

Vastaanottaja
Oy Uttermossan Tuulivoimapuisto - Vindkraftspark Ab

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
6.5.2014

Viite
82134425-08

UTTERMOSSAN TUULI- VOIMAPUISTO MELUMALLINNUS

UTTERMOSSAN TUULIVOIMAPUISTO MELUMALLINNUS

Päivämäärä	6.5.2014
Laatija	Veli-Matti Yli-Kätkä
Tarkastaja	Janne Ristolainen
Kuvaus	Tuulivoimapuiston yleissuunnitelmaa varten laadittu meluselvitys
Viite	82134425-08

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	1
2.	KOHDE	1
3.	MELUN OHJEARVOT	2
3.1	Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 mukaiset ohjearvot	2
3.2	Ympäristöministeriön ohjeen "Tuulivoimarakentamisen suunnittelu" suunnitteluarvot	2
4.	MELUMALLINNUKSEN tiedot	4
4.1	Tuulivoimalatiedot	4
4.2	Melunlaskenta	5
4.3	Maastomalli ja rakennustiedot	6
5.	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	8
5.1	Mallinnuksen tulokset	8
5.2	Häiritsevyysskorjaukset	8
5.3	Pienitaajuinen melu	8
5.4	Melutasot verrattuna VNp 993/1992 melutason yleisiin ohjearvoihin	9
5.5	Melutasot verrattuna Ympäristöministeriön ohjeen "Tuulivoimarakentamisen suunnittelu" suunnitteluarvoihin	9
5.6	Alueen yleiset tuuliolosuhteet ja niiden vaikutus melutasojen esiintyvyyteen	10

LIITTEET

Liite 1	Tuulivoimalaitosten laskennalliset meluvyöhykkeet, $L_{WA} = 105,5$ dB
Liite 2	Tuulivoimalaitosten laskennalliset meluvyöhykkeet, $L_{WA} = 107,0$ dB
Liite 3	Melulaskennan lähtötiedot

1. JOHDANTO

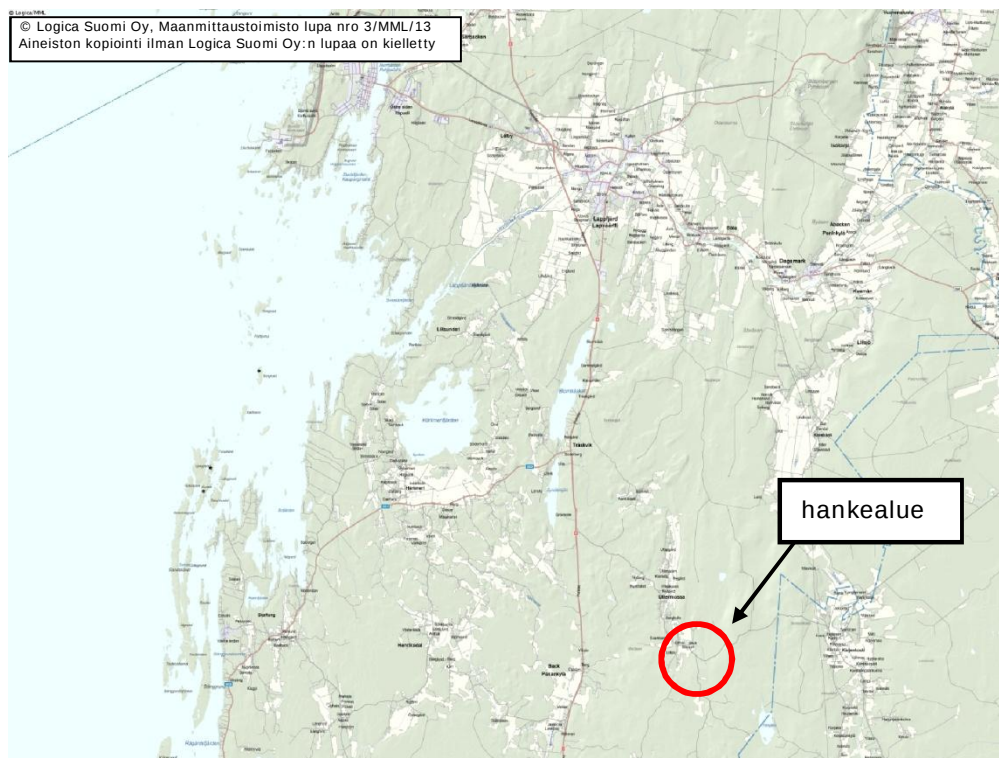
Oy Uttermossan Tuulivoimapuisto - Vindkraftspark Ab on suunnitellut kahdeksan tuulivoimalaitoksen sijoittamista Kristiinankaupungin Uttermossan alueelle. Tässä selvityksessä on mallinnettu voimalaitosten ympäristöön aiheuttamat melutasot.

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

Työ on tehty Oy Uttermossan Tuulivoimapuisto - Vindkraftspark Ab:n toimeksiannosta. Meluselvityksen laadinnasta on Ramboll Finland Oy:ssä vastannut projektipäällikkö ins.(AMK) Janne Ristolainen. Melumallinnuksen ovat tehneet ja raportoinnissa avustaneet ins. (AMK) Arttu Ruhanen ja DI Veli-Matti Yli-Kätkä.

2. KOHDE

Hankealue sijaitsee Kristiinankaupungin eteläosassa. Kuvassa 2.1 on esitetty hankealueen likimääräinen sijoittuminen.



Kuva 2.1. Hankealueen likimääräinen sijainti

Lähimpiin vakituisesti asuttuihin taloihin on matkaa 750 metriä (hankkeesta vastaavan omistuksessa) ja 880 metriä. Kolme loma-asuntoa sijaitsee Tönijärven rannalla, josta lähimpään on matkaa 600 metriä ja seuraaviin 920 metriä ja 1530 metriä. Rakennukset on jaoteltu melukuvissa värikoodein vakituisesti asuttuihin, ei vakituisesti asuttuihin, loma-asuntoihin ja autiotaloihin.

3. MELUN OHJEARVOT

3.1 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 3.1.1 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 3.1.1. 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)

3.2 Ympäristöministeriön ohjeen "Tuulivoimarakentamisen suunnittelu" suunnitteluvarvot

Ympäristöministeriö asetti 30.9.2010 työryhmän, jonka tehtävänä oli valmistella ehdotus tuulivoimarakentamisen kaavoitusta, vaikutusten arviointia ja lupamenettelyä 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-jen alueidenkäyttövastaaville lähettämässä tiedotteessa (Nunu Pesu 24.9.2012) on todettu, että "Tuulivoimamelun suunnitteluohjearvoja ei ole tarkoitettu sovellettavaksi jo rakennettuihin 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." Taulukossa 3.2.1 on eritelty tuulivoimarakentamista koskevat ulkomelutason suunnitteluohjearvot.

Taulukko 3.2.1. 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.

Ulkomelutason suunnitteluohjearvojen lisäksi asuntojen sisätiloissa käytetään Terveysuojelulain (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. Taulukossa 3.2.2 on esitetty pienitaajuisen melun ohjearvot.

Taulukko 3.2.2. 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

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).

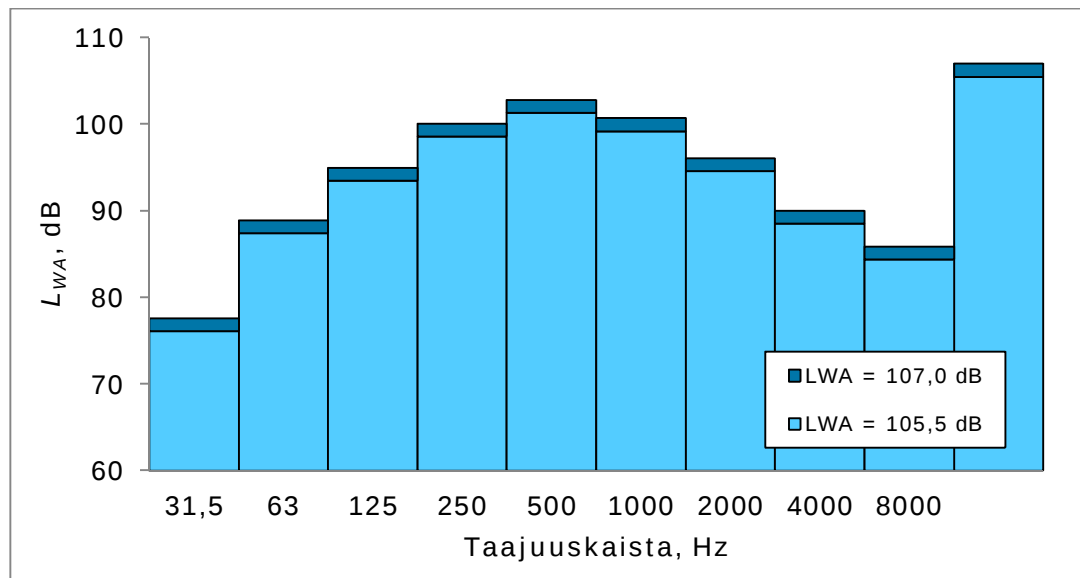
Ympäristöministeriön julkaisemassa ohjeessa 2/2014 "Tuulivoimalaitosten melun mallintaminen" on todettu häiritsevyyskorjausten soveltamisesta seuraavaa:

"Äänen mahdollinen kapeakaistaisuus ja pienitaajuisen 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."

4. MELUMALLINNUKSEN TIEDOT

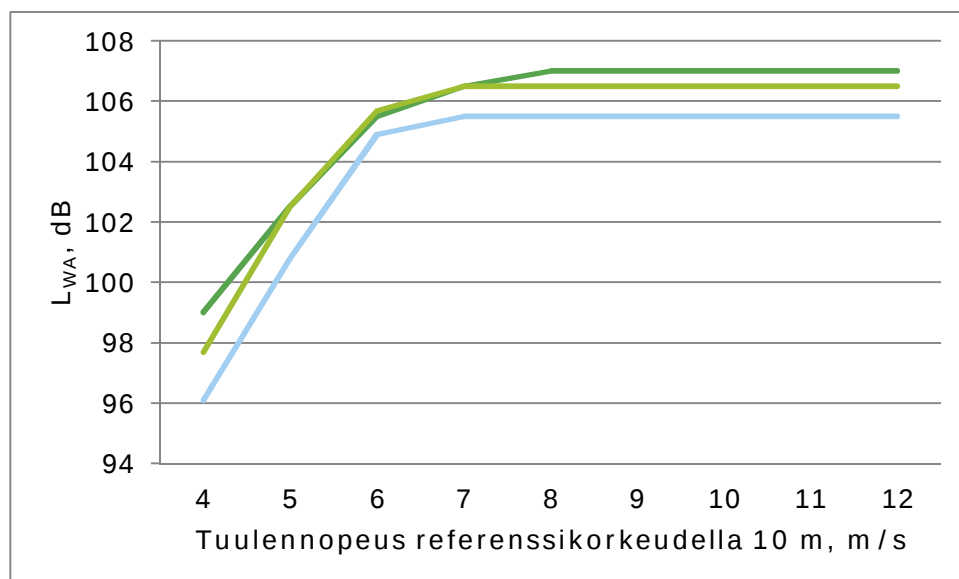
4.1 Tuulivoimalatiedot

Tuulivoimalaitosten äänitehotasona käytettiin mallinnuksissa arvoa $L_{WA} = 105,5$ dB tai $L_{WA} = 107$ dB. Melupäästöarvot ovat tyypillisiä 3 MW tuulivoimalaitoksille. Laskennat tehtiin käyttäen tornin korkeutta 140 m. Äänen taajuusjakaumana käytettiin eri laitosvalmistajien toimittamista arvoista laskettuja keskimääräisiä arvoja, koska tässä hankkeessa käytettävästä tuulivoimalamallia ei ollut vielä valittu. Melupäästöarvot syötettiin melumalliin oktaavikaistoittain kuvassa 4.1.1 esitettyjen voimaloiden taajuusjakaumien mukaisesti taajuusvälillä 31,5 – 8 000 Hz.



Kuva 4.1.1. Mallinnuksessa käytetyt tuulivoimaloiden äänitehotasot oktaavikaistoittain (tyyppispektri)

Tuulivoimalaitoksen äänitehotaso muuttuu tuulennopeuden muuttuessa, joka vaikuttaa merkittävästi alhaisemmissa tuulennopeuksilla ympäristössä havaittavaan melutasoon. Kuvassa 4.1.2 on esitetty muutamien voimalamallien tuulennopeuden mukaan muuttuvia äänitehotasoja.



Kuva 4.1.2. Valmistajien ilmoittamia tuulivoimalaitosten äänitehotasoja tuulennopeuden mukaan

Useimpia nykyaikaisia tuulivoimaloita voidaan ajaa myös eri melunrajoitusmoodeilla. Melun tuoton rajoittaminen vaikuttaa myös sähkön tuottoon.

Laitoksen suunniteltu sijainti mallinnettiin tilaajan toimittaman tiedon perusteella. Mallinnuksessa käytetyt voimalaitosten koordinaatit on esitetty taulukossa 4.1.3. Z-koordinaatti kertoo maaston korkeuden metreissä merenpinnan yläpuolella tuulivoimalan suunnitellulla sijaintipaikalla.

Taulukko 4.1.3. Voimaloiden koordinaatit (KKJ3)

Voimala	E / lon	N / lat	Z	Voimala	E / lon	N / lat	Z
1	3218928	6902956	40	6	3219598	6901827	65
3	3218392	6902220	55	7	3220096	6901788	67
4	3218923	6902299	60	8	3220667	6901794	70
5	3219080	6901857	61	9	3218474	6901668	58

4.2 Melunlaskenta

Melulaskennat tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" raportin mukaisilla laskentaparametreilla ja -menetelmillä. Liitteessä 3 on esitetty melulaskentojen oleelliset lähtötiedot esim. laskentaparametrit.

Melumallinnukset on tehty SoundPlan 7.1 – melulaskentaohjelmalla ja siihen sisältyvää ISO 9613-2 -melulaskentamallia käyttäen. SoundPlan – melulaskentaohjelmistosta saa lisätietoa www.soundplan.eu internet-sivustolta.

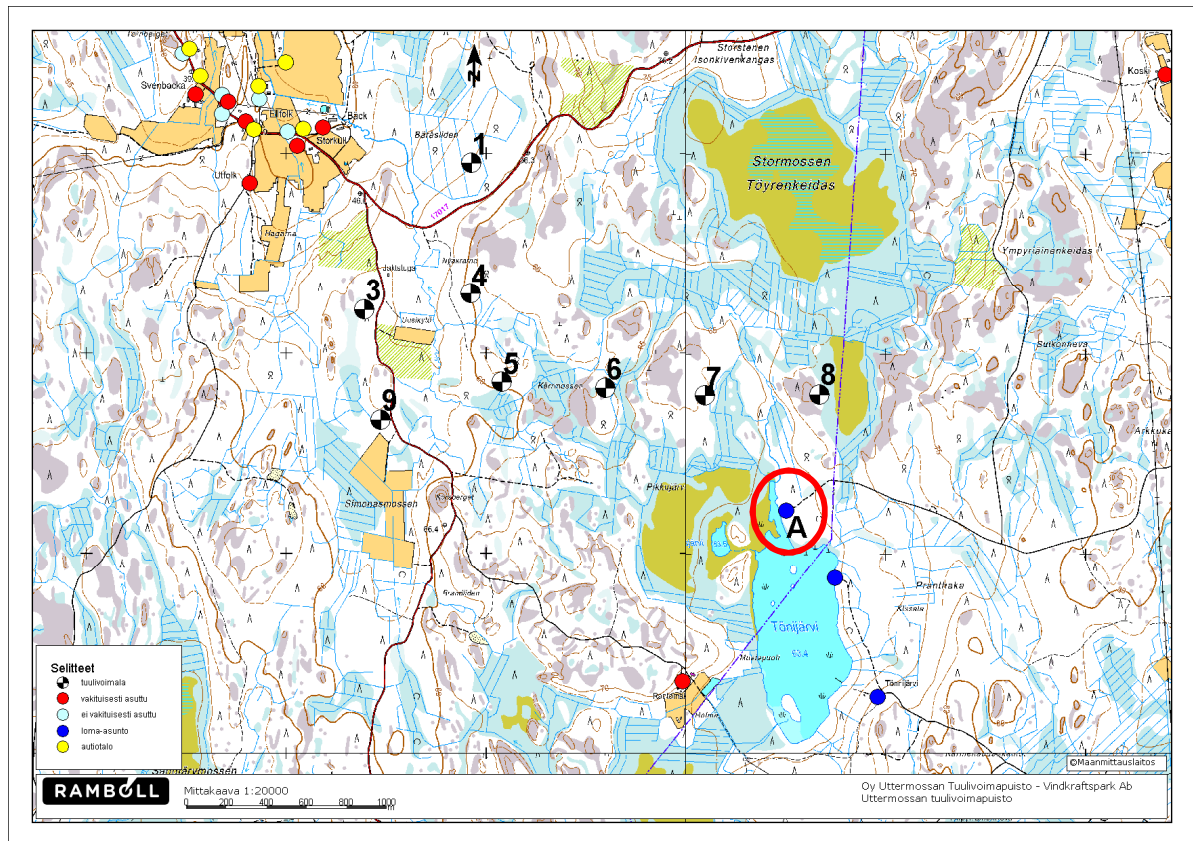
ISO 9613-2 – mallissa tuulen nopeutta tai suuntaa ei voida varioida, vaan laskentamallissa on oletuksena lievä myötätuuli melulähteestä laskentapisteeseen päin. Malli huomioi kolmiulotteisessa laskennassa mm. maastonmuodot sekä etäisyysvaimentumisen, ilman ääniabsorption, esteet, heijastukset ja maanpinnan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

Laskentaepävarmuudeksi laajakaistaiselle melulle on kohtuullisessa myötätuulitilanteessa annettu 100-1000 m laskentaetäisyyksillä ± 3 dB. Arvo on ilmoitettu tilanteessa, jossa lähteen maksimikorkeus on 30 metriä maanpinnan yläpuolella.

Meluvyöhykelaskennat on tehty laskentapisteverkkoon ja ohjelma interpoloi melutasot laskentapisteidien välisille alueille. Lisäksi tehtiin reseptoripistelaskenta tuulivoimaloita lähinnä sijaitsevan loma-asunnon kohdalla (reseptoripiste A). Kohteen sijainti on esitetty kuvassa 4.2.1. Laskentatuloksesta käy ilmi tarkka keskiäänitaso (L_{Aeq}) kyseisen rakennuksen kohdalla. Samalle pisteelle tehtiin myös pienitaajuisen melun laskenta.

Taajuuspainottamattoman terssikaistakohtaisen pienitaajuisen ulkomelutason tarkastelu tehtiin YM:n ohjeessa 2/2014 esitetyn mukaisesti. Pientaajuisen melun äänitehotasona käytettiin Vestasin V126-voimalalle valmistajan ilmoittamia terssikaistakohtaisia äänitehotasoja, jotka saatiin raportista "Assessment of lowfrequency noise from wind turbines in Maastricht" (http://vbn.aau.dk/ws/files/62413823/Maastricht_Moeller_et_al_2011.pdf). Rakennusten sisälle aiheutuvia pientaajuisia melutasoja arvioitiin DSO 1284 laskentamenetelmässä esitettyjen asuintalon julkisivun ilmastäeneneristävyyssarvojen avulla.

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

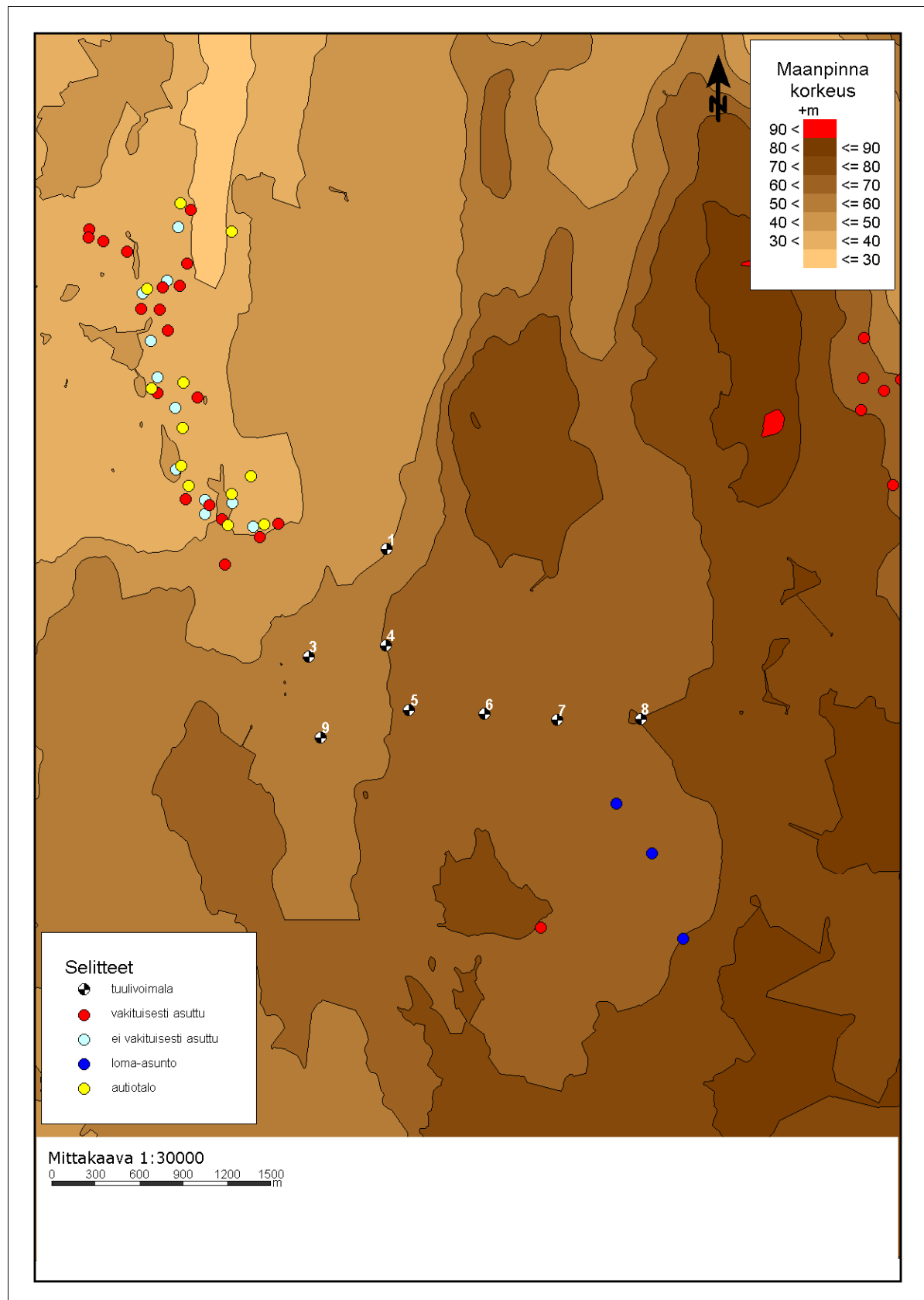


Kuva 4.2.1. Reseptoripisteen sijainti

4.3 Maastomalli ja rakennustiedot

Maastomalli laadittiin 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.

Hankealueella tuulivoimalan suunniteltujen sijaintipaikkojen ja kolmen kilometrin etäisyydellä laitoista sijaitsevien altistuvien kohteiden välinen maanpinnan korkeusero ei ylitä 60 metrin rajaa, joten lähdekorjauksia ei ole tarpeen tehdä. Tämä käy ilmi kuvasta 4.3.1, jossa punaisella värillä on kuvattu alueet, joissa korkeusero maaston ja alimpana sijaitsevan altistuvan kohteen välillä on yli 60 metriä.



Kuva 4.3.1. Hankealueen ympäristön maastonmuodot

5. TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Mallinnuksen tulokset

Laskennalliset meluvyöhykkeet (A-painotettu keskiäänitaso) on esitetty liitteissä 1 ja 2. Melukuvaan on merkitty asuin- ja lomarakennukset värikoodein Maanmittauslaitoksen maastotietokannan tietojen pohjalta. Melukuvissa on esitetty mallinnustulokset ilman mahdollisia häiritsevyyss- tai muita korjauksia.

Meluvyöhykkeet ovat keskiäänitasoja tilanteessa, jossa tuulennopeus on niin suuri koko päivä- tai yöajan, että voimalla toimii maksimiäänitehotasollaan koko tarkastelujakson ajan. Todellisuudessa tuulennopeus vaihtelee päivä- ja yöaikana ja todellinen päivä- tai yöajan keskiäänitaso vaihtelee sen mukaisesti. Myös tuulen suunta vaikuttaa melun leviämiseen.

Taulukossa 5.1.1. on esitetty eniten melulle altistuvassa tarkastelupisteessä A laskettu keskiäänitaso molemmilla voimalaitosten äänitehotasoilla (105,5 dB ja 107,0 dB).

Taulukko 5.1.1. A-painotetut melutasot eniten melulle altistuvan kohteen kohdalla (ulkomelutaso)

Reseptori	E / lon	N / lat	Z	$L_{WA} =$ 105,5 dB: L_{Aeq} , dB	$L_{WA} =$ 107,0 dB: L_{Aeq} , dB
A	3220503	6901214	69	42,3	43,8

Liitteessä 1 esitetyn mallinnuksen (L_{WA} 105,5 dB) 40–45 dB:n meluvyöhykkeelle jää tuulivoima- puiston luoteispuolella yksi vakituisesti asuttu asunto sekä yksi Tönijärven rannalla oleva loma- asunto. Meluvyöhykkeelle 35–40 dB jää Tönijärven itärannalla oleva yksittäinen loma-asunto.

Liitteen 2 mallinnustilanteessa (L_{WA} 107,0 dB) 40–45 dB:n meluvyöhykkeellä on puiston luoteis- puolella kolme vakituisesti asuttua asuintaloa sekä puiston kaakkoispuolella kaksi loma-asuntoa. Tämän lisäksi meluvyöhykkeen 35 dB rajalla on puiston kaakkoispuolella yksi loma-asunto.

5.2 Häiritsevyysskorjaukset

Ympäristöministeriön mallinnusohjeen 2/2014 mukaan kaavoitusvaiheen meluselvityksessä ei edellytetä melun impulssimaisuuden ja merkityksellisen sykkinnän (amplitudimodulaatio) tarkaste- lua, vaan oletetaan että kyseiset vaikutukset sisältyvät laitosvalmistajan ilmoittamiin melupääs- tön takuuarvoihin. Melun kapeakaistaisuudelle/tonaalisuudelle edellytettävä +5 dB:n korjaus teh- dään vain sellaisissa tapauksissa, jos erityispiirteet ovat kuultavissa melulle altistuvassa kohtees- sa ja tuulivoimalan melupäästön tiedetään sisältävän kapeakaistaisuutta.

Nykyiset laitospallit eivät yleensä valmistajan toimittamien tietojen mukaan aiheuta kapeakais- taista melua ja kun melun kapeakaistainen luonne tyypillisesti vielä vähenee etäisyyden kasvaes- sa melulähteestä kuuntelupisteeseen, ei tuulivoimamelun arvioida olevan kapeakaistaista tarkas- telluilla (satojen metrien) etäisyyksillä.

5.3 Pienitaajuinen melu

Tuulivoimaloita lähinnä olevassa reseptoripisteessä pienitaajuuden melun ulkomelutasoa (L_{eq}) tar- kasteltiin kahdella tuulivoimaloiden eri äänitehotasolla (105,5 dB ja 107,0 dB).

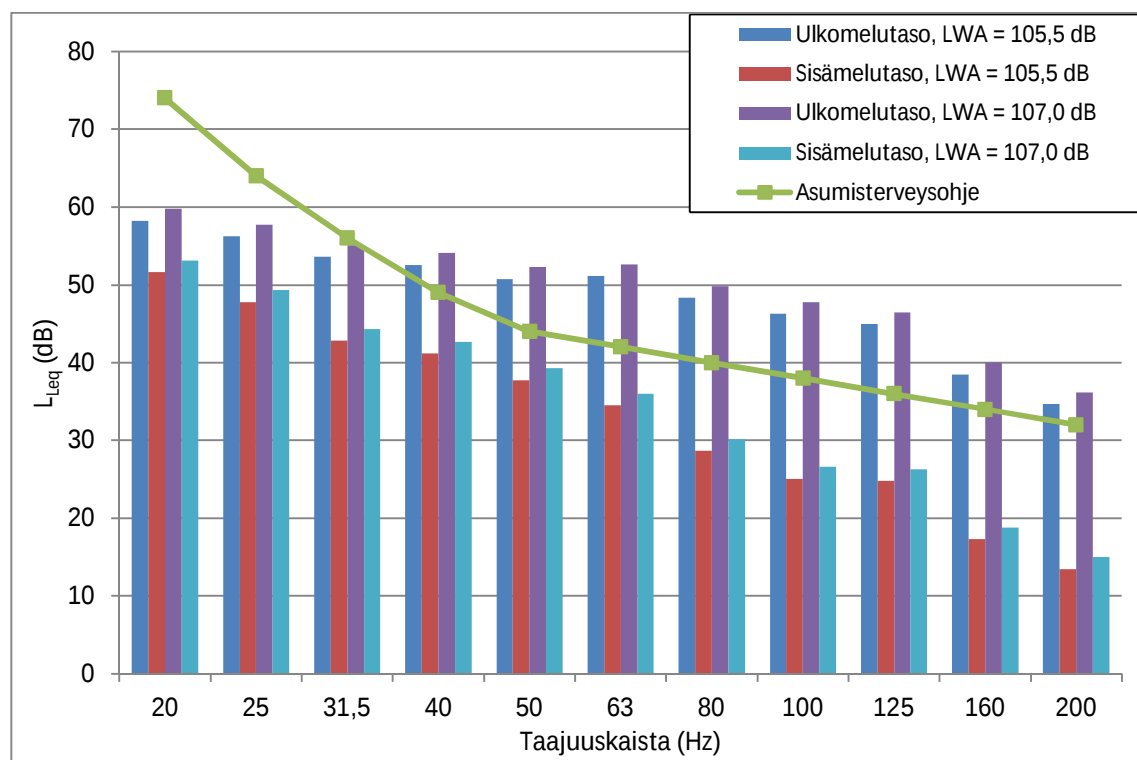
Pienemmän äänitehotason laskennassa asumisterveysohjeen mukaisiin pienitaajuuden melun sisä- tilojenohjeistukseen verrattuna, suurin rakennuksen ulkovaipan vaadittava äänitasoero ΔL on 63 Hz:n ja 125 Hz:n terssikaistoilla kummassakin noin 9 dB ja 80 Hz:n ja 100 Hz:n kaistoilla 8 dB. Muilla taajuuksialueen 40–200 Hz välillä terssikaistoilla vaadittava vaimennus on tätä pienempi. 20–31,5 Hz terssikaistoilla jo ulkomelutasot alittavat sisämelun ohjeistukset.

Suuremmalla äänitehotasolla tehdyssä laskennassa asumisterveysohjeen mukaisiin pienitaajuuden melun sisätilojenohjeistukseen verrattuna, suurin rakennuksen ulkovaipan vaadittava äänitasoero ΔL on niin ikään 63 Hz:n ja 125 Hz:n terssikaistoilla kummassakin luokkaa 11 dB ja 80 Hz:n ja 100 Hz:n kaistoilla noin 10 dB. Muilla taajuuksialueen 40–200 Hz välillä terssikaistoilla vaadittava

vaimennus on pienempi. 20–31,5 Hz terssikaistoilla jo ulkomelutasot alittavat sisämelun ohjearvot.

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

Kun huomioidaan ulkoseinän ääneneristävyys DSO 1284 -menetelmässä mainittujen arvojen mukaisesti, alittaa terssikohtaiset melutasot ohjearvot selvästi. Alimmillaan alitus on suuremmalla äänitehotasolla tehdyissä laskennoissa terssikaistalla 50 Hz 5 dB ja pienemmällä äänitehotasolla samaisella kaistalla 6 dB. Tulokset osoittavat, että ympäristön rakennusten kohdalla normaalia rakentamistapaa vastaava ilmaääneneristys riittää vaimentamaan tuulivoimalaitosten pientaajuisen melun ohjearvojen alle. Tulosten perusteella voidaan todeta, että pientaajuinen melu alittaa ohjearvot myös kauempana tuulivoimaloita, koska laskennan periaatteiden mukaan pientaajuisen melu vaimenee etäisyyden kasvaessa.



Kuva 5.3.1. Pientaajuisen melun laskentatulokset reseptoripisteessä käyttäen eri äänitehotasoja

- 5.4 Melutasot verrattuna VNp 993/1992 melutason yleisiin ohjearvoihin
Mallinnetut melutasot alittavat yöajan ohjearvon 50 dB ja päiväajan ohjearvon 55 dB kaikkien tuulipuistoa lähimpien asuinrakennusten kohdalla sekä liitteen 1 että liitteen 2 mallinnustilanteissa. Tönijärven rannalla sijaitsevien loma-asuntojen kohdalla loma-asuntoalueelle annettu yöajan ohjearvo 40 dB ylittyy liitteen 1 mallinnuksessa yhden ja liitteen 2 mallinnustilanteessa kahden loma-asunnon kohdalla. Päiväajan ohjearvo 45 dB alittuu kaikkien loma-asuntojen kohdalla. Tönijärven ympäristöä ei ole kaavoitettu loma-asuntoalueeksi.
- 5.5 Melutasot verrattuna Ympäristöministeriön ohjeen "Tuulivoimarakentamisen suunnittelu" suunnitteluarvoihin
YM:n ohjeen (2/2014) mukaan ohjearvovertailussa ei huomioida epävarmuutta, kun laskenta tehdään ohjeessa mainituilla parametreilla. Melupäästön takuuarvoon (tämän raportin mallinnuksissa melupäästöarvo ei ole takuuarvo) on sisällytetty koko laskennan epävarmuus.

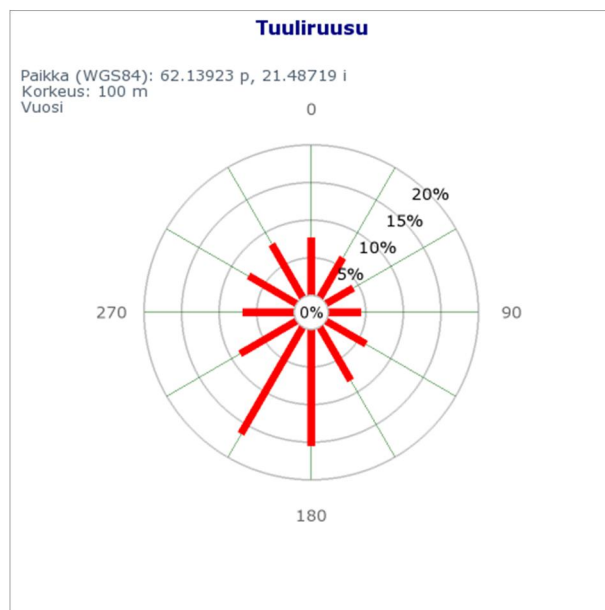
Tönijärven ympäristöä ei ole kaavoitettu loma-asuntoalueeksi.

Asuinalueille annettu yöajan suunnitteluohjearvo 40 dB ylittyy liitteen 1 mallinnustilanteessa (L_{WA} 105,5 dB) puiston luoteispuolella yhden vakituisen asunnon kohdalla. Päiväajan suunnitteluohjearvoa 45 dB ei ylitetä minkään vakituisen asuinrakennuksen kohdalla. Puiston kaakkoispuolella yhden loma-asunnon kohdalla ylittyy päiväajan suunnitteluohjearvo 40 dB ja kyseisen loma-asunnon lisäksi yhden loma-asunnon kohdalla yöajan suunnitteluohjearvo 35 dB.

Liitteen 2 mallinnuksessa (L_{WA} 107,0 dB) asuinalueille annettu yöajan suunnitteluohjearvo 40 dB ylittyy hankealueen luoteispuolella kolmen vakituisen asunnon kohdalla. Asuinalueille annettua päiväajan suunnitteluohjearvoa 45 dB ei ylitetä minkään vakituisen asuinrakennuksen kohdalla. Puiston kaakkoispuolella kahden loma-asunnon kohdalla melutaso ylittää loma-asuinalueiden päiväajan suunnitteluohjearvon 40 dB ja siten kyseisten loma-asuntojen kohdalla melutaso on yli myös yöajan suunnitteluohjearvon 35 dB.

- 5.6 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 keskiäänitaseja 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 5.6.1. Tuuliruusu Suomen Tuuliatlaksesta tuulipuiston kohdalta

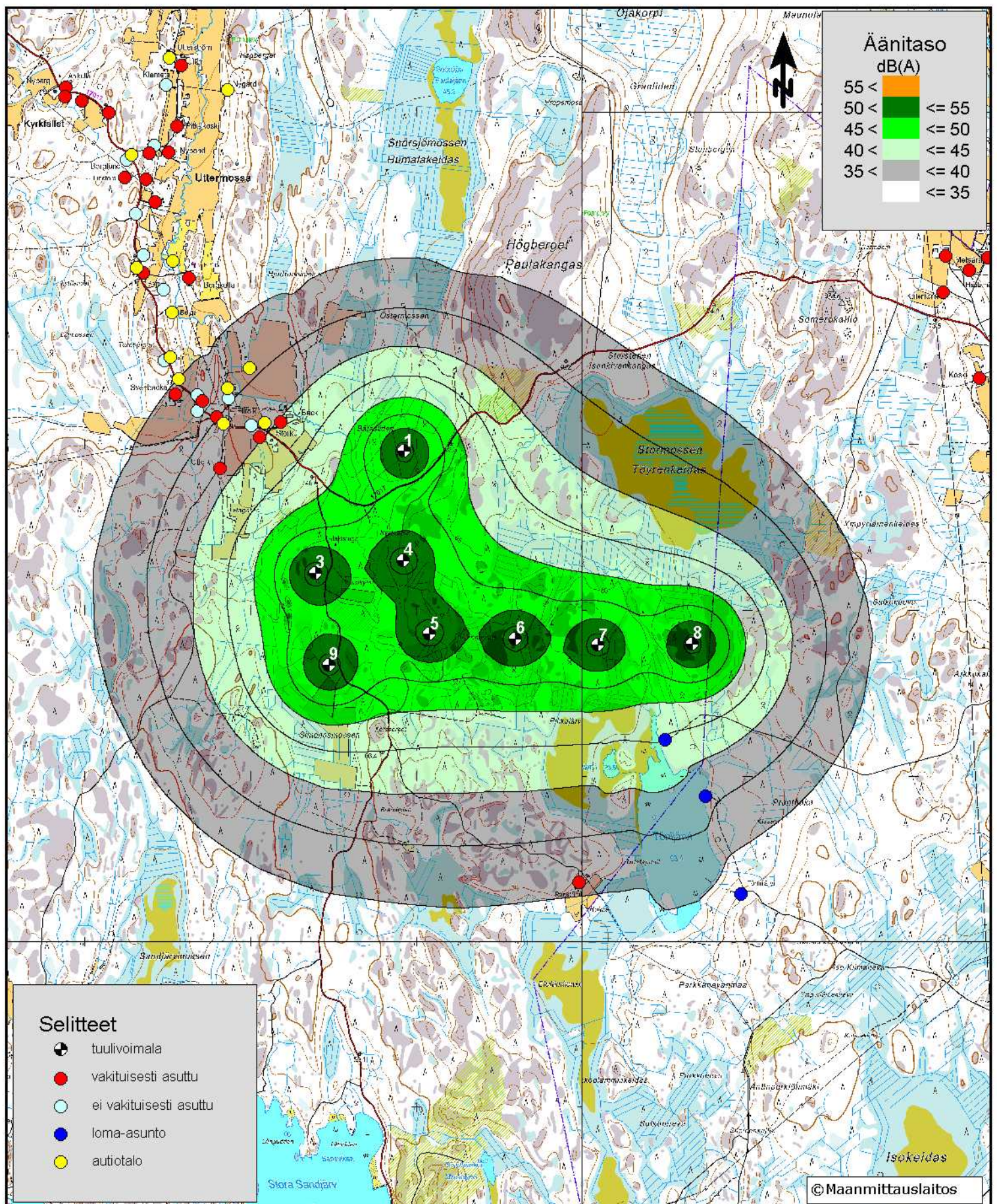
Tuulennopeuden lisäksi myös tuulensuunta vaikuttaa melun leviämiseen. Alueella vallitsevat tuulensuunnat ovat etelä ja lounas. Tällöin mallinnuksen mukaisia melutasoja voi esiintyä useimmin voimaloiden koillis- ja pohjoispuolella. Hankealueen länsi- ja lounaispuolella mallinnuksen mukaisen melutasojen esiintyminen on harvinaisempaa.

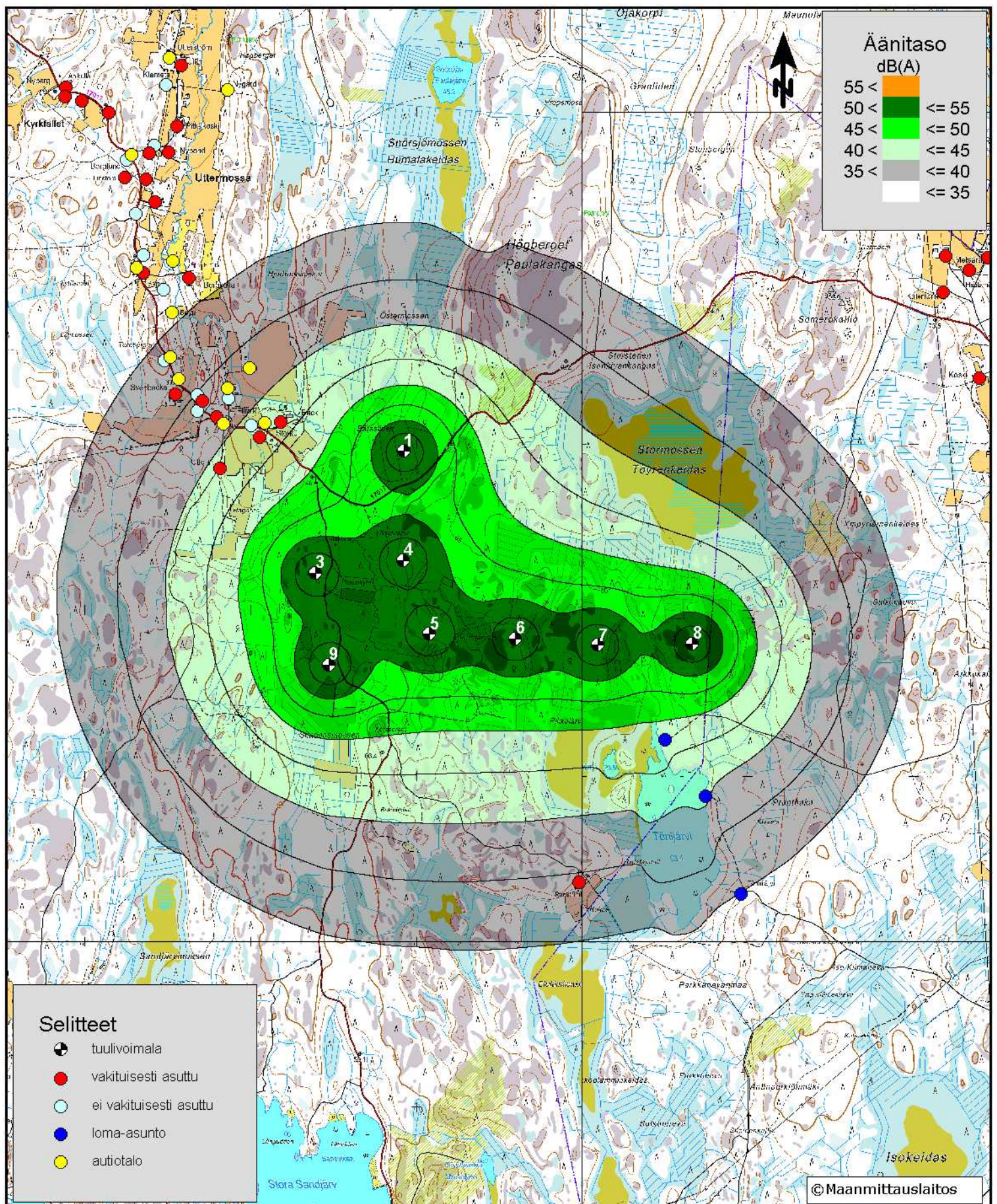
Lahdessa 6. päivänä toukokuuta 2014

RAMBOLL FINLAND OY

Janne Ristolainen
projektipäällikkö

Veli-Matti Yli-Kätkä
suunnittelija





Laatija: Arttu Ruhanen, Ramboll Finland Oy
Päivämäärä: 6.5.2014

Hankevastaava: Oy Uttermossan Tuulivoimapuisto - Vindkraftspark Ab
Hankealue: Uttermossa, Kristiinankaupunki

Mallinnusohjelman tiedot

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

Tuulivoimaloiden perustiedot

Tuulivoimalan valmistaja: Tyyppi: Sarjanumero:
Tuulivoimalan tyyppispektri -
Nimellisteho: Napakorkeus: Roottorin halkaisija: Tornin tyyppi:
2 - 3 MW 140 m -

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

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

105,5 dB / 107,5 dB ☐ Takuuarvo

Suurin äänitehotaso L_{WA} :

105,5 dB / 107,5 dB ☐ Takuuarvo

Äänitehotasot oktaaveittain (A-painotettu):

☐ Takuuarvo

Hz	L_w , dB
31,5	76,1
63	87,4
125	93,5
250	98,6
500	101,3
1000	99,2
2000	94,6
4000	88,5
8000	84,4
yht	105,5

Hz	L_w , dB
31,5	77,6
63	88,9
125	95,0
250	100,1
500	102,8
1000	100,7
2000	96,1
4000	90,0
8000	85,9
yht	107,0

Äänitehotasot 1/3 -oktaaveittain (A-painotettu) pienitaajuuden melun laskennassa:

Hz	L_w , dB
20	64,9
25	68,9
31,5	71,8
40	75,8
50	78,7
63	83,5
80	85,1
100	87,2
125	90,2
160	88,4
200	89,1

Hz	L_w , dB
20	66,4
25	70,4
31,5	73,3
40	77,3
50	80,2
63	85
80	86,6
100	88,7
125	91,7
160	89,9
200	90,6

Melun erityspiirteiden mittaus ja havainnot:

Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus	Impulssimaisuus	Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)	Muu, mikä
☐ Kyllä ☐ Ei ☒ Ei tietoa	☐ Kyllä ☐ Ei ☒ Ei tietoa	☐ Kyllä ☐ Ei ☒ Ei tietoa	☒ Ei tietoa

Laskentaverkko

Laskentakorkeus:

4 metriä

Laskentaruudun koko:

50*50 metriä

Sääolosuhteet

Suhteellinen kosteus:

70 %

Lämpötila:

15 °C

Maastomalli

Maastomallin lähde:

Maanmittauslaitos, Korkeusmalli 2 m

Vaakaresoluutio:

2,5 m

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

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:			

Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen

☒ Vapaa avaruus

☐ Muu

Suunnitteluohje arvot ylittävälle melulle altistuvat kohteet

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

$L_{WA} = 105,5 \text{ dB}$

$L_{WA} = 107,0 \text{ dB}$

Asuinrakennukset	1 kpl	3 kpl
Lomarakennukset	2 kpl	2 kpl
Hoito- ja oppilaitokset	0 kpl	0 kpl
Virkistysalueet	0 kpl	0 kpl
Luonnonsuojelualueet	0 kpl	0 kpl

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

Asuinrakennukset	- kpl	- kpl
Lomarakennukset	- kpl	- kpl
Hoito- ja oppilaitokset	- kpl	- kpl
Virkistysalueet	- kpl	- kpl
Luonnonsuojelualueet	- kpl	- kpl

Pientaajuisen melun laskenta

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

Pientaajuisen melun laskentamenetelmä:

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

	$L_{WA} = 105,5 \text{ dB}$	$L_{WA} = 107,0 \text{ dB}$
Hz	$L_{Leq}, \text{ dB}$	$L_{Leq}, \text{ dB}$
20	58	60
25	56	58
31,5	54	55
40	53	54
50	51	52
63	51	53
80	48	50
100	46	48
125	45	46
160	38	40
200	35	36