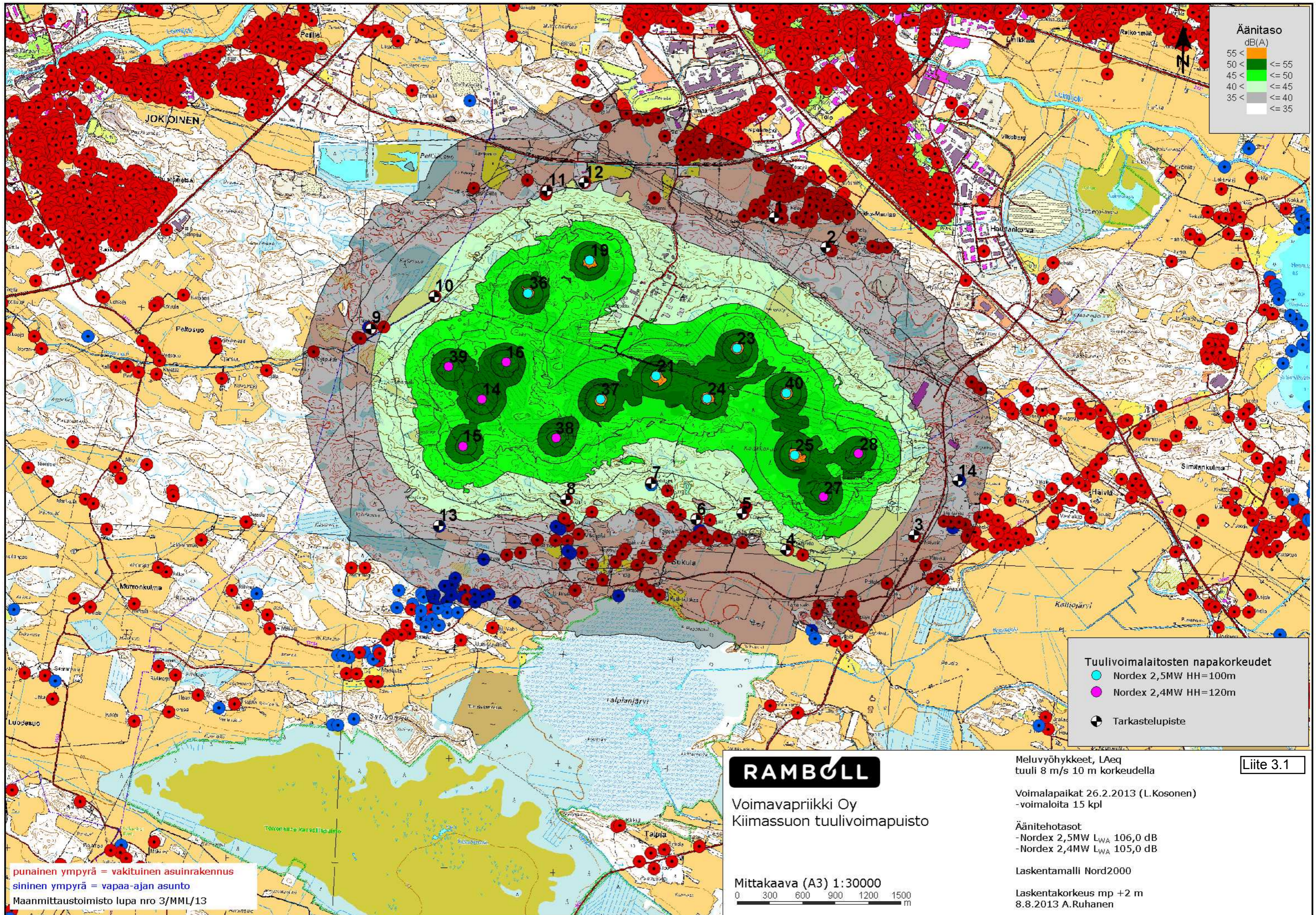
Laskettujen äänitasojen (L_{Leq} , dB ulkona) ja pienitaajuisten sisämelun ohjearvojen erotus

Tarkastelupiste	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
1	1,0	0,9	1,1	1,2	1,6	1,7	1,7
2	0,4	0,1	0,2	0,4	0,8	1,5	2,6
3	0,2	0,5	1,5	2,1	1,5	0,0	2,0
4	3,1	3,5	4,4	4,8	4,1	2,5	5,0
5	3,7	3,9	4,4	4,9	5,3	4,8	4,6
6	3,3	3,3	3,7	4,2	4,4	4,5	3,9
7	4,8	5,0	5,5	6,2	6,4	5,3	4,7
8	2,3	3,2	4,7	5,4	4,8	3,9	6,4
9	0,4	1,0	2,3	3,1	2,9	0,9	2,9
10	3,5	3,9	5,0	5,8	5,8	4,0	4,1
11	2,6	3,2	3,6	3,9	4,4	4,0	4,3
12	2,3	2,4	2,9	3,4	3,7	3,3	3,8
13	-1,2	0,1	1,6	2,6	3,0	2,3	2,4
14	-1,7	-1,4	-0,4	0,6	1,4	0,9	1,4

Yöaikaisen pienitaajuisten sisämelun ($L_{Leq 1h}$, dB) ohjearvot 1/3-oktaavikaistoittain*

50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
44	42	40	38	36	34	32

*asumisterveysohje vuodelta 2003, päiväaikaiselle melulle voidaan hyväksyä 5 dB suurempia arvoja



punainen ympyrä = vakituinen asuinrakennus
sininen ympyrä = vapaa-ajan asunto
Maanmittaustomisto lupa nro 3/MML/13



Voimavapriikki Oy
Kiimassuon tuulivoimapuisto

Mittakaava (A3) 1:30000
0 300 600 900 1200 1500 m

Meluvyöhykkeet, LAeq
tuuli 8 m/s 10 m korkeudella **Liite 3.1**

Voimalapaikat 26.2.2013 (L.Kosonen)
-voimaloita 15 kpl

Äänitehotasot
-Nordex 2,5MW L_{WA} 106,0 dB
-Nordex 2,4MW L_{WA} 105,0 dB

Laskentamalli Nord2000

Laskentakorkeus mp +2 m
8.8.2013 A.Ruhanen



Kaava 1 (voimaloiden melun tuottoa ei tarvitse rajoittaa)

Nordex

Tulokset perustuvat tarkastelupistelaskentoihin

26.2.2013 layout

Tuulenopeus 8 m/s 10 m korkeudella

Tuulivoimalatiedot

Voimala	L_{WA} , dB	Malli
14	105,0	Nordex N117/2400
15	105,0	Nordex N117/2400
16	105,0	Nordex N117/2400
19	106,0	Nordex N100/2500
21	106,0	Nordex N100/2500
23	106,0	Nordex N100/2500
24	106,0	Nordex N100/2500
25	106,0	Nordex N100/2500
27	105,0	Nordex N117/2400
28	105,0	Nordex N117/2400
36	106,0	Nordex N100/2500
37	106,0	Nordex N100/2500
38	105,0	Nordex N117/2400
39	105,0	Nordex N117/2400
40	106,0	Nordex N100/2500

Lasketut melutasot (L_{Aeq} , dB) tarkastelupisteissä

Piste	Rakennus	Kaikki 15	Poistettu laitokset	Poistettu laitokset	Poistettu laitokset
		laitosta	15, 24, 25, 38 ja 39	15, 24, 27, 38 ja 39	15, 27, 37, 38 ja 39
1	vakituinen	37,2	36,2	36,3	36,6
2	vakituinen	37,0	35,9	36,1	36,5
3	vakituinen	38,4	37,3	36,4	36,6
4	vakituinen	41,6	40,0	38,5	38,6
5	vakituinen	41,5	38,5	39,3	39,8
6	vakituinen	40,1	37,8	38,2	38,5
7	vakituinen	41,8	39,5	39,7	39,7
8	vakituinen	42,2	37,7	37,8	36,8
9	vakituinen	39,3	36,0	36,0	35,9
10	vakituinen	41,7	39,5	39,5	39,4
11	vakituinen	39,9	39,5	39,5	39,4
12	vakituinen	39,3	38,9	38,9	38,8
13	loma	38,9	34,7	34,7	34,2
14	loma	36,9	35,9	35,5	35,7

Poistosuunnitelma

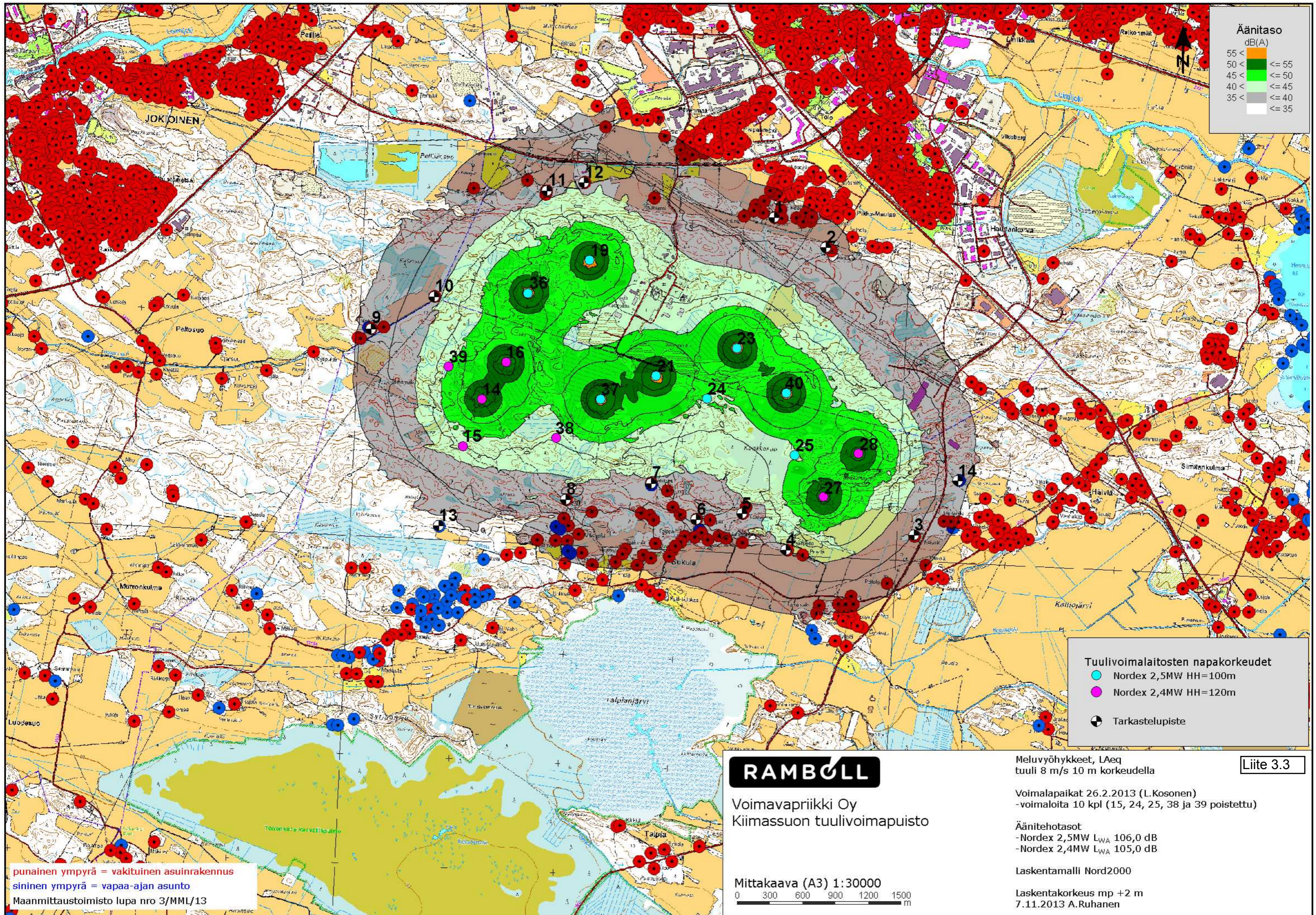
Tarkastelupisteissä täytetään L_{Aeq} 40 dB seuraavien voimaloiden poistolla:

24, 25, 38 ja 39

24, 27, 38 ja 39

27, 37, 38 ja 39

näiden lisäksi poistettu voimala nro 15



Äänitaso
dB(A)

55 <	Orange	<= 55
50 <	Yellow	<= 50
45 <	Light Green	<= 45
40 <	Light Yellow	<= 40
35 <	White	<= 35

Tuulivoimalaitosten napakorkeudet

Light Blue Circle	Nordex 2,5MW HH=100m
Pink Circle	Nordex 2,4MW HH=120m
Black Circle with Cross	Tarkastelupiste

punainen ympyrä = vakituinen asuinrakennus
sininen ympyrä = vapaa-ajan asunto
Maanmittaustoimisto lupa nro 3/MML/13



Voimavapriikki Oy
Kiimassuon tuulivoimapuisto

Mittakaava (A3) 1:30000
0 300 600 900 1200 1500 m

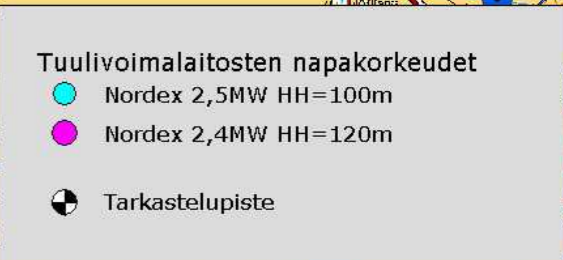
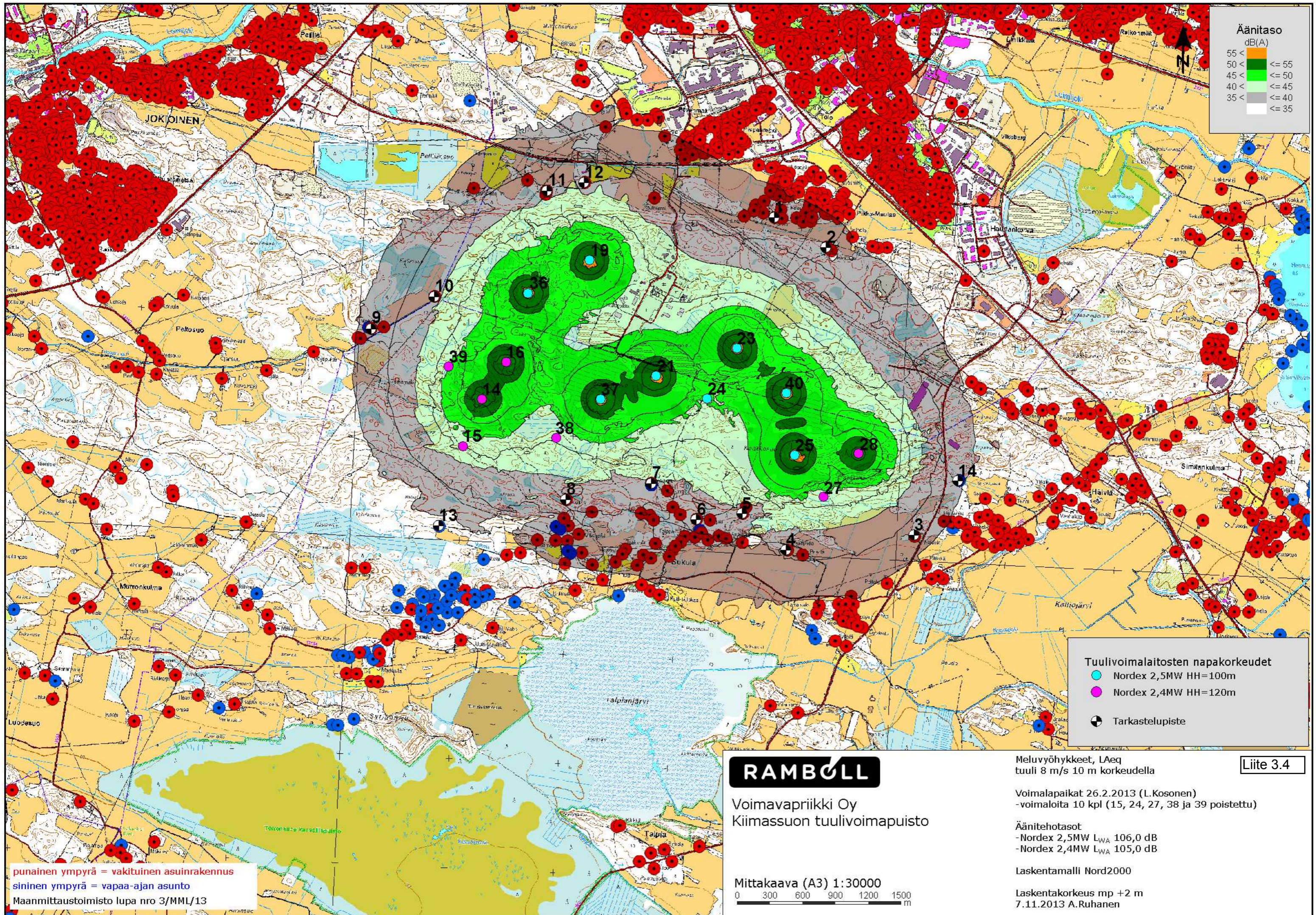
Meluvyöhykkeet, LAeq
tuuli 8 m/s 10 m korkeudella **Liite 3.3**

Voimalapaikat 26.2.2013 (L.Kosonen)
-voimaloita 10 kpl (15, 24, 25, 38 ja 39 poistettu)

Äänitehotasot
-Nordex 2,5MW L_{WA} 106,0 dB
-Nordex 2,4MW L_{WA} 105,0 dB

Laskentamalli Nord2000

Laskentakorkeus mp +2 m
7.11.2013 A.Ruhanen



punainen ympyrä = vakituinen asuinrakennus
sininen ympyrä = vapaa-ajan asunto
Maanmittaustoimisto lupa nro 3/MML/13



Voimavapriikki Oy
Kiihimäen tuulivoimapaisto

Mittakaava (A3) 1:30000
0 300 600 900 1200 1500 m

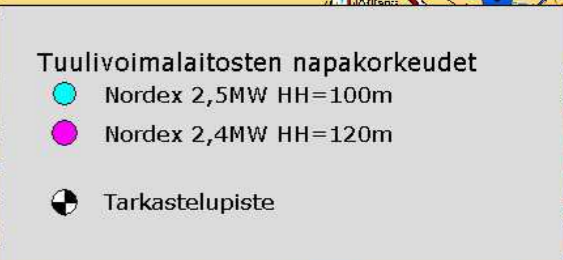
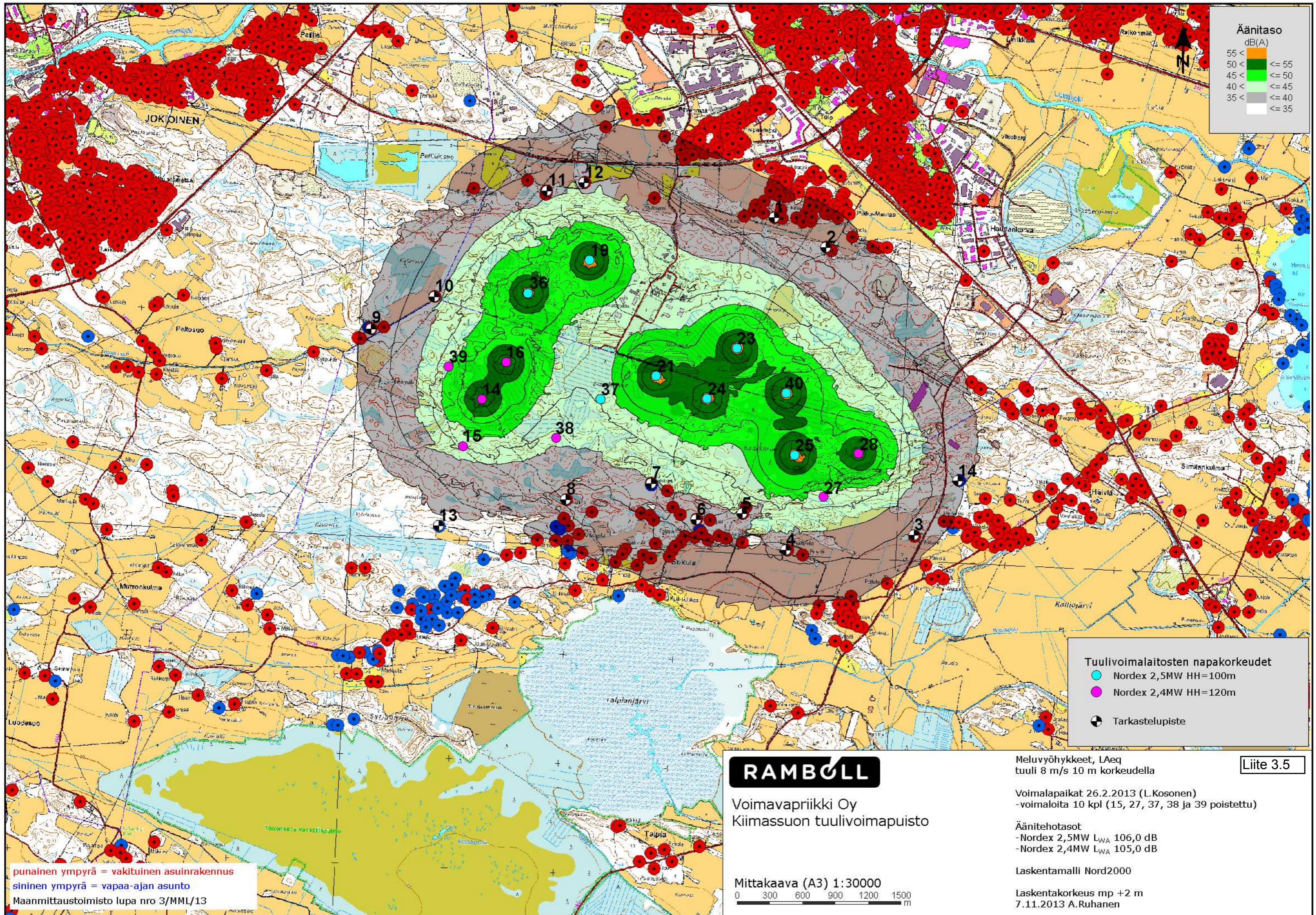
Meluyöhykkeet, LAeq
tuuli 8 m/s 10 m korkeudella **Liite 3.4**

Voimalapaikat 26.2.2013 (L.Kosonen)
-voimaloita 10 kpl (15, 24, 27, 38 ja 39 poistettu)

Äänitehotasot
-Nordex 2,5MW L_{WA} 106,0 dB
-Nordex 2,4MW L_{WA} 105,0 dB

Laskentamalli Nord2000

Laskentakorkeus mp +2 m
7.11.2013 A.Ruhanen



punainen ympyrä = vakituinen asuinrakennus
sininen ympyrä = vapaa-ajan asunto
Maanmittaustoimisto lupa nro 3/MML/13



Voimavapriikki Oy
Kiimassuon tuulivoimapaisto

Mittakaava (A3) 1:30000
0 300 600 900 1200 1500 m

Meluvyöhykkeet, LAeq
tuuli 8 m/s 10 m korkeudella **Liite 3.5**

Voimalapaikat 26.2.2013 (L.Kosonen)
-voimaloita 10 kpl (15, 27, 37, 38 ja 39 poistettu)

Äänitehotasot
-Nordex 2,5MW L_{WA} 106,0 dB
-Nordex 2,4MW L_{WA} 105,0 dB

Laskentamalli Nord2000

Laskentakorkeus mp +2 m
7.11.2013 A.Ruhanen