

20.5.2015



METSÄHALLITUS LAATUMAA

Piiparinmäen tuulivoimapuiston osayleiskaavan meluselvitys

16UEC0146

Copyright © Pöyry Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman Pöyry Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Sisältö

1	HANKEKUVAUS	4
1.1	Ympäristömelu	4
1.2	Tuulivoimamelu	5
2	LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT	6
2.1	Digitaalikärtta-aineisto	6
2.2	Mallinnetut turbiinityypit	6
2.3	Mallinnus ja laskentaparametrit	7
2.4	Vertailuohjeet	8
3	LASKENTATULOKSET	8
3.1	Ylärajatarkastelu	8
3.2	Pientaajuinen melu	9
4	MELUVAIKUTUKSET	10
4.1	Melun vaikutukset alueen äänimaisemaan	10
4.2	Haitallisten vaikutusten ehkäiseminen ja lieventäminen	11
4.3	Vaikutusten seuranta	11
5	YHTEENVETO	11
	VIITTEET	12

Liitteet

Liite 1 Melumallinnuskartta, Piiparinmäen tuulivoimapuisto

Lyhenteet

L_{Aeq}	A-taajuuspainotettu ekvivalenttinen äänitaso [dB]
L_{WA}	A-taajuuspainotettu äänilähteen äänitehotaso [dB]
L_{WAd}	A-taajuuspainotettu äänilähteen äänitehotason tunnusarvo [dB]
ΔL_a	Kapeakaistaisen melun toonin kuuluvuus [dB]

1 HANKEKUVAUS

Raportti koskee Piiparinmäen tuulivoimapuiston osayleiskaava-aluetta.

Piiparinmäen tuulivoimapuiston alue käsittää pohjoisen osan YVA-menettelyllä tutkitusta Piiparinmäen-Lammaslamminkankaan tuulivoimapuistohankkeen alueesta.

YVA:n tuloksien seurauksena YVA-hankealueen keskiosa (Lammaslamminkankaan alue) on jätetty pois jatkosuunnittelusta ja hankealue on jakautunut kahteen osaan, joilla etäisyyttä toisiinsa on noin 10 km. Pohjoinen osa (Piiparinmäen alue) sijoittuu Pyhännän ja Kajaanin alueille ja eteläinen osa (Murtojärven alue) Kajaanin ja Vieremän alueille. Hankkeen nimeksi on muutettu Piiparinmäen-Murtojärven tuulivoimapuistohanke.

Piiparinmäen-Murtojärven tuulipuistohankkeen kokonaisuuteen kuuluu yhteensä 79 tuulivoimalaa, joista Piiparinmäen alueella on 41 voimalaa, ja Murtojärven alueella 38 voimalaa. Piiparinmäen alueen voimaloista 32 sijoittuu Pyhännän kunnan ja 11 Kajaanin kaupungin alueelle. Voimaloiden sijoittelussa on huomioitu YVA-menettelyn vaikutusarvioinnit ja kaavoituksen yhteydessä laadittujen täydennys selvitysten tulokset.

Hankkeiden välisestä etäisyydestä johtuen Piiparinmäen ja Murtojärven tuulivoimapuistoilla ei ole tuulivoimaloiden melusta aiheutuvia yhteisvaikutuksia. Tämän vuoksi Murtojärven hankkeen tulokset esitetään omassa erillisessä raportissaan.

Suunnittelussa käytetty tuulivoimaloiden yksikköteho on noin 3 MW, voimaloiden tornikorkeus enintään 160 m ja roottorin lavan pituus enintään 70 m.

Tuulivoimapuisto toteutuu todennäköisesti vaiheittain. Tämä raportti käsittelee osayleiskaavaluonnoksen mukaisen tuulivoimapuistosuunnitelman aiheuttaman melun laskennallista leviämistä alueen ympäristöön. Vertailuarvoina käytetään ympäristöministeriön tuulivoiman suunnitteluoppaan ohjearvoja./2/

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 tulevaa 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 äänen erotuskyvyllä 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 logaritmisia desibeliasteikkoja (dB), jossa äänenpainelle (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, häiritsevyys 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 äänitasa 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 käyntiäänäni koostuu pääosin laajakaistaisesta lapojen aerodynaamisesta melusta sekä hieman sitä kapeakaistaisemmasta sähköntuotantokoneiston yksittäisten osien aiheuttamasta melusta (muun muassa vaihteisto, generaattori sekä jäähdytysjärjestelmät). Aerodynaaminen melu on hallitsevin (noin 60–70 % kokonaisäänienergiasta) lapojen suuren vaikutuspinta-alan ja jaksollisen niin sanotun amplitudimoduloituneen äänen vuoksi. Siinä äänen voimakkuus vaihtelee ajallisesti lapojen pyörimistaajuuden mukaan.

Amplitudimodulaatio (myöhemmin ”AM”) voidaan havaita sekä aerodynaamiselle virtausmelulle että myös koneiston kapeakaistaisille komponenteille. Yleisesti tuulivoimalan melun taajuusjakauma on painottunut pientaajuisen 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 rytm. Likainen lavanpinta lisää rosoisuutta, mistä seuraa turbulenssin ja siten myös äänitason nousua. Pientaajuisen melun osuutta aerodynaamisessa melussa lisäävät tulovirtauksen turbulenssi-ilmiot, siipivirtauksen irtoamistilanteet (dynaaminen sakkkaus) sekä ilmakehän äänen leviämisihiöt (ilmamassan impedanssi etäisyyden kasvaessa). Aerodynaaminen melu voi myös aiheuttaa viheltävää ääntä esimerkiksi siipivaurioiden yhteydessä.



Kuva 1. Tuulivoimalan lavan suhahtavan äänen (amplitudimodulaatio) emittoituminen alhaalla olevaan kuuntelijaan nähden. /3/

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 /3/. Lisäksi voimalan lähtöäänitaso on suoraan tuulennopeudesta 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 > 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 voimaloiden melua, mutta peittoäänet vaihtelevat ajallisesti. Niiden voimakkuus on sitä parempi, mitä lähempänä peittoäänen taajuusjakauma on vastaavaa tuuliturbiinin äänijakaumaa /4/. 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./5/

Moderneissa tuulivoimalaitoksissa melun lähtöäänitasoa voidaan kontrolloida erillisellä optimointisäädöllä, jonka avulla kellonajan, tuulensuunnan ja tuulennopeuden mukaan säädetään lapakulmaa haluttuun pyörimisnopeuteen ja melutasoon. Tämä säätö vaikuttaa kuitenkin voimalan sen hetkiseen tuotantotehoon.

2 LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Lähtötiedot on koottu tilaajan lähettämästä aineistosta, digitaaliaineistosta sekä kirjallisuudesta.

2.1 Digitaalikartta-aineisto

Melumallinnus on suoritettu digitaalikartalle, jonka topografian korkeusväli on 2,5 m. Kartassa on kuvattu voimaloiden lisäksi maaston muodot, tiet, rakennusten paikkatiedot, niiden käyttötarkoitus sekä topografinen vesiraja.

2.2 Mallinnetut turbiinityypit

Mallinnuksessa käytettiin yhtä turbiinityyppiä, jonka oletetaan vastaavan 3.3 MW voimalan äänitehotasoa. Tuulipuiston toteutusvaihtoehtoja on yksi, joka sisältää neljäkymmentäyksi (41) voimalaa tornikorkeudella 160 m.

Voimaloiden äänitaajuusjakauma terssikaistalla (1/3 oktaavikaistalla) on saatu käyttäen valmistajan antamaa melupäästön takuuarvoa L_{WA} . Voimalalle ei ole annettu takuuna melun merkityksellisiä kapeakaistaisia ominaisuuksia (jossa toonin kuuluvuus ΔL_a olisi > +4dB). Alla on esitetty mallinnuksessa käytetyn voimalamallin oktaavikaistan painottamattomia taajuusarvoja.

Taulukko 1. Mallinnettujen tuulivoimalaitosten äänitehotaso, L_{WA} [dB]

Voimalatyyppi	Oktaavikaistat, Hz									
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L_{WA}
V126, 3.3 MW, L_w [dB]	113	111	108	107	107	104	99	94	82	108.5

2.3

Mallinnus ja laskentaparametrit

Melun leviäminen maastoon on havainnollistettu käyttäen tietokoneavusteista melulaskentaohjelmistoa SoundPlan v.7.3, missä äänilähteestä lähtevä ääniaalto lasketaan digitaaliseen karttapohjaan äänenpaineeksi immissio- eli vastaanottopisteessä ray-tracing -menetelmällä. Mallissa otetaan huomioon äänen geometrinen leviämismuutos, maaston korkeuserot, rakennukset sekä maanpinnan ja ilmakehän melun vaimennusvaikutukset. Mallinnus piirtää keskiäänitasokäyrät 5 dB välein valituilla lähtöarvoparametreilla. Ne on esitetty taulukossa 2 ja ne vastaavat ympäristöministeriön tuulivoimahankkeiden mallinnusohjetta YM OH 2/2014 /2/. Laskennan epävarmuus on nyt sisällytetty voimalan äänen melupäästöarvoon, sillä laskennassa on hyödynnetty valmistajan marginaalin sisältävää takuuarvoa.

Mallinnusohjeen mukaan kumpuilevassa maastossa yli 60 m korkeuserot tuulivoimalan ja immissiopisteiden maanpinnan korkeuden välillä 3 km säteellä voimalasta katsotaan sellaiseksi, että sillä olisi vaikutusta laskentaparametreihin. Korkeuserojen tarkastelun perusteella korkeuserot suunnittelualueella jäävät selvästi tätä pienemmäksi, eikä +2 dB:n äänipäästökorjausta ole siitä syystä tarpeen tehdä.

Taulukko 2. Laskentamallien parametrit

Lähtötieto	Melumallin laskentaparametrit
Mallinnuslogiikka	Ylärajamallinnus, YM OH 2/2014 /1/
Voimaloiden lukumäärä ja äänilähdetyyppi	41 kpl, pistelähde
Äänilähteen korkeus	Relatiivinen korkeus (maanpinnasta laskettuna) 160 m
Mallinnusalgoritmit	Peruslaskennat: Teollisuusmelun laskentamalli ISO 9613-2 Pientaajuisen melun laskenta: DSO 1284
Sääolosuhteet	Ilman lämpötila 15 °C, ilmanpaine 101,325 kPa, ilman suhteellinen kosteus 70 prosenttia
Laskentaverkko	Laskentapistettä viisi kertaa viiden metrin välein laskentaverkolla neljän (4) metrin korkeudella seuraten maanpintaa
Maanpinnan akustinen kovuus	ISO 9613-2, G = 0.4 maa-alueet, G = 0 vesialueet sekä laajat kallioalueet
Jaksollisuus, amplitudimodulaatio	Ei huomioida (kuten YM OH 2/2014), lähtöoletuksena alle 20%:n modulaatioaste
Kapeakaistaisuus	Ei huomioida, $\Delta L_a < +4$ dB immissiopisteissä

2.4 Vertailuohjearvot

Valtioneuvosto on antanut päätöksen melutason ohjearvoista (VNP 993/92) meluhaittojen ehkäisemiseksi ja ympäristön viihtyvyyden turvaamiseksi. Sen mukaan asumiseen käytettävillä alueilla, virkistysalueilla taajamissa ja taajamien välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevilla alueilla melutaso ei saa ylittää ulkona melun A-painotetun ekvivalenttitason (LAeq) päiväohjearvoa (klo 7-22) 55 dB ja yöohjearvoa (klo 22-7) 50 dB. Loma-asumiseen käytettävillä alueilla A-painotetun keskiäänitason LAeq ohjearvot ovat 45 dB(A) päivällä sekä 40 dB(A) yöllä.

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

Jos melu on luonteeltaan iskumaista tai kapeakaistaista, mittaus- tai laskentatulokseen lisätään 5 dB ennen sen vertaamista edellä mainittuihin ohjearvoihin.

Lisäksi ympäristöministeriö on esittänyt tuulivoiman suunnitteludokumentissa tuulipuistoja koskeviksi suositusohjearvoiksi seuraavan taulukon arvoja /2/.

Taulukko 3. Tuulivoimarakentamisen suunnittelun ohjearvot, YM 2012 /2/

Tuulivoimarakentamisen ulkomelutason suunnitteluohjearvot	LAeq päivä-ajalle (klo 7–22)	LAeq yöajalle (klo 22–7)	Huomautukset
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	* yöarvoa ei sovelleta luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä
muilla alueilla	ei sovelleta	ei sovelleta	

Luonnonsuojelualueiden osalta VNp 993/1992 perustelumuiistiossa todetaan että ohjearvojen ei tarvitse alittaa koko ls-alueella.

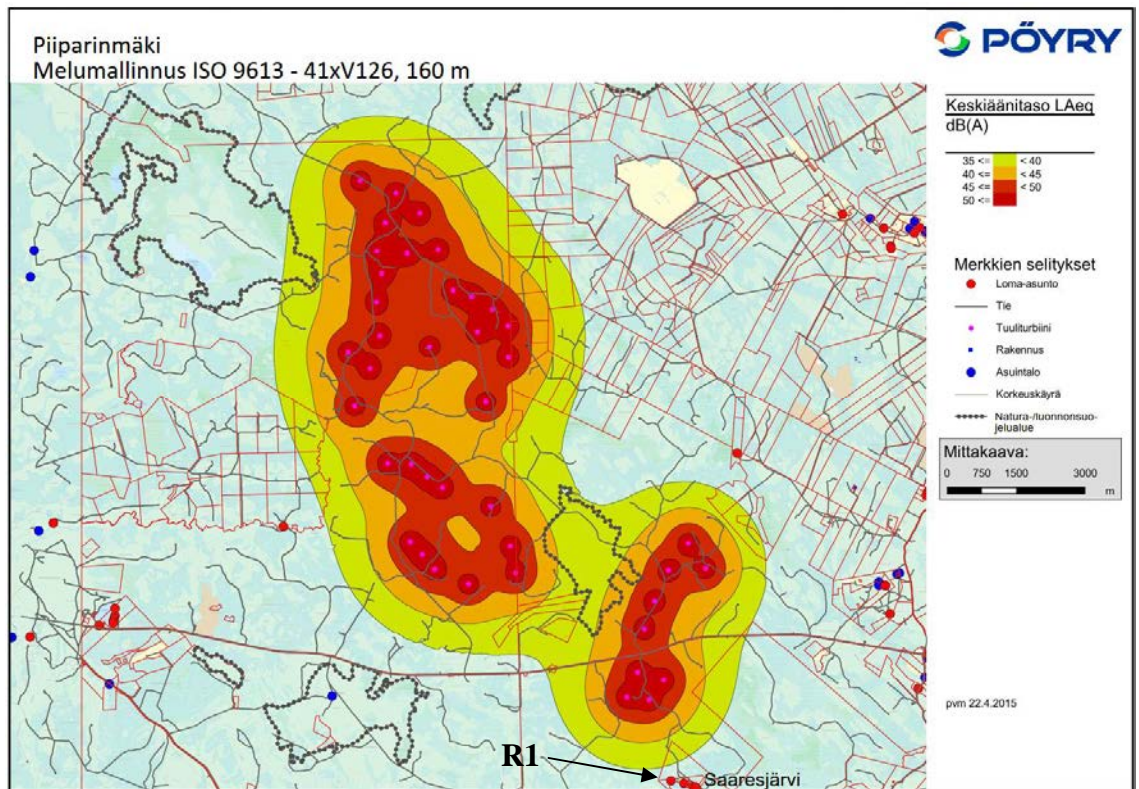
Ulkomelun suunnitteluarvojen lisäksi asuntojen sisätiloissa käytetään terveydensuojelulain (763/94) sisältövaatimuksiin pohjautuen asumisterveysohjeen taajuuspainottamattomia tunnin keskiäänitasoon Leq,1 h perustuvia pienitaajuisten melun ohjearvoja.

3 LASKENTATULOKSET

3.1 Ylärajatarkastelu

Topografiakartalle laskettu melun leviäminen esitetään värillisillä käyrillä osayleiskaavaluonnoksen mukaiselle tuulivoimapuistosuunnitelmalle alla olevassa kartassa. Alueella ei ole melun yhteisvaikutuksia muiden tuulivoimahankkeiden kanssa.

Mallinnettu tuulivoimapuistosuunnitelma sisältää 41 kpl 3.3 MW:n voimalaa kaavasuunnitelman mukaisilla paikoilla.



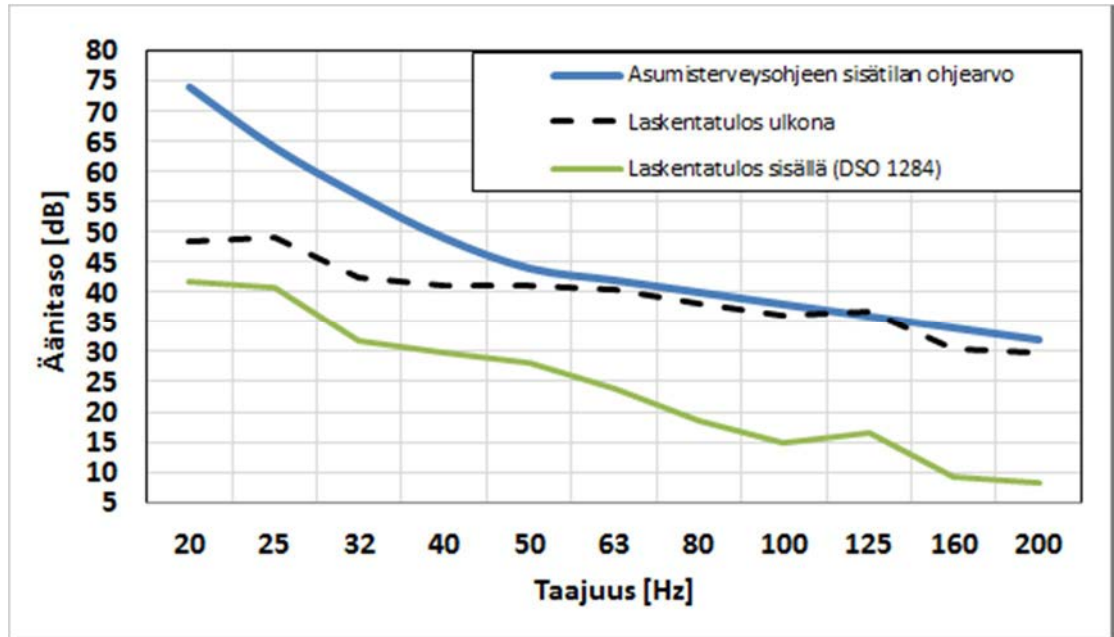
Kuva 2. Melun leviäminen Vestas V126 3,3 MW:n voimalatyypillä, ylärajatarkastelu

Laskennan mukaan 41 x Vestas V126 3.3MW:n tuulivoimalavaihtoehdolla laskettu keskiäänitason LAeq 40 dB(A) (yöajan suunnitteluohjearvo asuinkiinteistöjen osalta) ei ylitä yhtenkään nykyisen asuinkiinteistön kohdalla. Yöajan tuulivoiman suunnitteluohjearvo 35 dB(A) loma-asuinalueille ei myöskään ylitä yksittäisten loma-asuinkiinteistöjen luona. Lähimmän loma-asuinkiinteistön kohdalla, joka on karttaan merkitty nuolella ”R1”, laskennallinen keskiäänitaso on alle 33 dB(A).

Törmäsenrimpi-Kolkannevan ja Pöntönsuon Natura-alueilla voidaan ylittää 40 dB(A):n keskiäänitaso mallinnuksen mukaisessa ylärajatilanteessa. Alueita ei yleisesti käytetä yöaikaan tapahtuvaan luonnon tarkkailuun. Alueilla ei Metsähallituksen Retkikartta.fi – palvelun mukaan ole reitistöjä tai rakenteita (laavuja, nuotiopaikkoja tms.). Näin ollen kohteet eivät ole suosittuja retkeilykohteita. Luonnonsuojelualueiden osalta VNp 993/1992 perustelumuiotiossa todetaan, että ohjearvojen ei tarvitse alittua koko ls-alueella.

3.2 Pientaajuinen melu

Voimalaitosten pientaajuinen melu laskettiin käyttäen laitevalmistajan (Vestas) painottamattomia äänitehotason 1/3 oktaavikaistatietoja Pöyryn kehittämällä ohjelmalla ohjeen DSO 1284 laskentaruutiinin mukaisesti /1/, /2/, /6/. Tulokuvaaja lähimmissä loma-asuinkohteen ”R1” luona on esitetty alla.



Kuva 3. Pientaajuisen melun taso lähimmän loma-asuinrakennuksen R1 ulkopuolella hankevaihtoehdossa Vestas V126 3.3MW YM OH 2/2014 mukaan laskettuna

Ilman rakennuksen vaipan ilmaäänien eristävyyttä pientaajuinen melu voi kuulua ulkona kohteessa R1 alkaen taajuudesta ≈ 125 Hz ja riippuen peittomelun tasosta. Kohteen ilmaäänieristävyyttä ei kuitenkaan tunneta. Iin Olhavassa mitattiin normaalin kesämökin ilmaäänien eristävyyttä v. 2013. Mökki on pyöröhirrestä paikalla veistetty yhden huoneen mökki ilman lisä-äänieristeitä; sen ilmaäänien eristävyys oli 12-26 dB taajuusvälillä 20-200 Hz /9/, jolloin voidaan todeta, että tämän asuinkiinteistön sisämelutaso alittuu jo varsin kevyellä seinärakenteella, sillä taajuudella 125 Hz eroa ohjearvoon on vain noin 1 dB. A-painotettu keskiäänitaso $L_{Aeq,20-200Hz}$ taajuusvälillä 20-200Hz on < 26 dB.

4 MELUVAIKUTUKSET

4.1 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 riippuu hyvin pitkälti säätilasta. Sen 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 kärkivälin merkittävän pituuden vuoksi, mistä syystä modulaation erottuminen voi kohdistua enemmän vain kovemmille tuulenopeuksille. Tällöin etenkin aerodynaaminen melu voi kuulostaa matalataajuiselta lentomelulta ("kuminaa"), jolla on jatkuvasti vaihteleva, mutta yleisesti varsin matala äänitaso.

4.2 Haitallisten vaikutusten ehkäiseminen ja lieventäminen

Meluvaikutuksien laajuuteen voidaan vaikuttaa voimalaitostyyppin valinnalla. Lisäksi tuulivoimalaitoksia on mahdollista ajaa meluoptimoidulla ajolla, jolloin esimerkiksi roottorin pyörimisnopeutta rajoitetaan kovemmillä tuulennopeuksilla siiven lapakulmaa säätämällä. Säätoparametreiksi voidaan tyypillisesti valita tuulennopeus, -suunta ja kellonaika. Meluoptimoitu ajo rajoittaa vastaavasti voimalan äänen tuottoa eli äänitehotasoa. Muuta merkittävää meluntorjuntaa ei voida suorittaa, ellei voimalaa pysäytetä kokonaan. Esimerkiksi tässä selvityksessä käytettyjen turbiinivalmistajien meluoptimointiajo vähentää äänitasoa korkeimmassa taatussa äänitasossa noin 2-6 dB yhden voimalan osalta.

4.3 Vaikutusten seuranta

Rakentamisen jälkeen meluvaikutuksia voidaan seurata mittauksin, joista ohjeistetaan myös ympäristöministeriön oppaissa YM OH 3-4/2014 /7/, /8/. Mittauksin voidaan varsin luotettavasti todeta melutasot ja melun luonne sekä verrata mallinnettuihin tasoihin ja suunnittelun ohjearvoihin.

5 YHTEENVETO

Osayleiskaava-alueen mukaisen tuulivoimapuistosuunnitelman melun leviämisyöhykkeet on mallinnettu tietokoneavusteisesti yhdelle voimalatyypille digitaaliskartta-aineistoon noudattaen tuulivoimamelun mallinnusohjeita YM OH 2/2012 /2/.

Ylärajatarkasteluun perustuvan laskentatulosten mukaan yhden voimalamallin (Vestas V126, 3.3MW) takuarvoilla laskettu 40 dB(A) keskiäänitaso asuinrakennuksille ei ylitä hankesuunnitelman vaihtoehdossa. Myöskään 35 dB(A) meluvyöhyke ei ulotu lähimmälle loma-asuinkohteelle asti, missä laskentatulos on alle 34 dB(A). Meluvaikutuksia voidaan edelleen lieventää valitsemalla toteutukseen voimalatyyppi, jonka lähtömelutaso on laskennassa käytettyä pienempi.

Pientaajuinen melu voi olla kuuluvaa ulkotiloissa alkaen taajuudesta ≈ 125 Hz ja A-painotetun keskiäänitason $L_{Aeq,20-200\text{Hz}}$ on alle 26 dB. Ilmaäänieristyksen on oltava vain noin 1 dB taajuudella 125 Hz, jotta asumisterveysohjeen sisämelun ohjearvot alittuvat. Mittausten perusteella ko. ilmaäänieristävyys voidaan saavuttaa siten jo kevyellä seinärakenteella.

Törmäsenrimpi-Kolkannevan ja Pöntönsuon Natura-alueilla voidaan ylittää 40 dB(A):n keskiäänitaso mallinnuksen mukaisessa ylärajatilanteessa. Alueita ei yleisesti käytetä yöaikaan tapahtuvaan luonnon tarkkailuun. Alueilla ei Metsähallituksen Retkikartta.fi – palvelun mukaan ole reitistöjä tai rakenteita (laavuja, nuotiopaikkoja tms.). Näin ollen kohteet eivät ole suosittuja retkeilykohteita. Luonnonsuojelualueiden osalta VNp 993/1992 perustelumuiotiossa todetaan, että ohjearvojen ei tarvitse alittua koko l-alueella.

Tuulivoimalaitosten melu voi muuttaa alueen äänimaisemaa, mutta muutokset vaihtelevat ajallisesti ja paikallisesti tuulisuuden ja sään mukaan. Ajallisesti suurin muutos voidaan havaita melulle altistuvien kohteiden luona tilastollisen myötätuulen puolella eli hankealueen pohjois- ja itäosissa.

Pöyry Finland Oy, Energia



Markku Tuomenoja

Johtaja,
Energiaprojektit ja mittauspalvelut



Carlo Di Napoli

Johtava asiantuntija,
teollisuusmelu

VIITTEET

- /1/ Ympäristöhallinnon ohjeita OH 2/2014. Ympäristöministeriö, Helsinki 2014.
- /2/ Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita YM OH 4/2012. Helsinki 2012.
- /3/ Oerlemans, S. Schepers, J.G. "Prediction of wind turbine noise directivity and swish", *Proc. 3rd Int. conference on wind turbine noise*, Aalborg, Denmark, (2009)
- /4/ Nelson, D.A. Perceived loudness of wind turbine noise in the presence of ambient sound
- /5/ G.P. van den Berg. The sound of high winds: the effect of atmospheric stability on wind turbine sound and microphone noise. Doctoral Thesis, University of Groningen, Holland, 2006.
- /6/ Statutory order of noise from wind turbines. Danish ministry of environment. Denmark, 2012.
- /7/ Ympäristöhallinnon ohjeita OH 3/2014. Ympäristöministeriö, Helsinki 2014.
- /8/ Ympäristöhallinnon ohjeita OH 4/2014. Ympäristöministeriö, Helsinki 2014.
- /9/ Yli-Kätkä, V-M. Tuulivoimalamelun mittaus ja mallinnus. Diplomityö. Aalto Yliopisto, Sähkötekniikan korkeakoulu, Espoo 2013.
(https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/12005/master_Yli-K%C3%A4tk%C3%A4_Veli-Matti_2013.pdf?sequence=1)

Liite 1. Melumallinnuskartta, 41 x Vestas V126, 3.3 MW

