

16X199888.10.Q860-001
14.4.2015



TUULIWATTI OY

Pori Peittoon tuulivoimapuisto – ympäristömelumittaukset viidessä
asuinkohteessa

Yhteenveto

Pöyry Finland Oy mittasi Porin Peittoon tuulivoimapuiston ympäriltä viidessä asuinkohteessa tuulivoimalaitosten aiheuttamaa melua uusien kansallisten melumittausohjeiden [1] mukaisesti soveltuvin osin. Mittausten ja analysoinnin yhteydessä havaittiin, ettei ohjeiden tarkka noudattaminen kenttäolosuhteissa ollut aina mahdollista tai kokonaisuuden kannalta järkevää. Vaikka joissain mittauspisteissä jouduttiin arvioimaan melutasoa ja -tuloksia ohjeesta poiketen tulokset ovat luotettavia.. Osa melumittausohjeen sallivista melutason korjauksista olisi johtanut saatuja tuloksia pienempiin melutasoihin..

Yhdessä kohteessa havaittiin melun häiritsevyyden kannalta selkeästi poikkeavaa melua (impulssimaisuutta) ja häiritsevyysskorjauksen vuoksi mittaustuloksen vertailu ohjearvoon on epäselvä (kohta c). Yksi tulos hylättiin havaitun voimalavian vuoksi ja tämän pisteen mittaus joudutaan uusimaan. Muissa kohteissa osalta mittaustulos on ohjearvot alittavaa (kuva 5 kohta d).

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.

RAPORTTI

St1 Oy / TuuliWatti Oy
Jari Suominen
Purotie 1/PL 100
00381 Helsinki

Pöyry Finland Oy
Jaakonkatu 3
01621 Vantaa
Kotipaikka Vantaa
Y-tunnus 0625905-6
Puh. 010 3311
www.poyry.fi

Päiväys 14.4.2015

Viite 16X199888.10.Q860-001
Sivu 2 (12)
Yhteyshlö Carlo Di Napoli
Teollisuusmeluselvitykset
Puh. 040 5857 674
S-posti: carlo.dinapoli@poyry.com

Sisältö

Yhteenveto

1	YLEISTÄ.....	4
2	MITTAUSMENETELMÄT.....	4
2.1	Sovellettavat mittausmenetelmät	4
2.2	Valtioneuvoston päätöksen VNp 993/92 ohjeavot	4
2.3	Mittauspisteiden sijainnit	5
2.4	Mittauslaitteisto.....	5
2.5	Säätiedot	6
2.6	Melun häiritsevyystekijät.....	6
2.6.1	Melun kapeakaistaisuus	6
2.6.2	Melun impulssimaisuus	6
2.6.3	Melun merkityksellinen sykintä.....	6
3	MITTAUSTULOKSET.....	6
3.1	Voimaloiden tehotaso ja tuulen suunta.....	7
3.2	Keskiäänitason LAeq tulokset	7
3.2.1	Porin Saaristotie 862.....	8
3.2.2	Isokorventie 246.....	8
3.2.3	Koskikalliontie 40	9
3.2.4	Kellahden rantatie 401.....	9
3.2.5	Veikkolanraitti 62a	10
3.2.6	Mittausepävarmuus	10
3.3	Kokonaistulokset ja ohjeavovertailu	10
4	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	12
	VIITTEET	12

Liitteet

- Liite 1 Mittauspistekartta
Liite 2 Yksityiskohtaiset mittauks tulokset taulukoituna mittauspaikan mukaan

Lyhenteet

- LAeq,tot A-taajuuspainotettu kokonaistaso referenssituulessa 8m/s 10m:n korkeudella [dB]
LAeq,tm A-taajuuspainotettu taustamelutaso referenssituulessa 8m/s 10m:n korkeudella [dB]

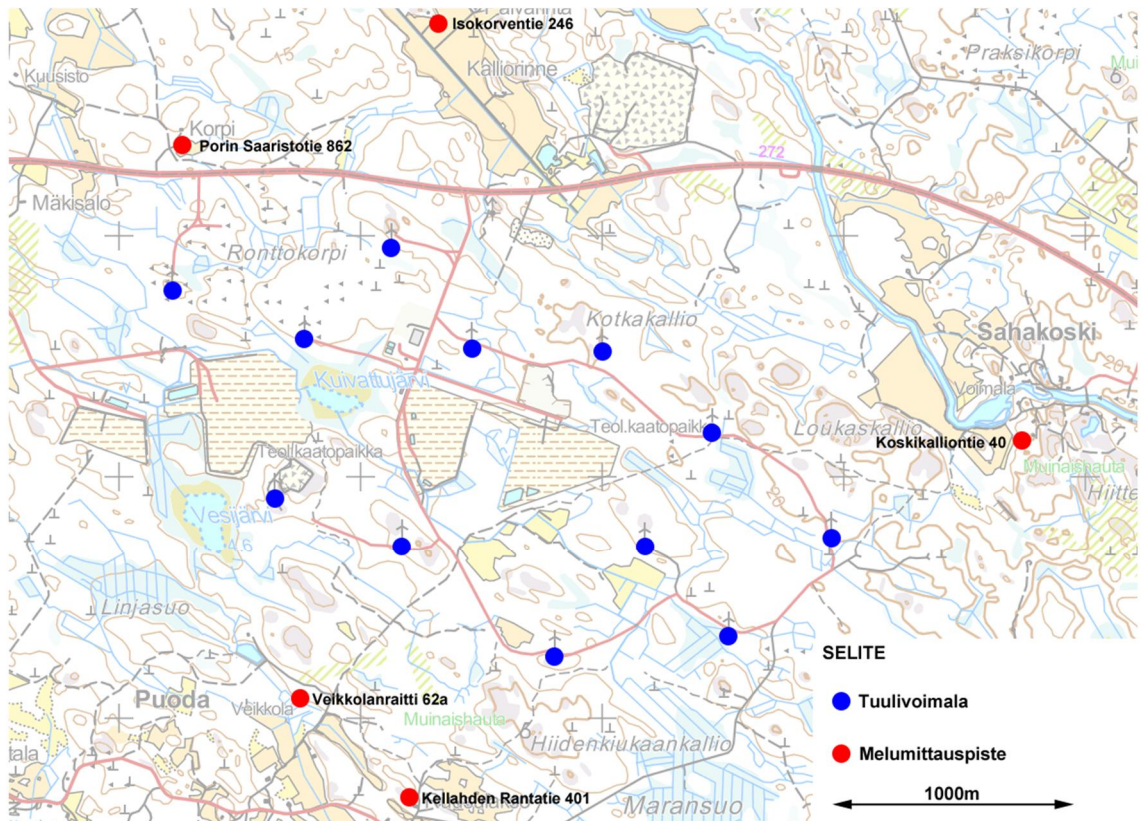
LAeq	A-taajuuspainotettu taustamelukorjattu keskiäänitaso referenssituudessa 8m/s 10m:n korkeudella [dB]
LAeq,va	A-taajuuspainotettu vertailuarvo referenssituudessa 8m/s 10m:n korkeudella [dB]
f	Taajuus [Hz]
ΔL_a	Toonin kuuluvuus ihmiskorvalle [dB]
KI	Impulssimaisen melun häiritsevyyskorjaus [dB]

Jakelu

(.pdf)	Tuuliwatti Oy
(1)	Pöyry/arkisto

1 YLEISTÄ

Pöyry Finland Oy mittasi ympäristömelua 1-2 vuorokauden ajan viidessä osoitteessa Pori Peittoon tuulivoimapuiston ympärillä. Mittaukset suoritettiin kansallisten tuulivoimamelua koskevien melumittausohjeiden mukaisesti altistuvissa kohteissa yhdellä mittarilla kolmena eri ajankohtana syksyn 2014 ja kevään 2015 aikana. Tässä raportissa käydään läpi mittausjärjestely sekä yksityiskohtaiset mittaustulokset.



Kuva 1. Mittauspisteiden ja voimaloiden sijainnit Porin Peittoossa

2 MITTAUSMENETELMÄT

2.1 Sovellettavat mittausmenetelmät

Mittauksissa on hyödynnetty uutta melumittausohjetta YM OH 4/2014 altistuvissa kohteissa [1] soveltuvin osin. Kaikissa tapauksissa ei ole mahdollista noudattaa ohjeita suoraan, sillä esim. taustamelutilanteet vaihtelevat ja korjaukset on tehtävä toisella tavalla mittaustulosten luotettavuuden lisäämiseksi. Joissakin mittauspisteissä on hyödynnetty taustamelukorjauksessa 1/3 oktaavikaistan mukaista taustamelun huomioimista, jolla voidaan saavuttaa luotettavampi käsitys todellisesta taustamelun vaikutuksesta sen hetkiseen melutasoon. Kohteissa, joissa ohjetta ei ole täysin noudatettu, on annettu erillinen selitys.

2.2 Valtioneuvoston päätöksen VNp 993/92 ohjearvot

Valtioneuvosto on 3.4.1987 annetun meluntorjuntalain (382/87) 9 §:n nojalla ympäristöministeriön esittelystä päättänyt A-painotetun melun ekvivalenttitason (LAeq) ohjearvot ulkona (2§): Asumiseen käytettävillä alueilla, virkistysalueilla taajamissa ja taajamien välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevilla alueilla

on ohjeena, ettei melutaso saa ylittää ulkona melun A-painotetun ekvivalenttitason (L_{Aeq}) päiväohjearvoa (klo 7-22) 55 dB eikä yöohjearvoa (klo 22-7) 50 dB. Loma-asumiseen käytettävillä alueilla vastaavat A-painotetun keskiäänitason L_{Aeq} ohjearvot ovat 45 dB(A) päivällä sekä 40 dB(A) yöllä. Uusilla alueilla on melutason yöohjearvo 45 dB. Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoja.

Loma-asumiseen käytettävillä alueilla taajamassa voidaan soveltaa 2 momentissa mainittuja ohjearvoja (50-55 dB(A)). 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.

2.3 Mittauspisteiden sijainnit

Altistuvissa kohteissa mittari asennettiin aina sivummalle pois heijastavista pinnoista vähintään 10 m etäisyydelle lähimmästä rakennuksen nurkasta tai seinästä. Mittaustulokset kuvaavat melua mittauspisteessä.



Kuva 2. Saaristotie 862 mittauspiste ulkona

2.4 Mittauslaitteisto

Mittauslaitteisto koostui luokan 1. ympäristömelumittarista ja siihen liitetystä tuulisuojusta (primääri ja sekundäärinen tuulisuoja). Mittauksissa tallennettiin myös äänisignaalia jatkuvatoimisesti. Tuloksissa mitattiin kokonaistasoa L_{Aeq} sekä muita kokonaistason ja statistiikan L_N parametreja sekä 1/3 oktaavikaistoja. Lisäksi melun amplitudimodulaation impulssimaisuutta tai kapeakaistaaisuutta on määritelty äänitallenteista tai melumittarin tuloksista. Mittaukset kalibroitiin ennen ja jälkeen mittauksen luokan 1. äänitasokalibraattorilla (1kHz, 94 dB, alle vuoden vanha, tehdaskalibroitu). Myös aikasignaali kalibroitiin vastaamaan Mikesin kansallista aikaa

(mittareiden aikapoikkeama $\pm 1s$ / www.mikes.fi). Mittarit toimivat omilla 12V:n akustoillaan irti sähköverkosta.

2.5 Säätiedot

Alueen tuulennopeus sekä muut sääparametrit saatiin sekä voimaloiden mittareista, omista mittareista sekä FMI:n mittausverkostosta. Mitattuja tietoja voimaloilta olivat tuulennopeus napakorkeudella, voimalan navan suuntatieto, tehotaso sekä siipikulma. Voimaloilta saatiin tietoa 10s aikavälien sekä erillisesti 10min keskiarvoina. Lisäksi FMI:n Tahkoluodon asemalta saatiin lämpötila, kosteus, tuulisuus ja pilvisyys sekä omista mittauksista ilmanpaine (B&K mittari), lämpötila (Cirrus). Mittausten yleisenä aikavälinä käytettiin 10s, josta voitiin laskea myös minuutin keskiarvot.

2.6 Melun häiritsevyystekijät

Tässä kappaleessa käydään erikseen läpi melun eri häiritsevyystekijät ja niiden määrittäminen eri mittauspisteissä.

2.6.1 Melun kapeakaistaisuus

Melun kapeakaistaisuus on määritelty ääninauhoitusten sekä 1/3 ja 1/12 oktaavikaistan tulosten perusteella. Mikäli analysoidun nauhoituksen tuloksissa on havaittu selvää kapeakaistaista melua ja se oli kuuloperusteisesti erottuva myös mittauspisteessä, tehtiin sille tarkempi analyysi ensin käyttäen IEC 61400-11:2012 menetelmää, jonka jälkeen tuloksia arvioitiin myös 1/12 oktaavikaistalla. Sanktio +5 dB määriteltiin vain, jos IEC analyysi antoi toonin kuuluvuudelle keskimääräisen arvon $\Delta La > -3$ dB ja tooni oli selkeä myös esim. 1/12 oktaavikaistassa (5 dB yli viereisten kaistojen) ja kuuluva mittauksia tehtäessä (sekä ääninauhotteissa). Osassa mittauskohteista havaittiin ajallisesti varsin vaihtelevaa tonaalisuutta eikä näiden pisteiden osalta katsottu aiheelliseksi antaa +5 dB:n sanktiota suoraan, vaan asia merkittiin tiedoksi.

2.6.2 Melun impulssimaisuus

Melun impulssimaisuus todennettiin ääninauhotteista tai äänimittarin tuloksista. Nauhoituksesta analysoitu melun impulssimaisuus todennettiin Nordtest NT ACOU 112 menettelyllä ja äänimittarin tuloksista YM 1/1995 menettelyllä (Koskikalliontie 40, sillä ääninauhotukset olivat vioittuneet teknisen häiriön vuoksi). Impulssimaisuus on annettu tulostaulukossa korjauksena KI ja +5 dB:n sanktio annettiin vasta, jos katsottiin korjauksen olevan KI > 3 dB (kuten Nordtest ohjeessa on ohjeistettu).

2.6.3 Melun merkityksellinen sykintä

Tuulivoimamelussa esiintyvä merkityksellinen sykintä on tässä selvityksessä huomioitu nykyisen meluasetuksen 992/1993 perusteella melun impulssimaisuutena eikä erillistä sykinnän analyysiä näin ollen suoriteta.

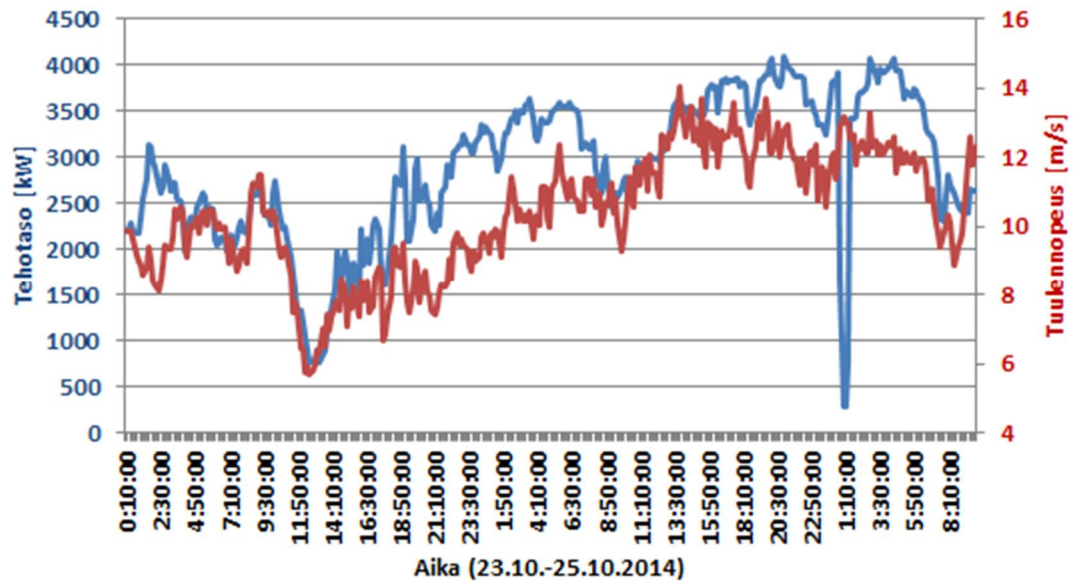
3 MITTAUSTULOKSET

Mittaustulokset on esitetty tiivistetysti alla ja tätä yksityiskohtaisemmin liitteessä 1.-2.

3.1 Voimaloiden tehotaso ja tuulen suunta

Voimalat toimivat mittausajan lähellä nimellistehoa tai nimellisteholla joidenkin tuntien ajan. Tuulipuisto on varsin laajalla alueella ja koko puistoa on vaikea saada täsmälleen myötätuulen puolelle siten, että kaikki voimalat toimisivat nimellisteholla mm. varjostushäviöiden vuoksi.

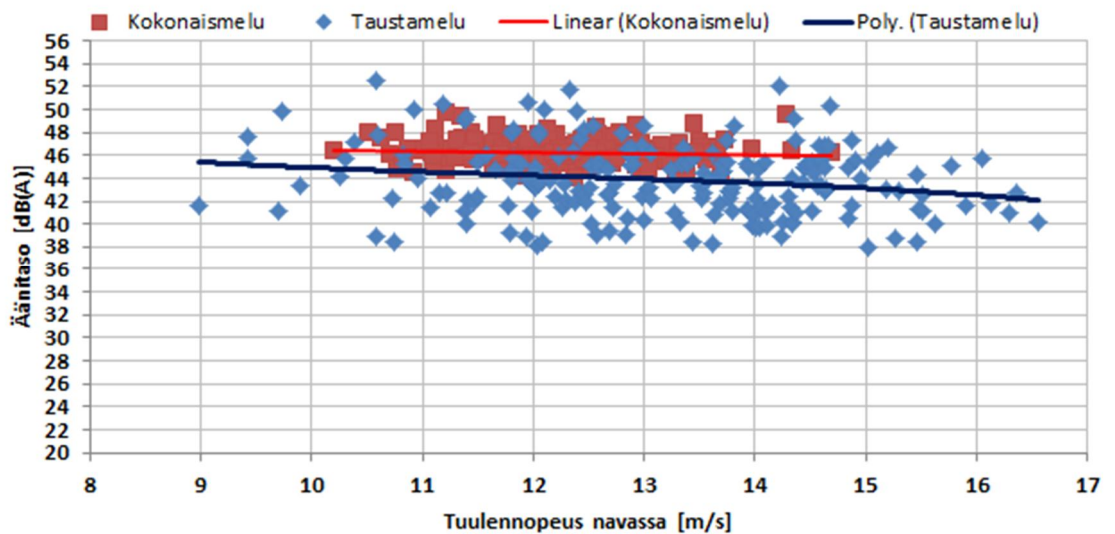
Ohessa on esitetty esimerkki graafisesti voimalatehon sekä napakorkeuden tuulennopeuden 10 minuutin keskiarvot kaikkien voimaloiden osalta yhden mittauksen (Saaristotie 862, 23.-25.10.2015) aikana. Tiedot on saatu voimalan omista mittareista.



Kuva 3. Voimalatehotaso 23.-25.10.2014 mittauksen aikana, 10 minuutin keskiarvot kaikkien voimaloiden osalta (sininen käyrä) sekä tuulennopeus (viinipunainen käyrä).

3.2 Keskiäänitason LAeq tulokset

Melumittauks tulokset koostuvat joko x-y kuvaajasta (x akselilla tuulennopeus navassa ja y-akselilla äänitaso, dB(A)) tai 1/3 oktaavikaistan taajuustuloksista, joista on johdettu keskiäänitason desimaaliton kokonaisarvotulos, LAeq,tot. Tästä arvosta on vähennetty taustamelun osuus LAeq,tm (maksimivähennyksellä 3 dB), josta saadaan tuulipuiston aiheuttama äänitaso LAeq. Mahdollisten häiritsevyysskorjausten jälkeen saadaan ohjearvoon vertailtava tulos LAeq,va. Yksityiskohtaiset tulokset on esitetty liitteiden 1-2 taulukoissa mittauspisteittäin.



Kuva 4. X-y kuvaaja, mittauspiste Saaristotie 862

3.2.1 Porin Saaristotie 862

Mittaukset alkoivat 23.10.2014 klo 16:37 ja jatkuivat yhtäjaksoisesti ajankohtaan 25.10.2014 klo 11:09, minkä jälkeen mittalaite kalibroitiin. Sekundäärisen tuulisuojan aiheuttama äänen lisävaimennus on laskettu pois lopputuloksissa.

Mittauksissa havaittiin päivisin varsin selkeää tieliikennemelua, minkä vuoksi taustamelutarkasteluun valittiin yömittaus tuloksia ajalta 25.10. klo 04-05, jolloin taustamelu koostui vain puiden kohinasta. Koko tuulivoimapuisto pysäytettiin 20 minuutiksi 25.10 klo 01 yöllä taustamelumittausten ajaksi noin 20 minuutiksi.

Mittauksissa havaittu kapeakaistaisuus vaihteli koko mittausajan suuresti, minkä takia +5 dB:n sanktiota oli vaikea määrittää. Melussa havaittiin sykinän impulssimaisuutta lyhyinä purskeina napakorkeuden tuulennopeuksilla 10-12 m/s, missä KI sykinälle arvo > 3 dB. Impulssimaisuus johtunee tuulenpuuskien aiheuttamasta voimakkaista ja hetkellisistä tuulennopeuden muutoksista lavan pyörimisen eri kohdissa (etenkin lavan ylimmässä pyörimiskohdassa). Tämän perusteella katsomme, että sykintä voi ajoittain olla impulssimaista +5 dB:n sanktiolla, mutta koskien vain ko. tuulennopeuksia.

Äänenpaineen x-y -tulokset ovat laskettu aluksi 10s LAeq keskiarvoista ja sen jälkeen vielä LAeq 1 min keskiarvoista. Mittausten perusteella kokonaistulos tuulisuudella 12 m/s napakorkeudella (vastaten tuulisuustasoa 10 m/s 10m:n referenssikorkeudella logaritmisin tuuliprofiilin mukaan) LAeq,tot on 47 dB(A). Ko. tilanne vastaa hieman nimellistehoa 4500 kW alhaisempaa tehotasoa (4470 kW ilmantiheydellä 1,27 kg/m³). Taustamelutaso on 44 dB(A) samalla tuulisuustasolla ja oletusten vastaisesti nouseva tuulisuuden laskiessa. Ero johtuu tuulenpuuskista sekä mittauskorkeuden (napakorkeus) ja talon maanpinnan sekä puiden latvakorkeuden tuulisuuserosta. Lopullinen tulos referenssituulisuuden aikana on siten 44 dB(A). Asia tarkistettiin myös 1/3 oktaavikaistalaskennan kautta (kokonaistason taajuudet – taustamelun taajuudet) ja päädyttiin samaan tulokseen.

3.2.2 Isokorventie 246

Mittaukset alkoivat 23.10.2014 klo 17:24 jatkuen 25.10. asti ja loppuen klo 10:40. Äänitallentimen muistikortti vaihdettiin 24.10. päivällä. Mittauksissa käytettiin

mittauslautaa sekundäärisen tuulisuojan kanssa. YM:n melumittausohjeen mukaista 6dB:n vähennystä tuloksista ei kuitenkaan suoriteta, sillä aiemmissa mittauksissa on pystytty osoittamaan, että ko. vähennys on ainakin maanpinnan tasolla olematon. Sekundäärisen tuulisuojan aiheuttama äänen lisävaimennus on laskettu pois lopputuloksissa.

Mittauksissa havaittiin vaihtelevasti melun sykkivyyttä, mutta tasoltaan se oli koko mittausajan $KI < 3$ dB. Tällä perusteella melua ei voida määrittää merkityksellisesti impulssimaiseksi. Melussa ei havaittu merkittävää kapeakaistaistausta.

Tulosanalyysissä havaittiin hyvin nopeasti, että taustamelu oli samalla tasolla tai korkeampi kuin tuulivoimamelua sisältävä kokonaistaso, jolloin päädyttiin 1/3 oktaavikaistan mukaiseen kokonais- ja taustamelutason tarkasteluun.. Tämä vuoksi kokonaistaso on tuloksissa suurempi kuin taustamelutaso, sillä kokonaistasoja valittiin äänitallennusten perusteella kuvaamaan parhaiten tuulivoimaloiden aiheuttamaan melua. Tulokset ovat kokonaistason osalta $L_{Aeq,tot}$ 44 dB(A), taustamelutaso $L_{Aeq,tm}$ 45 dB(A) ja taustamelukorjattu äänitaso referenssituulennopeudessa 8 m/s 10m:n korkeudella L_{Aeq} 42 dB(A).

3.2.3 Koskikalliontie 40

Mittaukset alkoivat 3.12.2014 klo 18:40 jatkuen läpi yön 4.12.2014 klo 08:35 asti. Sää oli mittausaikana hieman vaihteleva tuulisuustason osalta ja myös tuulensuunta muuttui jatkuvasti kohti koillista. Sopiva mittausdatan aikaikkuna löytyi klo 4.12. klo 6-7, jonka perusteella laskettiin tulokset. Taustamelua ei mitattu, vaan taustamelutaso arvioitiin edellisten tulosten perusteella sekä tutkimalla saatuja tuloksia. Etäisyyden osalta oli selvää, että taustameluvähennys on 3 dB kokonaistuloksesta. Jälleen suoritettiin taajuusjakaumavertailu asian varmistamiseksi.

Mittauksissa havaittiin vaihtelevasti melun sykkivyyttä, mutta tasoltaan se oli koko mittausajan $L_{AImax} - L_{ASmax} < 5$ dB. Tällä perusteella melua ei voida määrittää merkityksellisesti impulssimaiseksi. Melussa havaittiin vain ajoittaista kapeakaistaistausta. Sekundäärisen tuulisuojan aiheuttama äänen lisävaimennus on laskettu pois lopputuloksissa.

Tulokset ovat kokonaistason osalta $L_{Aeq,tot}$ 46 dB(A), taustamelutaso $L_{Aeq,tm}$ noin 43 dB(A) ja taustamelukorjattu äänitaso referenssituulennopeudessa 8 m/s 10m:n korkeudella L_{Aeq} 43 dB(A).

3.2.4 Kellahden rantatie 401

Mittaukset alkoivat 10.3.2015 klo 16:40 ja lopuivat 11.3.2015 klo 13:14. Sää oli mittauksen aikana tuulisuuden osalta aluksi tasainen, mutta tuulensuunta oli vastainen siten, että mittauspiste sijaitsee tuulen yläpuolella. Tuulensuunnan odotettiin kääntyvän ja olevan vielä riittävän voimakas myötätuulella, mutta tuulennopeus ei enää kohonnut riittävälle tasolle. Vastatuulitilanne olikin odotusten mukainen, sillä tämä talo sijaitsee lähes päätuulensuunnan vastakkaisella puolella, jonne tilastollisesti tuulee 12 m/s:n myötätuulta napakorkeudella erittäin harvoin. Tämän mittauspisteen osalta käytettiin lautamittausta Isokorventie 246:n tavoin ja tulokset on laskettu ilman 6 dB:n vähennystä (poikkeus meluohjeesta).

Mittauksissa havaittiin vaihtelevasti melun sykkivyyttä, mutta tasoltaan se oli koko mittausajan $KI < 3$ dB (noin 2,6 dB korkeimmillaan). Tällä perusteella melua ei voida

määrittää merkityksellisesti impulssimaiseksi. Melussa ei havaittu merkittävää kapeakaistaistausta.

Taustamelua ei mitattu, vaan taustamelutaso arvioitiin edellisten tulosten perusteella sekä taajuusjakaumavertailun avulla. Etäisyyden osalta taustameluvähennys on 3 dB kokonaistuloksesta. Jälleen suoritettiin taajuusjakaumavertailu asian varmistamiseksi. Sekundäärinen tuulisuojan aiheuttama äänen lisävaimennus on laskettu pois lopputuloksissa.

Tulokset ovat kokonaistason osalta LAeq,tot 46 dB(A), taustamelutaso LAeq,tm noin 45 dB(A) ja taustamelukorjattu äänitaso referenssituulennopeudessa 8 m/s 10m:n korkeudella LAeq 44 dB(A) taajuusjakaumatarkastelun jälkeen. Äänenpaineen x-y – tulokset ovat laskettu 1 min LAeq keskiarvoista.

3.2.5 Veikkolanraitti 62a

Voimalavalmistajalta saadun ilmoituksen perusteella yhdessä voimalassa havaittiin vaurio, minkä perusteella tämän mittauspisteen tulos hylättiin. Mittaus uusitaan heti, kun vaurio on korjattu ja voimala saatu takaisin tuotantoon normaalissa käyttökunnossa.

3.2.6 Mittausepävarmuus

Mittausepävarmuus on laskettu ohjeen 1/1995 mukaisesti laajennetulla tarkastetulla olettaen, että tulos on validi jo yhden mittauksen jälkeen (useiden tuntien tai monen päivän yhtäjaksoinen tarkka datankeräys).

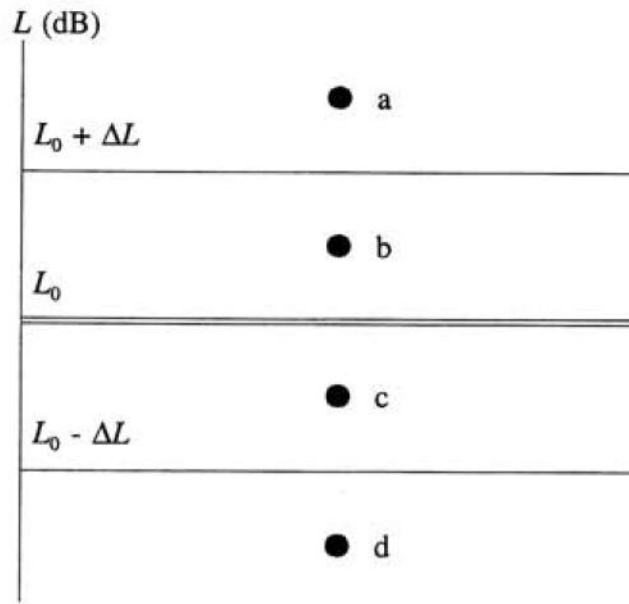
Taulukko 1. Melumittauksitulokset sekä mittausepävarmuus kootusti

Mittauspiste	Kokonaistulos, LAeq,tot	Taustamelu, LAeq,tm	Mittauksentulos, LAeq	Epävarmuus
Porin Saaristotie 862	47 dB(A)	44 dB(A)	44 dB(A)	± 3 dB
Isokorventie 246	44 dB(A)	45 dB(A)	42 dB(A)	± 4 dB
Koskikalliontie 40	46 dB(A)	≈ 43 dB(A)	43 dB(A)	± 4 dB
Kellahden rantatie 40	46 dB(A)	≈ 44 dB(A)	44 dB(A)*	± 4 dB*

Tähdellä (*) merkitty tulos edustaa tuulen yläpuolelta mitattua tulosta, jonka epävarmuuksiin on sisällytetty 2dB:n lisäpoikkeama.

3.3 Kokonaistulokset ja ohjearvovertailu

Mittauksentulosten vertailu VNp 993/92 ohjearvoihin tehdään ympäristöministeriön mittausohjeen 1/1995 [2] mukaisesti (ohjeen kappale 6.2 sekä alla oleva kuva 5 ja sen kuvaselite).



Kuva 5. Neljä esimerkkiä mittaustuloksen sijoittumisesta ohjearvoon L_0 ja mittaustulosten epävarmuuteen ΔL nähden. Ohjearvo ylittyy mittaustuloksella a ja alittuu mittaustuloksella d. Mikäli mittaustulokset b ja c eivät ylitä epävarmuutta 2dB, mittaustulos voidaan tulkita yhtä suureksi kuin ohjearvo (keskiviiva). Muiden tulosten osalta ei voida sanoa ylittääkö (b) tai alittaako (c) mittaustulos ohjearvon varmuudella.

Ohjeen kuvan perusteella ohjearvo ylittyy jos mittaustulos $>$ ohjearvo (L_0) + epävarmuus (ΔL) (kuva 5. kohta a). Vastaavasti ohjearvo alittuu jos mittaustulos $\leq L_0 - \Delta L$ (kuva 5. kohta d). Mittaustulos on ohjearvolla jos tulos on näiden välissä ja epävarmuus on 2 dB tai pienempi. Muiden tulosten osalta (kuva 5 kohdat b tai c) ei voida varmuudella sanoa ylittääkö (kohta b) vai alittaako (kohta c) se ohjearvon ("eos"). Yhteenvedo on esitetty taulukossa alla. $L_{Aeq,va}$ on taustamelukorjatun mittaustuloksen vertailutulos yöajan ohjearvoon 50 dB(A) nähden.

Taulukko 2. Mittaustulosten vertailu VNa 993/92 ohjearvoihin

Mittauspiste	L_{Aeq}	Häiritsevyysskorjaus + 5 dB	$L_{Aeq,va}$	Ohjearvo + epävarmuus	Ohjearvo - epävarmuus	Ohjearvovertilu
Porin Saaristotie 862	44 dB(A)	+5 dB	49 dB(A)	53 dB(A)	47 dB(A)	eos (kuvan 5 kohta c)
Isokorventie 246	42 dB(A)	-	42 dB(A)	54 dB(A)	46 dB(A)	Alittaa (kuvan 5 kohta d)
Koskikalliontie 40	43 dB(A)	-	43 dB(A)	54 dB(A)	46 dB(A)	Alittaa (kuvan 5 kohta d)
Kellahden rantatie 40	44 dB(A)	-	44 dB(A)	54 dB(A)	46 dB(A)	Alittaa (kuvan 5 kohta d)

Porin Saaristotie 862 mittauspisteessä ei voida varmuudella sanoa sitä, onko tulos ohjearvoja alittava eli kuvan 5 kohta c. Muissa pisteissä tulos on ohjearvot alittava (kuvan 5 kohta d).

YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Pöyry Finland Oy mittasi Porin Peittoon tuulivoimapuiston ympäriltä viidessä asuinkohteessa tuulivoimalaitosten aiheuttamaa melua uusien kansallisten melumittausohjeiden [1] mukaisesti soveltuvin osin. Mittausten ja analysoinnin yhteydessä havaittiin, ettei ohjeiden tarkka noudattaminen kenttäolosuhteissa ollut aina mahdollista tai kokonaisuuden kannalta järkevää. Vaikka joissain mittauspisteissä jouduttiin arvioimaan melutasoa ja -tuloksia ohjeesta poiketen tulokset ovat luotettavia.. Osa melumittausohjeen sallivista melutason korjauksista olisi johtanut saatuja tuloksia pienempiin melutasoihin..

Yhdessä kohteessa havaittiin melun häiritsevyyden kannalta selkeästi poikkeavaa melua (impulssimaisuutta) ja häiritsevyysskorjauksen vuoksi mittaustuloksen vertailu ohjearvoon on epäselvä (kohta c). Yksi tulos hylättiin havaitun voimalavian vuoksi ja tämän pisteen mittaus joudutaan uusimaan. Muissa kohteissa osalta mittaustulos on ohjearvot alittavaa (kuva 5 kohta d).



Oili Tikka
Johtaja, Mittauspalvelut
Pöyry Finland Oy, Energia



Carlo Di Napoli
Johtava asiantuntija, Teollisuusmelu
Pöyry Finland Oy, Energia

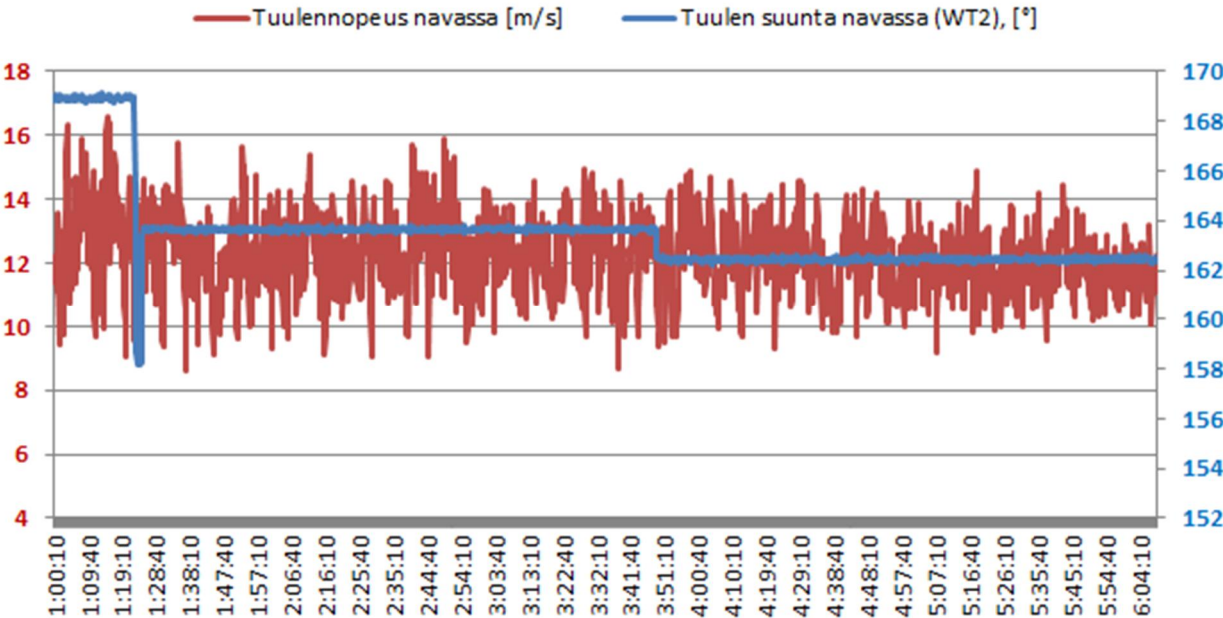
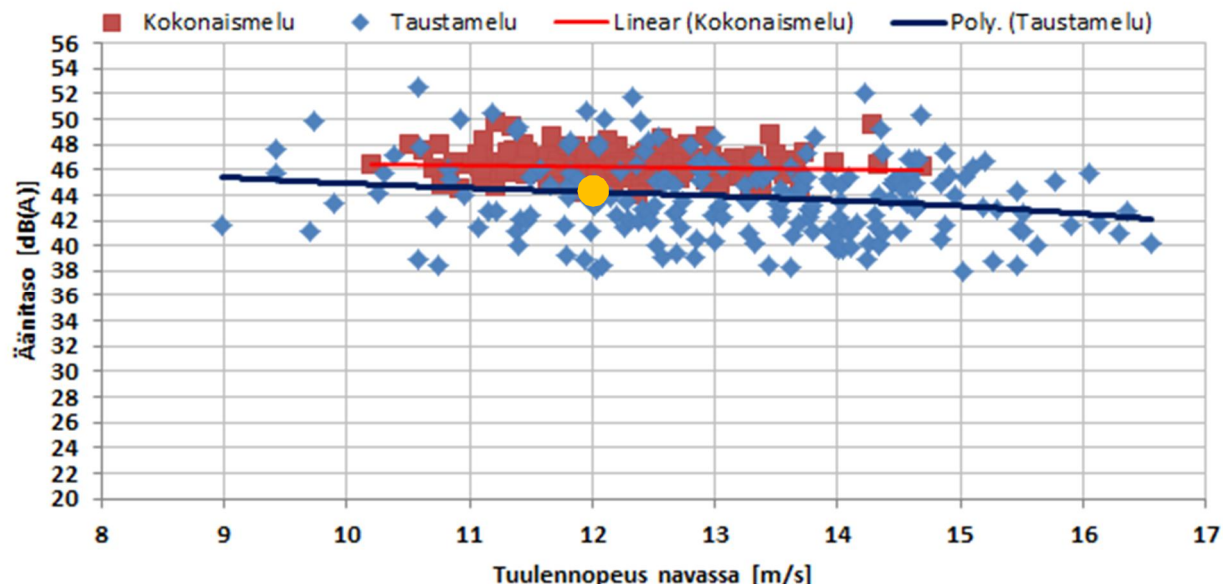
VIITTEET

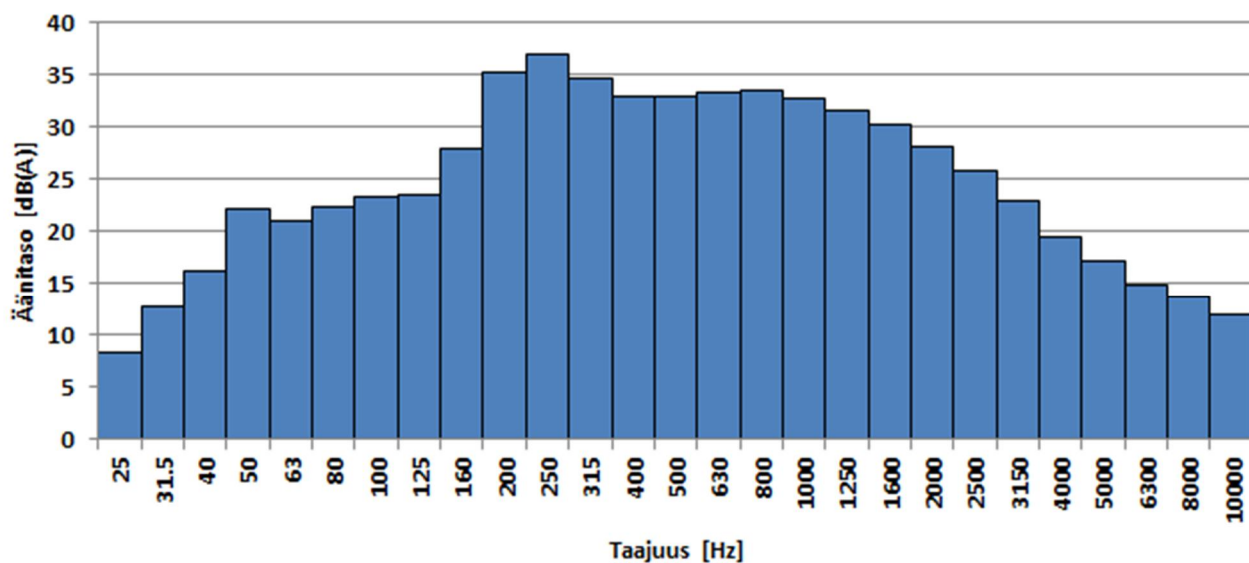
- [1] YM OH 4/2014, Tuulivoimaloiden melutason mittaaminen altistuvassa kohteessa. Ympäristöministeriö, Helsinki 2014.
- [2] Ympäristömelun mittaaminen. Ohje 1/1995. Ympäristöministeriö, Helsinki 1995.

The map displays the proposed Puolanka Wind Farm area. Key features include:

- Wind Turbine Locations (Tuulivoimala):** 11 blue dots are distributed across the area, primarily along the Puolanka River and near the lakes.
- Measurement Points (Melumittauspiste):** 5 red dots are located at Isokorventie 246, Porin Saaristotie 862, Koskikalliontie 40, Veikkolanraitti 62a, and Kellahden Rantatie 401.
- Geographical Features:** The map shows the Puolanka River, several lakes (Kuvattajärvi, Vesijärvi), and various forest types (Kalliorinne, Kallio, Loukaskallio, Maransuo).
- Infrastructure:** Roads and a railway line are visible. The map also shows the locations of several small settlements (Kallio, Loukaskallio, Maransuo).
- Scale:** A scale bar indicates 1000m.

Liite 2. Mittaustulokset kohdekohtaisesti

Mittauspiste: Porin Saaristotie 862		Mittausaika: 23.10.2014 klo 16:37 – 25.10.2015 klo 11:09
Lämpötila: +2 °C	Ilmanpaine: 1028 hPa	Suhteellinen kosteus: 85%
Tuulennopeus ja -suunta		
		
Äänenpaine vs, tuulennopeus (kokonaistaso, taustamelutaso)		
		
Äänitaso 12 m/s napakorkeuden tuulennopeudella		
Kokonaistaso, LAeq,tot : 47 dB	Taustamelutaso, LAeq,tm: 44 dB	Korjattu äänitaso LAeq: 44 dB
Äänen kapeakaistaisuus: vaihtelevasti (+5 dB)		Äänen impulssimaisuus: ajoittain, +5 dB
Äänispektri, 1/3 oktaavi (taustamelukorjattu)		



Valokuva



Melutapahtumat

- Mittaustulos yöajalta 25.10.2014, klo 04-05.
- Tuulenpuuskia ja taustamelua

Mittauspiste: Isokorventie 246

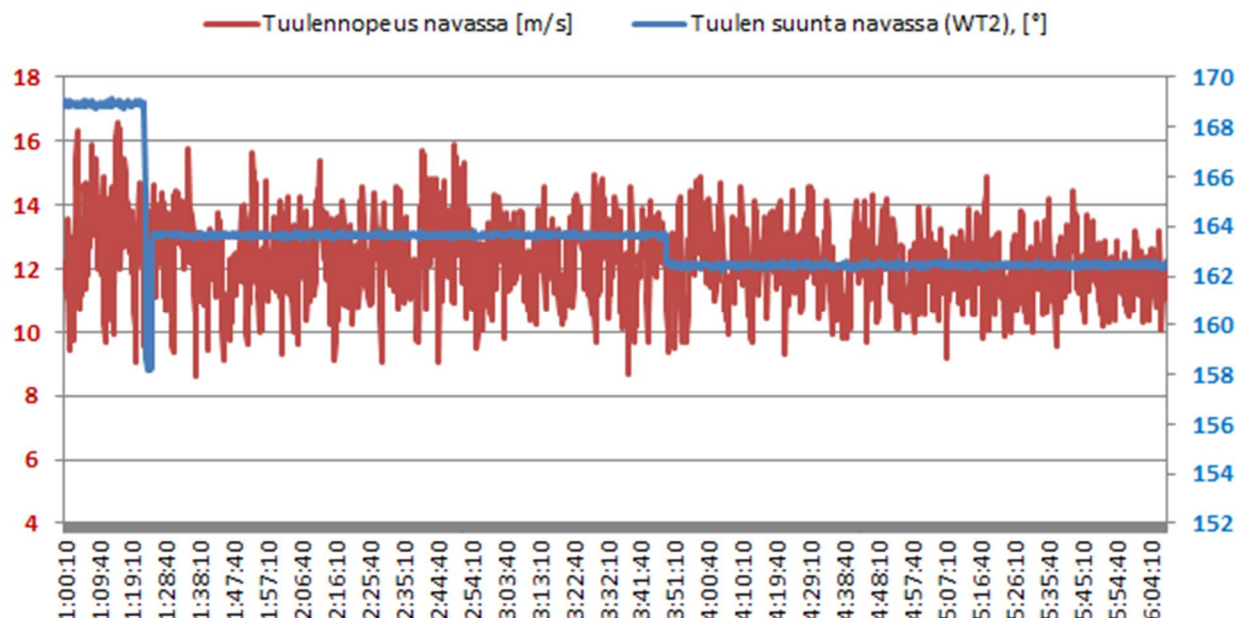
Mittausaika: 23.10.2014 klo 17:24 –
25.10.2014 klo 10:40

Lämpötila: +2 °C

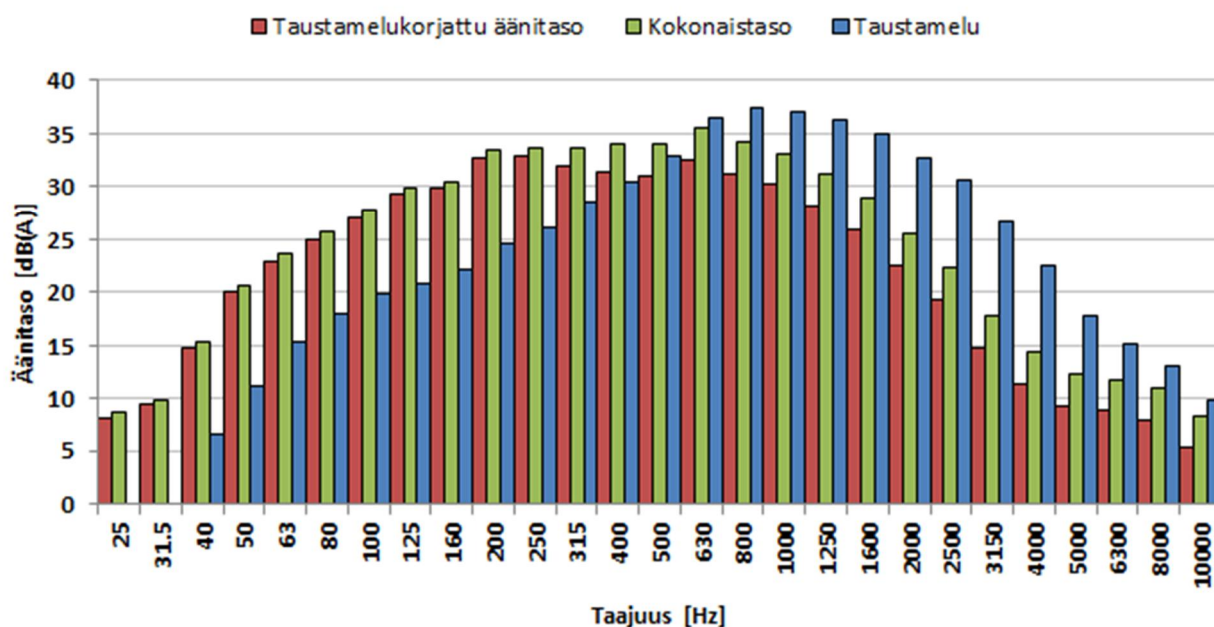
Ilmanpaine: 1028 hPa

Suhteellinen kosteus: 85%

Tuulennopeus ja -suunta



Äänispektri (kokonaistaso, taustamelu ja taustamelukorjattu)



Äänitaso 12 m/s napakorkeuden tuulennopeudella (1/3 oktaavikaistojen perusteella)

Kokonaistaso, LAeq,tot : 44 dB

Taustamelutaso, LAeq,tm: 45 dB

Korjattu äänitaso LAeq: 42 dB

Äänen kapeakaistaisuus: Ei

Äänen impulssimaisuus: Ei

Valokuva	Melutapahtumat
	• Tuulenpuuskia ja taustamelua

Mittauspiste: Koskikalliontie 40

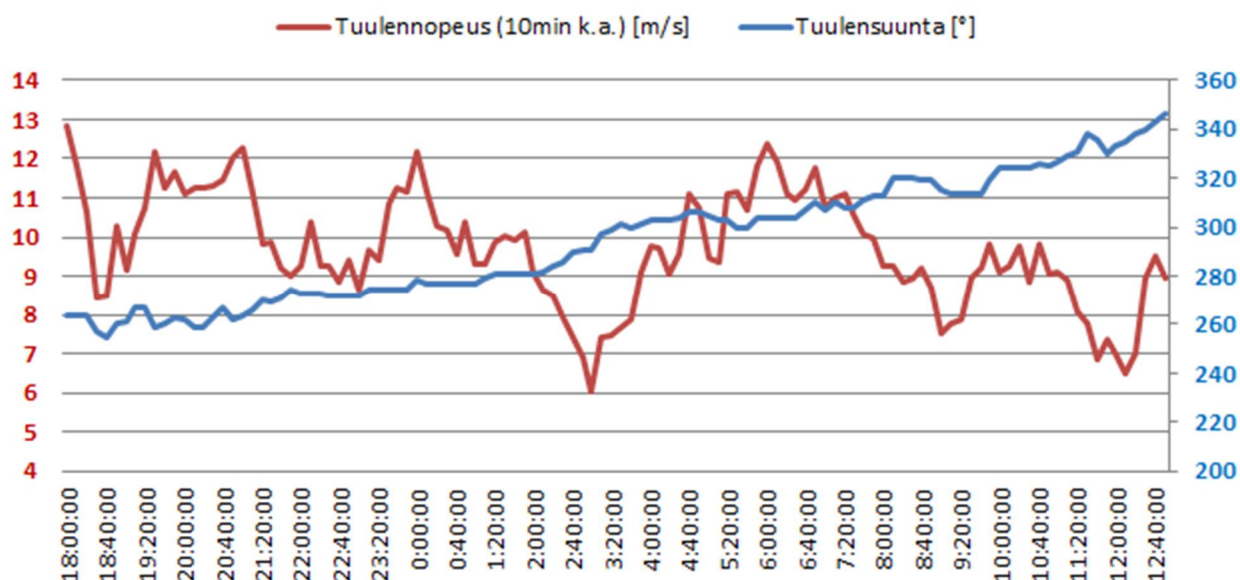
Mittausaika: 3.-4.12.2014 klo 18:40 –
4.12.2014 klo 08:35

Lämpötila: +6 °C

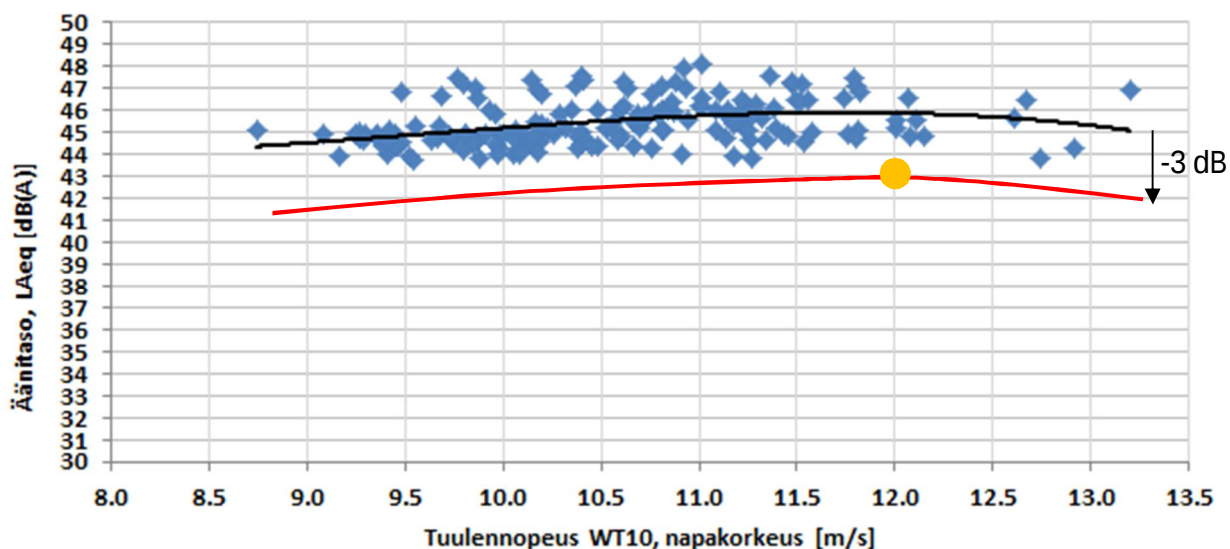
Ilmanpaine: 1013 hPa

Suhteellinen kosteus: 87%

Tuulennopeus ja -suunta



Äänenpaine vs, tuulennopeus (kokonaistaso)



Äänitaso 12 m/s napakorkeuden tuulennopeudella

Kokonaistaso, LAeq,tot : 46 dB

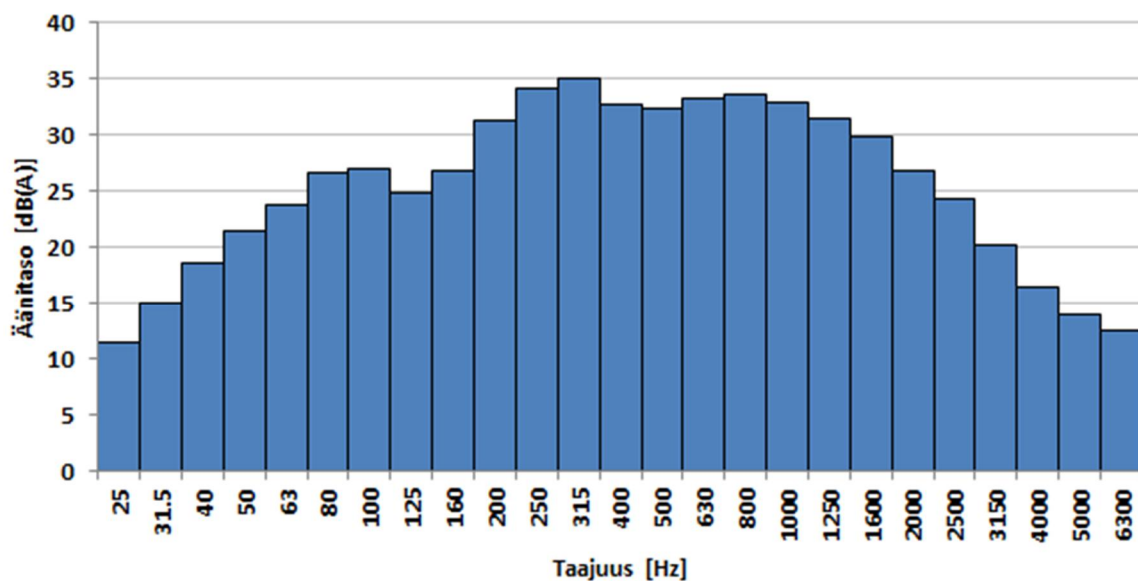
Taustamelutaso, LAeq,tm: ≈ 43 dB

Korjattu äänitaso LAeq: 43 dB

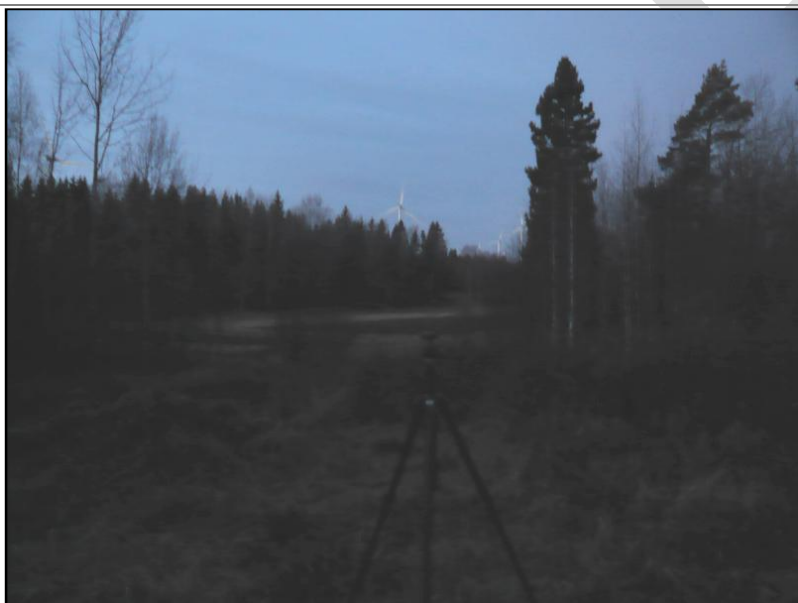
Äänen kapeakaistaisuus: Jonkin verran (ei +5 dB)

Äänen impulssimaisuus: Ei

Äänispektri (taustamelukorjattu)



Valokuva (mittauspositio ennen mittarin asentamista)



Melutapahtumat

- Mittaustulos yöajalta 4.10.2014, klo 06-07
- Tuulenpuuskia ja taustamelua

Mittauspiste: Kellahden Rantatie 401

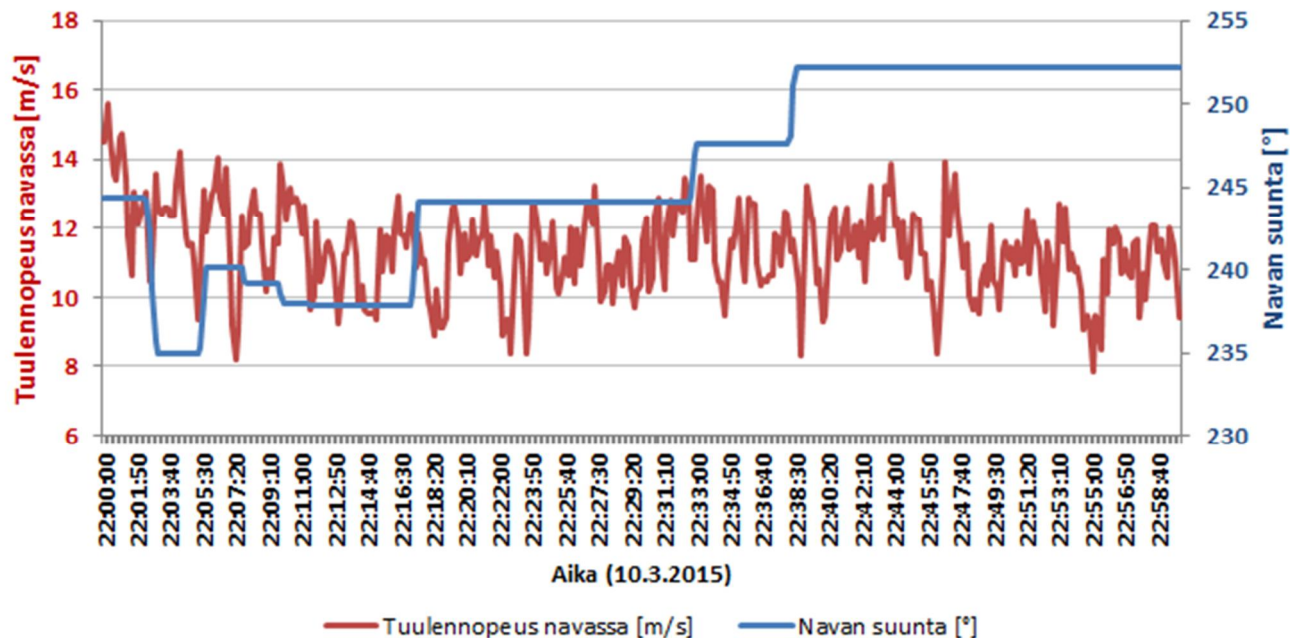
Mittausaika: 10.-11.3.2015 klo

Lämpötila: +4 °C

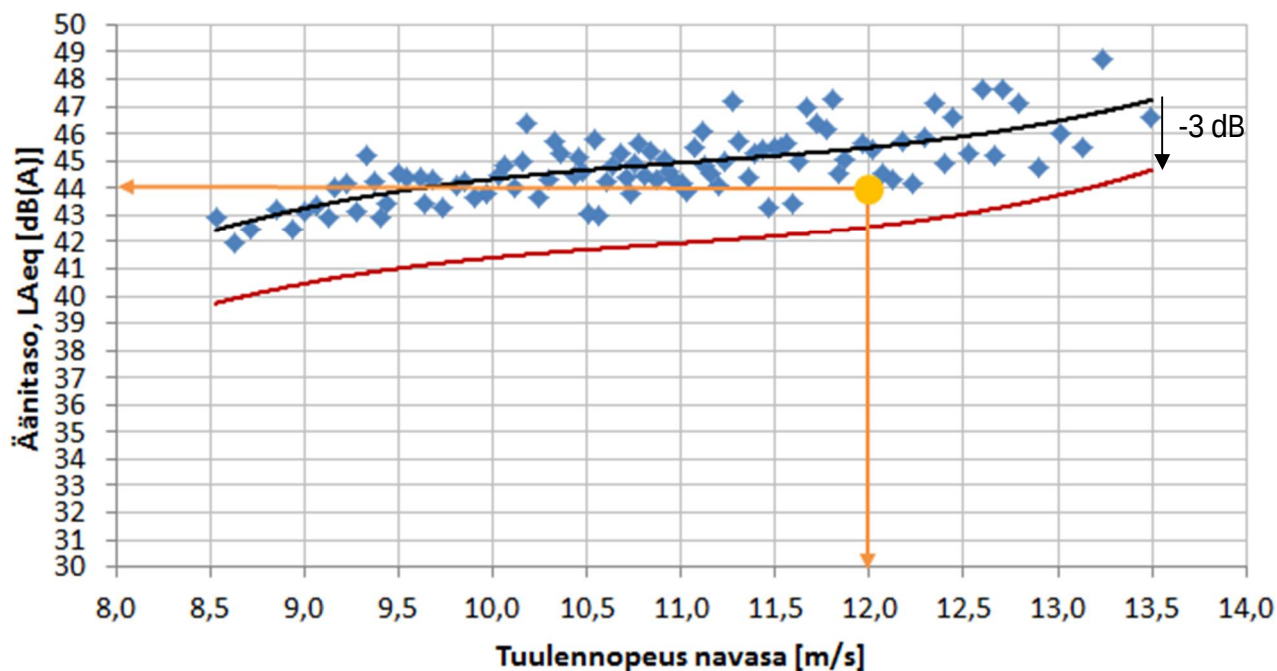
Ilmanpaine: 1002 hPa

Suhteellinen kosteus: 87%

Tuulennopeus ja -suunta



Äänenpaine vs, tuulennopeus (kokonaistaso)



Äänitaso 12 m/s napakorkeuden tuulennopeudella

Kokonaistaso, LAeq,tot : **46 dB**

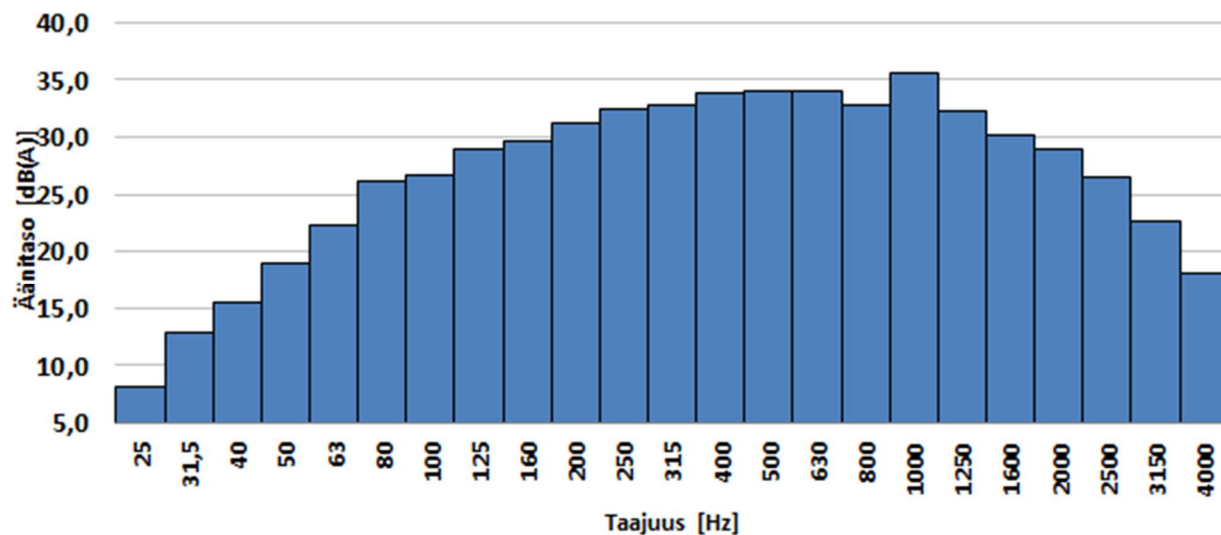
Taustamelutaso, LAeq,tm: ≈ **44 dB**

Korjattu äänitaso LAeq: **44 dB**

Äänen kapeakaistaisuus: Ei

Äänen impulssimaisuus: Ei

Äänispektri (taustamelukorjattu)



Valokuva



Melutapahtumat

- Mittaustulos yöajalta 10.3.2015, klo 22-23
- Äänenpainen x-y -tulokset ovat laskettu 10s LAeq keskiarvoista
- Tuulenpuuskia ja taustamelua
- Melua lampolasta (syy 1000Hz:n piikkiin taajuudessa)