

Tilaaaja:  
Antti Tuomala  
Koskustentie 900  
16300 Orimattila

## ASiantuntijalausunto Orimattilan kaupungin kuivannon alueelle suunnitellun tuulivoimahankkeen melumallinnuksesta

### Johdanto

Orimattilan kaupungin Kuivannon alueelle on suunniteltu kolmen tuulivoimalan tuulivoima-alueita. Tuulivoima-alueen toiminnanaikaisia meluvaikutuksia on ennakoitu Ramboll Finland Oy:n (jatkossa Ramboll) laatimassa, 22.11.2023 päivätyssä melumallinnusraportissa "Kuivannon tuulivoimahanke. Melumallinnus" [1]. Raportin mukaan "Melumallinnukset tehtiin Nordex N163/5.XMW laitosmallilla" [1, s. 4]. Samalla raportin sivulla todetaan kuitenkin: "Melutasot mallinnettiin käyttäen tilaajan toimittaman voimalaitoksen Vestas V172-6.8MW -serrated trailing edge -mallille annettuja lähtöarvoja" [1, s. 4]. Melumallinnus on raportin mukaan tehty voimalan napakorkeudella 180 metriä ja mallinnuksessa on raportin mukaan käytetty Vestaksen (ei siis suunnitellun voimalavalmistajan) kesäkuussa 2022 ilmoittamia melupäästön lähtöarvoja, joihin on lisätty ympäristöministeriön antaman lisäohjeistuksen [2] mukainen + 2 dB [1, s. 4]. Voimalatyyppin melupäästöarvona on mallinnuksessa siten ilmoitettu käytetyn äänitehotasoa 106,0 + 2,0 dB(A).

**Koska Kuivannon tuulivoima-alueen melumallinnuksessa käytetty tuulivoimalatyyppi on ilmeisesti tyyppiä, jota ei ole edes tarkoitus käyttää suunnitellun tuulivoima-alueen voimalatyyppinä, on melumallinnus jo tältä osin virheellinen, eikä sen mukaisilla tuloksilla voi perustella suunnitellun tuulivoima-alueen ennakoitua melutilannetta.**

Edellisestä päätelmästä huolimatta on allekirjoittanut tässä asiantuntijalausunnossa kuitenkin tuonut esiin eräitä periaatteellisia näkökulmia tuulivoima-alueiden suunnitteluun ja arvioinut edellä mainitun melumallinnuksen [1] asianmukaisuutta seuraavasti:

1. Esitetään joitain yleisiä periaatteita, joita tuulivoima-alueen suunnittelussa tulee huomioida ympäristöministeriön antaman tuulivoimarakentamisen yleisohjeistuksen [3] ja melumallinnusohjeistuksen [4] mukaan.
2. Tarkastellaan Kuivannon tuulivoima-alueen tuulivoimaloiden suunnitellun sijoittelun vaikutuksia niiden melupäästöön.
3. Tuodaan esiin joitain näkökulmia merkityksellisen sykinän vaikutuksista ja niiden huomioonottamisesta sekä oikeiden melupäästötietojen ja rakennusten äänen-eristysarvojen käytöstä rakennusten sisätiloihin syntyvän pienitaajuisen melun arvioinnissa.

## Eräitä yleisiä huomioita tuulivoima-alueiden melusuunnittelusta sekä laaditun Kuivannon melumallinnuksen virheistä

Kun tuulivoima-alueen melusuunnittelua tehdään ennen rakennuslupavaihetta, ei tiedossa ole välttämättä lopullinen, rakennusluvassa ilmoitettava tuulivoimalatyyppi. Melumallinnus tulee tuulivoimamelun mallinnusohjeistuksen [4] ja tuulivoimameluasetuksen [5] mukaan tehdä tuulivoimalan melupäästön takuuarvolla, jolloin mallinnustuloksessa on 95 %:n varmuus mahdolliseen rakentamisen jälkeiseen melupäästön mittaamalla tapahtuvaan todentamiseen nähden. **Tuulivoimalatyyppin melupäästön takuuarvon käyttäminen melumallinnuksessa ei kuitenkaan ota huomioon mallinnuksen kaikkia epävarmuustekijöitä, vaan äänen etenemisen epävarmuus tulee mallinnuksessa huomioida tuulivoimalatyyppin melupäästön epävarmuuden lisäksi.**

Melumallinnusohjeen mukaan [4, s. 9, korostus lihavoimalla HN]: ”Melumallinnustarkastelu perustuu tuulivoimaloiden melupäästön ylärajatarkasteluun. Suunniteltujen tuulivoimaloiden melupäästölle käytetään valmistajan ilmoittamaa takuuarvoa. **Melupäästön takuuarvoon sisällytetään koko laskennan epävarmuus**, jolloin äänen etenemislaskennassa voidaan käyttää standardiin ISO 9613-2 perustuvia vakioituja etenemiseen liittyviä sää- ja ympäristöolosuhdearvoja. Voimalatyyppin melupäästön takuuarvon lisäksi melumallinnuksessa käytettävässä melupäästön ”takuuarvossa” on siis huomioitava myös mallinnusmenetelmän epävarmuus.

Kuivannon tuulivoima-alueen melumallinnuksessa käytetyn voimalatyyppin tehoksi on ilmoitettu 6,8 MW, voimaloiden napakorkeudeksi 180 m ja roottorin halkaisijaksi mallinnuksessa käytetyllä voimalatyyppillä 172 m [1, s. 4]. Tuulivoimalatyyppin melupäästöksi on melumallinnuksessa ilmoitettu 106,0 dB(A) ja tähän on ilmoitettu lisätyn ”varmuuslisänä” 2,0 dB [1, s. 4]. Ympäristöministeriön ohjeistuksen [2] mukaisesti tapauksessa, jossa tuulivoimalavalmistajan ilmoittama melupäästöarvo ei ole standardin IEC TS 61400-14 [6] mukainen takuuarvo, on ”takuuarvon” saamiseksi käytettävä lisäyksenä + 2 dB. Melumallinnuksen muuta epävarmuutta ei ole kuitenkaan huomioitu mallinnuksessa käytetyssä melupäästön ”takuuarvossa”, joten melumallinnus ei tämän puutteen takia täytä kaikkia Ympäristöministeriön ohjeen 2 | 2014 [4] vaatimuksia.

Samaa + 2,0 dB:n lisäystä on käytetty myös tuulivoimalatyyppin pienitaajuisessa (20 – 200 Hz) melupäästössä laskettaessa rakennusten sisätiloihin syntyviä melutasoja [1, s. 4]. Tämä voimalatyyppin pienitaajuisen melupäästöön tehty lisäys takuuarvon saamiseksi on kuitenkin aivan liian pieni todellisen takuuarvon saamiseksi. Esimerkiksi yleisimmin koneiden ja laitteiden melupäästön määrittämiseen käytetyssä standardissa ISO 3744:2010(E) [7, s. 29] ilmoitetaan taajuusalueella 100 – 160 Hz mittausten uusittavuuden keskihajonnaksi 3,0 dB ja kun varmuusluvaksi halutaan tuulivoimalan melupäästöltä edellytetty 95 %:n varmuus, tulee epävarmuudeksi  $1,65 \times 3,0 \text{ dB} = 4,95 \text{ dB}$ . Alle 100 Hz:n taajuuksille ei ISO 3744:2010(E) standardissa anneta epävarmuuksia lainkaan, joten + 2,0 dB:n lisäys tuulivoimalatyyppin pienitaajuisen, terssikaistoittaiseen melupäästöön terssikaistaisen melupäästön takuuarvon saamiseksi on täysin epäluotettava ja kestämaton ratkaisu. On selvää, että alle 100 Hz:n taajuuksilla 95 %:n varmuus tuulivoimalatyyppin melupäästössä edellyttäisi vähintään + 5 dB:n lisäystä keskiäänitasoon, todennäköisimmin lisäyksen pitäisi olla vielä olennaisesti suurempi, luokkaa 7 ... 8 dB.

## Kuivannon suunnitellun tuulivoima-alueen tuulivoimaloiden sijaintien meluvaikutuksista

Tuulivoimaloiden keskinäinen sijainti tuulivoima-alueella vaikuttaa olennaisesti voimaloiden melupäästön suuruuteen. Suomalaisessa tuulivoimarakentamisen yleisohjeistuksessa [3] tai tuulivoimaloiden melumallinnusohjeessa [4] ei kuitenkaan ole yksityiskohtaista ohjeistusta siitä, miten etäälle toisistaan tuulivoimalat tulee sijoittaa tuulivoima-alueen sisällä, jotta keskinäisvaikutusta ei esiintyisi. Ainoa maininta ympäristöministeriön julkaisemassa tuulivoimarakentamisen päivitetyssä suunnitteluoppaassa [3] on sivun 6 maininta isojen tuulivoimaloiden sijoitusetäisyyksistä (suora lainaus):

”Tuulivoimaloiden sijoitusetäisyys toisiinsa nähden on useita satoja metrejä muun muassa roottorin koosta, voimaloiden lukumäärästä ja sijoituskuviosta riippuen. Isojen tuulivoimaloiden luokkaan kuuluvien voimaloiden (3-5 megawattia) välillä sijoitusetäisyydet vaihtelevat tavallisesti 400-1000 metrin välillä.”

On kuitenkin huomattava, että ohjeessa minimiksi mainittu 400 metriä on aivan liian lyhyt välimatka kahden suuren tuulivoimalan väliseksi etäisyydeksi. Suomen tuulivoimayhdistys suosittelee kahden tuulivoimalan väliseksi etäisyydeksi vähintään viisi kertaa roottorin halkaisija (lavan kärjestä viereisen lavan kärkeen) [8, suora lainaus]:

”Tuulivoimalan lapojen pyöriminen aiheuttaa ilman virtaukseen häiriön, jota voitaisiin verrata esim. moottoriveneen tai laivan aiheuttamaan peräaalokkoon. Tästä johtuen tuulivoimaloita ei tule sijoittaa tuulipuistossa liian lähelle toisiaan. Koska tuulen suunta vaihtelee, on joka suunnassa jätettävä riittävästi tilaa tuulivoimaloiden väliin tuotantohäviöiden ja liiallisten kuormitusten välttämiseksi. Harvinaisemmissa tuulensuunnissa voi välimatka olla hieman pienempi.

Nyrkkisääntönä tulisi yksittäisten voimaloiden väliin jättää vähintään noin viisi kertaa roottorin halkaisijan verran tilaa, eli yhden lavan kärjestä vastakkaisen lavan kärkeen. Hyvin suurissa tuulipuistoissa etäisyyksien on oltava suuremmat. Vastaavasti yhdessä rivissä tai kaaressa sijaitsevat tai hyvin pienen ryhmän muodostavat voimalat voivat olla lähempänä toisiaan.”

Viisi kertaa roottorin halkaisija on eräiden maiden ohjeistus ja Suomen tuuliolosuhteet huomioon ottaen kuitenkin myös liian lyhyt välimatka kahden suuren tuulivoimalan välillä. Australiassa New South Walesin osavaltion tuulivoimarakentamisen oppaassa [9, s. 53] on jo vuonna 2002 ohjeistettu, että tuulen suuntaan nähden rinnakkaisissa tuulivoimaloissa välimatkan pitää olla vähintään 5 x roottorin halkaisija lavan kärjestä lavan kärkeen ja tuulen suuntaan peräkkäisissä voimaloissa 8 x roottorin halkaisija. **Suomen tuuliolosuhteissa, joissa tuulen suunta vaihtelee 360 astetta, tulisi edellä mainitun australialaisen ohjeen mukaan kaikissa tapauksissa noudattaa tuulivoimaloiden välisenä minimietäisyytenä siten kahdeksan kertaa roottorin halkaisija.**

Suomen tuulivoimayhdistys perustelee voimaloiden välistä riittävää välimatkaa ”tuotantohäviöiden ja liiallisten kuormitusten välttämiseksi”. Syynä ”tuotantohäviöihin ja liialliseen kuormitukseen” on tuulen yläpuolella olevan tuulivoimalan synnyttämän jättöpyörteen vaikutus tuulen alapuolella olevaan voimalaan. Tuotantohäviön ja kohonneen kuormituksen lisäksi tuulen alapuolella olevan tuulivoimalan toiminta turbulentsissa tuuli-

kentässä (jättöpyörrekentässä) kohottaa tuulivoimalan melupäästöä, jolloin melumallinnuksessa käytetty tuulivoimalatyyppin melupäästö ylittyy erityisesti pienillä taajuuksilla. Melupäästön kohoamista kahdessa erilaisessa turbulenssitilanteessa on tutkittu mm. Tanskassa [10], ja tärkein johtopäätös melupäästön suhteen on se, että (käännös HN) ”kun tarkastellaan melupäästöä alavirrassa, jättöpyörre saa aikaan merkittävän nousun (alavirran) voimalan synnyttämän melun pienitaajuisessa osassa ja merkittävin vaikutus tähän on turbulenssilla tulovirtauksella”.

Kuivannon suunnitellun tuulivoima-alueen voimaloiden keskinäisvaikutuksia on arvioitu Taulukon 1 sijaintitietojen perusteella. Taulukossa on esitetty tuulivoima-alueelle suunniteltujen tuulivoimaloiden x- ja y-koordinaatit lännestä itään sekä tornien välinen etäisyys metreissä ja etäisyys suhteutettuna melumallinnuksessa käytetyn voimalatyyppin roottorin halkaisijaan (172 m). Kuvassa 1 on esitetty suunniteltujen voimaloiden sijainti ympäröivään pysyvään ja loma-asutukseen nähden [1, numeroimattoman liitesivun karttakuva].

*Taulukko 1. Kuivannon suunnitellun tuulivoima-alueen tuulivoimalaparien tornien välinen etäisyys ja etäisyys suhteutettuna voimaloiden roottorin halkaisijaan ( $d_r$ ) 172 m. Voimalatyyppi Vestas V172-6.8MW [1, s.4].*

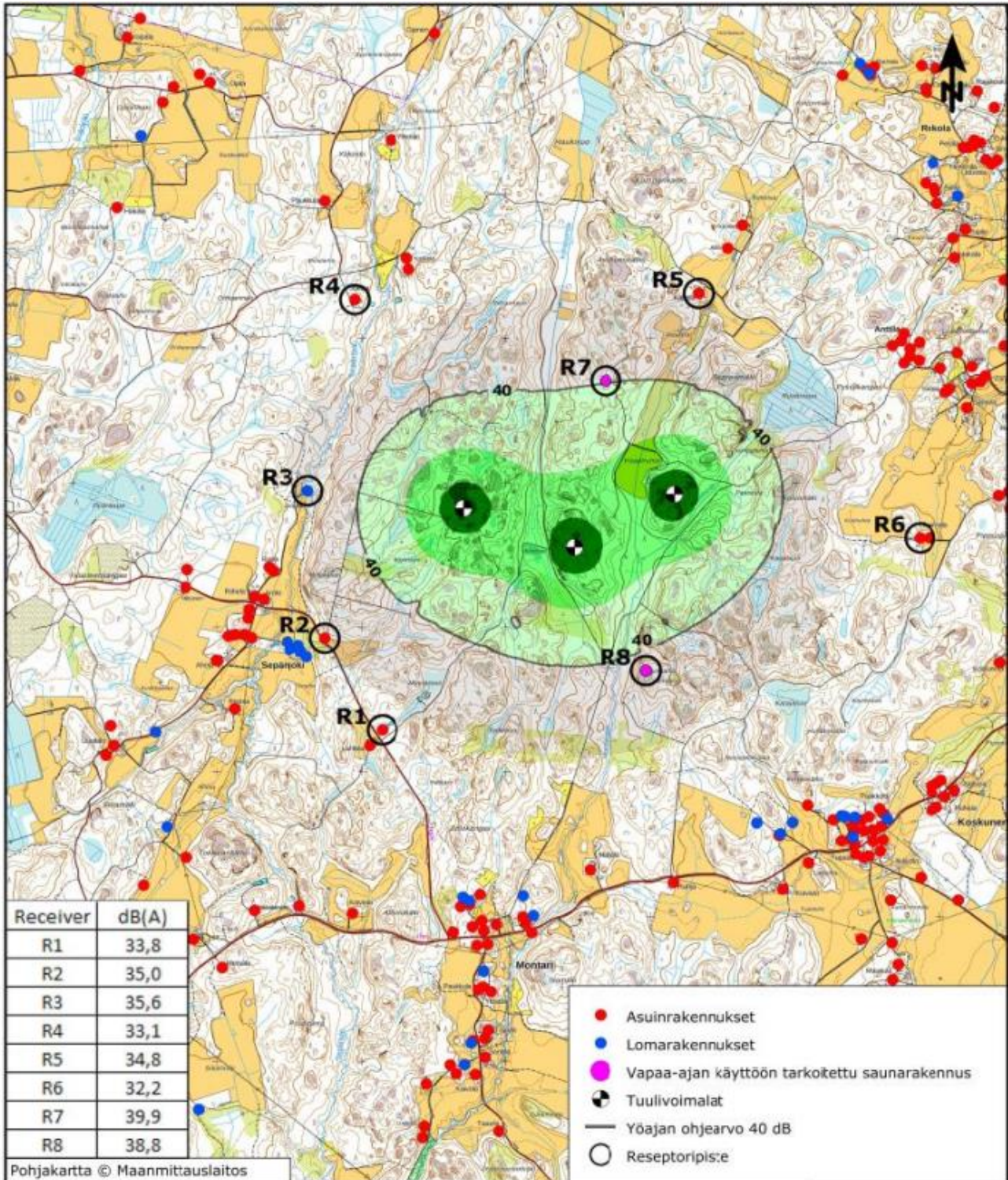
Tuulivoimalan 1 koordinaatit ja etäisyys muista voimaloista, $d_d$				Tuulivoimalan 2 koordinaatit ja etäisyys muista voimaloista, $d_d$				Tuulivoimalan 3 koordinaatit ja etäisyys muista voimaloista, $d_d$			
x (IP)	y (PL)	$d_d$ (m)	$d_d / d_r$	x (IP)	y (PL)	$d_d$ (m)	$d_d / d_r$	x (IP)	y (PL)	$d_d$ (m)	$d_d / d_r$
441704	6747822	0	-	442474	6747552	816	4,7	443162	6747919	1461	8,5
441704	6747822	816	4,7	442474	6747552	0	-	443162	6747919	780	4,5
441704	6747822	1461	8,5	442474	6747552	780	4,5	443162	6747919	0	-

Kuten Taulukon 1 tiedoista voidaan päätellä suunnitellulle tuulivoimala-alueelle ei voi sijoittaa kolmea mallinnuksessa käytetyn kokoista tuulivoimalaa, koska ne tulisivat sijaitsemaan liian lähellä toisiaan olipa tuulen suunta mikä tahansa. Roottorin halkaisijaan suhteutettu tornien välinen etäisyys olisi kaikissa tapauksissa alle viisi kertaa roottorin halkaisija kunkin voimalan roottorin lavan kärjestä viereisen voimalan lavan kärkeen myös, jos roottorin halkaisija olisi 163 m eli voimalan Nordex N163/5.XMW -tyyppinen.

Kaikilla tuulensuunnilla liian lähelle toisiaan sijoitetut tuulivoimalaparit aiheuttavat eri reseptoripisteisiin ennakoimattoman voimakkaan pienitaajuisen melun sijaitessaan lähempänä toisiaan kuin viisi kertaa roottorin halkaisija, kun voimaloiden välinen etäisyys määritellään roottorin lavan kärjestä viereisen roottorin lavan kärkeen. **Erityisesti on huomattava, että idän tai lännen puoleisen tuulen vallitessa tuulen yläpuolella sijaitsevan voimalan jättöpyörteellä on hyvin merkittävä kohottava vaikutus tuulen alapuolella toimivan voimalan melupäästöön.**

**Kuvassa 1 esitetyt melualueet eivät siten edusta Vestas V172-6.2MW tyyppin tai edes Nordex N163/5.XMW tyyppin voimaloiden melumallinnuksen ”oikeaa” tulosta, koska tuulivoimalat on sijoitettu liian lähelle toisiaan tuulivoima-alueessa puhumattakaan,**

että ne edustaisivat jonkun muun roottorihalkaisijaltaan suuremman tuulivoimala-tyypin melualueita.



Kuva 1. Kuivannon kolmen voimalan suunniteltu tuulivoima-alue Rambollin melumallinnuksessa [1, s. 5]. Mallinnuksessa käytetty tuulivoimalatyyppi Vestas V172- 6.8MW.

**Erityisesti reseptoripisteet R1, R2, R3 ja R6 sekä tuulivoima-alueen lännen ja idän puoleiset asuin- ja lomarakennukset tulisivat altistumaan Kuivannon voimaloiden ennakoimattoman voimakkaalle pienitaajuiselle melulle, kun tuulen suunta on idän tai lännen suunnista.**

**Tätä pienitaajuisista, rakennusten sisätiloihin voimakkaimmin etenevää melukomponenttia ei voida ennakoida luotettavasti Rambollin laatimassa melumallinnuksessa [1], koska yksittäisten tuulivoimalaparien välinen etäisyys on liian pieni, jotta tuulen yläpuolella olevan voimalan jättöpyörteen vaikutus tuulen alapuolella olevan voimalan melupäästöön ei vaikuttaisi melupäästöä kohottavasti.**

**Vastaavasti tuulivoima-alueen etelänpuoleinen reseptoripiste R8 ja tuulivoima-alueen etelänpuoleiset asuin- ja lomarakennukset tulisivat altistumaan Kuivannon voimaloiden ennakoimattoman voimakkaalle pienitaajuiselle melulle, kun tuulen suunta on ja pohjoisen puolelta.**

## **Tuulivoimalan merkityksellisen sykinnän ja inversion vaikutus**

Melumallinnuksessa [1] on jätetty myös kokonaan tarkastelematta merkityksellisen sykinnän ja inversion vaikutukset melutasoihin ja melun häiritsevyyttä lisäävinä tekijöinä. Tuulivoimalan synnyttämän melun sykintä on voimakkainta ilta- ja yöaikaan tietyissä sääolosuhteissa (ns. stabiili alailmakehä). Ruotsissa tehtyjen pitkäaikaismittausten mukaan merkityksellistä sykintää esiintyy noin 20 – 30 % tuulivoimaloiden vuotuisesta toiminta-ajasta sopivissa sääolosuhteissa [11]. Voimakkainta ja useimmiten esiintyvää sykintä on kevättalvella, syksyllä ja syystalvella, jolloin auringon säteilykulman muutos ilta- ja yöaikaan on suurimmillaan.

Edellä mainittuina vuotuisina ajankohtina kirkkaan, aurinkoisen päivän jälkeen tuuli tyyntyy lähellä maanpintaa, kun auringon säteilykulma on pieni (alkaen tunti ennen auringonlaskua) ja yöaikaan auringon ollessa horisontin alapuolella. Tuuli on kuitenkin voimakasta tuulivoimalan napakorkeudella ja sen yläpuolella, joten tuulivoimalan kuhunkin lapaan kohdistuu voimakkaasti vaihteleva voima lavan yhden kierroksen aikana. Lavan yläasennossa voimakas tuuli taivuttaa lapa voimakkaasti, lavan ala-asennossa lapa suoristuu tuulen tyyntyneenä lähellä maanpintaa. Tuulivoimalan meluun syntyy voimakas sykkivä komponentti eli melutaso vaihtelee roottorin yhden kierroksen aikana sykintätaajuudella, joka on kolme kertaa roottorin kierrosluku (= lapataajuus). Sykinnän vaikutuksesta myös melutaso kohoaa ja yhdessä melun sykkivän luonteen kanssa muuttuu häiritseväksi ja terveydelle haitalliseksi ainakin tuulivoima-alueella lähimmissä asuinrakennuksissa muun muassa estäessään nukahtamista ja aiheuttaen heräämisiä yöaikaan.

Vaikka ympäristöministeriön melumallinnusohjeessa 2 | 2014 [4], valtioneuvoston asetuksessa tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista [5] tai sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa asunnon terveydellisistä olosuhteista [12] ei ole yksityiskohtaista ohjeistusta merkityksellisen sykinnän huomioimisesta, on Vaasan hallinto-oikeus päätöksessään 17/0235/2 (29.06.2017) [13] todennut Huittisten kunnan alueelle

rakennetun tuulivoima-alueen ympäristölupaa koskevasta hallintopakkopäätöksestä mm.: ”Asiassa saatavilla olleiden melumallinnus- ja mittaustietojen perusteella oli epävarmaa, alittuivatko tuulivoimaloiden ulkomelutasosta annetun asetuksen keskiäänitason yöajan ohjearvot, kun mitattuja keskiäänitasoja ohjearvoihin verrattaessa otettiin huomioon melun luonteessa havaittu merkityksellinen sykintä. Vaikka merkityksellistä sykintää ei tuulivoima-asetuksen mukaan otettu huomioon verrattaessa mittauksen tuloksia ohjearvoihin, oli toiminnasta aiheutuvaa meluhaittaa kokonaisuutena hallinto-oikeudessa arvioitaessa otettu huomioon mahdollinen naapuruussuhdelain tarkoittama kohtuuton rasitus ympäristönsuojelulain 27 §:n 2 momentin 3 kohdan mukaisesti. Mahdollisen kohtuuttoman rasituksen arvioinnissa oli siten annettava merkitystä melun luonteelle.”

Tuulivoimamelun häiritsevyyttä arvioitaessa tulisi Vaasan hallinto-oikeuden päätöksen valossa siten tarkastella myös merkityksellisen sykinnän vaikutukset melun häiritsevyyteen. Huomattakoon, että Korkein hallinto-oikeus on 27.7.2018 tekemällään päätöksellä (Taltionumero 3621) [14] kumonnut valituksen Vaasan hallinto-oikeuden edellä mainitusta päätöksestä, joten myös KHO:n päätöksen valossa merkityksellinen sykintä tulee ottaa huomioon arvioitaessa tuulivoimaloiden melun haitallisuutta.

Ympäristöministeriön melumallinnusohjeen 2 | 2014 [4] mukaan tuulivoimalan melun oletetaan etenevän suoraviivaisesti voimalan navasta altistuvaan kohteeseen. Tosi-asiassa ”äänisäteet” kuitenkin kaartuvat aina kylmän ilman suuntaan eli kesällä lähes aina ylöspäin. Mutta syksyllä (syyskesällä) aurinkoisen päivän iltana auringon laskiessa ja laskun jälkeen, kun aurinko lakkaa lämmittämästä maanpintaa, maanpinnan lämpötila laskee, jolloin ilmakehä on ylhäällä lämpimämpää. Äänisäteet kaartuvat maata kohti, jolloin syntyy ilmiö, jota kutsutaan inversioksi. Melutaso lähellä maanpintaa kohoaa verrattuna päiväaikaan tuulivoimalan aiheuttamaan melutasoon. Myös pilvettömänä talvipäivänä (erityisesti kevättalvella) inversioilmiö esiintyy usein. Myöskään inversioilmiötä ei oteta ohjeen 2 | 2014 mukaisessa melumallinnuksessa huomioon, joten inversiotilanteen esiintyessä melutaso on melumallinnuksessa ennakoitua korkeampi.

## **Rakennusten sisätiloihin syntyvän melun mallintaminen**

Kun tarkastellaan pienitaajuisen melun mallinnusta Rambollin melumallinnuksessa [1], voidaan yleisesti ottaen todeta, että sen pohjalta on mahdotonta arvioida rakennusten sisätiloihin syntyviä melutasoja ja asumisterveysasetuksen [12] pienitaajuisen melun toimenpiderajojen alittumista.

**Edellä esitettyyn johtopäätöksen vaikuttaa ennen kaikkea se, että rakennusten ulkopuolelle laskettujen melutasojen oikeellisuutta on mahdotonta arvioida, koska laskennan lähtötietona on käytetty tuulivoimaloiden arvioitua, standardinmukaisessa mittauksessa todennäköisesti saatavaa melupäästön arvoa, mikä ei vastaa turbulentsissa tuulikentässä esiintyvää todellista melupäästöä eikä näin ollen myöskään melutaso altistuvan kohteen ulkoalueella erityisesti pienitaajuisen melun (20 – 200 Hz) osalta ole melumallinnuksessa oletetun mukainen.**

**Lisäksi on huomattava, että pienitaajuiselle melulle on Rambollin melumallinnuksessa käytetty samaa + 2 dB:n lisäystä melupäästön takuarvon saamiseksi**

**kuin A-painotetulle tasolle. Tämä lisäys on aivan liian pieni pienitaajuisen melun (20 – 200 Hz) takuuarvon määrittelyssä. Oikea lisäys taajuusalueella 100 – 160 Hz olisi luokkaa 5 dB ja 100 Hz pienemmillä taajuuksilla vielä tätäkin suurempi.**

## **Johtopäätökset**

Edellä esitettyjen kohtien perusteella voidaan todeta, että Rambollin laatima melumallinnus [1] ei anna oikeaa ja totuudenmukaista kuvaa suunniteltujen tuulivoimaloiden aiheuttaman melun leviämisestä ja melutasoista Kuivannon suunnitellun tuulivoima-alueen melulle altistuvien rakennusten ulkoalueilla tai sisätiloissa.

**Tuulivoimaloiden sijoittelu liian lähelle toisiaan liian pienelle suunnittelualueelle aiheuttaa sen, että melumallinnuksen lähtöolettaimus tuulivoimaloiden toimimisesta pyörteettömässä tuulikentässä ei päde, jolloin koko melumallinnus on jo lähtökohdiltaan virheellinen.**

**Melumallinnuksen perusteella ei näin ollen voi arvioida, alittaisiko mahdollisesti rakennettavien tuulivoimaloiden aiheuttaman melun taso Valtioneuvoston asetuksessa tuulivoimaloiden ulkomelutasojen ohjearvoista säädettyt enimmäisarvot tai asuin- ja lomarakennusten sisätiloihin etenevä pienitaajuinen melu asumisterveysasetuksen enimmäisarvot.**

Mikäli hanketta viedään Orimattilan kaupungissa edelleen eteenpäin, on tuulivoimaloiden lukumäärää ja/tai kokoa olennaisesti pienennettävä ja tuulivoimaloiden sijoittelusuunnitelma sekä melumallinnus laadittava kokonaan uudestaan, jolloin ainakin:

1. Tuulivoimaloiden välinen etäisyys tuulivoima-alueen sisällä tulee saattaa asianmukaiseksi eli voimaloiden väli kasvattaa vähintään kahdeksan kertaa roottorin halkaisijan suuruiseksi.
2. Melumallinnuksen muut puutteet ja virheet tulee korjata.

Tampere, 7.2.2024



Hannu Nykänen

Diplomi-insinööri, eläkkeellä oleva (1.10.2014 lähtien) entinen VTT:n johtava tutkija ja äänenhallintaryhmän ryhmäpäällikkö  
Puolueeton ja riippumaton tuulivoimameluasiantuntija



**Lähdeviitteet:**

- [1] *Kuivannon tuulivoimahanke. Melumallinnus. Ramboll Finland Oy, Ville Virtanen. 'Raportti 1510064274. 22.11.2023. 8 s + liitteet 3 s.*
- [2] *Yhteenvedo tuulivoimaloiden melupäästön takuuarvon käyttämisestä meluselvityksistä liittyvästä kyselystä. Ympäristöministeriö 14.9.2016. YM9/5511/2016. 6 s.*
- [3] *Ympäristöministeriö. Helsinki 2016. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys 2016. Ympäristöhallinnon ohjeita 5 | 2016. 121 s.*
- [4] *Ympäristöministeriö. Helsinki 2014. Tuulivoimaloiden melun mallintaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 2 | 2014. 53 s.*
- [5] *Valtioneuvosto. Helsinki 2015. Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista. 1107/2015. 3 s.*
- [6] *IEC TS 61400-14. Wind turbines – Part 14: - Declaration of apparent sound power level and tonality values. First edition 2005-03. 11 p.*
- [7] *ISO 3744:2010(E). Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane. International Organisation for Standardisation. ISO 2010. 77 s.*
- [8] *Suomen tuulivoimayhdistys. <https://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta/tietoa-tuulivoimasta/tuulivoimatuotanto/voimaloiden-sijoittelu>*
- [9] *NSW Wind Energy Handbook 2002. Sustainable Energy Development Authority of NSW (SEDA). Sydney, Australia 2002. 85 s.*
- [10] *Bertagnolio, F., Madsen, H.A. & Fischer, A., Noise emission from wind turbines in wake – Measurement and modelling. Journal of Physics: Conf. Series **1037** (2018) 022001. 10 p.*
- [11] *Larsson, C. & Öhlund, O.: Amplitude modulation of sound from wind turbines under various meteorological conditions. Journal of the Acoustical Society of America 135 (1), January 2014. P. 67 – 73.*
- [12] *Suomen säädöskokoelma 545/2015. Helsinki 2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. 12 s. (Asumisterveysasetus)*
- [13] *Vaasan HaO 29.6.2017, 17/0235/2. <https://oikeus.fi/hallinto-oikeudet/vaasan-hallinto-oikeus/fi/index/60163/hallinto-oikeus-ratkaisut/1504245273910.html>*

Hannu Nykänen

ASiantuntijalausunto

Majakkakatu 22 D 13  
33410 TAMPERE

07022024-40123

*[14] Korkeimman hallinto-oikeuden päätös. Taltionumero 3621. Antopäivä 27.7.2018.  
12 s.*

## **Liite**

Liite 1. DI Hannu Nykäsen tuulivoimaloiden melusäätelyä ja niiden arviointia koskevat julkaisut. 1 s.

**Liite 1****DI Hannu Nykäsen tuulivoimaloiden melusääntelyä ja niiden arviointia koskevat julkaisut.**

1. Nykänen, H., Uosukainen, S., Siponen, D., Di Napoli, C., Yli-Kätkä, V.-M. & Ristolainen, J.: Ehdotus tuulivoimamelun mallinnuksen laskentalogiikkaan ja parametrien valintaan. Tampere 2013. Teknologian tutkimuskeskus VTT, Tutkimusraportti VTT-R-04565-13. 52 s. + liitteet 16 s.
2. Eurasto, R. & Nykänen, H.: Tuulivoimamelun mittausmetodiikan kehittäminen. Tampere 2013. Teknologian tutkimuskeskus VTT, Tutkimusraportti VTT-R-04680-13. 13 s. + liitteet 30 s.
3. Nykänen, H., Uosukainen, S., Antila, M. & Siponen, D.: Tuulivoimalan meluvaikutukset: Häiritsevyyssmittaristo ja sen käyttö. Tampere 2014. Teknologian tutkimuskeskus VTT, Tutkimusraportti VTT-R-04392-14. 21 s.
4. Siponen, D., Nykänen, H., Viljanen, V. & Lahti, T.: Tuulivoimamelun immissiomittausohje. Kokemuksia ja kehittämisehdotuksia. Akustiikkapäivät 2017. Espoo 24.-25.8.2017. Artikkelit ja ohjelma, s. 170 – 175.
5. Nykänen, H., Siponen, D., Viljanen, V. & Lahti, T.: Huomioita tuulivoimamelun mallinnusohjeesta ja sen soveltamisesta. Akustiikkapäivät 2017. Espoo 24.-25.8.2017. Artikkelit ja ohjelma, s. 176 – 181.
6. Nykänen, H.: Tuulivoimaloiden synnyttämän melun ja värinän terveysriskit – esitutkimus. Tampere 2023. Tutkimusraportti HN-07032023-36128. 48 s + liitteet 11 s. <https://www.epressi.com/tiedotteet/energia/tutkimusraportti-tuulivoimaloiden-synnyttama-melun-ja-tarinan-terveysriskit-esitutkimus.html>