

Vastaanottaja
wpd Finland Oy

Asiakirjatyyppe
Raportti

Päivämäärä
24.4.2014

Viite
1510012267

MAASELÄNKANKAAN TUULI- VOIMAPUISTO, OULAINEN MELUMALLINNUS

MAASELÄNKANKAAN TUULIVOIMAPUISTO, OULAINEN MELUMALLINNUS

Päivämäärä 24.4.2014
Laatija Arttu Ruhanen
Tarkastaja Janne Ristolainen

Tuulivoimahankkeen meluselvitys kaavoitusta varten

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 04/2014 aineistoa.

http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata_lisenssi_versio1_20120501

Viite 1510012267

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.	MELUMALLINNUKSEN TIEDOT	3
3.1	Tuulivoimalatiedot	3
3.2	Melulaskenta	4
3.3	Maastomalli ja rakennustiedot	5
4.	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	6
4.1	Mallinnuksen tulokset	6
4.2	Häiritsevyysskorjaukset	7
4.3	Tuulivoiman melutasot verrattuna VNp 993/1992 melutason yleisiin ohjearvoihin	7
4.4	Tuulivoiman melutasot verrattuna Ympäristöministeriön ohjeen "Tuulivoimarakentamisen suunnittelu" suunnitteluarvoihin	7
4.5	Pienitaajuinen melu	8
4.6	Alueen yleiset tuuliolosuhteet ja niiden vaikutus melutasojen esiintyvyyteen	9

LIITTEET

Liite 1	Melulaskennan lähtötiedot ja tuulivoimaloiden akustiset tiedot Nordex N117/3000
Liite 2	Meluvyöhykekartta, Nordex N117/3000 MW tuulivoimalaitosten enimmäisäänitehotasolla L_{WA} 106,0 dB (≥ 8 m/s 10 m korkeudella)
Liite 3	Meluvyöhykekartta, äänitehotaso 107,5 dB

1. YLEISTÄ

Wpd Finland Oy:n suunnittelee tuulivoimalaitosten rakentamista Oulaisiin Maaselänkankaan alueelle. Tässä selvityksessä on mallinnettu tuulivoimalaitoksista ympäristöön aiheutuvat melutasot sekä tarkasteltu pienitaajuisten melun leviämistä.

Melumallinnus tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" raportin mukaisilla laskentaparametreilla. Meluvyöhykkeiden mallinnuksessa on kaavoittajan edellyttämänä käytetty ympäristölupavaihtelun mukaista tarkempaa Nord2000 –laskentamallia, vaikka selvitys on laadittu kaavoitusta varten. Pienitaajuisten melun tarkastelu tehtiin soveltaen DSO 1284 mukaista menetelmää YM:n ohjeen 2/2014 mukaisesti.

Tässä selvityksessä tarkasteltiin melutasoja ympäristössä Nordex N117/3000 laitosmallin melutietojen pohjalta. Koska tässä vaiheessa suunnittelua laitosvalintaa ei ole vielä lopullisesti tehty, tarkasteltiin selvityksessä myös äänekkäämmän voimalaitosmallin vaikutusta kaavaan.

Työ on tehty wpd Finland Oy:n toimeksiannosta, jossa yhteyshenkilönä on toiminut Tero Elo. Työstä on Rambollissa vastannut projektipäällikkö ins.(AMK) Janne Ristolainen. Melumallinnuksen on tehnyt ja raportoinnissa 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.

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)

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. 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.

Ulkomelutason suunnitteluohjearvojen lisäksi asuntojen sisätiloissa käytetään Terveysnsuojelulain (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.

Taulukko 3. 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

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 yksityiskohtaiseen kaavoitukseen liittyvässä mallinnuksessa:

”Äänen mahdollinen kapeakaistaisuus ja pienitaajuisten 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.”

3. MELUMALLINNUKSEN TIEDOT

3.1 Tuulivoimalatiedot

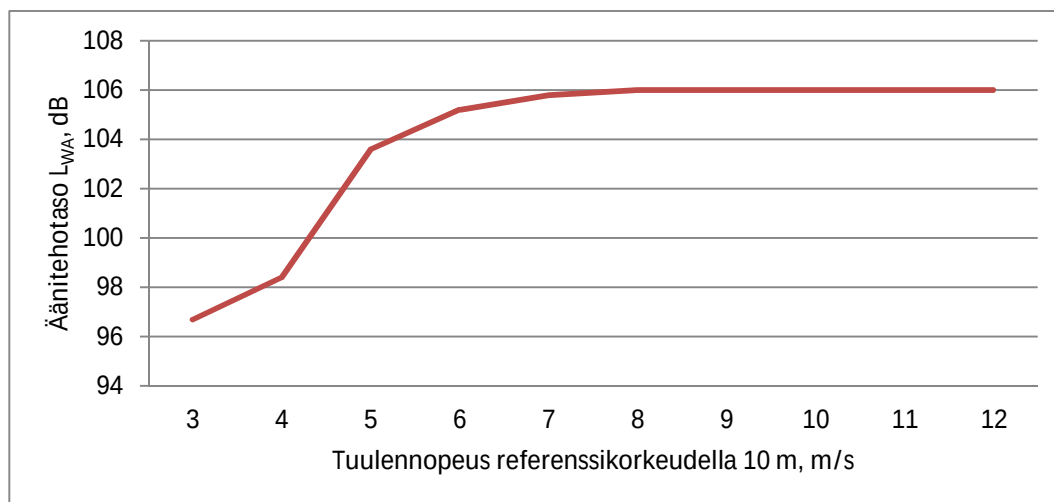
Laitosten sijainnit mallinnettiin tilaajan 3.4.2014 toimittaman layoutin mukaan. Laitosten napakorkeus oli 160 metriä maanpinnasta. Tuulivoimaloiden tarkemmat akustiset tiedot on esitetty liitteessä 1.

Taulukossa 4 esitetyissä tuulivoimalaitosten koordinaateissa Z-koordinaatti kertoo maaston korkeuden metreissä merenpinnan yläpuolella tuulivoimalan suunnitellulla sijaintipaikalla.

Taulukko 4. Tuulivoimalaitosten koordinaatit (ETRS-TM35FIN)

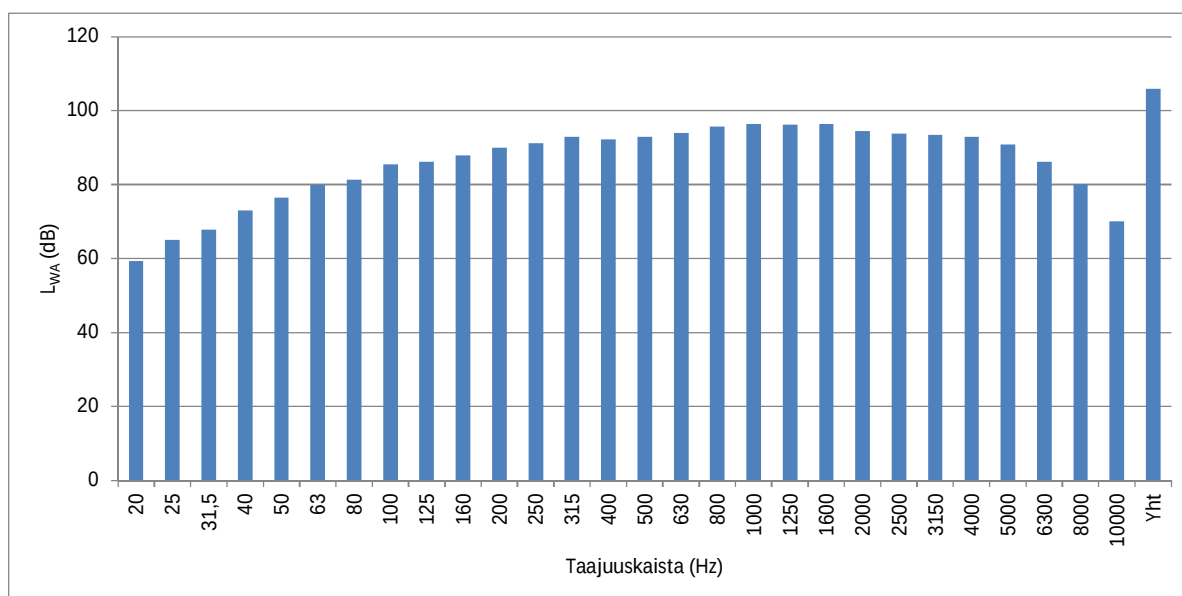
Tunnus	E / lon	N / lat	Z
1	386956	7133556	65
2	387504	7133073	67
3	386985	7132785	66
4	388067	7132322	70
5	387208	7131952	63
6	387735	7130979	64
7	388283	7130622	70
8	388759	7130379	70

Laskennoissa on käytetty Nordex N117/3000 –voimalaa. Tilaajan toimittaman tiedon mukaan voimalan A-painotettu äänitehotaso L_{WA} on 106,0 dB, kun tuulennopeus on 8 m/s tai yli 10 metrin korkeudella maanpinnasta. Lisäksi meluvyöhykkeiden mallinnus tehtiin laitosten äänitehotasolla 107,5 dB, joka kuvaa mahdollisen äänekkäämmän laitevaihtoehdon vaikutuksia. Melupäästötiedot äänekkäämpään laitosvaihtoehtoon saatiin lisäämällä Nordexin voimalaitoksen melupäästötietoihin 1,5 dB.



Kuva 1. Nordex N117/3000 –voimalan äänitehotaso tuulennopeuden mukaan

Kuvassa 2 on esitetty tilaajalta saatu voimalan taajuusspektrin suurimalle äänitehotasolle 1/3 – oktaavikaistoittain taajuusvälillä 20 – 10 000 Hz, kun tuulennopeus on 8 m/s.



Kuva 2. Nordex N117/3000 –voimalan äänitehotaso 1/3 –oktaavikaistoittain kokonaisäänitehotasolla 106,0 dB

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.

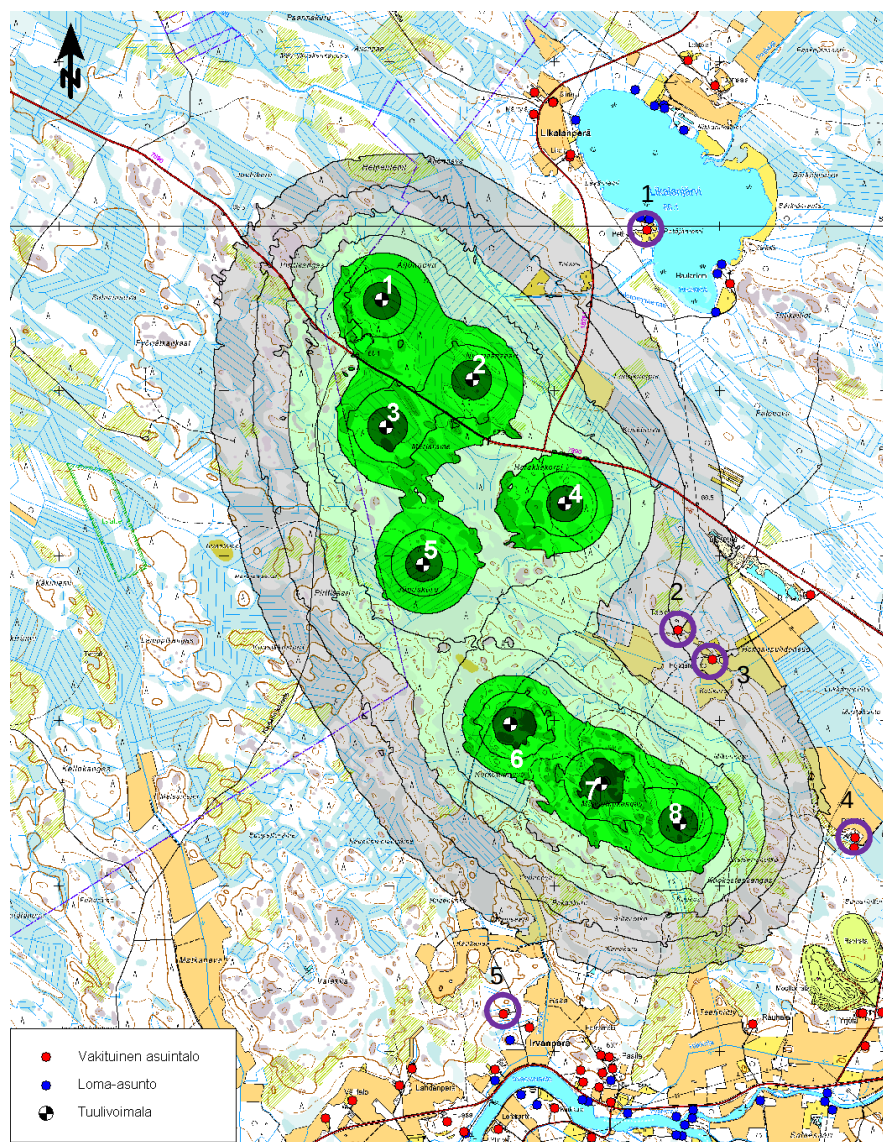
Melumallinnukset on tehty SoundPlan 7.3 -melulaskentaohjelmaa siihen sisältyvää Nord2000 -melulaskentamallia käyttäen. SoundPlan -ohjelmistosta saa lisätietoa internet-sivustolta www.soundplan.eu.

Nord2000 -laskentamallissa äänenpainetaso tiettyyn laskentapisteeseen voidaan laskea oktaavi- tai 1/3 -oktaavikaistoittain taajuusvälillä 25 Hz ja 10 kHz. Laskentamalli huomioi kolmiulotteisessa laskennassa mm. maastonmuodot sekä etäisyysvaimentumisen, ilman ääniabsorption, esteet, heijastukset ja maanpinnan absorptio-ominaisuudet sekä säätiedot. 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. Nord2000 -laskentamalliin kuvaukset ja raportti vertailumittauksista tuulivoiman melulaskennan osalta löydettävissä DELTA:n [www-sivuilla](http://www.sivuilla).

Meluvyöhykelaskennat on tehty laskentapisteverkkoon ja ohjelma interpoloi melutasot laskentapisteidenvälisille alueille. Lisäksi tehtiin reseptoripistelaskenta viiteen hankealueen eri puolilla olevaan tuulivoimaloihin lähinnä olevaan pisteeseen. Reseptoripisteiden tuloksista käy ilmi tarkat keskiäänitasot (L_{Aeq}) kyseisten rakennusten kohdalla.

Pienitaajuisen melun tarkastelu tehtiin YM:n ohjeessa 2/2014 esitetyn mukaisesti. Melupäästötietona käytettiin Nordex N117/3000 laitoksesta käytössä olevia 1/3-oktaavikaistatietoja kokonaissäänitehotason ollessa 106,0 dB. Taajuuspainottamattomien terssikaistakohtaisten ulkomelutason laskenta tehtiin kolmeen reseptoripisteeseen (pisteet 1-3), joista kaksi sijaitsee lähimpien asuintalojen kohdalla ja yksi Likalanjärven rannalla. Rakennuksen sisälle aiheutuvia pienitaajuisia melutasoja arvioitiin DSO 1284 laskentamenetelmässä esitettyjen asuintalon julkisivun ilmaaeneristävyyssarvojen avulla.

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



Kuva 3. Reseptoripisteiden sijainnit

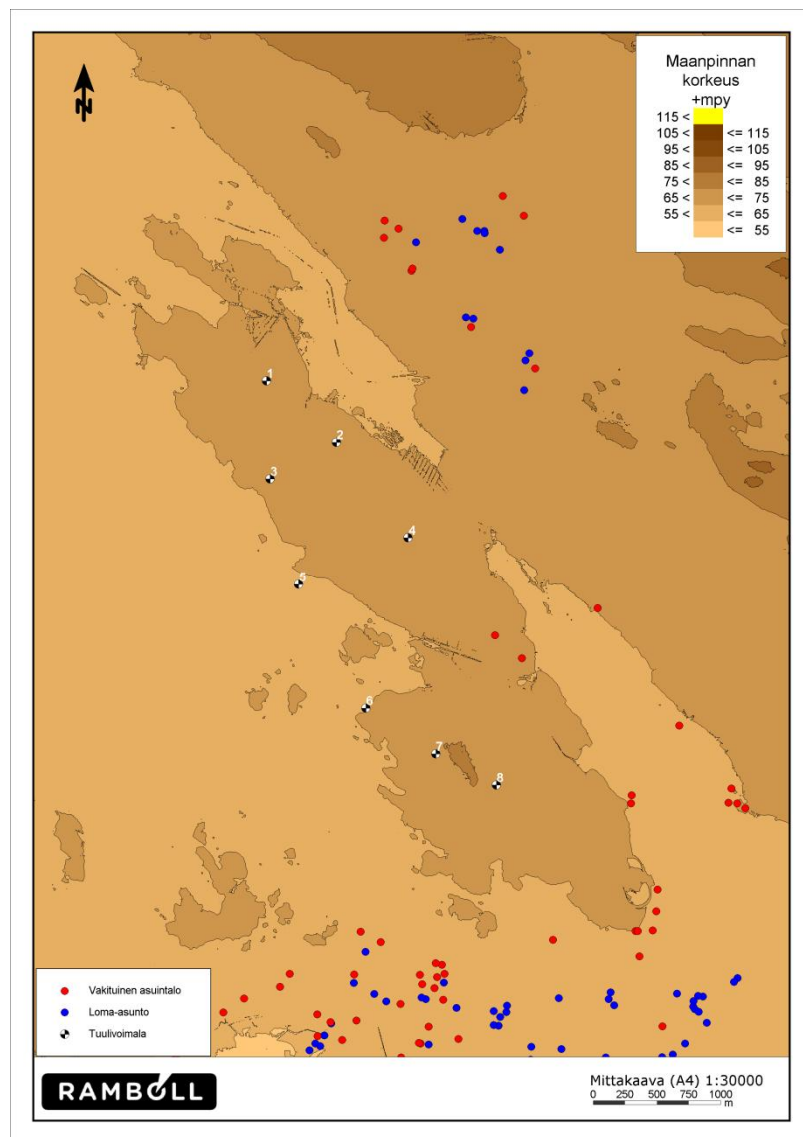
3.3 Maastomalli ja rakennustiedot

Maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen maastotietokannan laserkeilausaineistosta tuotetusta aineistosta, jossa ruutukoko on 2 m x 2 m. Maastomallissa ei ole huomioitu rakennuksia.

Mallissa ei ole huomioitu myöskään metsäkasvillisuutta melua vaimentavana tekijänä. Metsäkasvillisuus (puusto yms.) voi vaimentaa melua, mikäli kasvillisuusvyöhyke on riittävän korkea ja syvyys on suuri. Ympäristömeluarvioinneissa kasvillisuuden vaikutusta ei kuitenkaan pääsääntöisesti oteta huomioon, koska vyöhykkeiden pysyvyydestä ei voida olla varmoja (esim. puuston

avohakkuut). Laskentamallien kyvystä huomioida luotettavasti puuston vaikutusta melun etene-
miseen ei ole vielä riittävästi tutkittua tietoa.

Hankealueella tuulivoimalan perustusten ja kolmen kilometrin etäisyydellä laitoksista sijaitsevien
altistuvien kohteiden välinen maanpinnan korkeusero on alle 60 metriä. Tämä käy ilmi kuvasta 4,
jossa keltainen väri vastaa maastonkorkeutta, jossa korkeusero maaston ja alimpana sijaitsevan
altistuvan kohteen välillä olisi yli 60 metriä.



Kuva 4. Hankealueen ympäristön maastonmuodot ja maaston korkeus merenpinnasta

4. TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

4.1 Mallinnuksen tulokset

Laskennalliset meluvyöhykkeet (A-painotettu keskiäänitaso) on esitetty liitteissä 2-3. Melukuviin on merkitty asuin- ja lomarakennukset värikoodein Maanmittauslaitoksen maastotietokannan tietojen pohjalta. Melukuviissa on esitetty mallinnustulokset ilman mahdollisia häiritsevyyks- tai muita korjauksia.

Melukuviissa esitettyt keskiäänitasot kuvaavat tilannetta, jossa tuulennopeus on koko päivä- tai yöajan 8 m/s 10 m korkeudella maanpinnasta. Todellisuudessa tuulennopeus vaihtelee päivä- ja öäikana ja todellinen päivä- tai yöajan keskiäänitaso vaihtelee sen mukaisesti. Myös tuulen suunta vaikuttaa melun leviämiseen.

Taulukko 5. A-painotetut melutasot eniten melulle altistuvien kohteiden kohdalla (ulkomelutaso)

Reseptori	ETRS-TM35FIN		Z	L _{Aeq} , dB	
	E / lon	N / lat		Nordex N117/3000, liitteen 2 mukainen	Nordex N117/3000 + 1,5 dB, liitteen 3 mukainen
1	388561	7133978	71	32,2	33,7
2	388749	7131551	69	37,3	38,8
3	388961	7131372	68	36,8	38,3
4	389821	7130295	65	32,9	34,4
5	387696	7129226	61	31,3	32,8

Liitteessä 2 esitettyssä melukuvassa käytetty tuulivoimalamalli on Nordex N117/3000, jonka ilmoitettu suurin äänitehotaso on 106,0 dB. Mallinnuksen mukaan kaksi vakituista asuintaloa jää tuulivoimalaitosten aiheuttaman 35–40 dB melualueelle. Muut asuintalot ja loma-asunnot ovat 35 dB melualueen ulkopuolella.

Liitteessä 3 esitettyssä melukuvassa on esitetty meluvyöhykkeet tuulivoimaloilla, joiden äänitehotaso on 107,5 dB. Mallinnuksen mukaan tuulivoimalaitosten aiheuttaman 35–40 dB melualueelle jää kaksi vakituista asuintaloa. Muut asuintalot ja loma-asunnot ovat 35 dB melualueen ulkopuolella.

4.2 Häiritsevyyskorjaukset

Ympäristöministeriön mallinnusohjeen 2/2014 mukaan kaavoitusvaiheen meluselvityksessä ei edellytetä melun impulssimaisuuden ja merkityksellisen syynnän (amplitudimodulaatio) tarkastelua, vaan oletetaan että kyseiset vaikutukset sisältyvät laitosvalmistajan ilmoittamiin melupäästön takuuarvoihin. Tässä selvityksessä käytetyt melun lähtötiedot ovat laitevalmistajan ilmoittamia arvoja, mutta laitevalmistaja ei anna melupäästöarvoille takuuta.

Nordex N117/3000 laitostyppi ei käytettävissä olevan taajuusjakauman mukaan aiheuta kaapekaistaista melua.

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 Tuulivoiman melutasot verrattuna VNp 993/1992 melutason yleisiin ohjearvoihin

Mallinnuksen mukaan tuulivoimalaitosten melutasot alittavat laitosten suurimmilla äänitehotasoilla laskettuna VNp 993/1992 mukaiset päivä- ja yöajan ohjearvot vakituisen asutuksen ja loma-asuinalueiden kohdalla.

4.4 Tuulivoiman melutasot verrattuna Ympäristöministeriön ohjeen "Tuulivoimarakentamisen suunnittelu" suunnitteluarvoihin

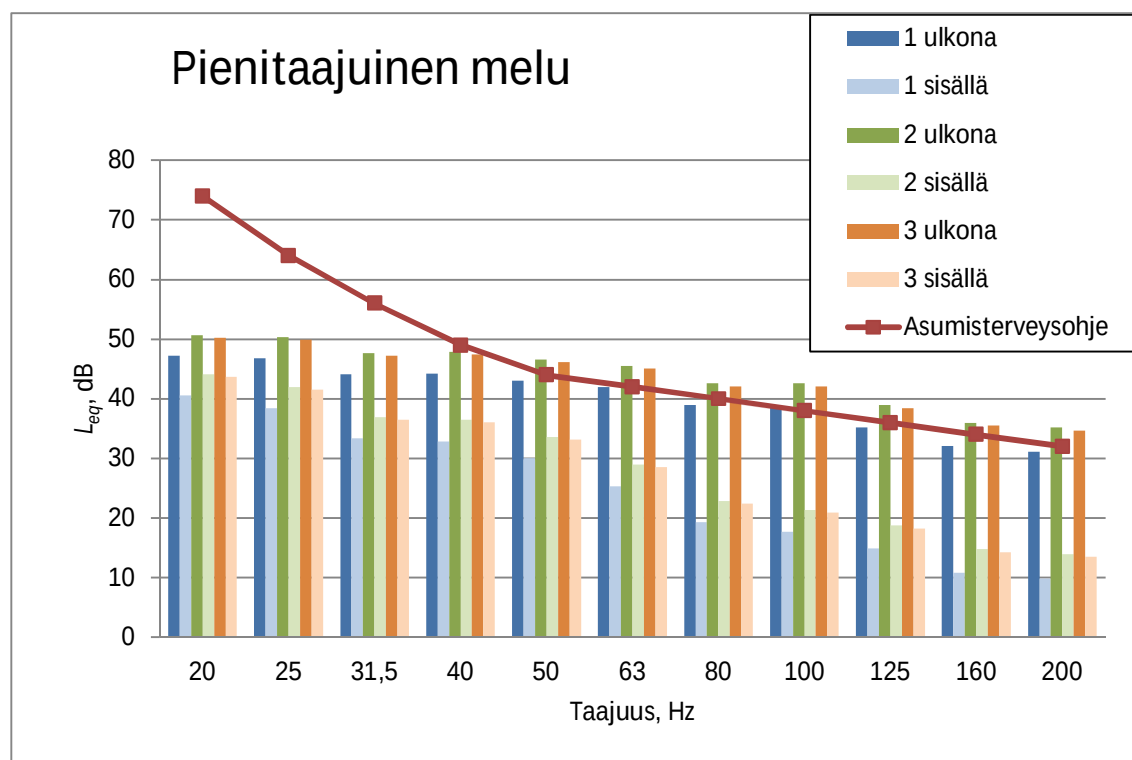
Nordex N117/3000 laitoksella (L_{WA} 106,0 dB) laskettuna melutasot vakituisen asutuksen ja yksittäisten loma-asuntojen kohdalla ovat alle Ympäristöministeriön ohjeen "Tuulivoimarakentamisen suunnittelu" päiväajan suunnitteluohjearvon $L_{Aeq\ 7-22}$ 45 dB ja yöajan suunnitteluohjearvon $L_{Aeq\ 22-7}$ 40 dB. Yksittäisten loma-asuntojen ja loma-asuinalueiden kohdalla melutasot alittavat loma-asuinalueille määritetyt suunnitteluohjearvot päivällä ($L_{Aeq\ 7-22}$ 40 dB) ja yöllä ($L_{Aeq\ 22-7}$ 35 dB).

Laitoksella jonka äänitehotaso L_{WA} on 106,5 dB laskettuna, tuulivoimaloista aiheutuva melutaso on vakituisen asutuksen ja yksittäisten loma-asuntojen kohdalla alle Ympäristöministeriön ohjeen "Tuulivoimarakentamisen suunnittelu" päiväajan suunnitteluohjearvon $L_{Aeq\ 7-22}$ 45 dB ja yöajan suunnitteluohjearvon $L_{Aeq\ 22-7}$ 40 dB. Loma-asuinalueiden lisäksi myös yksittäisten loma-asuntojen kohdalla melutaso alittaa loma-asuinalueille määritetyt suunnitteluohjearvot päivällä ($L_{Aeq\ 7-22}$ 40 dB) ja yöllä ($L_{Aeq\ 22-7}$ 35 dB).

4.5 Pienitaajuinen melu

Pienitaajuisen melun tasot terssikaistoittain laskettiin vain kolmeen reseptoripisteeseen (pisteet 1-3), joista pisteet 2 ja 3 sijaitsevat asuintalojen kohdalla, jossa mallinnetut melutasot ovat voimakkaimmat. Piste 1 sijaitsee Likalanjärven rannalla, jossa on vakituisen asutuksen lisäksi myös muutamia loma-asuntoja.

Nordex N117/3000 -laitosmallilla lasketut pienitaajuisen melun tasot (L_{eq}) on esitetty kuvassa 5. Asumisterveysohjeen mukaisiin pienitaajuisen melun sisätilojenohjearvoihin verrattuna jo ulkomelutasot ovat suurimmalta osin alle sisämelun ohjearvojen. Reseptoripisteessä 1 suurin rakennuksen ulkovaipan vaadittava äänitasoero ΔL on 100 Hz:n terssikaistalla noin 1 dB, muutoin ulkomelutasot alittavat sisämelun ohjearvot. Reseptoripisteissä 2 ja 3 suurin rakennuksen ulkovaipan vaadittava äänitasoero ΔL on 100 Hz:n terssikaistalla noin 4...5 dB. Muilla taajuuksialueen 50–200 Hz välisillä terssikaistoilla vaadittava vaimennus on noin 2...4 dB. 20–40 Hz:n välisillä terssikaistoilla jo ulkomelutasot alittavat sisämelun ohjearvot.

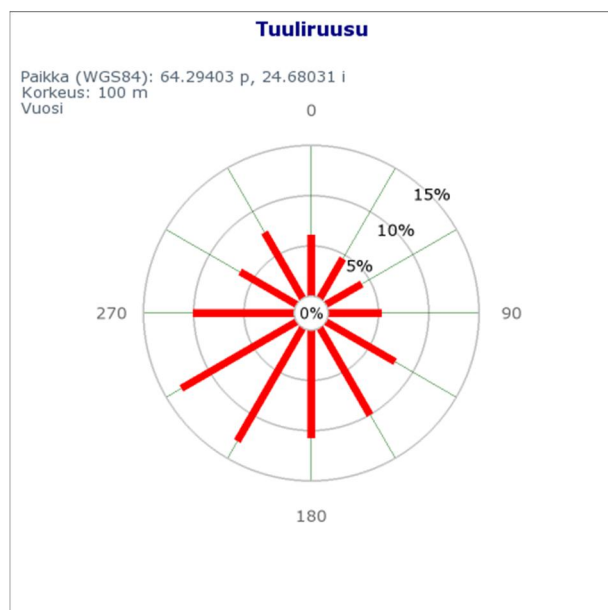


Kuva 5. Pienitaajuisen melun laskentatulokset reseptoripisteissä

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

Kun huomioidaan ulkoseinän ääneneristävyys DSO 1284 -menetelmässä mainittujen arvojen mukaisesti, alittavat terssikohtaiset melutasot ohjearvot selvästi. Tulokset osoittavat, että ympäristön rakennusten kohdalla normaalia rakentamistapaa vastaava ilmaääneneristys riittää vaimentamaan tuulivoimalaitosten pientaajuisen melun ohjearvojen alle molemmilla laitosvaihtoehdoilla. Tulosten perusteella voidaan todeta, että pienitaajuinen melu alittaa ohjearvot myös kauempana tuulivoimaloita, koska laskennan periaatteiden mukaan pienitaajuinen melu vaimenee etäisyyden kasvaessa.

- 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 7-11 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 on erittäin voimakasta. Todellinen päivä- ja yöajan keskiäänitaso laitosten ympärillä riippuu tarkastelujakson tuulisuudesta ja mallinnuksen mukaiset melutasot edustavatkin lähelle äänekkäintä mahdollista tilannetta.



Kuva 6. Tuuliruusu hankealueelta Suomen Tuuliatlaksesta

Tuulennopeuden lisäksi myös tuulensuunta vaikuttaa melun leviämiseen. Alueella vallitseva tuulensuunta on lounaasta. Tällöin mallinnuksen mukaisia melutasoja voi esiintyä useimmin voimaloiden koillispuolella. Hankealueen etelä-, lounais- ja länsipuolella mallinnuksen mukaisten melutasojen esiintyminen on harvinaisempaa.

Lahdessa 24. päivänä huhtikuuta 2014

RAMBOLL FINLAND OY

Janne Ristolainen
projektipäällikkö

Arttu Ruhanen
suunnittelija

Laatija: Arttu Ruhanen, Ramboll Finland Oy
Päivämäärä: 24.4.2014

Hankevastaava: wpd Finland Oy
Hankealue: Maaselänkangas, Oulainen

Mallinnusohjelman tiedot

Mallinnusohjelma ja versio: SoundPlan 7.3
Mallinnusmenetelmä: Nord2000

Tuulivoimaloiden perustiedot

Tuulivoimalan valmistaja:	Tyyppi:	Sarjanumero:	
Nordex	N117/3000	-	
Nimellisteho:	Napakorkeus:	Roottorin halkaisija:	Tornin tyyppi:
3,0 MW	160 m	117 m	Putkitorni

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

Lapakulman säätö:	Pyörimisnopeus:	Muu, mikä:
☐ Kyllä ei tiedossa	☐ Kyllä ei tiedossa	
☐ Ei	☐ Ei	

Akustiset tiedot/laskennan lähtötiedot

Melupäästötiedot (tuulennopeus ilmoitettu referenssikorkeudella 10 m maanpinnasta)

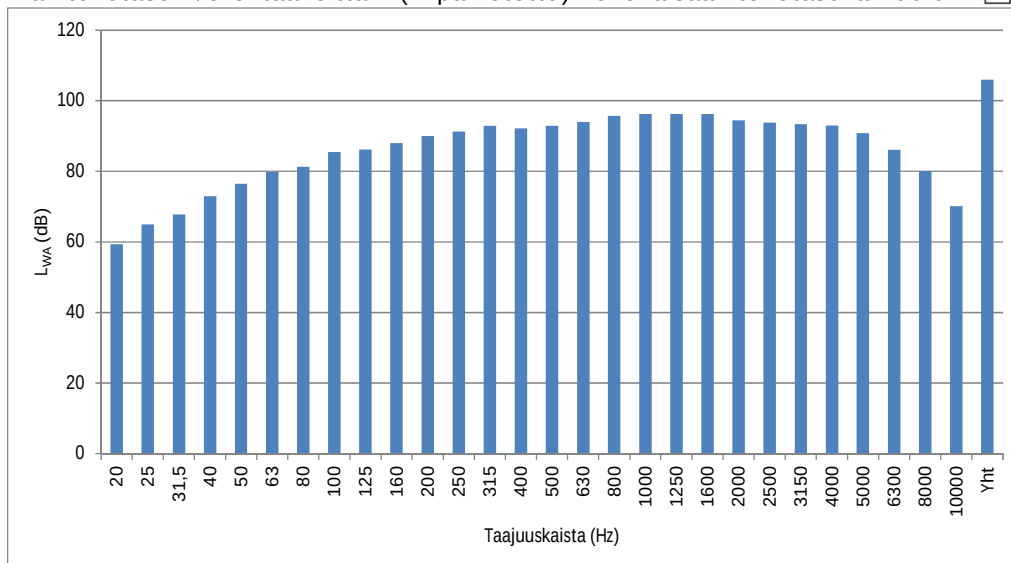
Äänitehotaso L_{WA} tuulennopeudella 8 m/s (10 m korkeudella):

106,0 dB ☐ Takuuarvo

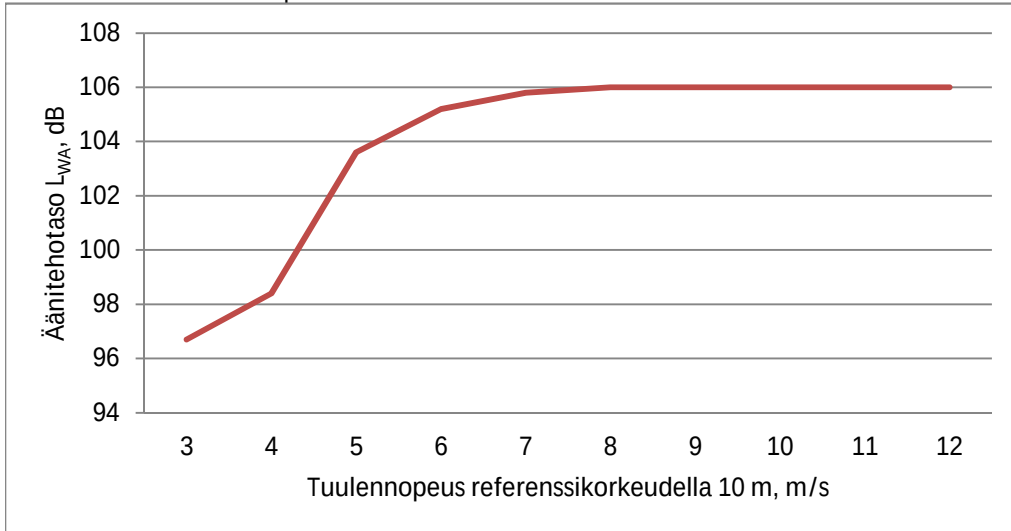
Suurin äänitehotaso L_{WA} :

106,0 dB (≥ 8 m/s tuulella) ☐ Takuuarvo

Äänitehotaso 1/3-oktaaveittain (A-painotettu) kokonaisäänitehotasolla 106 dB: ☐ Takuuarvo



Äänitehotaso tuulennopeuden funktiona



Melun erityspiirteiden mittaus ja havainnot:

Kapeakaistaisuus /
Tonaalisuus

☐ Kyllä ☐ Ei ilmoitettu
☒ Ei

Impulssimaisuus

☐ Kyllä ☒ Ei ilmoitettu
☐ Ei

Merkityksellinen sykintä
(amplitudimodulaatio)

☐ Kyllä ☒ Ei ilmoitettu
☐ Ei

Muu, mikä

Laskentaverkko

Laskentakorkeus:
2 metriä

Laskentaruudun koko:
20*20 metriä

Sääolosuhteet

Suhteellinen kosteus:
70 %

Lämpötila:
15 °C

Maastomalli

Maastomallin lähde:
Maanmittauslaitos, Korkeusmalli 2 m

Vaakaresoluutio:
2 m

Pystyresoluutio:
0,5 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 G kova pinta
Kallioalueet F tiivis kiinteä maanpinta
Maa-alueet D normaali tiivistymätön maa

Ilmakehän stabiilius laskennassa / meteorologinen korjaus

Neutraali 0 neutraali - stabiili sääolosuhde

Laskennassa käytetty tuulen tilastollinen jakauma (vain Nord2000)

Tuulen suunta (%)	Tuulennopeus (m/s)	Tuulen suunta (%)	Tuulennopeus (m/s)
Pohjoinen		Etelä	
Koillinen		Lounas	
Itä		Länsi	
Kaakko		Luode	
Muu, mikä: tuulennopeus 8 m/s 10 metrin korkeudella, downwind-tilanne			

Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen

- ☒ Vapaa avaruus
☐ Muu

Suunnitteluohjeavot ylittävälle melulle altistuvat kohteet

Melulle altistuvat rakennukset ja kohteet, lkm (ilman meluntorjuntaa/voimalan ohjausta)

Asuinrakennukset	0 kpl	-	hlö	☐ Ei tiedossa
Lomarakennukset	0 kpl			
Hoito- ja oppilaitokset	0 kpl			
Virkistysalueet	0 kpl			
Luonnonsuojelualueet	0 kpl			

Melulle altistuvat rakennukset ja kohteet, lkm (meluntorjunta/voimalan ohjaus huomioiden)

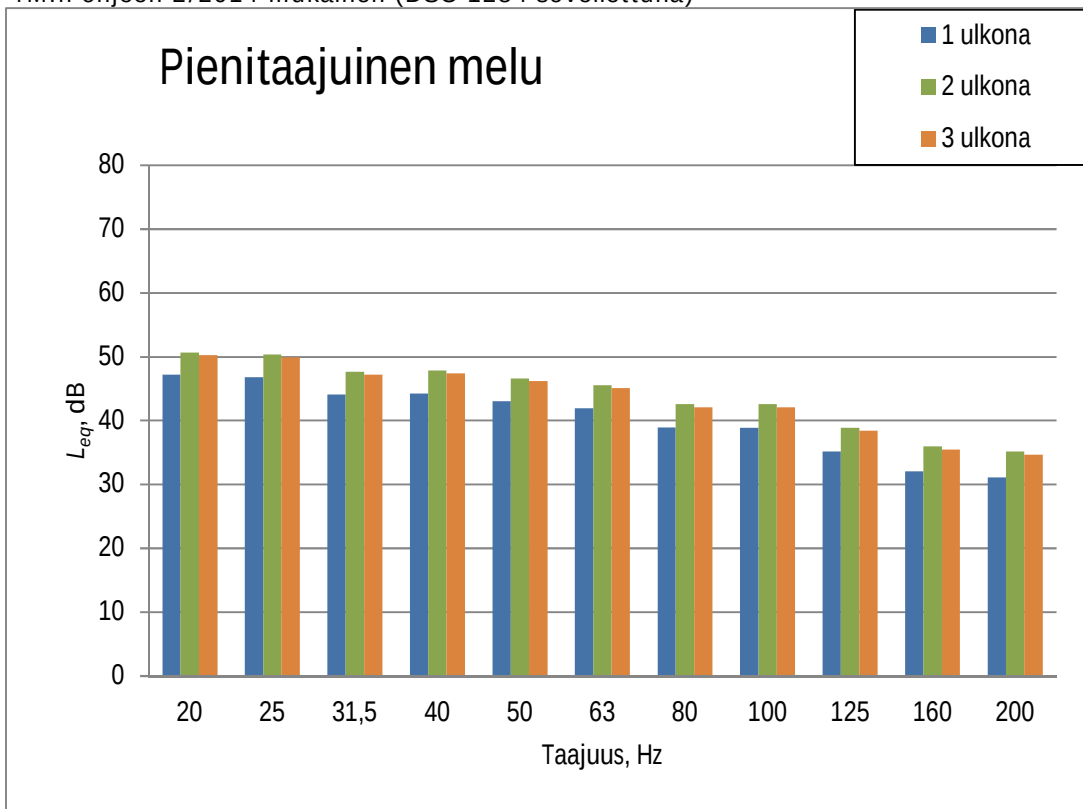
Asuinrakennukset	- kpl	-	hlö	☐ Ei tiedossa
Lomarakennukset	- kpl			
Hoito- ja oppilaitokset	- kpl			
Virkistysalueet	- kpl			
Luonnonsuojelualueet	- kpl			

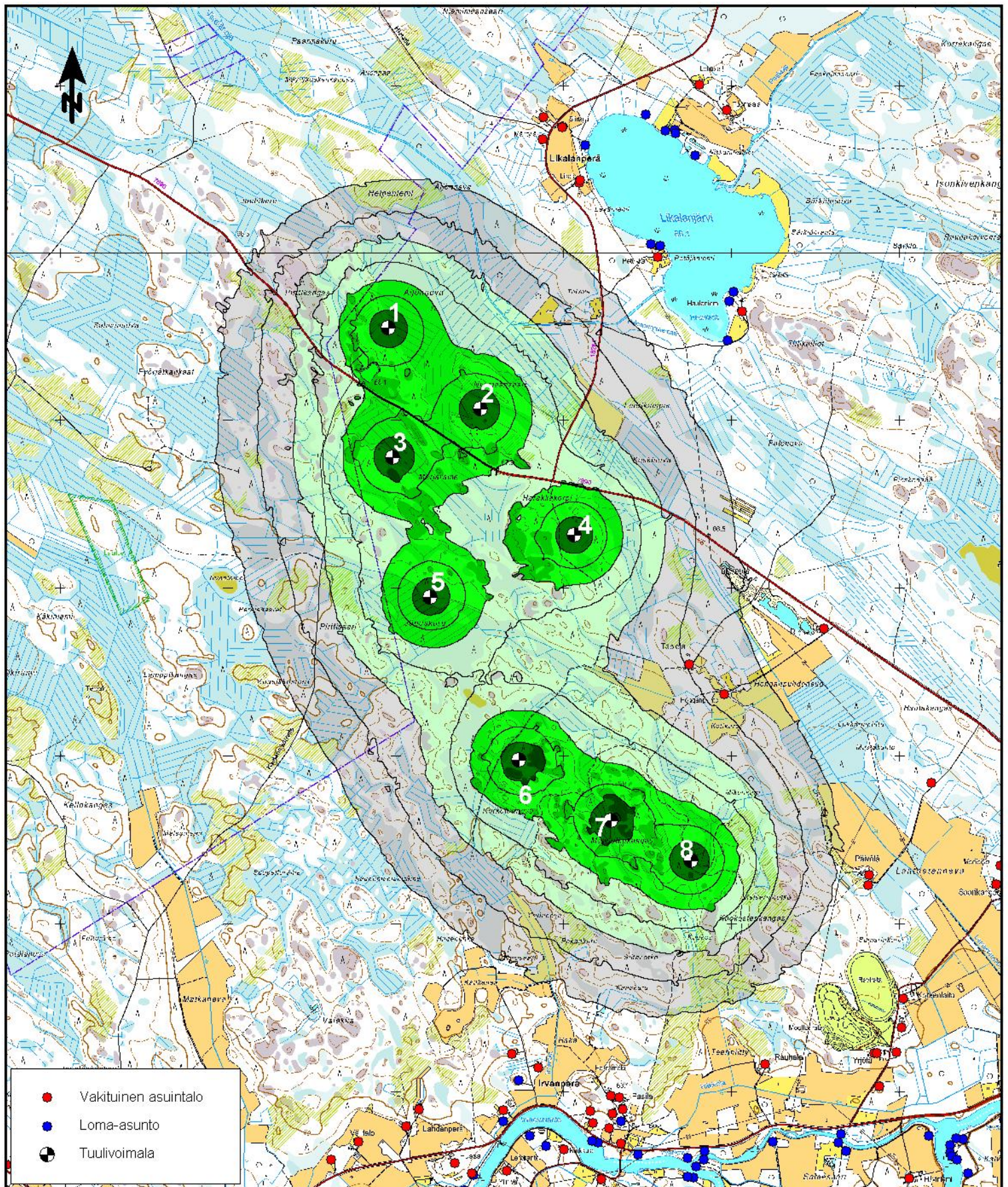
Pienitaajuuden melun laskenta

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

Pienitaajuuden melun laskentamenetelmä:

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





RAMBOLL

wpd Finland Oy
Maanselänkankaan tuulivoimapuisto,
Oulainen

Mittakaava (A4) 1:30000

0 250 500 750 1000
m

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

Laskentamalli Nord2000
Laskentakorkeus mp +2 m

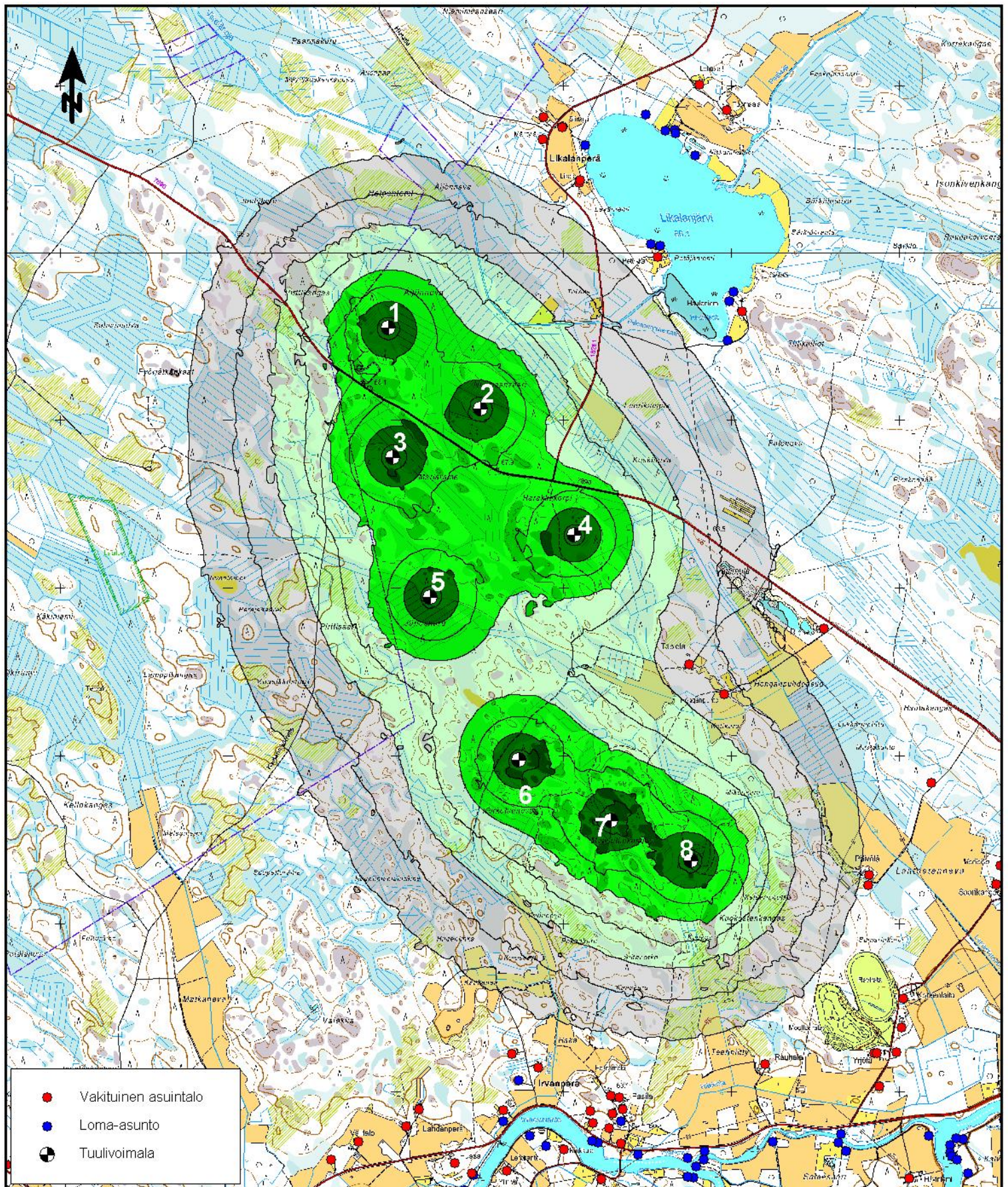
-Layout 3.4.2014
-HH 160 m
- L_{WA} 106,0 dB (8 m/s)

16.4.2014 J.Ristolainen

Liite 2

Äänitaso
dB(A)

55 <		<= 55
50 <		<= 50
45 <		<= 45
40 <		<= 40
35 <		<= 35



RAMBOLL

wpd Finland Oy
Maanselänkankaan tuulivoimapaisto,
Oulainen

Mittakaava (A4) 1:30000

0 250 500 750 1000
m

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

Laskentamalli Nord2000
Laskentakorkeus mp +2 m

-Layout 3.4.2014
-HH 160 m
- L_{WA} 107,5 dB (8 m/s)

16.4.2014 J.Ristolainen

Liite 3

Äänitaso
dB(A)

55 <		<= 55
50 <		<= 50
45 <		<= 45
40 <		<= 40
35 <		<= 35