

OX2

LÅNGMOSSAN TUULIVOIMALAPUISTON MELUMITTAUKSET RAPORTTI

21.4.2021



315010

Revisio	Päiväys Laatinut	Päiväys Tarkastanut
	15.4.2021 Ilkka Niskanen	15.4.2021 Joel Lindholm
A	21.4.2021 Ilkka Niskanen	21.4.2021 Joel Lindholm

Revisio	Muutoksen kuvaus
A	Lisätty liite 4

Sisällysluettelo

1.	Johdanto.....	4
2.	Lähtötiedot ja menetelmät	4
2.1.	Tuulivoimamelua koskevat ohjeavrot ja toimenpiderajat	4
2.2.	Mittauspaikat	5
2.3.	Mittauslaitteisto.....	7
2.4.	Mittausten käytännön toteutus ja mittausmenettely.....	7
2.5.	Mittaustulosten analysointi.....	8
2.6.	Ohje mittaustulosten tulkintaan	8
3.	Mittaustulokset ja johtopäätökset	10
	Viittaukset	11
	Liitteet	12

1. Johdanto

WSP Finland Oy mittasi OX2:n Långmossan tuulivoimapuiston toiminnasta aiheutuvia ympäristömelutasoja yhden asuinkiinteistön läheisyydessä sekä yhdellä mittauspaijalla noin 450 metrin etäisyydellä lähimmästä voimalasta. Långmossan tuulivoimalapuistossa on 7 Nordexin N149/ 4,0 - 4.5 voimalaa, joiden kokonaiskorkeus on 230 metriä.

Mittaukset tehtiin 20.12. – 21.12.2020 välisenä aikana kahtena erillisenä kuuden tunnin pituisena jaksana. Mittaukset tehtiin Ympäristöministeriön ohjeen ”Tuulivoimaloiden melutason mittaaminen altistuvassa kohteessa” (Ympäristöministeriö 2014a) mukaisesti ja Maanlahden kunnan hyväksymän mittaussuunnitelman mukaisesti (WSP 2020).

Selvitys on tehty OX2:n toimeksiannosta. FM Ilkka Niskanen WSP:stä teki mittaukset ja laati tämän raportin. Ins. Amk Joel Lindholm WSP:stä analysoi mittaustulokset sekä tarkisti raportin.

2. Lähtötiedot ja menetelmät

2.1. Tuulivoimamelua koskevat ohjearvot ja toimenpiderajat

Valtioneuvoston asetuksessa (1107/2015) on annettu tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvot. Asetuksen mukaan tuulivoimalan toiminnasta aiheutuva melupäästön takuuarvon perusteella määriteltä laskennallinen melutaso ja valvonnan yhteydessä mitattu melutaso eivät saa ulkona ylittää melulle altistuvalla alueella melun A-taajuuspainotetun keskiäänitason (ekvivalenttitason L_{Aeq}) ohjearvoja seuraavasti:

Taulukko 1. Tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvot

Altistuva kohde	Ulkomelutaso L_{Aeq} päivällä klo 7-22	Ulkomelutaso L_{Aeq} yöllä klo 22-7
Pysyvä asutus	45 dB	40 dB
Loma-asutus	45 dB	40 dB
Hoitolaitokset	45 dB	40 dB
Oppilaitokset	45 dB	-
Virkistysalueet	45 dB	-
Leirintäalueet	45 dB	40 dB
Kansallispuistot	45 dB	40 dB

Jos tuulivoimalan melu on impulssimaista tai kapeakaistaista melulle altistuvalla alueella, valvonnan yhteydessä saatuun mittaustulokseen lisätään 5 dB ennen sen vertaamista 3 §:ssä säädettyihin arvoihin.

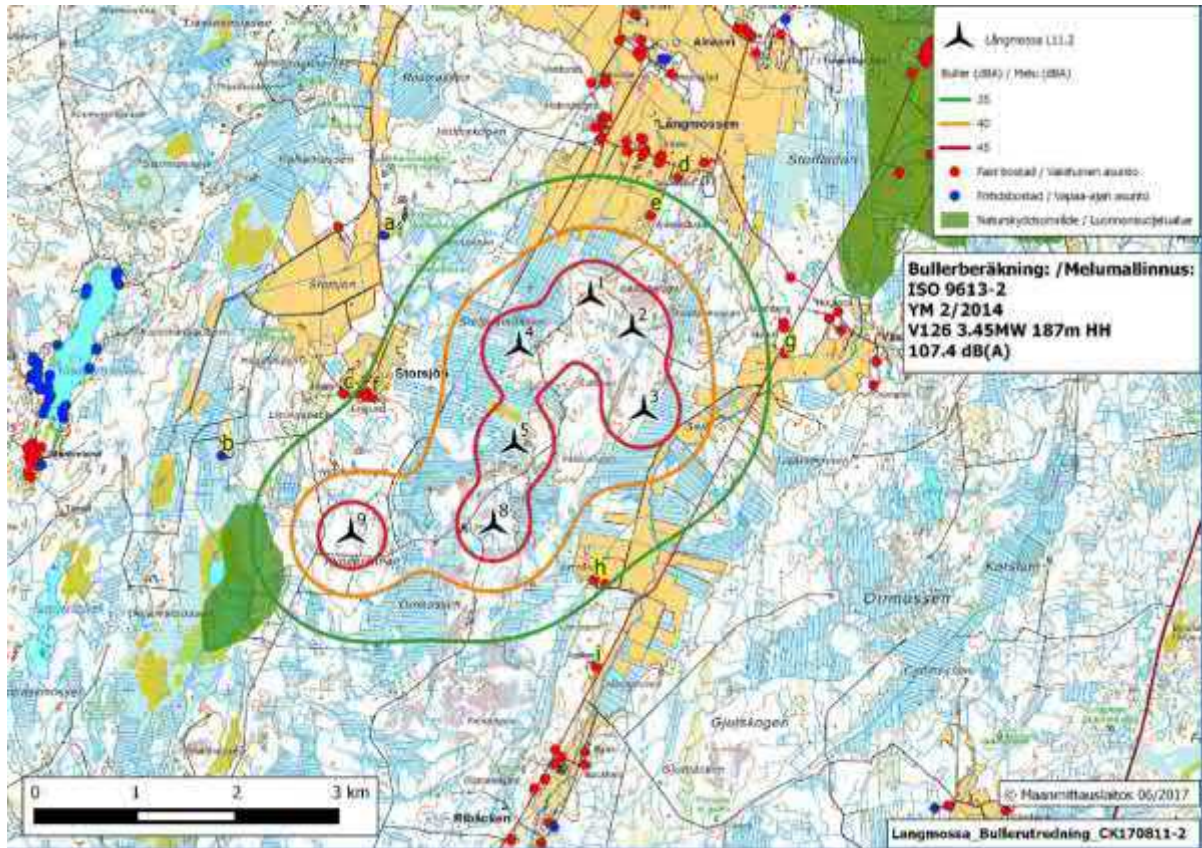
Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetuksessa (545/2015) on annettu toimenpiderajat yöaikaiselle pienitaajuiselle melulle tiloille, joita käytetään nukkumiseen. Ohjearvot on annettu terssikaistoittain ilman taajuuspainotusta ilmoitettuna äänenpainetasoina (yhden tunnin keskiäänitaso).

Sisämelutasoille annetuista toimenpiderajoista on johdettu ulkomelutasolle laaditut vertailuarvot, siten että toimenpiderajoihin on lisätty rakennusten julkisivujen ääneneristävyydelle arvioidut ääneneristävyydet (The Danish Ministry of Environment 2011). Tämä on VTT:n ohjeistuksen mukainen menettely (Nykänen ym. 2014).

Taulukko 2. Pienitaajuisten sisämelun tunnin keskiäänitason toimenpiderajat nukkumiseen tarkoitetuissa tiloissa (sisämelu, Sosiaali- ja terveysministeriö 2015)) ja sisämelun toimenpiderajoista johdetut ulkomelutason vertailuarvot (Nykänen ym. 2014).

Kaista Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Yöajan (klo 22-7) Leq, 1h/dB (sisämelu)	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Yöajan (klo 22-7) Leq, 1h/dB (ulkomelu)	80,6	72,4	66,8	60,4	57,0	58,6	59,7	59,2	56,2	55,2	53,5

Kaavoitusvaiheessa tuulivoimalapuiston aiheuttamia melutasoja on arvioitu laskennallisesti (Etho Wind 2017). Laskennallisen selvityksen perusteella mittauspaikalle 1 arvioitiin kohdistuvan 37,3 dB tuulivoimaloiden aiheuttama melutaso (kuva 1),

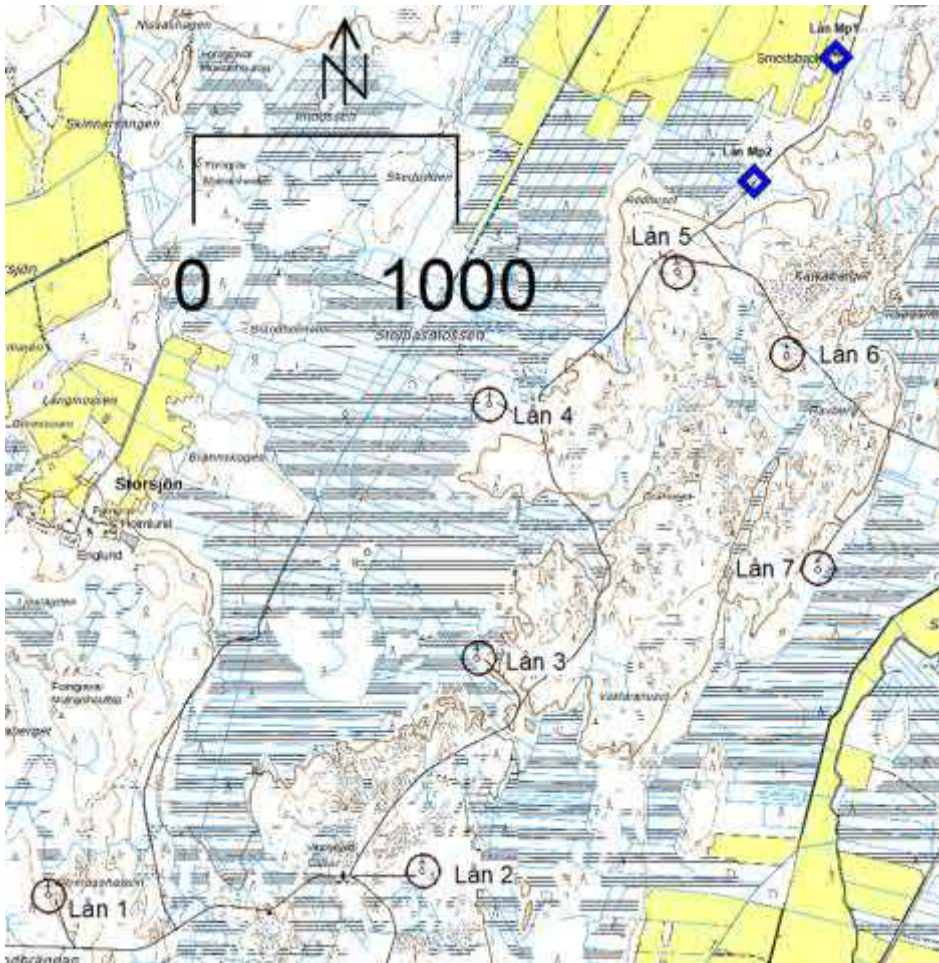


Kuva 1. Laskennallinen arvio Långmossan tuulivoimalapuiston aiheuttamista melutasoista (Etho Wind 2017). Mittauspaikka 1 sijaitsee kuvan merkinnän e kohdalla.

2.2. Mittauspaikat

Ympäristömelutasojen mittaukset tehtiin kahdella mittauspaikalla saman aikaisesti (kuva 2). Etäisyys mittauspaikalta 1 lähimpään tuulivoimalaan (Lån5) on noin 1 km. Mittauspaikka Lån Mp1 sijaitsi asuinrakennuksen piha-alueella noin 20 metrin etäisyydellä rakennuksen seinästä (kuva 3).

Mittauspaikan 2 tarkoituksena oli varmistaa tuulivoimalan aiheuttama melutason tulos, mikäli taustamelukorjattua tulosta ei voitaisi määrittää mittauspaikan 1 tuloksista.



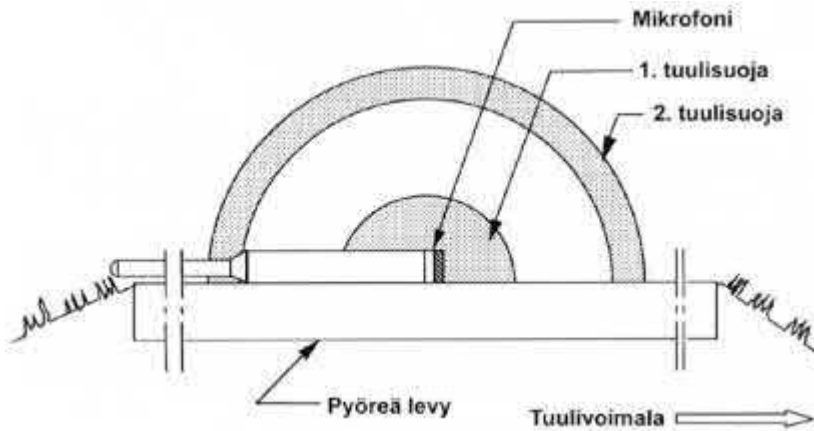
Kuva 2. Mittauspaikka 1, oikealla puolella pyöreässä mittauslevyssä sijaitseva mikrofoni ja sen vasemmalla puolella vapaassa kentässä sijaitsevan mikrofoni.



Kuva 2. Näkymä mitauspaikalta 1 asuinrakennuksen suuntaan. Alhaalla oikealla mittausmikrofonin kupomainen tuulisuoja ja keskellä vasemmalla säähavaintomasto.

2.3. Mittauslaitteisto

Mittaukset tehtiin Norsonic 139 ja 140 tarkkuusäänitasomittareilla, jotka täyttävät standardin IEC 61672 vaatimukset laatuluokan 1 mittareille. Mittaukset tehtiin siten, että mikrofoni oli kiinnitettynä mittauslevyn keskelle ja suojattu sekä primäärisellä että sekundäärisellä tuulisuojaalla (kuva 4). Sekundäärituulisuojan vaikutus äänitasoon on esitetty liitteessä 3.



Kuva 4. Mittausmikrofonin suojauksen periaate. Kuva julkaisusta "Tuulivoimaloiden melutason mittaaminen altistuvassa kohteessa" (Ympäristöministeriö 2014).

Mittauslaitteiden kalibroinnissa käytettiin ulkoista kalibraattoria ennen ja jälkeen mittausten. Kalibroinnin tulokset ennen / jälkeen poikkesivat suuriimmillaan 0,2 dB.

Mittauksien tulokset rekisteröitiin yhden sekunnin pituisissa jaksoissa. Tallennettavat melun tunnusluvut olivat L_{Aeq} (keskiäänitaso) ja L_{eq} (melun painottamaton taajuusjakauma 1/3-oktaavikaistoittain). Sääolosuhteita mitattiin mittaustaikalla 1 Kestrel K4500 sääasemalla 10 metrin korkeudesta.

2.4. Mittausten käytännön toteutus ja mittausmenettely

Mittausmenettely vastaa toteutukseltaan ympäristöministeriön ohjeen (2014a) menettelyä C, jossa

"Tuulivoimalan ja taustamelulähteiden yhdessä tuottama melutaso mitataan mittauspisteessä. Samanaikaisesti mitataan tuulen nopeus sekä tuulivoimalan lähellä, että melutaso mittauspisteessä. Taustamelutaso mitataan samalla tavalla voimalan ollessa pysäytettynä. Kumpikin mitatuista melutasoista esitetään mittauspisteessä mitatun tuulen nopeuden funktiona. Taustamelutasot arvioidaan käyrällä regression avulla ja tuulivoimalan tuottaman melutaso määritetään pisteittäin."

Poikkeuksena edellä esitettyyn menettelyyn on, että tuulen nopeustieto tuulivoimaloiden läheisyydestä määritettiin lähimmän tuulivoimalan nasellista mitatuista tuulen nopeuksista.

Mittauksissa pyrittiin erottamaan tuulivoimaloiden aiheuttama osuus melun kokonaistasosta. Tämän selvittämiseksi mittaustaikalla mitattiin myös äänenpaineen taustatasoja, kun tuulivoimalat olivat pysäytettyinä. Tällä menettelyllä saadaan määritettyä tuulivoimaloiden aiheuttama taustamelukorjattu melutaso, $L_{Aeq,corr}$ (Ympäristöministeriö 2014).

Äänitasojen mittaukset tehtiin yhden sekunnin aikaresoluutiolla, jotta tuloksista voitiin poistaa hetkellisistä melutapahtumista aiheutuvat häiriöäänät tulosten käsittelyvaiheessa. Mahdolliset häiriöäänät tunnistettiin äänitallenteista tehtyjen kuuntelujen avulla.

Mittaukset tehtiin mittausohjeen mukaisesti yöaikaan auringon laskun ja nousun välisenä aikana, jolloin alailmakehän inversiotilanteen esiintyminen on todennäköisempää.

2.5. Mittaustulosten analysointi

Tuulivoimaloiden aiheuttamien taustamelukorjattujen melutasojen määrittäminen oli monivaiheinen prosessi, joka sisälsi seuraavat aineiston luokittelu- ja laskentavaiheet:

- Mittaustuloksista poistettiin yksittäisten melutapahtumien aiheuttamat häiriöäänät. Häiriöääniä aiheuttivat muun muassa tuuli, linnut ja ajoneuvot.
- Painottamattomalle sekuntidatalle tehtiin A-taajuuspainotus sekä sekundäärituulisuojan ja mittauslevyn käytöstä aiheutuva korjaus. Mittaustulosten (mikrofoni pystysuuntaisessa levyssä / mikrofoni vapaassa kentässä) vertailun perusteella eri mittaustekniikoilla saatujen tulosten välinen erotus oli noin 4 dB, minkä vuoksi kyseistä korjausta on käytettiin mittauslevyllä tehtyjen mittausten osalta.
- Sekuntidatasta muodostettiin minuutin jaksojen keskiäänitasot.
- Äänenpainedataan (minuutin jaksot) yhdistettiin samanaikaisesti mitatut tuulihavainnot säämastoista ja tuulivoimalan nasellista (tuulen suunta ja tuulen nopeus) sekä tiedot tuulivoimaloiden tehontuotosta mittauksen aikana.
- Äänenpainedata (minuuttidata) luokiteltiin tuulen suunnan, tuulen nopeuden ja lähimmän tuulivoimalan tehontuoton perusteella.
- Mitatuista kokonaismelutasoista ja taustamelutasoista muodostettiin regressiokuvaajat (y-akselilla minuutin keskiäänitaso, x-akselilla tuulen nopeus mittauspaikan säämastossa).
- Kullekin minuutin kokonaismelutasolle laskettiin kyseisen minuutin tuulen nopeutta vastaava taustamelutaso regressioyhtälön perusteella.
- Kullekin minuutille muodostettiin tuulivoimalan aiheuttama taustamelukorjattu melutaso ($L_{Aeq,corr}$) vähentämällä minuutin jakson kokonaismelutasosta laskennallisesti arvioitu taustamelutaso.
- Taustamelukorjatuista äänenpainetasoista (minuutin keskiäänitasot, $L_{Aeq,1min}$) muodostettiin regressiokuvaaja lähimmän nasellin tuulen nopeuden suhteen (tuulen nopeusarvot muutetaan laskennallisesti tuulivoimalan nasellin arvoista vastaamaan tuulen nopeutta 10 metrin korkeudella maanpinnasta mittausohjeen (2014a) mukaisesti. Maanpinnan karheutena käytettiin lukuarvoa 0,05.
- Regressiokuvaajan perusteella määritettiin taustamelukorjatut tuulivoimaloiden aiheuttamat melutasot. Tulokset edustavat mittausjakson aikaisten sääolosuhteiden mukaista tilannetta.
- Tuulivoimaloiden aiheuttaman melun tonaalisuus, impulssimaisuus ja merkityksellinen sykintä määritettiin mittausten aikana tehdyistä äänitallenteista jaksoilta, jolloin melusta oli mahdollisimman vähän häiriöääniä.
 - Tuulivoimalan aiheuttaman melun tonaalisuus määritettiin standardin IEC 61400-11 mukaisesti äänitallenteesta.
 - Tuulivoimaloiden aiheuttaman melun impulssimaisuus määritettiin Nordtest menetelmän NT ACOU 112 mukaisesti.
 - Tuulivoimaloiden aiheuttaman melun amplitudimodulaatio määritettiin VTT:n raportin (Nykänen ym. 2014) mukaisesti.

2.6. Ohje mittaustulosten tulkintaan

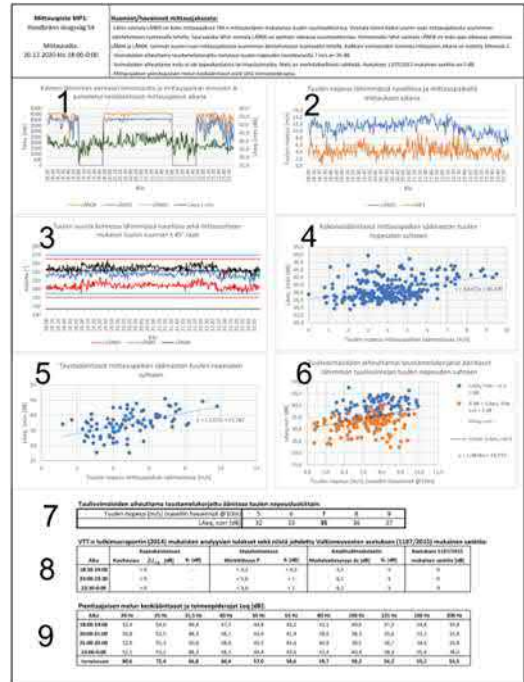
Raportin liitteissä 1 ja 2 esitetyt tulostesivut sisältävät yhden mittausjakson kaikki tulosten käsittelyssä syntyneet tiedot. Tässä kappaleessa kerrotaan, mitä liitesivuissa on esitetty ja

kuinka niitä tulisi tulkita. Kuvassa 5 on esitetty liitesivu ja sen numeroidut osat. Tekstin otsikoinnit viittaavat kuvaan.

Kuva 5. Esimerkki tulostesivun sisällöstä.

Numeroitujen kohtien sisältö ja tulkinta.

1. Voimaloiden tehontuotto mittausjakson aikana (sininen, oranssi ja harmaa viiva) sekä yhden minuutin A-painotetut keskiäänitasot (vihreä viiva). Vaaka-akselilla aika, vasemmalla pystyakselilla teho (kW) ja oikealla pystyakselilla minuutin jakson A-taajuuspainotettu keskiäänitaso ($L_{Aeq,1min}$, dB). Voimaloiden pysähtyessä tulisi minuutin keskiäänitasojen pienentyä, jotta tulosten käsittelystä voidaan saada luotettava tulos.
 2. Mittauspaikkaa lähimpänä sijaitsevan nasellin ja mittauspaikan säämaston tuulen nopeus ajan suhteen. Voimaloiden aiheuttamat taustamelukorjatut äänitasot esitetään lähimmän nasellin (10 metrin korkeuteen muutetun) tuulen nopeuden suhteen. Mittauspaikan tuulen nopeutta käytetään kohdissa 4 ja 5, kun määritetään mittauspaikalla vallitsevia kokonais- ja taustamelutasoja tuulen nopeuden suhteen.
 3. Voimaloiden nasellien suuntatieto mittausjakson aikana. Pystyakselilla tuulen suunta $0^\circ - 360^\circ$. Itätuulen suunta on 90° , etelätuulen 180° jne. Taulukossa näkyvät vaakasuorat viivat esittävät 90° sektoria voimalasta kohti tarkasteltavaa mittauspaikkaa. YM:n mittausohjeessa (2014a) todetaan, että tuulen suunta tulisi olla $\pm 45^\circ$ sektorissa voimalasta mittauspaikan suuntaan.
- Mitä keskemällä voimaloiden suunnat ovat kuvaajassa oleviin ”rajaviivoihinsa” nähden, sitä suotuisampi olosuhde on melun etenemiselle voimaloista mittauspaikkojen suuntaan.
4. Raakadatasta muodostetut yhden minuutin A-painotetut keskiäänitasot minuuteilta, jolloin voimat ovat käyneet. Tulokset on esitetty mittauspaikan säämaston tuulen nopeuden suhteen. Näille minuutin havainnoille muodostetaan jokaiselle oma laskennallinen taustäänitaso, joka sitten vähennetään kokonaisäänitasosta, minkä seurauksena syntyy taustamelukorjattu voimaloiden aiheuttama melutaso.
 5. Raakadatasta muodostetut yhden minuutin A-painotetut keskiäänitasot minuuteilta, jolloin voimat ovat olleet pysähtyneenä. Esitetty mittauspaikan säämaston tuulen nopeuden suhteen. Näillä minuutin mittaisilla havainnoilla muodostetaan mittauspaikan taustamelutason ja tuulen nopeuden suhde (regressiosuora). Tämän suhteen avulla voidaan määrittää kokonaisäänitasoille laskennallinen taustamelutaso, kun tiedetään kokonaisäänitasominuutin aikana vallinnut tuulen nopeus.
 6. Tuulivoimaloiden aiheuttamat taustamelukorjatut äänitasot ($L_{Aeq,corr}$) tuulen nopeuden suhteen. Tuulen nopeusarvo on saatu lähimmästä nasellista ja se on muutettu vastaamaan 10 metrin korkeudella vallitsevaa tuulen nopeutta. Kuvaajassa on esitetty sinisellä mittaustulokset, joissa kokonaisäänitaso $L_{Aeq,free}$ on ollut laskennallista taustamelutason L_n suurempi 3 dB:llä tai yli. Oranssilla on esitetty mittaustulokset, joissa kokonaisäänitaso ja taustamelutason erotus on ollut 0 – 3 dB. Havainnot, joissa laskennallinen taustäänitaso on ollut suurempi kuin mitattu kokonaisäänitaso, on jätetty tulosten käsittelystä pois. Havainnot, joissa kaikki voimat ovat käyneet vähintään 95% teholla (voimaloiden maksimista) ja kaikkien voimaloiden nasellien tuulen suunta on ollut $\pm 45^\circ$ sektorissa mittauspaikan suuntaan, on merkitty havainnon päälle mustalla rastilla.



7. Kohdassa 6. tiedoista muodostettiin havaintojen ja tuulen nopeuden välinen regressiojana, jonka kaavalla voidaan laskea voimaloiden aiheuttama taustamelukorjattu äänitaso eri tuulen nopeuksilla. Taustamelukorjatut tasot on laskettu vain tuulen nopeuksille, joille taso voidaan luotettavasti antaa. Ei voida siis esimerkiksi arvailla tasoa tuulen nopeudella 8 m/s, jos suurin mittauksissa saatu tuulen nopeus on 6 m/s.

8. Mittausjakson tonaalisuuden, impulssimaisuuden ja amplitudimodulaation analyysien tulokset. Tonaalisuudesta on esitetty jokaisen analysoidun jaksosoin kuultavuus (jos > 0 dB) ja sen mukainen korjaustermi K_T .

Jos impulssimaisuuden merkittävyys kohdassa on pelkkä lukuarvo, on se tunnistettu voimaloiden 10 suurimman impulssin aiheuttamaksi. Jos kohdassa on "<" -merkki ja lukuarvo, on voimaloiden aiheuttamien impulssien merkittävyys todennettu olevan alle merkityn luvun. Tähän ratkaisuun on päädytty, jos tarkastellulla jaksolla on ollut niin runsaasti häiriöäänten impulsseja, että tuulivoimaimpulseja ei ole kohtuullisella työmäärällä voitu löytää. Samalla tavalla on toimittu, jos kaikkien jaksolta löytyvien impulssien merkittävyys on niin matala, että ei olla lähellä impulssimaisuuden korjauksen aiheuttavaa rajaa (jos 10 suurimman impulssin keskimääräinen merkittävyys aiheuttaa korjaustermin, joka on suurempi kuin 3 dB, tulkitaan melu impulssimaiseksi ja mittaustulokseen lisätään korjaustermi 5 dB).

Amplitudimodulaatiosta on esitetty voimaloiden aiheuttama modulaatiosyvyys ja siitä johdettu korjaustermi K_A . Valtioneuvoston asetus 1107/2015 ei sisällä korjaustermiä amplitudimodulaatiolle, joten mittaustuloksissa esiintyvistä amplitudimodulaatiosta ei ole tehty mittaustuloksiin korjausta.

9. Pienitaajuisen melun painottamattomat keskiäänitasot ja niiden vertailutasot, joita pienitaajuinen melu ei saa ylittää. Taulukossa on esitetty voimaloiden käyntijaksojen pienitaajuisen melun tunnin keskiäänitasot. Keskiäänitasot on laskettu kokonaismelutasoista, joten esitetyistä luvuista ei ole vähennetty taustamelun pienitaajuisia tasoa. Tämä vähennys olisi tehty, jos jokin lasketuista keskiäänitasoista olisi ollut suurempi kuin asetettu vertailutaso.

3. Mittaustulokset ja johtopäätökset

Mittausten tarkemmat tulokset on esitetty liitteissä 1 (mittauspaikan 1 tulokset) ja 2 (mittauspaikan 2 tulokset).

- Mittauspaikalla Långmossa 1 (Hyndbränn skogsväg 54) taustamelukorjatut tuulivoimalan aiheuttamat melutasot tuulen nopeuden tavoitearvolla 7 m/s (10 metrin korkeudelle arvioituna) olivat molemmissa mittauksissa 35 dB (mittaukset 20.12.2020 ja 21.12.2020).
 - 7 m/s on tuulivoimavalmistajan ilmoittama tavoitearvo eli tuulennopeus, jolla tuulivoimalan äänitehotaso saavuttaa maksimitason.
- Mittausten aikana tehdyistä äänitallenteissa ei todettu tonaalisuutta.
- Mittausten aikana tehdyistä äänitallenteissa todettiin impulssimaisuutta, mutta impulssimaisuuden korjausarvot eivät ylittäneet arvoa 3, joten todettu impulssimaisuus ei aiheuta valtioneuvoston asetuksen 1107/2015 mukaista sanktiota.
 - Impulssimaisuuden aiheuttajaa ei ole tunnistettu, koska määritetty korjausarvo ei ylittänyt tasoa, joka edellyttää sanktion käyttöä
- Tuulivoimaloiden aiheuttamassa melussa todettiin amplitudimodulaatiota, jonka modulaatiosyvyys on yli 3 dB.
 - Valtioneuvoston asetus ei edellytä sanktion asettamista melun amplitudimodulaation vuoksi.

- Asuinrakennuksen lähellä mitatut tuulivoimaloiden aiheuttamat melutasot alittivat valtioneuvoston asetuksen mukaisen tuulivoimaloiden ulkomelutasojen ohjearvot; 45 dB päiväaikainen ohjearvo ja 40 dB yöaikainen ohjearvo.
- Mittaustulos ei ylitä kaavavaiheessa arvioitua tasoa, 37.3 dB.
- Mitatut pienitaajuisen melun tasot terssikaitoilla 20 – 200 Hz alittivat selvästi asumisterveysasetuksen toimenpiderajojen perusteella muodostetut vertailuarvot.
- Lähempänä tuulivoimalaa sijainneella mittauspaikalla tuulivoimaloiden aiheuttamaksi melutasoksi tuulen nopeudentavoitearvolla (7 m/s 10 metrin korkeudelle arvioituna) mitattiin 39 dB (liite 2).
 - Kohde ei sijaitse asuinrakennusten läheisyydessä, joten tulosta ei ole tarpeen verrata valtioneuvoston asetuksen ohjearvoihin.

Jyväskylässä ja Tampereella 21.4.2021

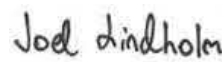
WSP Finland Oy

Laatinut:



Ilkka Niskanen
Yksikönpäällikkö
Akustiikka ja melu

Tarkastanut:



Joel Lindholm
Suunnittelija
Akustiikka ja melu

Viittaukset

Etha Wind 2017: Tuulivoimapuisto, Långmossa, meluselvitys – 70606-4SA, 2017-06-08.

IEC 61672-1:2013 (ed. 2.0). Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications. Standard, International Electrotechnical Commission, Geneva, CH, Switzerland, September 2013.

Nykänen H., Uosukainen S., Antila M., Siponen D. 2014: TUULIVOIMALAN MELUVAIKUTUKSET: Häiritsevyydsmittaristo ja sen käyttö. TUTKIMUSRAPORTTI VTT-R-04392-14.

Sosiaali- ja terveysministeriö 2015: Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista

The Danish Ministry of Environment 2011: Statutory Order on Noise from Wind Turbines. Translation of Statutory Order no. 1284 of 15 December 2011. Copenhagen, Denmark

WSP 2020: OX2 Ribäcken ja Långmossan tuulivoimapuistojen melumittaukset – Mittausuunnitelma. 15.12.2020.

Ympäristöministeriö 2014: Tuulivoimaloiden melutason mittaaminen altistuvassa kohteessa – Ympäristöhallinnon ohjeita 4 / 2014.

Liitteet

- 1) Mittauspaikan 1 (Hyndbränn skogsväg 54) tulokset.
- 2) Mittauspaikan 2 tulokset.
- 3) Käytettyjen sekundäärituulisuojien ominaisuudet.
- 4) Långmossan voimaloiden toiminta 20.12.2020 ja 21.12.2020.

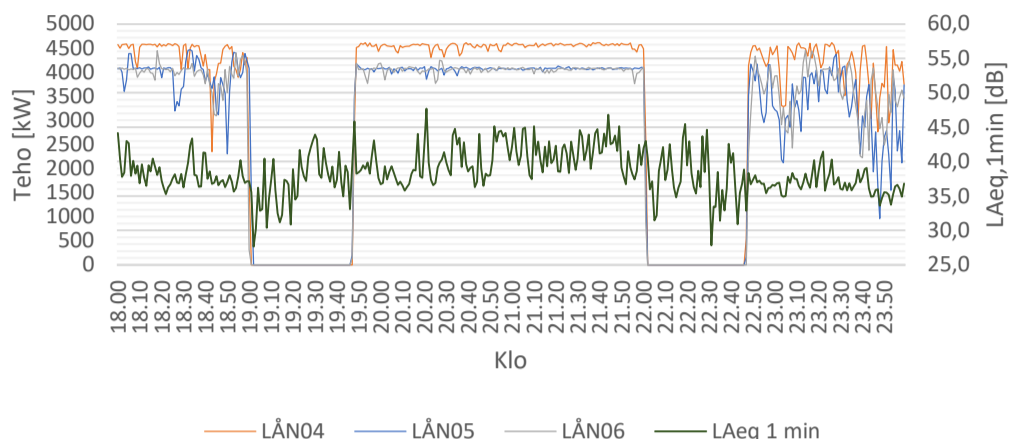
Mittauspiste MP1:
Hyndbränn skogsväg 54

Mittausaika:
20.12.2020 klo 18:00-0:00

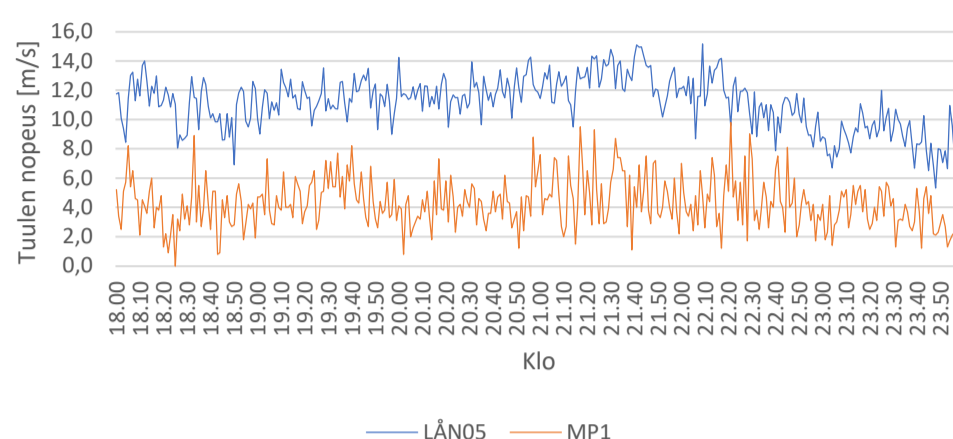
Huomiot/havainnot mittausjaksosta:

- Lähin voimala LÄN05 on koko mittausjakson YM:n mittausohjeen mukaisessa tuulen suuntasektorissa. Voimala toimii lisäksi suuren osan mittausjaksosta suurimman äänitehotason tuottavalla teholla. Seuraavaksi lähin voimala LÄN06 on ajoittain oikeassa suuntasektorissa. Kolmanneksi lähin voimala LÄN04 on koko ajan oikeassa sektorissa. LÄN04 ja LÄN06 toimivat suuren osan mittausjaksosta suurimman äänitehotason tuottavalla teholla. Kaikkien voimaloiden toiminta mittauksen aikana on esitetty liitteessä 2.
- Voimaloiden aiheuttama taustamelukorjattu melutaso tuulen nopeuden tavoitearvolla 7 m/s on 35 dB.
- Voimaloiden aiheuttama melu ei ole kapeakaistaista tai impulssimaista. Melu on merkityksellisesti sykkivää. Asetuksen 1107/2015 mukainen sanktio on 0 dB.
- Mittausjakson pienitaajuisen melun keskiäänitasot eivät ylitä toimenpiderajoja.

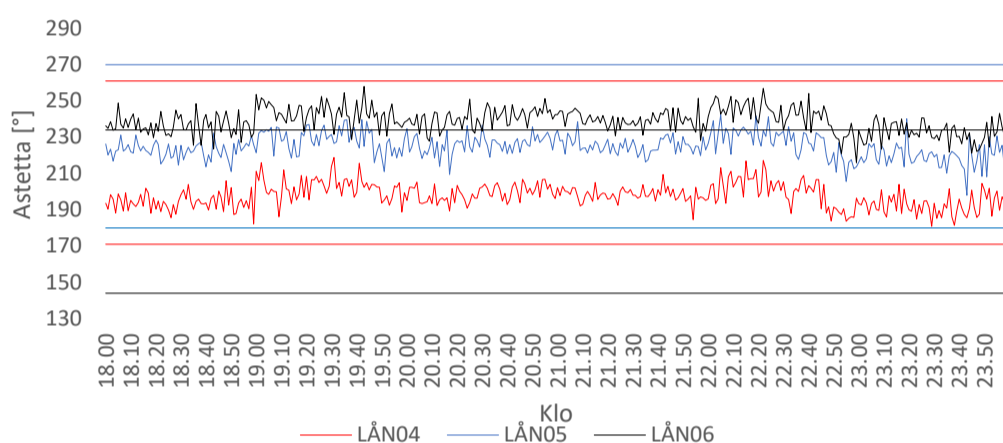
Kolmen lähimmän voimalan tehontuotto ja mittauspaikan minuutin A-painotetut keskiäänitasot mittausjakson aikana



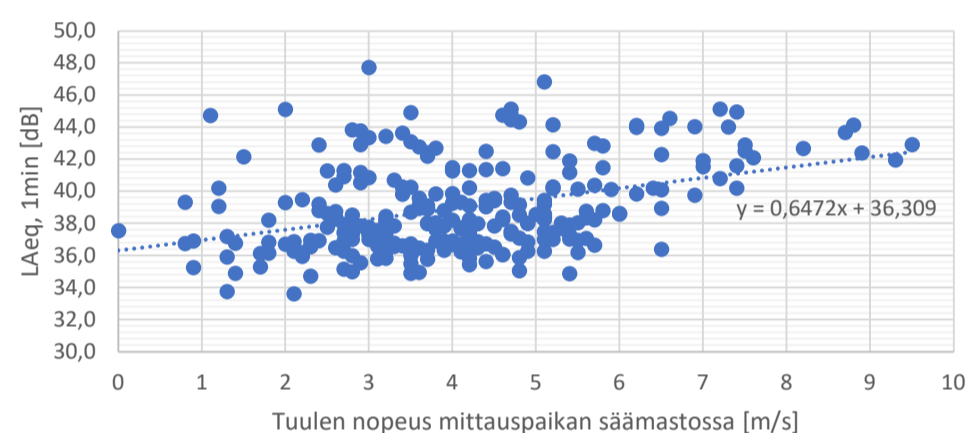
Tuulen nopeus lähimmässä nasellissa ja mittauspaikalla mittauksen aikana



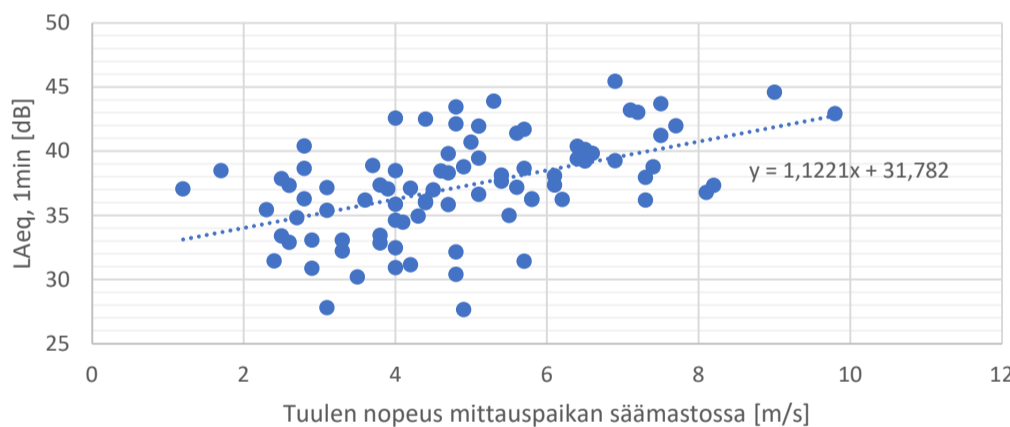
Tuulen suunta kolmessa lähimmässä nasellissa sekä mittausohjeen mukaiset tuulen suunnan ± 45° rajat



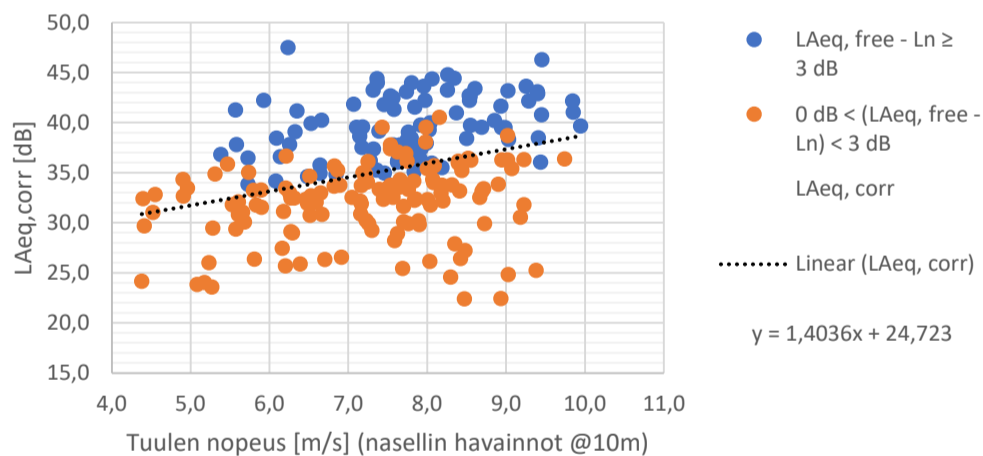
Kokonaisäänitasot mittauspaikan säämaston tuulen nopeuden suhteen



Taustaäänitasot mittauspaikan säämaston tuulen nopeuden suhteen



Tuulivoimaloiden aiheuttamat taustamelukorjatut äänitasot lähimmän tuulivoimalan tuulen nopeuden suhteen



Tuulivoimaloiden aiheuttama taustamelukorjattu äänitaso tuulen nopeusluokittain:

Tuulen nopeus [m/s] (nasellin havainnot @10m)	5	6	7	8	9
LAeq, corr [dB]	32	33	35	36	37

VTT:n tutkimusraportin (2014) mukaisten analyysien tulokset sekä niistä johdettu Valtioneuvoston asetuksen (1107/2015) mukainen sanktio:

Aika	Kapeakaistaisuus		Impulssimaisuus		Amplitudimodulaatio		Asetuksen 1107/2015 mukainen sanktio [dB]
	Kuultavuus	ΔL_{ta} [dB]	Merkittävyys P	K_i [dB]	Modulaatiosyvyyys ΔL [dB]	K_a [dB]	
18:30-19:00	< 0	-	< 5,2	< 0,3	5,5	5	0
23:00-23:30	< 0	-	< 5,6	< 1	6,1	5	0
23:30-0:00	< 0	-	< 5,6	< 1	6,1	5	0

Pienitaajuisen melun keskiäänitasot ja toimenpiderajat Leq [dB]:

Aika	20 Hz	25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
18:00-19:00	52,4	54,0	49,4	47,3	44,8	43,2	41,1	40,0	37,3	34,8	33,4
20:00-21:00	50,8	52,5	48,3	46,1	43,4	41,9	39,6	38,3	35,6	33,2	31,8
21:00-22:00	52,9	55,3	50,8	48,0	45,5	43,6	40,9	39,5	36,7	34,6	33,4
23:00-0:00	52,1	53,2	48,3	46,5	44,4	43,0	41,4	40,4	38,0	35,6	34,0
Vertailutasot	80,6	72,4	66,8	60,4	57,0	58,6	59,7	59,2	56,2	55,2	53,5

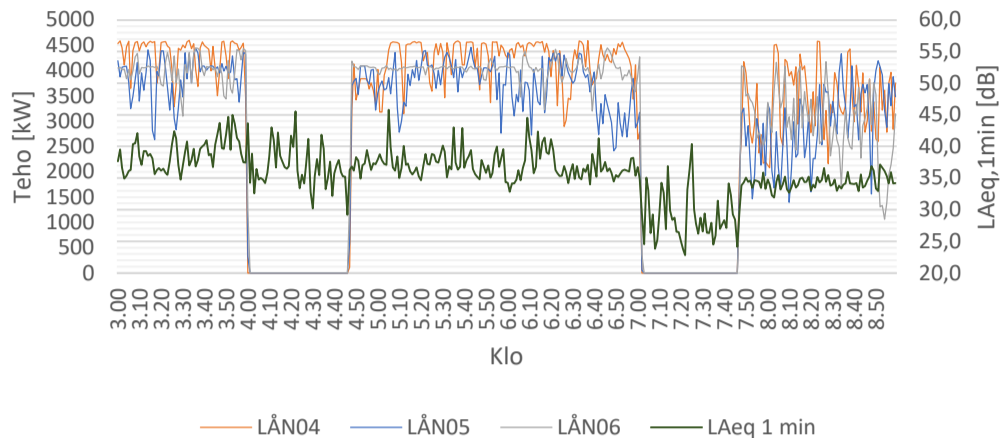
Mittauspiste MP1:
Hyndbränn skogsväg 54

Mittausaika:
21.12.2020 klo 03:00-09:00

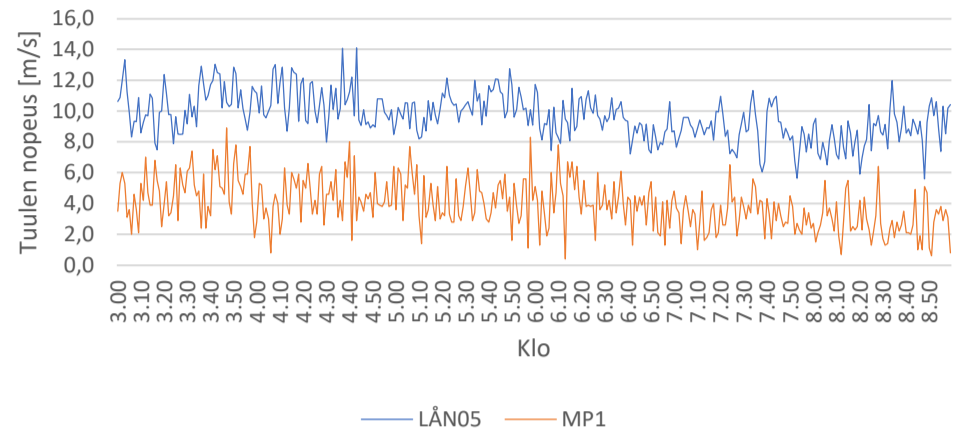
Huomiot/havainnot mittausjaksosta:

- Lähin voimala LÄN05 on koko mittausjakson YM:n mittausohjeen mukaisessa tuulen suuntasektorissa. Voimala toimii lisäksi suuren osan mittausjaksosta suurimman äänitehotason tuottavalla teholla. Seuraavaksi lähimmät voimalat LÄN04 ja LÄN06 ovat lähes koko mittausjakson oikeassa suuntasektorissa ja toimivat suuren osan mittausjaksosta suurimman äänitehotason tuottavalla teholla. Kaikkien voimaloiden toiminta mittauksen aikana on esitetty liitteessä 2.
- Voimaloiden aiheuttama taustamelukorjattu melutaso tuulen nopeuden tavoitearvolla 7 m/s on 35 dB.
- Voimaloiden aiheuttama melu ei ole kapeakaistaista tai impulssimaista. Melu on merkityksellisesti sykkivää. Asetuksen 1107/2015 mukainen sanktio on 0 dB.
- Mittausjakson pienitaajuisen melun keskiäänitasot eivät ylitä toimenpiderajoja.

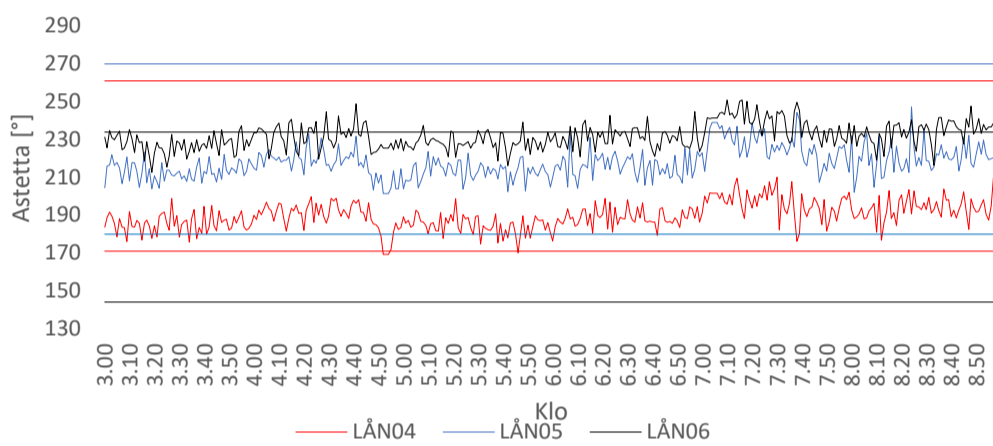
Kolmen lähimmän voimalan tehontuotto ja mittauspaikan minuutin A-painotetut keskiäänitasot mittausjakson aikana



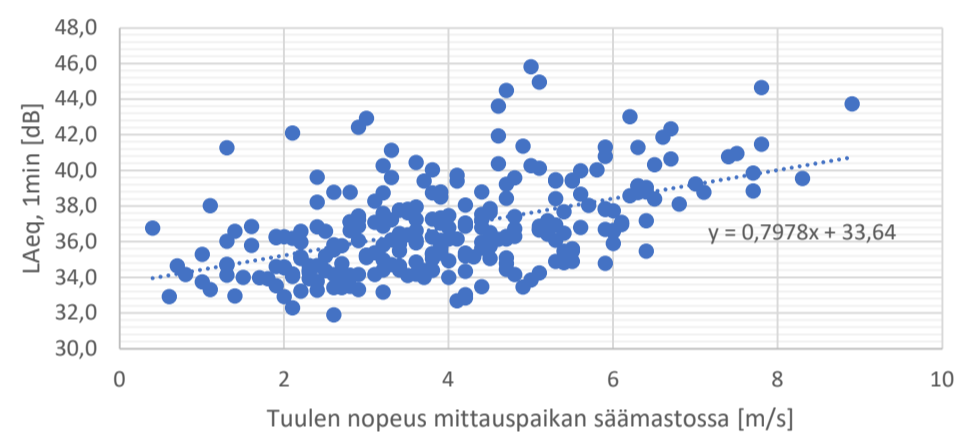
Tuulen nopeus lähimmässä nasellissa ja mittauspaikalla mittauksen aikana



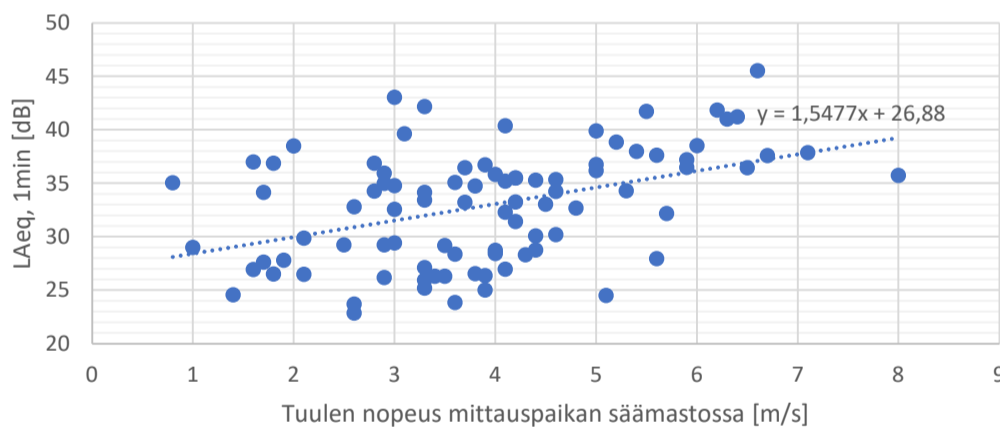
Tuulen suunta kolmessa lähimmässä nasellissa sekä mittausohjeen mukaiset tuulen suunnan ± 45° rajat



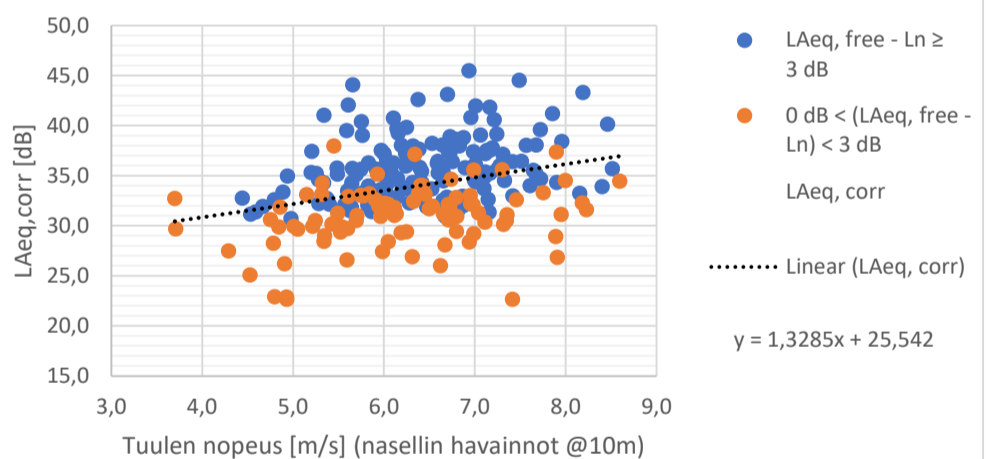
Kokonaisäänitasot mittauspaikan säämaston tuulen nopeuden suhteen



Taustaäänitasot mittauspaikan säämaston tuulen nopeuden suhteen



Tuulivoimaloiden aiheuttamat taustamelukorjatut äänitasot lähimmän tuulivoimalan tuulen nopeuden suhteen



Tuulivoimaloiden aiheuttama taustamelukorjattu äänitaso tuulen nopeusluokittain:

Tuulen nopeus [m/s] (nasellin havainnot @10m)	5	6	7	8
LAeq, corr [dB]	32	34	35	36

VTT:n tutkimusraportin (2014) mukaisten analyysien tulokset sekä niistä johdettu Valtioneuvoston asetuksen (1107/2015) mukainen sanktio:

Aika	Kapeakaistaisuus		Impulssimaisuus		Amplitudimodulaatio		Asetuksen 1107/2015 mukainen sanktio [dB]
	Kuultavuus	ΔL_{ta} [dB]	Merkittävyys P	K _r [dB]	Modulaatiosyvyys ΔL [dB]	K _A [dB]	
3:00-3:30	< 0	-	< 5,6	< 1	5,3	5	0
5:15-5:45	< 0	-	< 5,2	< 0,4	5,3	5	0
6:30-7:00	< 0	-	< 5,8	< 1,3	7,3	5	0
8:30-9:00	< 0	-	< 5,6	< 5,1	6,3	5	0

Pienitaajuisen melun keskiäänitasot ja toimenpiderajat Leq [dB]:

Aika	20 Hz	25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
3:00-4:00	51,2	52,4	47,6	45,6	43,7	42,3	40,5	39,5	37,3	35,1	33,8
5:00-6:00	50,3	51,1	46,1	44,5	42,7	41,4	39,9	39,0	36,7	34,5	33,2
6:00-7:00	50,4	51,2	46,2	44,6	43,2	41,7	40,2	39,4	37,2	35,0	33,6
8:00-9:00	49,6	50,0	44,3	43,3	42,0	41,1	40,0	39,3	37,2	34,8	32,9
Vertailutasot	80,6	72,4	66,8	60,4	57,0	58,6	59,7	59,2	56,2	55,2	53,5

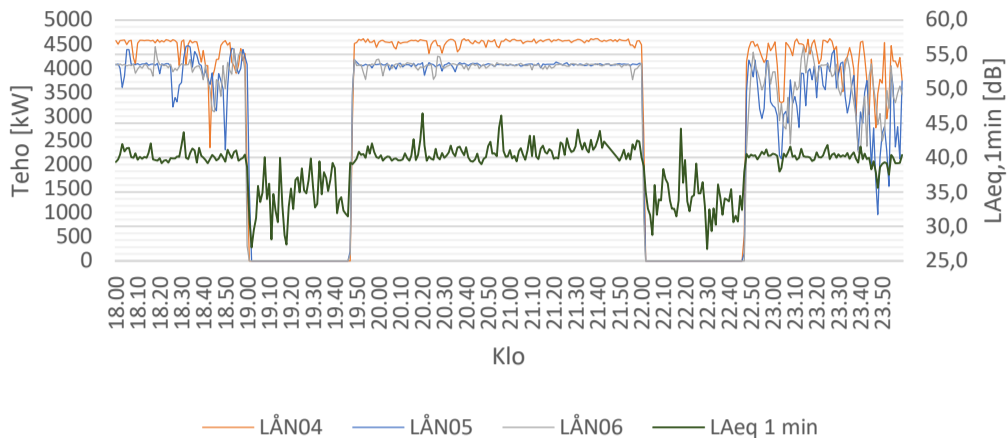
Mittauspiste MP2:
Hyndbränn skogsväg,
noin 450m voimalasta LÄN05

Mittausaika:
20.12.2020 klo 18:00-0:00

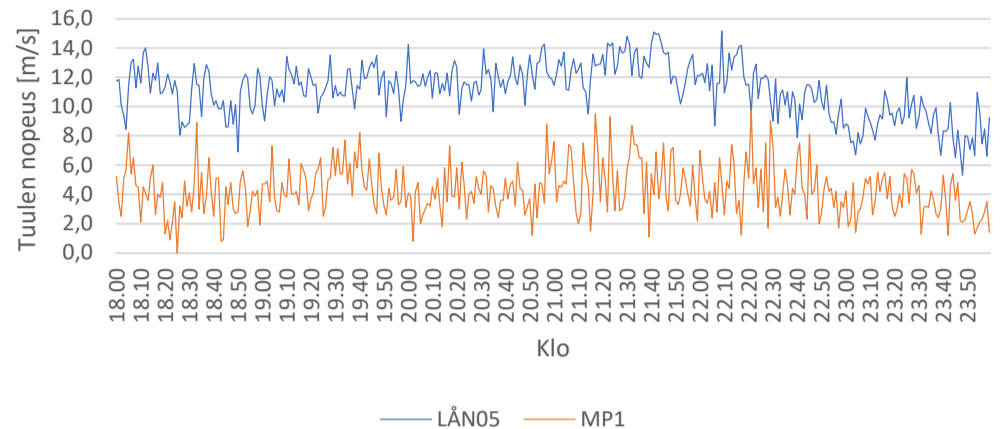
Huomiot/havainnot mittausjaksosta:

- Lähin voimala LÄN05 on koko mittausjakson YM:n mittausohjeen mukaisessa tuulen suuntasektorissa. Voimala toimii lisäksi suuren osan mittausjaksosta suurimman äänitehotason tuottavalla teholla. Seuraavaksi lähin voimala LÄN06 on koko ajan poissa oikeasta suuntasektorissa. Kolmanneksi lähin voimala LÄN04 on koko ajan oikeassa suuntasektorissa. LÄN04 ja LÄN06 toimivat suuren osan mittausjaksosta suurimman äänitehotason tuottavalla teholla. Kaikkien voimaloiden toiminta mittauksen aikana on esitetty liitteessä 2.
- Voimaloiden aiheuttama taustamelukorjattu melutaso tuulen nopeuden tavoitearvolla 7 m/s on 39 dB.
- Voimaloiden aiheuttaman melun impulssimaisuutta, kapeakaistaisuutta ja amplitudimodulaatiota ei ole analysoitu.
- Mittausjakson pienitaajuisen melun keskiäänitasot eivät ylitä toimenpiderajoja.

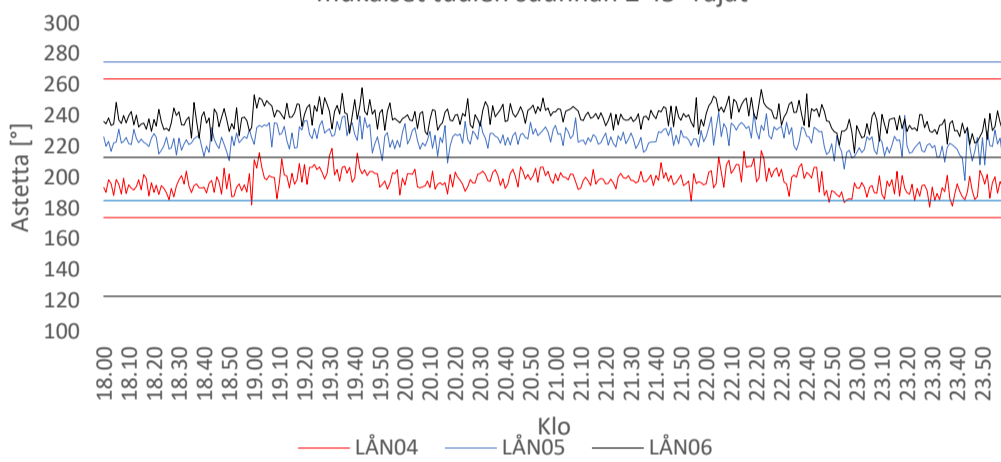
Kolmen lähimmän voimalan tehontuotto ja mittauspaikan minuutin A-painotetut keskiäänitasot mittausjakson aikana



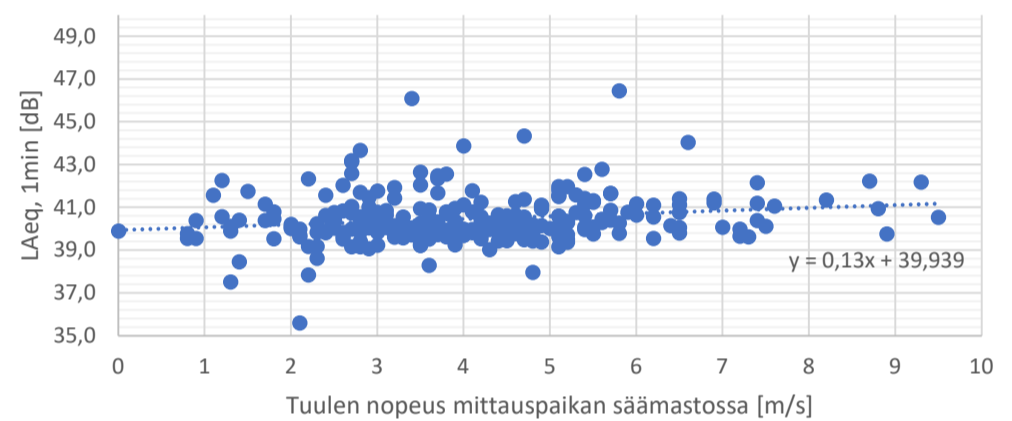
Tuulen nopeus lähimmässä nasellissa ja mittauspaikalla 1 mittauksen aikana



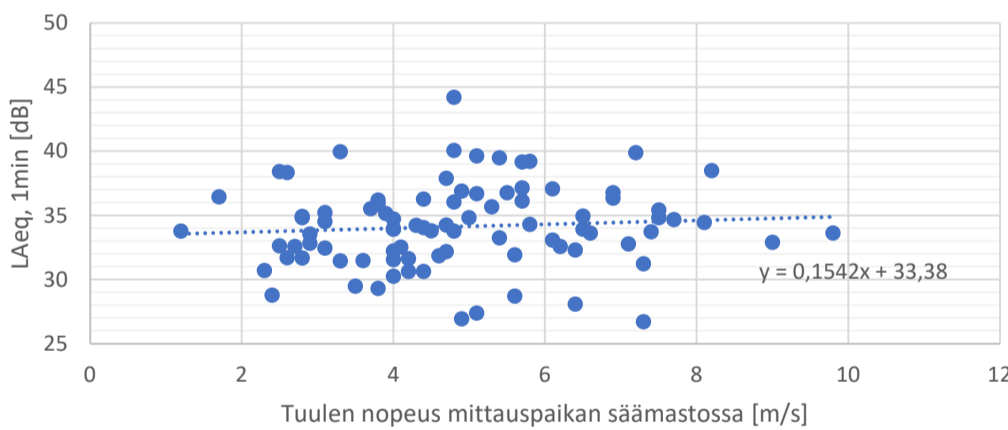
Tuulen suunta kolmessa lähimmässä nasellissa sekä mittausohjeen mukaiset tuulen suunnan ± 45° rajat



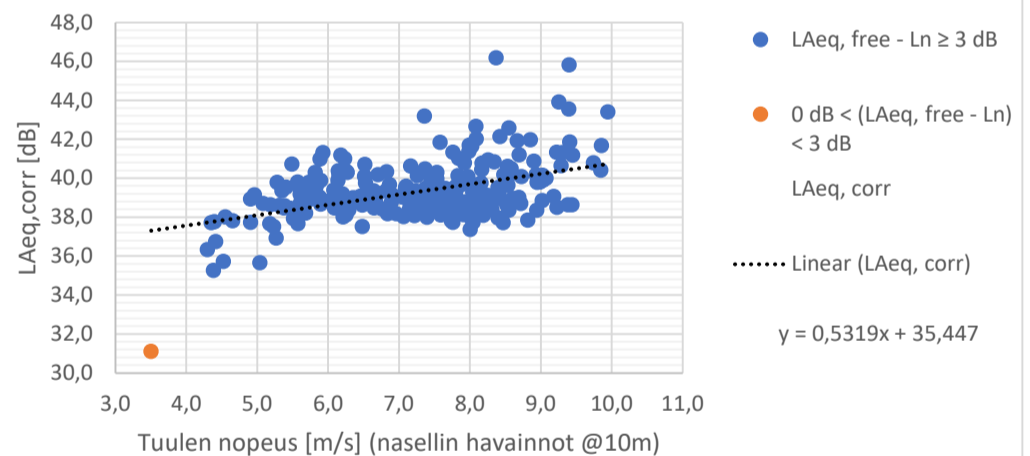
Kokonaisäänitasot mittauspaikan 1 säämaston tuulen nopeuden suhteen



Taustäänitasot mittauspaikan 1 säämaston tuulen nopeuden suhteen



Tuulivoimaloiden aiheuttamat taustamelukorjatut äänitasot lähimmän tuulivoimalan tuulen nopeuden suhteen



Tuulivoimaloiden aiheuttama taustamelukorjattu äänitaso tuulen nopeusluokittain:

Tuulen nopeus [m/s] (nasellin havainnot @10m)	5	6	7	8	9
LAeq, corr [dB]	38	39	39	40	40

VTT:n tutkimusraportin (2014) mukaisten analyysien tulokset sekä niistä johdettu Valtioneuvoston asetuksen (1107/2015) mukainen sanktio:

Aika	Kapeakaistaisuus		Impulssimaisuus		Amplitudimodulaatio		Asetuksen 1107/2015 mukainen sanktio [dB]
	Kuultavuus	ΔL_{ta} [dB]	Merkittävyys P	K_i [dB]	Modulaatiosyvyyys ΔL [dB]	K_a [dB]	

Pienitaajuisen melun keskiäänitasot ja toimenpiderajat Leq [dB]:

Aika	20 Hz	25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
18:00-19:00	55,3	55,7	52,9	50,0	47,8	46,7	43,8	42,4	39,4	36,2	36,5
20:00-21:00	53,2	54,0	51,5	48,5	46,2	44,9	41,8	40,5	37,2	33,9	33,7
21:00-22:00	55,5	56,6	54,1	50,8	48,4	46,6	43,4	42,0	38,5	35,2	35,0
23:00-0:00	54,9	54,6	51,9	49,2	47,4	46,7	44,1	42,8	40,3	37,3	37,7
Vertailutasot	80,6	72,4	66,8	60,4	57,0	58,6	59,7	59,2	56,2	55,2	53,5

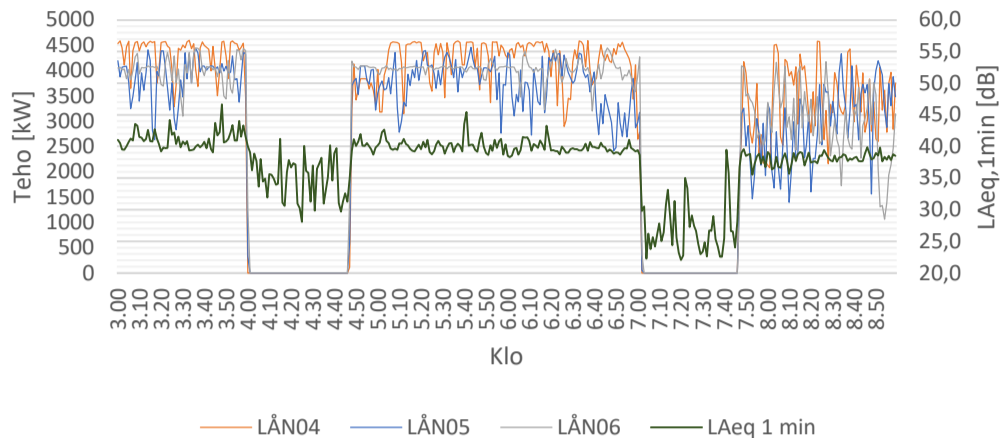
Mittauspiste MP2:
Hyndbränn skogsväg
noin 450m voimalasta LÄN05

Mittausaika:
21.12.2020 klo 03:00-09:00

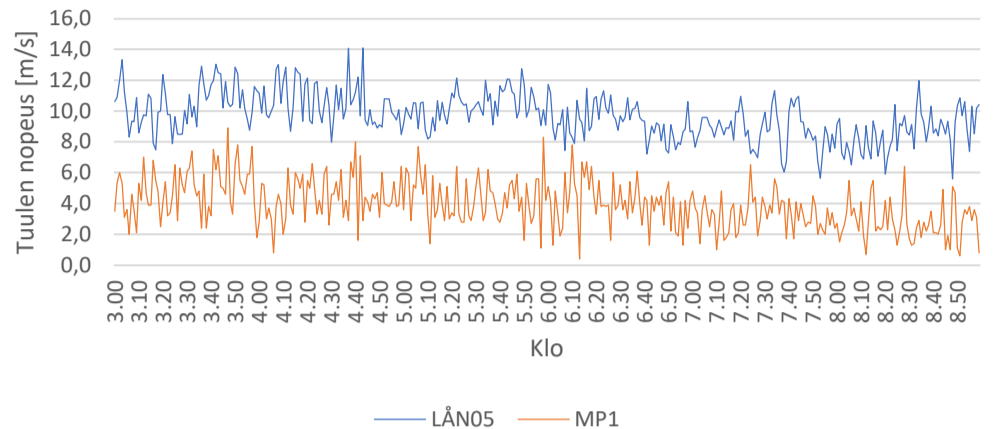
Huomioit/havainnot mittausjaksosta:

- Lähin voimala LÄN05 on koko mittausjakson YM:n mittausohjeen mukaisessa tuulen suuntasektorissa. Voimala toimii lisäksi suuren osan mittausjaksosta suurimman äänitehotason tuottavalla teholla. Seuraavaksi lähin voimala LÄN06 on koko ajan poissa oikeasta suuntasektorissa. Kolmanneksi lähin voimala LÄN04 on lähes koko ajan oikeassa suuntasektorissa. LÄN04 ja LÄN06 toimivat suuren osan mittausjaksosta suurimman äänitehotason tuottavalla teholla. Kaikkien voimaloiden toiminta mittauksen aikana on esitetty liitteessä 2.
- Voimaloiden aiheuttama taustamelukorjattu melutaso tuulen nopeuden tavoitearvolla 7 m/s on 39 dB.
- Voimaloiden aiheuttaman melun impulssimaisuutta, kapeakaistaisuutta ja amplitudimodulaatiota ei ole analysoitu.
- Mittausjakson pienitaajuisen melun keskiäänitasot eivät ylitä toimenpiderajoja.

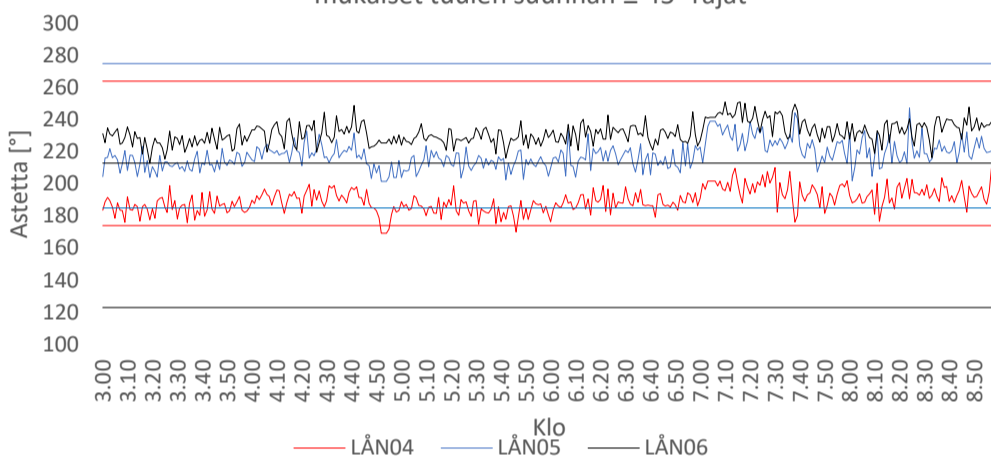
Kolmen lähimmän voimalan tehontuotto ja mittauspaikan minuutin A-painotetut keskiäänitasot mittausjakson aikana



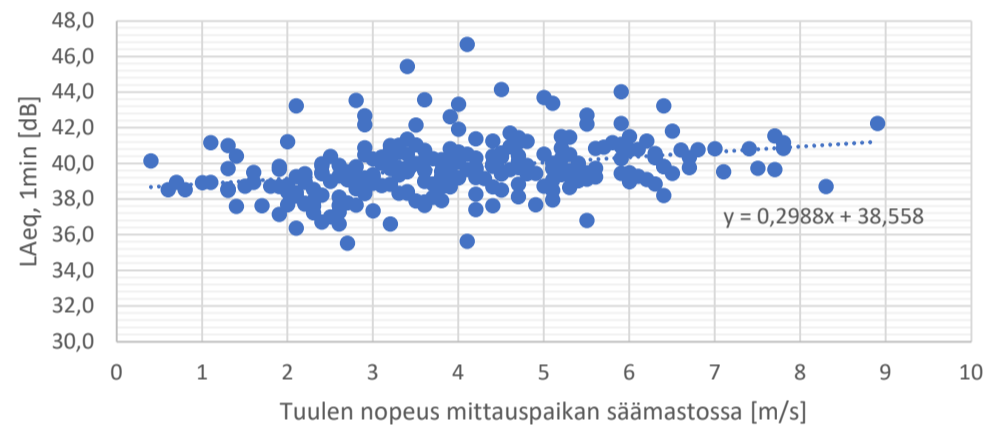
Tuulen nopeus lähimmässä nasellissa ja mittauspaikalla 1 mittauksen aikana



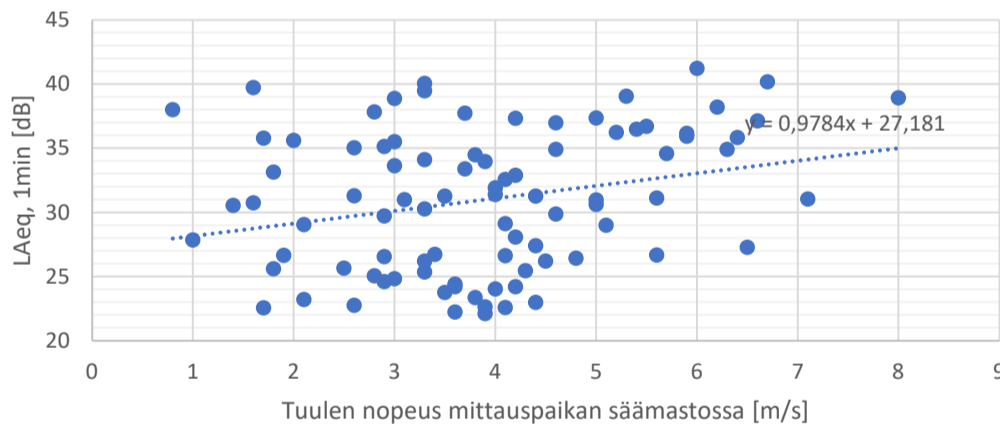
Tuulen suunta kolmessa lähimmässä nasellissa sekä mittausohjeen mukaiset tuulen suunnan ± 45° rajat



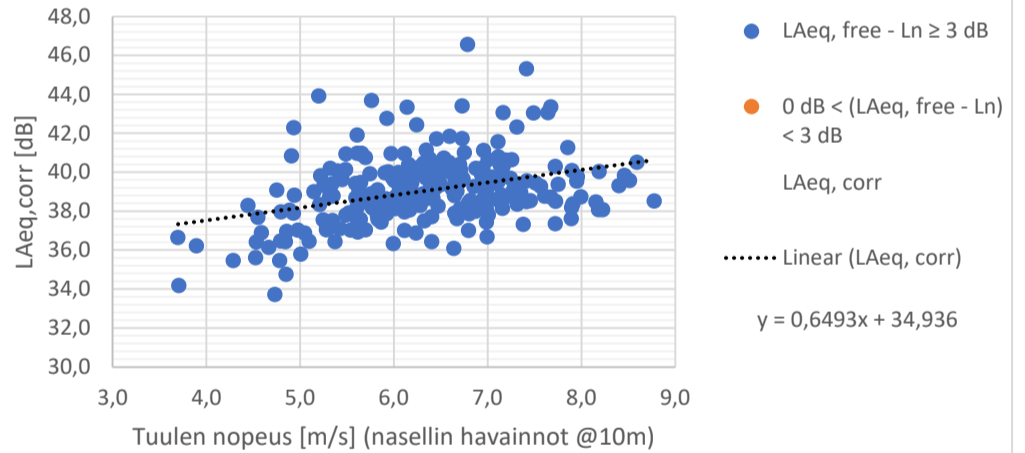
Kokonaisäänitasot mittauspaikan 1 säämaston tuulen nopeuden suhteen



Taustaäänitasot mittauspaikan 1 säämaston tuulen nopeuden suhteen



Tuulivoimaloiden aiheuttamat taustamelukorjatut äänitasot lähimmän tuulivoimalan tuulen nopeuden suhteen



Tuulivoimaloiden aiheuttama taustamelukorjattu äänitaso tuulen nopeusluokittain:

Tuulen nopeus [m/s] (nasellin havainnot @10m)	5	6	7	8
LAeq, corr [dB]	38	39	39	40

VTT:n tutkimusraportin (2014) mukaisten analyysien tulokset sekä niistä johdettu Valtioneuvoston asetuksen (1107/2015) mukainen sanktio:

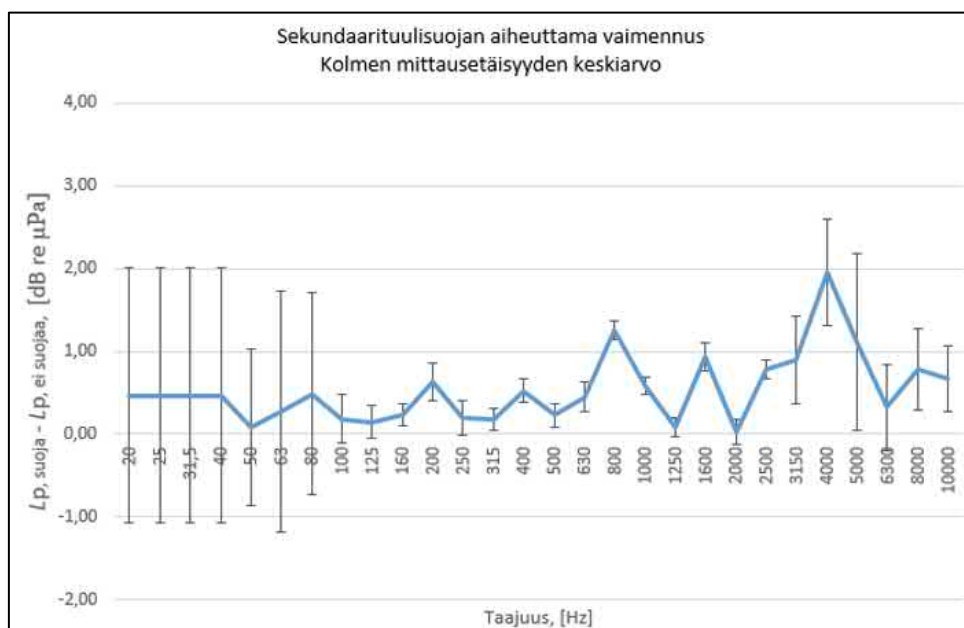
Aika	Kapeakaistaisuus		Impulssimaisuus		Amplitudimodulaatio		Asetuksen 1107/2015 mukainen sanktio [dB]
	Kuultavuus	ΔL_{ta} [dB]	Merkittävyys P	K_i [dB]	Modulaatiosyvyys ΔL [dB]	K_A [dB]	

Pienitaajuisen melun keskiäänitasot ja toimenpiderajat Leq [dB]:

Aika	20 Hz	25 Hz	31,5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz
3:00-4:00	53,9	54,1	51,5	48,7	46,7	45,9	43,5	42,5	39,9	37,0	37,5
5:00-6:00	53,0	52,9	50,1	47,7	45,9	45,3	43,0	42,2	39,5	36,7	37,4
6:00-7:00	53,1	52,7	49,9	47,6	46,0	45,6	43,3	42,4	39,9	37,0	37,7
8:00-9:00	52,9	51,5	48,5	46,6	45,3	45,0	42,9	41,6	39,6	36,6	37,0
Vertailutasot	80,6	72,4	66,8	60,4	57,0	58,6	59,7	59,2	56,2	55,2	53,5

Sekundärituulisuojalle määritetyt vaimennukset ja vaimennuksien keskihajonnat 1/3-oktaavikaistoittain.

1/3-oktaavikaista, Hz	Sekundärituulisuojan aiheuttama vaimennus, dB	Keskihajonta, dB
20	0,47	0,7
25	0,47	0,7
31,5	0,47	0,7
40	0,47	0,7
50	0,08	1,1
63	0,27	1,1
80	0,49	1,5
100	0,19	0,2
125	0,15	0,4
160	0,24	0,6
200	0,63	1,4
250	0,19	0,5
315	0,18	0,8
400	0,52	1,9
500	0,24	0,3
630	0,45	0,8
800	1,26	0,8
1 000	0,58	0,1
1 250	0,08	0,2
1 600	0,93	0,8
2 000	0,03	0,3
2 500	0,79	0,3
3 150	0,90	0,6
4 000	1,96	0,8
5 000	1,11	1,3
6 300	0,33	0,5
8 000	0,79	0,8
10 000	0,67	1,1



Small text at the top of the page: "Tietosuojavaltuutettu on tarkastanut tietosuojatietojen..."

Table with 4 main columns: "Tietosuojavaltuutettu on tarkastanut tietosuojatietojen...", "Tietosuojavaltuutettu on tarkastanut tietosuojatietojen...", "Tietosuojavaltuutettu on tarkastanut tietosuojatietojen...", "Tietosuojavaltuutettu on tarkastanut tietosuojatietojen..."

Each column contains a list of data points, likely representing personal information or identification numbers, organized in a grid-like structure.