

Pöyry Finland Oy

Päiväys 29.11.2013

Viite 16UEC0146
Sivu 1 (14)
Yhteyshö Carlo Di Napoli
Tehokkuus- ja mittauspalvelut
Puh. 010 33 24587
Faksi 010 33 24239
carlo.dinapoli@poyry.com

Metsähallitus**Piiparinmäki-Lammaslamminkankaan tuulivoimahankkeen meluvaikutukset****Sisältö**

- 1 Yleistä
 - 1.1 Ympäristömelu
 - 1.2 Tuulivoimamelu
 - 2 Meluvaikutusten arviointi
 - 2.1 Melun nykytila
 - 2.2 Rakentamisen aikaiset meluvaikutukset
 - 2.3 Käytönaikaiset meluvaikutukset
 - 2.4 Laskentatulokset
 - 3 Meluvaikutukset
 - 3.1 Hankevaihtoehtojen vertailu
 - 3.2 Melun yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa
 - 3.3 Melun vaikutukset alueen äänimaisemaan
 - 3.4 Haitallisten vaikutusten ehkäiseminen ja lieventäminen
 - 3.5 Vaikutusten seuranta
 - 4 Yhteenveto
- Kirjallisuusviitteet

Lyhenteet

L_{Aeq}	A-taajuuspainotettu ekvivalenttinen äänitaso
L_{WA}	A-taajuuspainotettu äänilähteen äänitehotaso
L_{WAd}	A-taajuuspainotettu äänilähteen äänitehotason tunnusarvo
Oktaavikaista	Melun taajuuskaistaesitys yhdeksällä eri arvolla taajuusvälillä 31,5 Hz – 8000Hz
Terssikaista	Melun taajuuskaistaesitys 27 eri arvolla (1/3 oktaavikaista)

1 YLEISTÄ

Metsähallitus Laatumaa suunnittelee Siikalatvan, Pyhännän, Kajaanin ja Vieremän kuntien alueella sijaitsevalle Piiparinmäki-Lammaslamminkankaan alueelle tuulivoimapuistoa. Tuulivoimapuistoa suunnitellaan 85–127:lle noin 3 MW:n yksikkötehoiselle tuulivoimalaitokselle, joiden nimellisteho on yhteensä noin 255–381 MW. Tässä YVA-selostuksessa käsitellään kahden eri hankevaihtoehdon sekä melun yhteisvaikutusta UPM:n Kokkosuon hankkeen aiheuttaman melun laskennallista leviämistä alueen ympäristöön. Vertailuarvoina käytetään ympäristöministeriön tuulivoiman suunnitteluoppaan ympäristömelun ohjearvoja./1/

1.1 Ympäristömelu

Ääni on aaltoliikettä, joka tarvitsee väliaineen välittyäkseen eteenpäin. Ilmassa äänellä on nopeus, joka on riippuvainen ilman lämpötilasta. Eri väliaineissa ääniaalto kulkee eri nopeuksilla väliaineen ominaisuuksista riippuen. Normaali ympäristömelu sisältää useista kohteista peräisin olevaa yhtäaikaista ääntä, jossa äänen taajuudet ja aallonpituudet ovat jatkuvassa muutoksessa.

Melu on subjektiivinen käsite, jolla viitataan äänen negatiivisiin vaikutuksiin. Sitä käytetään puhuttaessa ei-toivotusta äänestä, josta seuraa ihmisille haittaa, ja jonka havaitsemisessa kuulijan omilla tuntemuksilla ja äänenerotuskyvyllä on suuri merkitys. Melua voidaan mitata sen fysikaalisten ominaisuuksien perusteella.

Ympäristömelu koostuu ihmisen toiminnan aiheuttamasta melusta, joka vaihtelee ajan ja paikan mukaan. Äänen (melun) voimakkuutta mitataan käyttäen logaritmista desibeliasteikkoa (dB), jossa äänenpaineelle (eli hyvin pienelle paineenmuutokselle ilmassa) käytetään referenssipainetta 20 µPa ilmalle, sekä 1 µPa muille aineille. Tällöin 1 Pa paineenmuutos ilmassa vastaa noin 94 dB:ä.

Kuuloaistin herkkyys vaihtelee eri taajuisille äänille, jolloin vaihtelevat myös melun haitallisuus, häiritsevyyttä sekä kiusallisuus. Nämä tekijät on otettu huomioon äänen taajuuskomponentteja painottamalla. Yleisin käytetty taajuuspainotus on A-painotus, joka perustuu kuuloaistin taajuusvasteen mallintamiseen ja ilmaistaan usein A-kirjaimella dimension perässä, esimerkiksi dB(A).

Melun ekvivalenttitaso (symboli L_{eq}) tarkoittaa samanarvoista jatkuvaa äänitasoa kuin vastaavan äänienergian omaava vaihteleva äänitaso. Koska ääni käsitellään logaritmisena suureena, on hetkellisesti korkeammilla äänitasoilla suhteellisen suuri vaikutus ekvivalenttiseen melutasoon. Teollisuusmelussa hetkellisvaihtelut ovat usein varsin lähellä myös ekvivalenttista arvoa, mikäli toiminnasta ei aiheudu impulssimaisia melutapahtumia.

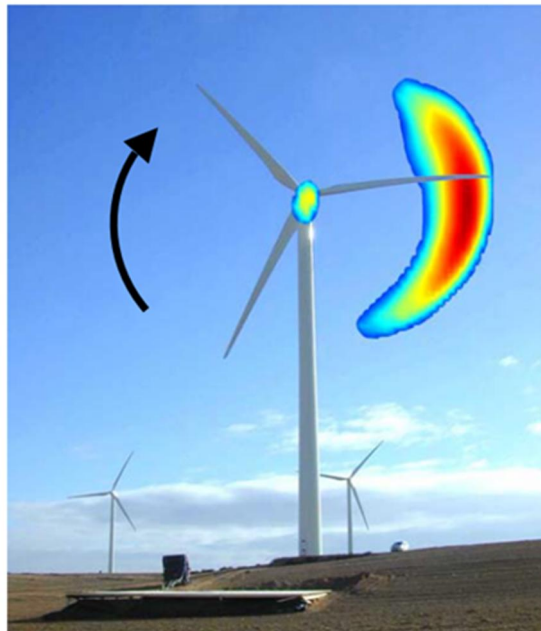
1.2 Tuulivoimamelu

Tuulivoimalaitosten käyntiääni koostuu pääosin laajakaistaisesta lapojen aerodynaamisesta melusta sekä hieman kapeakaistaisemmasta sähköntuotantokoneiston yksittäisten osien aiheuttamasta melusta (muun muassa vaihteisto, generaattori sekä jäähdytysjärjestelmät). Aerodynaaminen melu on hallitsevin (noin 60–70 prosenttia kokonaisäänienergiasta) lapojen suuren vaikutuspinta-alan ja jaksollisen niin sanotun amplitudimoduloituneen äänen vuoksi, jossa äänen voimakkuus vaihtelee ajallisesti lapojen pyörimistaajuuden mukaan.

Amplitudimodulaatio (myöhemmin ”AM”) voidaan havaita sekä aerodynaamiselle virtausmelulle että myös koneiston kapeakaistaisille komponenteille. Yleisesti tuuli-

voimalan melun taajuusjakauma on painottunut pientaajuisten melun alueelle 50–500 Hz, mutta A-taajuuspainotuksen jälkeen merkittävimmät taajuudet ovat 500–1500 Hz:n välissä.

Aerodynaaminen melu kuullaan usein kohinamaisena äänenä, jossa on jaksollinen rytmi. Likainen lavanpinta lisää rosoisuutta, mistä seuraa turbulenssin ja siten myös äänitason nousua. Pientaajuisten melun osuutta aerodynaamisessa melussa lisäävät tulovirtauksen turbulenssi-ilmiot, siipivirtauksen irtoamistilanteet (sakkaus) ja siiven sekä ilmakehän äänen leviämisi-ilmiot (ilmamassan aiheuttama vaimennus etäisyyden kasvaessa). Aerodynaaminen melu voi myös aiheuttaa viheltävää ääntä esimerkiksi siipivaurioiden yhteydessä.



Kuva 1-1. Tuulivoimalan lavan suhahtavan äänen (amplitudimodulaatio) emittoituminen alhaalla olevaan kuuntelijaan nähden. /2/ Roottorin ja lapjen pyörimissuunta on myötäpäivään edestäpäin (ylätuulen puolelta) katsoen.

Modernit kolmilapaiset tuulivoimalaitokset ovat nykyisin ylävirtalaitoksia, joissa siivistö sijaitsee tuulen etupuolella suhteessa voimalan torniin. Pyörivän siivistön äänitaso on ylä- ja alatuulen puolilla suurempi kuin sivusta käsin katsottuna samalla etäisyydellä /2/. Lisäksi voimalan lähtöäänitaso on suoraan tuulenopeudesta riippuvainen siten, että alhaisilla tuulilla ja lähellä käyntiinlähtönopeutta lähtöäänitaso on usein noin 10–15 dB alhaisempi kuin nimellisteholla. Maksimi äänitehotaso (L_w) saavutetaan nimellistehon tuulinopeuksilla (yleisesti nopeus napakorkeudella yli yhdeksän metriä sekunnissa) ennen siipikulmasäädön käynnistymistä, mikä yleensä tasoittaa äänitehotason nousun tuulen nopeuden edelleen kasvaessa. Siiven kärkinopeus on moderneissa voimaloissa maksimissaan noin 75 m/s. Tulovirtauksen turbulenssi sekä viereisten tuulivoimalaitosten virtausvana voivat lisätä aerodynaamista melua epäedullisen tulovirtauksen kohtauskulman vuoksi.

Taustamelu ja tuulen aiheuttama aallokko- ja puustokohina peittävät tuulivoimaloiden melua, mutta peittoäänet ovat ajallisesti vaihtelevia. Niiden voimakkuus on sitä parempi, mitä lähempänä peittoäänen taajuusjakauma on vastaavaa tuuliturbiinin äänijakaumaa /3/. Vastaavasti tuulivoimamelun mahdollinen amplitudimodulaatio voi heikentää taustamelun peittovaikutusta ja siten kuulua myös taustakohinan läpi. Näin erityisesti tilanteissa, joissa alailmakehän stabiilisuus kasvaa, joka osaltaan vähentää kasvillisuuden ja aallokon kohinaa./4/ Suurten tuulivoimalaitosten kohdalla

modulaation ajallinen sykintäväli on lapojen hitaamman pyörimisen seurauksena suurempaa, joka osaltaan heikentää moduloituneen melun häiritsevyysvaikutusta.

Moderneissa tuulivoimalaitoksissa melun lähtöäänitasoa voidaan kontrolloida erillisellä optimointisäädöllä, jonka avulla kellonajan, tuulensuunnan ja tuulennopeuden mukaan säädetään lapakulmaa haluttuun pyörimisnopeuteen ja melutasoon. Tällä säädöllä on kuitenkin vaikutuksia voimalan sen hetkiseen tuotantotehoon.

2 MELUVAIKUTUSTEN ARVIOINTI

2.1 Melun nykytila

Piiparinmäki-Lammaslamminkankaan laajan hankealueen läpi kulkee tie nro 28 Pyhännästä itään päin kohti Kajaania, jonka liikennetiheys on kevyiden ajoneuvojen osalta noin 900–1000 ajoneuvoa/vrk (KVL) ja raskaiden ajoneuvojen osalta 120–180 kpl/vrk (KVL) (Pohjois-Pohjanmaan ELY-Keskus, Liikennemääräkartat 2011). Lisäksi alueen läpi ja sivulla olevien pienempien teiden liikenne on noin 100–150 ajoneuvoa/vrk (yht. kevyt ja raskas liikenne.) Siten karkea arvio 40 dB(A):n keskiäänitason vyöhykkeen etäisyydestä tielle 28 (yksinkertaistettu Pohjoismainen tieliikennemelumalli) on noin 200 metrin säteellä tien keskilinjasta päiväaikaan ja 35 dB(A):n vyöhykkeelle asti noin 230 metrin päässä tien keskilinjasta mitattuna yöaikaan tien molemmin puolin. Alueella laidoilla sijaitsee useita pieniä kyliä, mutta ei merkittävää teollisuutta. Alueen viljelyalueilla on satunnaisten maatalouskoneiden melua (traktorit, puimurit) etenkin päiväaikana (pois lukien talvikuukaudet), samoin alueen talousmetsäalueilla voidaan havaita metsänkaatotilanteen mukaan vaihtelevaa koneellisen metsänkaadon melua. Hankealueen järvi-alueet (mm. Saaresjärvi) ovat vailla merkittäviä teollisuus- tai tieliikennemelulähteitä. Kainuun v. 2020 maankuntakaavan perusteella hankealue menee osittain päällekkäin hankealueen itäpuolella turvetuotannon erityisvyöhyke -merkinnän kanssa ja sisältää pienellä alueella merkinnän moottorikelkkailureitistä.

2.2 Rakentamisen aikaiset meluvaikutukset

Tuulivoimalaitosten rakentaminen koostuu tieväylän, voimaloiden perustusten ja kaapeloinnin sekä voimaloiden pystytyksen työvaiheista. Melun kannalta merkittävimmät vaiheet ovat tiestön rakentamisen ja perustusten rakentamisen aikana, jolloin voi esiintyä myös vähäisissä määrin impulssimaista melua lähempänä rakennuskohteita. Tässä selvityksessä ei ole erillisen karttapohjaisen melumallin avulla arvioitu rakentamisen aikaista melua, sillä työvaiheet voivat vaihdella ajallisesti varsin paljon.

2.3 Käytönaikaiset meluvaikutukset

Käytönaikaisia meluvaikutuksia arvioidaan tässä selvityksessä laskennallisin menetelmin ympäristöministeriön meluhankkeen teknisen ryhmän ehdotuksen mukaisesti./7/

2.3.1 Laskennan lähtötiedot

Laskennan lähtötiedot on koottu asiakkaan toimittaman aineiston, digitaaliaineistosta, sekä kirjallisuuden pohjalta. Arvioinnista on vastannut kokenut teollisuus- ja tuulivoimameluun perehtynyt asiantuntija.

2.3.1.1 Digitaalikartta-aineisto

Melumallinnus on suoritettu digitaalikartalle, joka sisältää topografiatiedon ja jonka korkeusväli on 2,5 metriä. Kartassa on kuvattu tuulivoimaloiden lisäksi maaston muodot, rakennusten ja teiden paikkatiedot sekä vesiraja.

2.3.1.2 Mallinnetut turbiinityypit

Melumallinnuksessa käytettiin yhtä turbiinityyppiä, jonka oletetaan vastaavan 3 MW:n voimalan äänipäästötasoa. Tuulipuiston toteutusvaihtoehtoja on kaksi: hankevaihtoehto VE1 (127 voimalaa) sekä hankevaihtoehto VE2 (85 voimalaa). Kolmen megawatin voimalan lähtötietoina käytettiin Vestas V112 turbiinia tornikorkeudella 160 metriä.

Turbiinien äänispektri terssikaistalla (1/3 oktaavikaistalla) on saatu käyttäen valmistajan arvioimaa melupäästön takuuarvoa L_{WA} . Tiedossa ei ole, että mallinnuksessa käytettäville turbiineille olisi taattu melun amplitudimodulaatiota. Mallinnetuille voimaloille ei ole myöskään annettu takuuna erityisiä melun kapeakaistaisia ominaisuuksia. Alla on esitetty mallinnuksessa käytetyn voimalamallin oktaavikaistan painottamattomia taajuusarvoja.

Taulukko 1. Mallinnettujen tuulivoimalaitosten äänitehotaso, L_{WAd} .

	Oktaavikaistat, Hz									
Voimalatyyppi	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	YHT
3 MW, L_{WA}	77.7	90.4	95.9	96.5	99	101.8	99.7	94.8	84.6	106.5

2.3.2 Melumallinnus ja laskentaparametrit

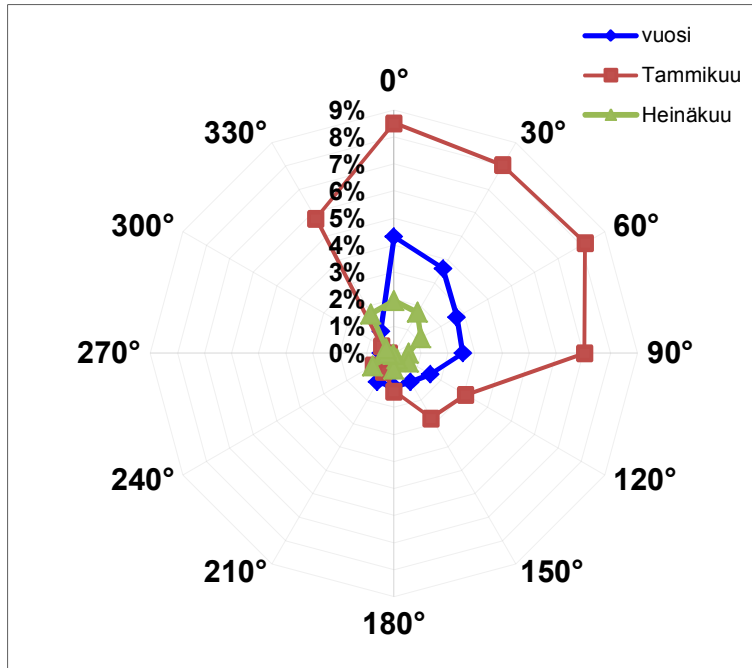
Melun leviäminen maastoon on havainnollistettu käyttäen tietokoneavusteista melulaskentaohjelmistoa CadnaA 4.3, missä äänilähteestä lähtevä äänialto lasketaan digitaaliseen karttapohjaan äänenpaineeksi immisio- eli vastaanottopisteessä sädelaskentamenetelmällä. Mallissa otetaan huomioon äänen geometrinen leviämisvaimentuminen, maaston korkeuserot, rakennukset sekä maanpinnan ja ilmakehän melun vaimennusvaikutukset. Melumallinnus piirtää keskiäänitasokäyrät 5 dB:n välein valituilla lähtöarvoparametreilla. Laskentaparametrit on esitetty taulukossa (Taulukko 2), ja ne vastaavat ympäristöministeriön meluhankkeen teknisen ryhmän ehdotusta tuulivoimahankkeiden melumallinnusparametreiksi (laskentavaihe 1, ISO 9613-2 standardilla). Laskennan epävarmuus on nyt sisällytetty tuulivoimalan äänen melupäästöarvoon, sillä laskennassa on hyödynnetty voimalavalmistajan arvioimaa takuuarvoa. /7/

Taulukko 2. Laskentamallien parametrit.

Lähtötieto	Parametrit
Mallinnusalgoritmit	Peruslaskennat: Teollisuusmelun laskentamalli ISO 9613-2 Pientaajuinen melulaskenta: DSO 1284
Sääolosuhteet	Ilman lämpötila 15 °C, ilmanpaine 101,325 kPa, ilman suhteellinen kosteus 70 prosenttia
Laskentaverkko	Laskentapiste viisi kertaa viiden metrin välein laskentaverkolla neljän metrin korkeudella seuraten maanpintaa
Maanpinnan akustinen kovuus	ISO 9613-2, G = 0.4 maa-alueille, G = 0 vesialueille (ei jokialueet)
Objektien heijastuvuus	Reseptorilaskennat: arvolla 0 (ei heijastusta)
Jaksollisuus, amplitudimodulaatio	Ei huomioida
Kapeakaistaisuus	Ei huomioida

2.3.3 Alueen lyhyt tuulisuusanalyysi

Piiparinmäen-Lammaslammin kankaan alueen tuulisuustiedot on tässä selvityksessä saatu Suomen Tuuliatlakselta (www.tuuliatlas.fi) käyttäen 150 metrin korkeutta keskikorkeutena yhdessä hankealueen pisteessä. Tiedoista on laskettu myötätuulen tilanteet yli kymmenen metriä sekunnissa tuulisuuksille vuotuisesti, mistä nähdään, että päätuulensuunta sille tuulenopeudelle, joka vastaa melumallinnuksen äänitehotasoa, on etelän ja lännen väliltä. Vastaavasti idän ja pohjoisen välinen tuulisuus on usein heikompaa, jolloin kovien tuulten todennäköinen esiintyvyys näihin suuntiin on myös selvästi vähäisempää.



Kuva 2-1. Alueen tuulisuustilastoista (Suomen Tuuliatlas) laskettu jakauma myötätuulen puolelle (käänteinen jakauma) yli kymmenen metriä sekunnissa tuulisuuksille vuotuisesti.

2.3.4 Sovellettavat vertailuohjearvot

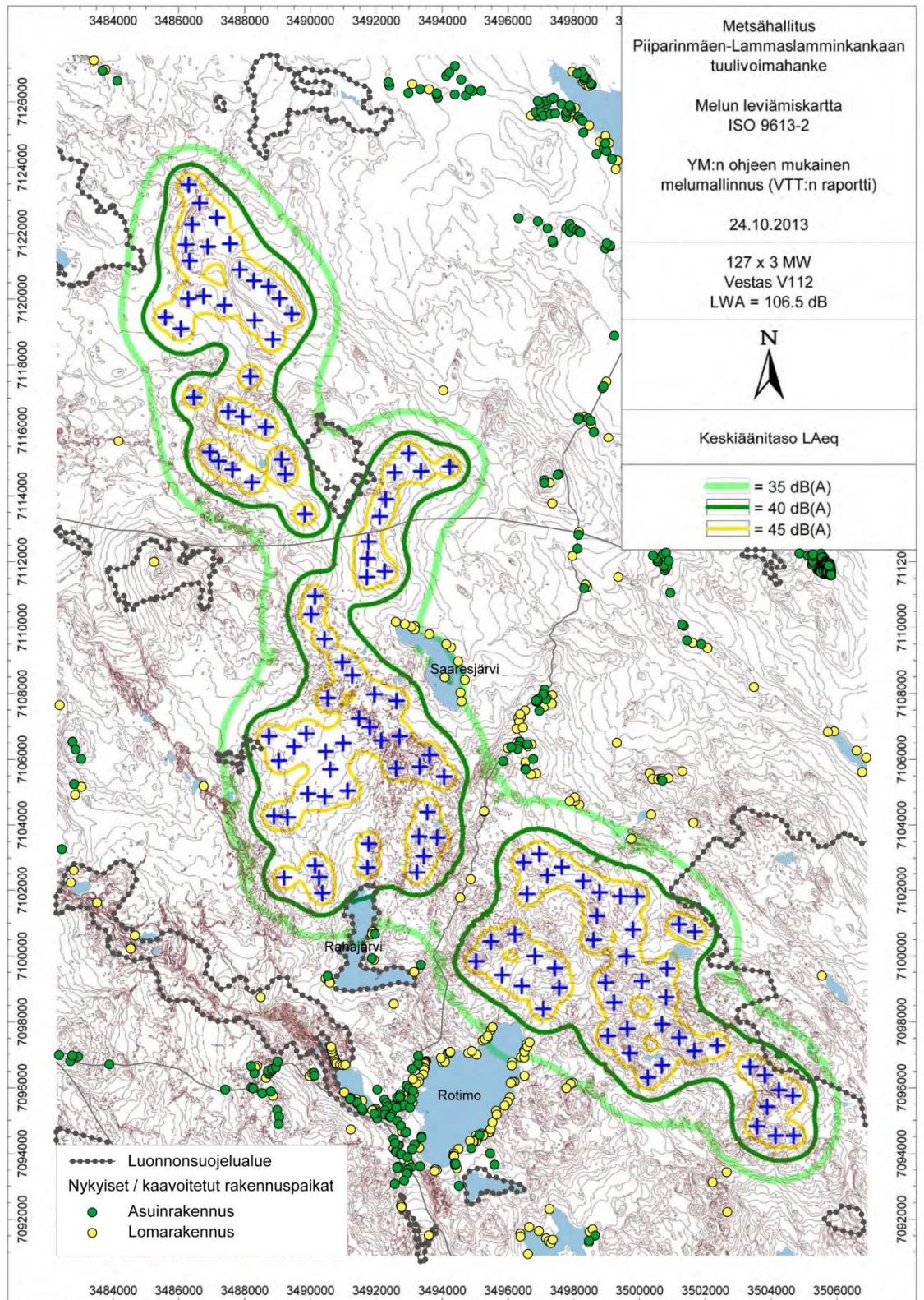
Ympäristöministeriö on esittänyt Tuulivoiman suunnittelua koskevassa dokumentissa tuulipuistoja koskeviksi suositusohjearvoiksi 45 dB(A) klo 07–22 ja 40 dB(A) klo 22–07 ja loma-asumiseen käytettävillä alueilla taajamien ulkopuolella, leirintäalueilla ja luonnosuojelualueilla 40 dB(A) päivällä ja 35 dB(A) yöllä (yöarvoa ei sovelleta luonnosuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin./1/) Esitetyistä ohjearvoista jälkimmäiset ovat määrääviä vertailuarvoja yöajan tyypillisesti korkeamman tuulisuuden vuoksi (muun muassa usein esiintyvä stabiili ilmacehä). Lisäksi ohjeessa viitataan asumisterveysohjeen Leq, 1h ohjearvoihin pientaajuiselle melulle sisätiloissa terssikaistoittain taajuuksilla 20–200 Hz.

2.4 Laskentatulokset

Digitaaliseen topografiakartalle laskettu melun leviäminen esitetään värillisillä käyrillä kullekin hankevaihtoehdolle alla olevissa kartoissa 5 dB:n välein. Erilliset pientaajuisen melun taulukkolaskennan tulokset on myös esitetty kaaviokuvien.

2.4.1 Hankevaihtoehto VE1

Hankevaihtoehdossa VE1 on mallinnettu satakaksikymmentäseitsemän (127) kolmen megawatin tuulivoimalaa hankkeen esisuunnitelman mukaisille paikoille.



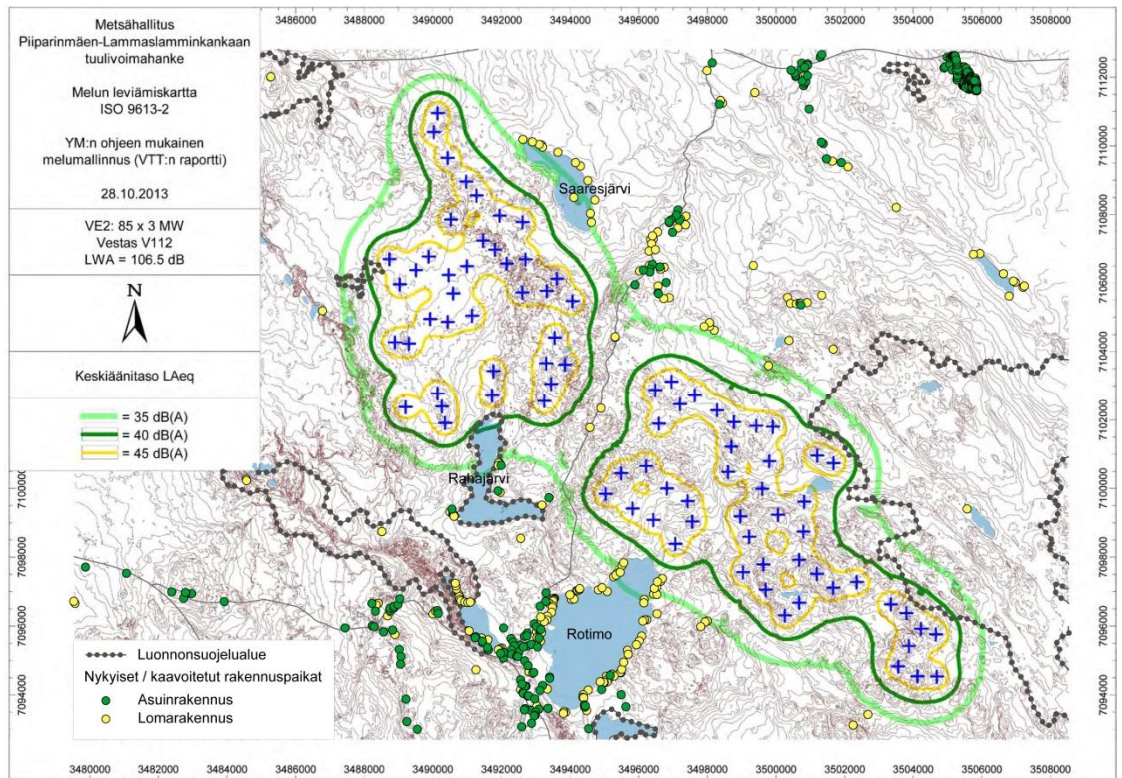
Kuva 2-2. Melun leviäminen hankevaihtoehdossa VE1.

Melumallinnuslaskennan mukaan keskiäänitason LAeq 40 dB(A):n meluvyöhyke ei leviä asuinrakennusten yli. Asuinrakennusten osalta melutason ei siis katsota ylittävän annettuja ohjearvoja. Loma-asuinrakennusten osalta 35 dB(A):n vyöhyke leviää usean loma-asuinkohteen yli erityisesti Rotimon järven koillisrannan kohteissa, alueiden välisellä tieosuudella sekä Saaresjärven koillisrannan kohteissa. Luonnonsuojelualueiden 40 dB(A):n päiväohjearvo ylittyy laskennan mukaan neljällä

eri ls-alueella. Näitä ovat Talaskankaan alue (> 45 dB(A)), Rahajärvi-Konteraisen alueen pohjoisosa (43 dB(A)), Mäykänahon alue (46 dB(A)) sekä Pöntönsuon alue (44 dB(A)).

2.4.2 Hankevaihtoehto VE2

Hankevaihtoehdossa VE2 on mallinnettu kahdeksankymmentäviisi (85) kolmen megawatin tuulivoimalaa hankkeen esisuunnitelman mukaisille paikoille.

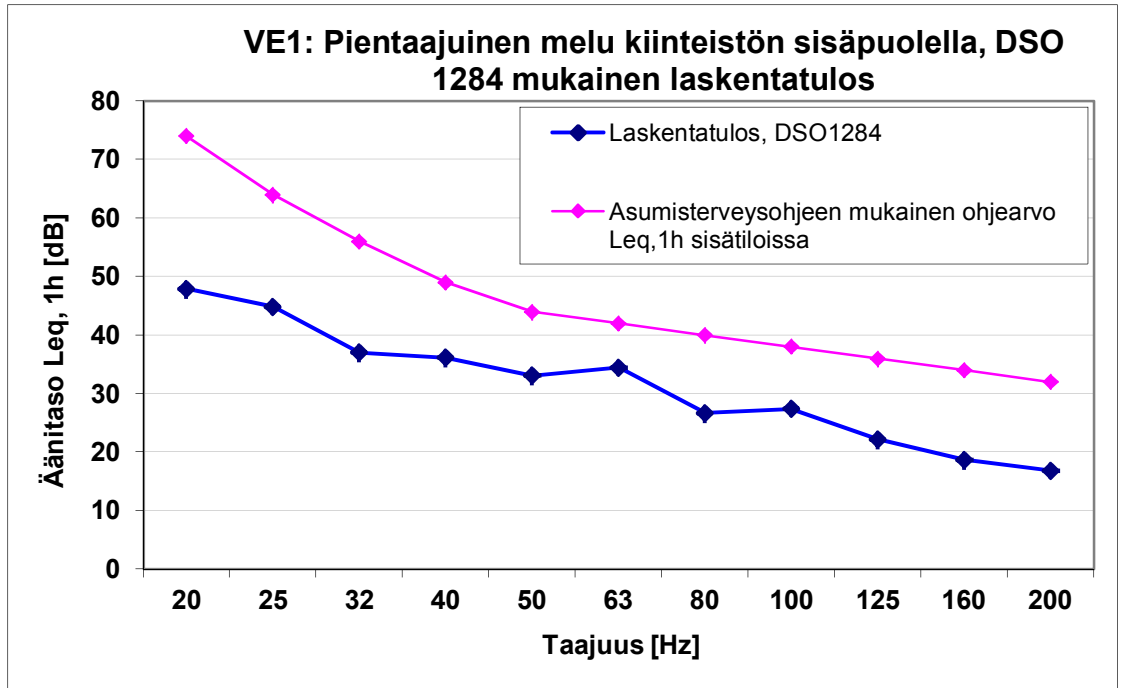


Kuva 2-3. Melun leviäminen hankevaihtoehdossa VE2.

Melumallinnuslaskennan mukaan keskiäänitason LAeq 40 dB(A):n meluvyöhyke ei leviä asuinrakennusten yli. Asuinrakennusten osalta melutason ei siis katsota ylittävän annettuja yöajan ohjearvoja. Loma-asuinrakennusten osalta 35 dB(A):n vyöhyke leviää usean loma-asuinkohteen yli erityisesti Rotimon järven koillisrannan kohteissa, alueiden välisellä tieosuudella sekä Saaresjärven koillisrannalla kohteissa. Luonnonsuojelualueiden 40 dB(A):n päiväohjearvo ylittyy laskennan mukaan kolmella eri ls-alueella. Näitä ovat Talaskankaan alue (> 45 dB(A)), Rahajärvi-Konteraisen alueen pohjoisosa (43 dB(A)) sekä Mäykänahon alue (46 dB(A)).

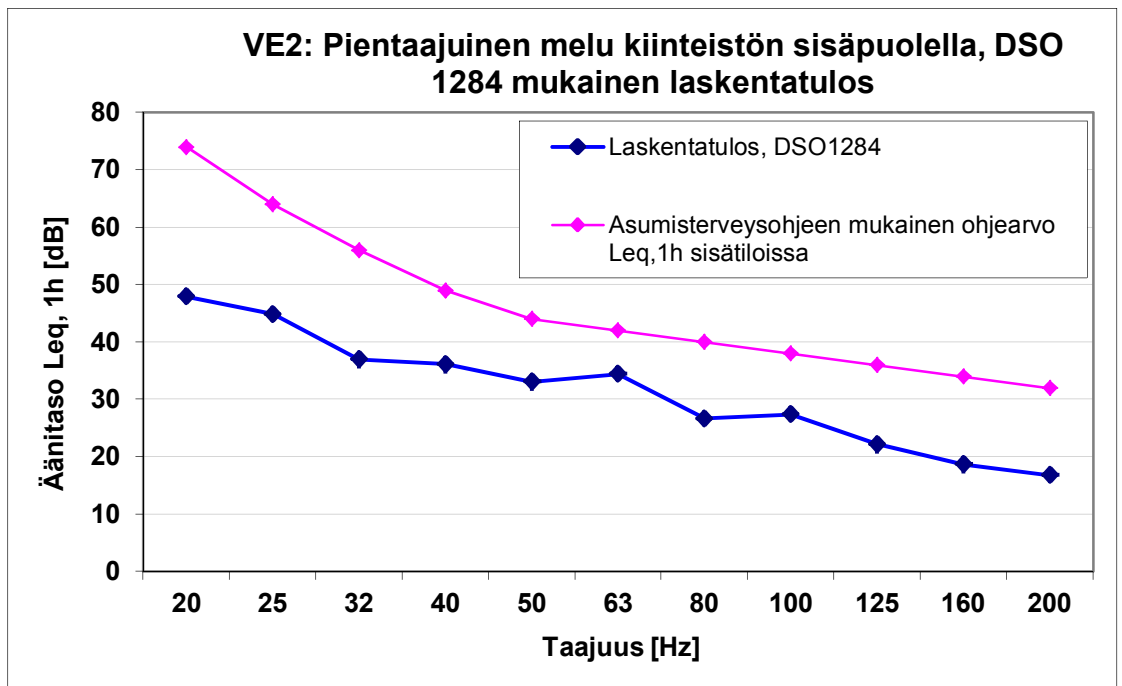
2.4.3 Pientaajuinen melu

Tuulivoimalaitosten pientaajuisen melun laskenta suoritettiin käyttäen laitevalmistajan painottamattomia äänitehotason 1/3 oktaavikaistatietoja. Laskenta suoritettiin Pöyryn kehittämällä ohjelmalla ohjeen DSO 1284 laskentarutiinin mukaisesti. /7/ Tulokuvaajat kunkin hankevaihtoehdon osalta lähimmässä loma-asuinkohteessa on esitetty alla.



Kuva 2-4. Pientaajuisen melun taso lähimmän asuinrakennuksen sisätiloissa hankevaihtoehdossa VE1.

Hankevaihtoehdon VE1:n osalta laskentatulokset viittaavat siihen, että pientaajuinen sisämelutaso on annettujen ohjearvojen alapuolella. Pienin ero on taajuuskaistalla 63 Hz (7 dB). Jonkin verran epävarmuutta tuloksiin aiheuttaa kohteen ilmastieristävyyden todellinen arvo, joka voi myös vaihdella sisätilan paikan mukaan huoneen huonetilan resonanssitaajuuksien vuoksi. Ilman DSO:n ohjeen mukaista ilmastieristävyyttä, pientaajuinen melu voi olla kuuluvaa ulkona alkaen taajuudesta 40 Hz.



Kuva 2-5. Pientaajuisen melun taso lähimmän asuinrakennuksen sisätiloissa hankevaihtoehdossa VE2.

Hankevaihtoehdon VE2:n osalta laskentatulokset viittaavat siihen, että pientaajuinen sisämelutaso on annettujen ohjearvojen alapuolella. Pienin ero on taajuuskaistalla 63 Hz (8 dB). Jonkin verran epävarmuutta tuloksiin aiheuttaa kohteen ilmastieristävyyden todellinen arvo, joka voi myös vaihdella sisätilan paikan mukaan huoneen huonetilan resonanssitaajuuksien vuoksi. Ilman DSO:n ohjeen mukaista ilmastieristävyyden arvoa, pientaajuinen melu voi olla kuuluvaa ulkona alkaen taajuudesta 40 Hz.

3 MELUVAIKUTUKSET

3.1 Hankevaihtoehtojen vertailu

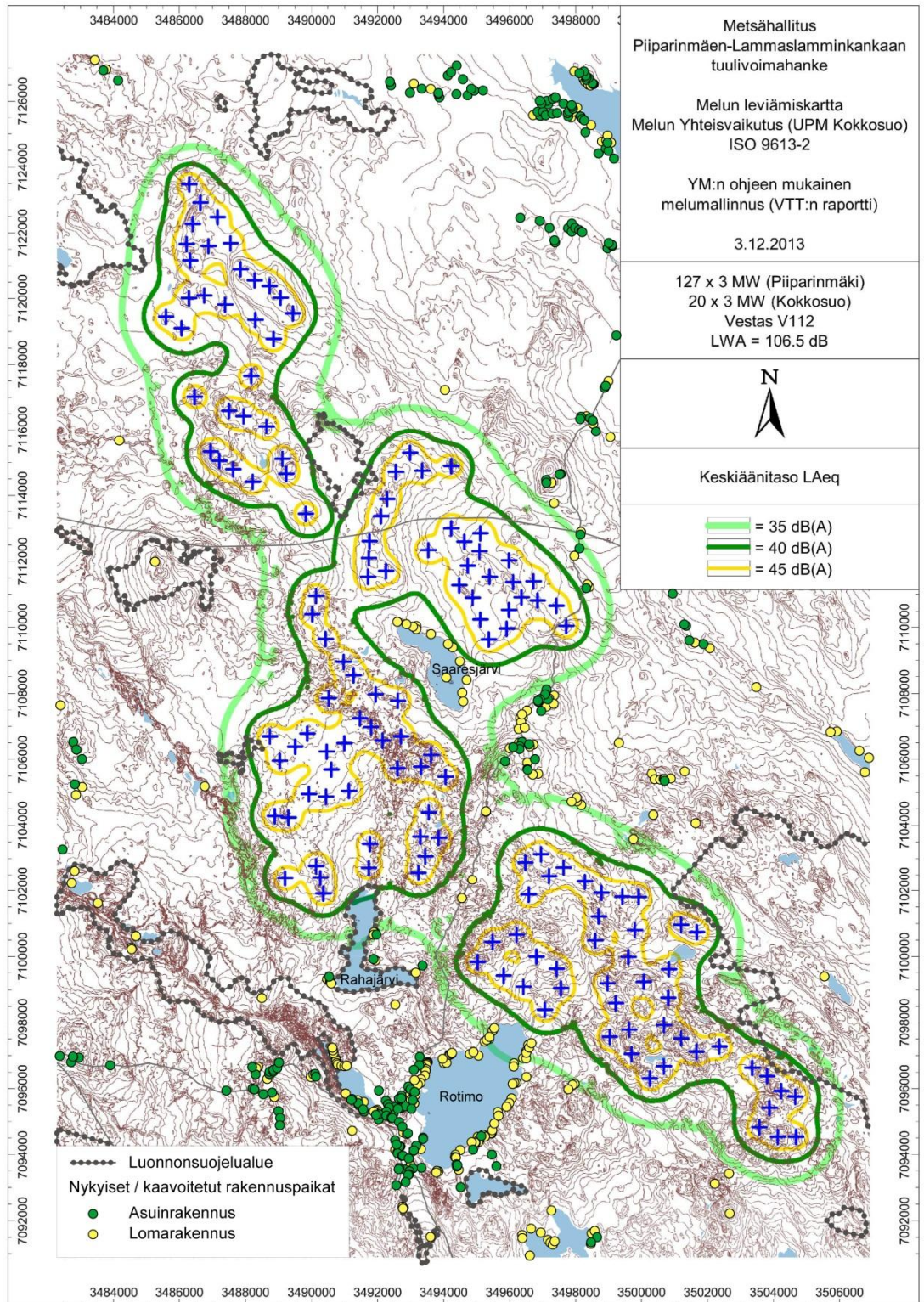
Melun leviämislaskenta osoitti, että laskennassa käytetyn 3MW:n tuulivoimalamallin takuuarvolla lasketut melutasot eivät ylitä asuinkiinteistölle annettua yöajan ohjearvoa 40 dB(A) alueen asuinkiinteistöissä kummassakaan hankevaihtoehdossa. Loma-asuinkiinteistöjen osalta useat kohteet hankealueen viereisten järvien (Rotimo, Saarijärvi) sekä alueiden välisen tien kohdalla ylittävät laskennan mukaan niille annetun yöajan ohjearvon 35 dB(A) kummassakin hankevaihtoehdossa. Lisäksi vaihtoehdossa VE1 neljän luonnonsuojelualueen kohdalla melutaso oli laskennan mukaan yli 40 dB(A), joka vastaa ls-alueiden päiväajan ohjearvoa.

Meluvaikutusten osalta hankevaihtoehtojen erot ovat merkittäviä hankealueen pohjoisosissa, sillä vaihtoehdossa VE2 neljäkymmentäkaksi voimalaa on poistettu juuri alueen pohjoispuolelta, jolloin meluvaikutukset jäisivät siellä olemattomiksi.

Niiden kohteiden osalta, joissa loma-asuinkohteiden 35 dB(A):n yöajan ohjearvo ylitetään, ei hankevaihtoehdoilla ollut suurta eroa. Meluvaikutusten merkittävyyden osalta voidaan siis todeta että asuinrakennuksille meluvaikutus on enintään kohtalainen, mutta järvien ympärillä oleville loma-asuinrakennusten osalta todennäköisesti merkittävä.

3.2 Melun yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa

Tuulivoimamelun yhteisvaikutusten rajapinta sijaitsee tyypillisesti noin kolmen kilometrin päässä hankealueen lähimmästä voimalasta. Tällä etäisyydellä sijaitsee UPM:n Kokkosuon tuulipuistohankesuunnitelma Piiparinmäen-Lammaslamminkankaan hankealueen ja Saaresjärven itä-/koillispuolella. Yhteismeluvaikutus on laskettu alla VE1 hankevaihtoille (molemmista siis isoin vaihtoehto).



Kuva 3-1. Melun yhteisvaikutusmalli UPM:n Kokkosuon hankkeen kanssa (molemmissa maksimivaihtoehdoissa VE1)

Hankevaihtoehdossa VE1 melun yhteisvaikutus UPM:n Kokkosuon hankkeen kanssa on painottunut alueen itälaitaan Saaresjärven alueelle ja vaikuttaa näin kaikkiin järven ympärillä oleviin lomakiinteistöihin, missä yöajan suositusohjearvo 35 dB(A) ylittyy. Asuin-kohteissa melun ohjearvot eivät ylity.

Luonnonsuojelualueiden osalta tilanne ei muutu suhteessa Piiparinmäen hankkeen vaihtoehtoon VE1, sillä Kokkosuon ympärillä ei sijaitse ls-alueita.

3.3 Melun vaikutukset alueen äänimaisemaan

Tuulivoimalaitosten melu voi muuttaa alueen äänimaisemaa, mutta muutokset ovat ajallisesti ja paikallisesti vaihtelevia. Ajallisesti suurin muutos voidaan havaita melulle altistuvien kohteiden luona tilastollisen myötätuulen puolella eli hankealueen pohjois- ja itäosissa sekä lähempänä voimaloita meluvyöhykkeiden sisällä. Melun erottuminen on hyvin pitkälti säätilasta riippuvaista. Melun erottumista lisääviä säätekijöitä ovat stabiili ilta- ja yöajan alailmakehä, kostea säätila ja voimakas alailmakehän inversio. Melu voidaan havaita paremmin myötätuuliolosuhteissa ja heikommin (tai ei lainkaan) vastatuuliolosuhteissa. Mitä kauempana laitoksista ollaan, sitä enemmän ilmakehän absorptio vaimentaa korkeita taajuuksia jättäen jäljelle vain matalimpia tuulivoimamelun taajuuksia. Lisäksi tuulivoimamelun amplitudimodulaatio (jaksoittainen äänitason vaihtelu) voi erottua taustakohinan läpi ulkona kuunneltaessa. Uudet voimalat ovat kuitenkin hitaasti pyöriviä siipien kärkeälin merkittävän pituuden vuoksi, mistä syystä modulaation erottuminen voi kohdistua enemmän vain kovemmille tuulennopeuksille. Tällöin etenkin aerodynaaminen melu voi kuulostaa matalataajuiselta lentomelulta ("kuminaa"), jolla on jatkuvasti vaihteleva, mutta yleisesti varsin matala äänitaso.

3.4 Haitallisten vaikutusten ehkäiseminen ja lieventäminen

Tuulivoimalaitoksia on mahdollista ajaa meluoptimoidulla ajolla, jolloin esimerkiksi roottorin pyörimisnopeutta rajoitetaan kovemmillä tuulennopeuksilla siiven lapakulmaa säätämällä. Säätoparametreiksi voidaan tyypillisesti valita tuulennopeus, tuulensuunta ja kellonaika. Meluoptimoitu ajo rajoittaa vastaavasti voimalan äänen tuottoa eli äänitehotasoa. Muuta merkittävää meluntorjuntaa ei laitoksille voida suorittaa, ellei voimalaa pysäytetä kokonaan. Esimerkiksi tässä selvityksessä käytettyjen turbiinien laitevalmistajien meluoptimointiajo vähentää äänitاسoa korkeimman taatun äänitason osalta noin 2-6 dB yhden voimalan osalta.

3.5 Vaikutusten seuranta

Rakentamisen jälkeen meluvaikutusten seuranta voidaan suorittaa melumittauksin, joista ohjeistetaan myös ympäristöministeriön tulevassa oppaassa. Mittauksin voidaan varsin luotettavasti todeta melutasot, melun luonne sekä tehdä vertailuja mallinnettuihin melutasoihin ja annettuihin melun suunnittelun ohjeisiin.

4 YHTEENVETO

Hankesuunnitelmien mukaiset tuulivoimamelun leviämisyöhykkeet mallinnettiin tietokoneavusteisesti digitaalikartta-aineistoon noudattaen ympäristöministeriön melumallinnushankkeen teknisen työryhmän suosituksia (VTT raportti, /7/). Laskennassa käytettiin yhtä 3MW:n tuulivoimalamallia. Laskentatulosten perusteella voimalamallin takuarvon mukaisella äänipäästöarvolla laskettu 40 dB(A):n keskiäänitaso asuinalueille ei ylity kummassakaan hankevaihtoehdossa. 35 dB(A):n vyöhyke leviää sen sijaan usean loma-asuinrakennuksen yli melun leviämisyöhykkeen alueella olevalle kahdelle järvelle (Rotimo ja Saaresjärvi).

Neljän luonnonsuojelualueen kohdalla (VE1) melutaso oli laskennan mukaan yli 40 dB(A), joka vastaa ls-alueiden päiväajan ohjearvoa.

Meluvaikutusten merkittävyyden osalta voidaan todeta että asuinrakennuksille meluvaikutus on enintään kohtalainen, mutta järvien ympärillä oleville loma-asuinrakennusten osalta todennäköisesti merkittävä. Meluvaikutuksen arvioidaan olevan myös kohtalainen luonnonsuojelualueiden osalta, sillä alueet ovat pääasiassa suojeltuja suoalueita.

Laskennassa käytetyn tuulivoimalamallin osalta pientaajuinen melu ei ylitä asumisterveysohjeen mukaisia sisätilojen melun ohjearvoja. Tuulivoimalaitosten melu voi muuttaa alueen äänimaisemaa, mutta muutokset ovat ajallisesti ja paikallisesti vaihtelevia. Ajallisesti suurin muutos voidaan havaita melulle altistuvien kohteiden luona tilastollisen myötätuulen puolella eli hankealueen pohjois- ja itäosissa.

Melun yhteisvaikutukset laskettiin UPM:n Kokkosuon tuulivoimahankkeen osalta yhdelle suurimmalle hankevaihtoehdolle. Saaresjärven rannalla olevien lomakiinteistöjen osalta melu ylittää yöajan 35 dB(A):n suositushjearvon, jolloin voidaan katsoa että hankkeessa on todennäköisesti merkittäviä melun yhteisvaikutuksia viereisen hankkeen kanssa.

Tuulivoimalaitoksia on mahdollista ajaa meluoptimoitulla ajolla, jolloin esimerkiksi roottorin pyörimisnopeutta rajoitetaan kovemmilla tuulennopeuksilla siiven lapakulmaa säätämällä. Rakentamisen jälkeen meluvaikutusten seurantaa voidaan suorittaa melumittauksin, joista ohjeistetaan myös ympäristöministeriön tulevassa oppaassa.

KIRJALLISUUSVIITTEET

- /1/ Tuulivoimarakentamisen suunnittelu, Ympäristöhallinnon ohje OH 4/2012. Helsinki, 2012.
- /2/ Oerlemans, S. Schepers, J.G. “Prediction of wind turbine noise directivity and swish”, *Proc. 3rd Int. conference on wind turbine noise*, Aalborg, Denmark, (2009)
- /3/ Nelson, D.A. Perceived loudness of wind turbine noise in the presence of ambient sound
- /4/ Uosukainen, S. Tuulivoimaloiden melun synty, eteneminen ja häiritsevyys. VTT tiedotteita 2529, Helsinki 2010
- /5/ Moller, C. Pedersen, C.S. Low frequency noise from large wind turbines. *Acoustical Society of America Vol 129, No 6, June 2010*
- /6/ IEC 61400-11, v2.1. Wind turbine generator systems, Part 11: Acoustic noise measurement techniques.
- /7/ Ehdotus tuulivoimamelun mallinnuksen laskentalogiikkaan ja parametrien valintaan, VTT tutkimusraportti VTT-R-04565-13. Espoo, 2013.