

Vastaanottaja  
Punkalaitumen Tuulivoima Oy

Asiakirjatyyppi  
Raportti

Päivämäärä  
11.6.2015

Viite  
1510011224

# ISOSUON TUULIVOIMAHANKE, PUNKALAI DUN MELUSELVITYS

# ISOSUON TUULIVOIMAHANKE, PUNKALAI DUN MELUSELVITYS

Päivämäärä 11.6.2015  
Laatija Ville Virtanen  
Tarkastaja Arttu Ruhanen

Meluselvitys osayleiskaavan laadintaan liittyen

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 5/2015  
aineistoa.

[http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata\\_lisenssi\\_versio1\\_20120501](http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata_lisenssi_versio1_20120501)

Viite 1510011224

## SISÄLTÖ

1.	YLEISTÄ	1
2.	MELUN SUUNNITTELUOHJEARVOT	1
2.1	Tuulivoimarakentamisen suunnitteluohjearvot 4/2012	1
2.2	Asumisterveysasetuksen melutason toimenpiderajat asuntojen sisätiloissa	2
3.	MELUMALLINNUKSEN TIEDOT	2
3.1	Tuulivoimalatiedot	2
3.2	Melunlaskenta	3
3.3	Maastomalli	5
4.	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	5
4.1	Mallinnuksen tulokset	5
4.2	Häiritsevyysskorjaukset	5
4.3	Pienitaajuinen melu	6
4.4	Tuulivoiman melutasot verrattuna Ympäristöministeriön ohjeen "Tuulivoimarakentamisen suunnittelu" suunnitteluarvoihin	6
4.5	Alueen yleiset tuuliolosuhteet ja niiden vaikutus melutasojen esiintyvyyteen	7

## LIITTEET

Liite 1	Melulaskennan lähtötiedot ja tuulivoimaloiden akustiset tiedot
Liite 2	Meluvyöhykekartta, laitosten äänitehotaso $L_{WA}$ 106 dB

## 1. YLEISTÄ

Punkalaitumen Tuulivoima Oy suunnittelee tuulivoimalaitosten sijoittamista Punkalaitumen Isosuon suunnittelualueelle. Tässä selvityksessä on laadittu tuulivoimalaitosten melumallinnus osayleiskaavoituksen tarpeisiin.

Melumallinnus tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" raportin mukaisilla laskentaparametreilla. Koska kyseessä on kaavavaiheen selvitys, on meluvyöhykkeiden mallinnuksessa käytetty laskentamallia ISO 9613-2. Pienitaajuisen melun tarkastelu tehtiin soveltaen DSO 1284 mukaista menetelmää YM:n ohjeen 2/2014 mukaisesti.

Meluseelvityksen laatimisesta on Rambollissa vastannut projektipäällikkö ins.(AMK) Janne Ristolainen. Melumallinnukset ja raportoinnin on tehnyt suunnittelija ins.(AMK) Ville Virtanen.

## 2. MELUN SUUNNITTELUOHJEARVOT

### 2.1 Tuulivoimarakentamisen suunnitteluohjearvot 4/2012

Ympäristöministeriö julkaisussa "Ympäristöhallinnon ohjeita 4/2012 – Tuulivoimarakentamisen suunnittelu" on melun osalta todettu, etteivät Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 mukaiset melutason yleiset ohjearvot sovellu tuulivoimamelun haittojen arviointiin ja ohjeessa annetaan suunnitteluohjearvot tuulivoimamelulle.

Ympäristöministeriön ohjeessa on sanottu suunnitteluohjearvoista seuraavaa:

*"Tuulivoimarakentamisen suunnitteluohjearvot ovat riskienhallinnan ja suunnittelun apuväline. Niiden avulla voidaan tunnistaa tuulivoimarakentamiseen parhaiten soveltuvat alueet. Näillä suunnitteluohjearvoilla pyritään varmistamaan, ettei tuulivoimaloista aiheudu kohtuutonta häiriötä ja että esimerkiksi asuntojen sisämelutasot pysyvät asumisterveysohjeen mukaisina."* Seuraavassa taulukossa on eritelty tuulivoimarakentamista koskevat ulkomelutason suunnitteluohjearvot.

Taulukko 1. Tuulivoimarakentamisen ulkomelutason suunnitteluohjearvot

	L <sub>Aeq</sub> Päiväajalle (07–22)	L <sub>Aeq</sub> Yöajalle (22–07)
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
Muilla alueilla (esim. teollisuusalueilla)	ei sovelleta	ei sovelleta

\* yöarvoa ei sovelleta luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä

L<sub>Aeq</sub> = melun A-painotettu keskiäänitaso (ekvivalenttitaso)

On huomattava, että taulukon suunnitteluohjearvoja sovelletaan vain asumiseen, loma-asumiseen ja virkistykseen käytettävillä alueilla sekä leirintä- ja luonnonsuojelualueilla.

Tuulivoimarakentamisen ulkomelutason suunnitteluohjearvot määritetään A-taajuuspainotettuna keskiäänitasona L<sub>Aeq</sub> erikseen päiväajan (klo 7-22) ja yöajan (klo 22-7) osalta. Kyse ei ole hetkelisistä enimmäisäänitasoista.

Mikäli tuulivoimalan ääni on laadultaan erityisen häiritsevää eli ääni on tarkastelupisteessä soivaa (tonaalista), kapeakaistaista tai impulssimaista tai se on selvästi sykkivää (amplitudimoduloitua eli äänen voimakkuus vaihtelee ajallisesti), lisätään laskenta- tai mittaustulokseen 5 desibeliä ennen suunnitteluohjearvoon vertaamista.

Oppaassa mainituista häiritsevyysskorjauksista on todettava, että niitä ei lisätä automaattisesti tuulivoimalaitosten meluun, sillä melutason alhaisemmat suunnitteluohjearvot huomioivat jo tuulivoimalaitosten melun muuta melua häiritsevemmän luonteen. Lisäys tehdään ainoastaan siinä tapauksessa, että melu voidaan todeta erityisen häiritseväksi tarkastelupisteessä (esim. asutuksen tai loma-asuntojen kohdalla).

Ympäristöministeriön julkaisemassa ohjeessa 2/2014 "Tuulivoimalaitosten melun mallintaminen" on todettu häiritsevyysskorjausten soveltamisesta kaavavaiheen selvityksissä seuraavaa:

*"Äänen mahdollinen kapeakaistaisuus ja pienitaajuisten komponenttien osuus äänen spektrissä selvitetään. Melun impulssimaisuuden ja merkityksellisen sykinnän (amplitudimodulaatio) vaikutukset sisältyvät lähtökohtaisesti valmistajan ilmoittamiin melupäästön takuuarvoihin, eikä niiden tarkastelua tässä yhteydessä edellytetä. Sanktio voidaan huomioida laskennan lähtöarvoissa, mikäli tiedetään tuulivoimalan melupäästön sisältävän kapeakaistaisia/tonaalisia komponentteja ja voidaan arvioida näiden erityispiirteiden olevan kuulohavainnoin erotettavissa ja ohjeistuksen mukaisesti todennettavissa melulle altistuvalla alueella. Kapeakaistaisuus/tonaalisuus arvioidaan ympäristöministeriön tuulivoimaloiden melupäästön mittausohjeen mukaan. Muussa tapauksessa sanktiota ei sovelleta melun mallinnuksessa."*

- 2.2 Asumisterveysasetuksen melutason toimenpiderajat asuntojen sisätiloissa  
Sosiaali- ja terveysministeriö antoi 23.4.2015 Asumisterveysasetuksen, joka korvaa aiemmin käytössä olleen Asumisterveysohjeen (STM oppaita 2003:1). Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa on annettu melutason toimenpiderajat sisätiloihin päivä- ja yöajan keskiäänitasoina. Asuinhuoneistojen asuinhuoneisiin (paitsi keittiö ja muut tilat) toimenpiderajoiksi on annettu päiväajan keskiäänitasolle  $L_{Aeq, 7-22}$  35 dB ja yöajan keskiäänitasolle  $L_{Aeq, 22-7}$  30 dB. Selvästi taustamelusta erottuvalle melulle, joka voi aiheuttaa unihäiriötä, on toimenpiderajana nukkumiseen käytettävissä tiloissa yöaikaan (klo 22-7) yhden tunnin keskiäänitaso  $L_{Aeq, 1h}$  25 dB. Lisäksi on huomioitava melun erityisominaisuudet eli mahdolliset äänestäisyys- ja impulssimaisuuskorjaukset.

Ulkomelutason suunnitteluohjearvojen lisäksi asuntojen sisätiloissa käytetään Terveydensuojelulain (763/94) sisältövaatimuksiin pohjautuen asumisterveysohjeen mukaisia taajuuspainottamattomia tunnin keskiäänitasoon  $L_{eq, 1h}$  perustuvia suunnitteluohjearvoja koskien pienitaajuisia melua. Sisämelutasot voidaan arvioida ulkomelutasojen perusteella ottamalla huomioon rakennusten vaipan ääneneristävyys.

Taulukko 2. Yöaikaisen pienitaajuisen sisämelun toimenpiderajat terssikaistoittain (Asumisterveysasetus). Päiväaikana sallitaan 5 dB suurempia arvoja.

Kaista / Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
$L_{Leq, 1h}$ / dB	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

### 3. MELUMALLINNUKSEN TIEDOT

#### 3.1 Tuulivoimalatiedot

Mallinnuksessa huomioitiin 6 tuulivoimalaitosta, joiden koordinaatit on esitetty taulukossa 3. Taulukossa esitetty Z-arvo on maanpinnankorkeustaso suunnitellun tuulivoimalaitoksen perustan kohdalla. Voimalaitosten napakorkeutena käytettiin 144 metriä.

Mallinnuksen lähtötietoina käytettiin Vestas V126-3.3MW – laitostyypin tietoja. Terssikaistakohtaiset melupäästöarvot on ilmoitettu tuulennopeuden arvoille 4-14 m/s (napakorkeudella). Tuulen nopeuden saavuttaessa napakorkeudella 14 m/s, on kokonaisäänitehotaso  $L_{WA}$  105,9 dB. Tästä skaalaamalla saatiin valmistajan ilmoituksen mukaan, laitostyypin suurin A-painotettu äänitehotaso  $L_{WA}$  on 106 dB tuulennopeuksilla  $\geq 15$  m/s, joka on taattu arvo. Laitostyypin melutiedot ilmenevät hankevastaavan toimittamista laitostyypin dokumenteista, jossa äänitehotaso on ilmoitettu terssikaistoittain taajuusvälillä 6.3...8000 Hz ja äänitehotason vaihtelu tuulen nopeuden mukaan (napakorkeudella 3...20 m/s). (lähteet: V126-3.3MW-Mk2A-50/60 Hz Third Octaves according to General Specification, DMS 0048-2151\_V01, päivätty 11.11.2014 ja General Specification V126-3.3 MW 50/60 Hz, Document no.: 0034-7616 V10, päivätty 12.11.2014).

Taulukko 3. Tuulivoimaloiden koordinaatit (ETRS-TM35FIN)

Voimala	E / lon	N / lat	Z
1	285853	6779298	87
2	285468	6779651	89
3	284966	6780127	90
4	284696	6780521	93
5	285451	6780349	94
6	285897	6780313	96

### 3.2 Melunlaskenta

Melulaskennat tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" raportin mukaisilla laskentaparametreilla ja -menetelmillä. Liitteessä 1 on esitetty melulaskentojen oleelliset lähtötiedot esim. laskentaparametrit.

Melumallinnukset on tehty SoundPlan 7.3 – melulaskentaohjelmalla ja siihen sisältyvää ISO 9613-2 melulaskentamallia käyttäen. SoundPlan – melulaskentaohjelmistosta saa lisätietoa [www.soundplan.eu](http://www.soundplan.eu) internet-sivustolta ja laskentamallista kyseisestä standardista.

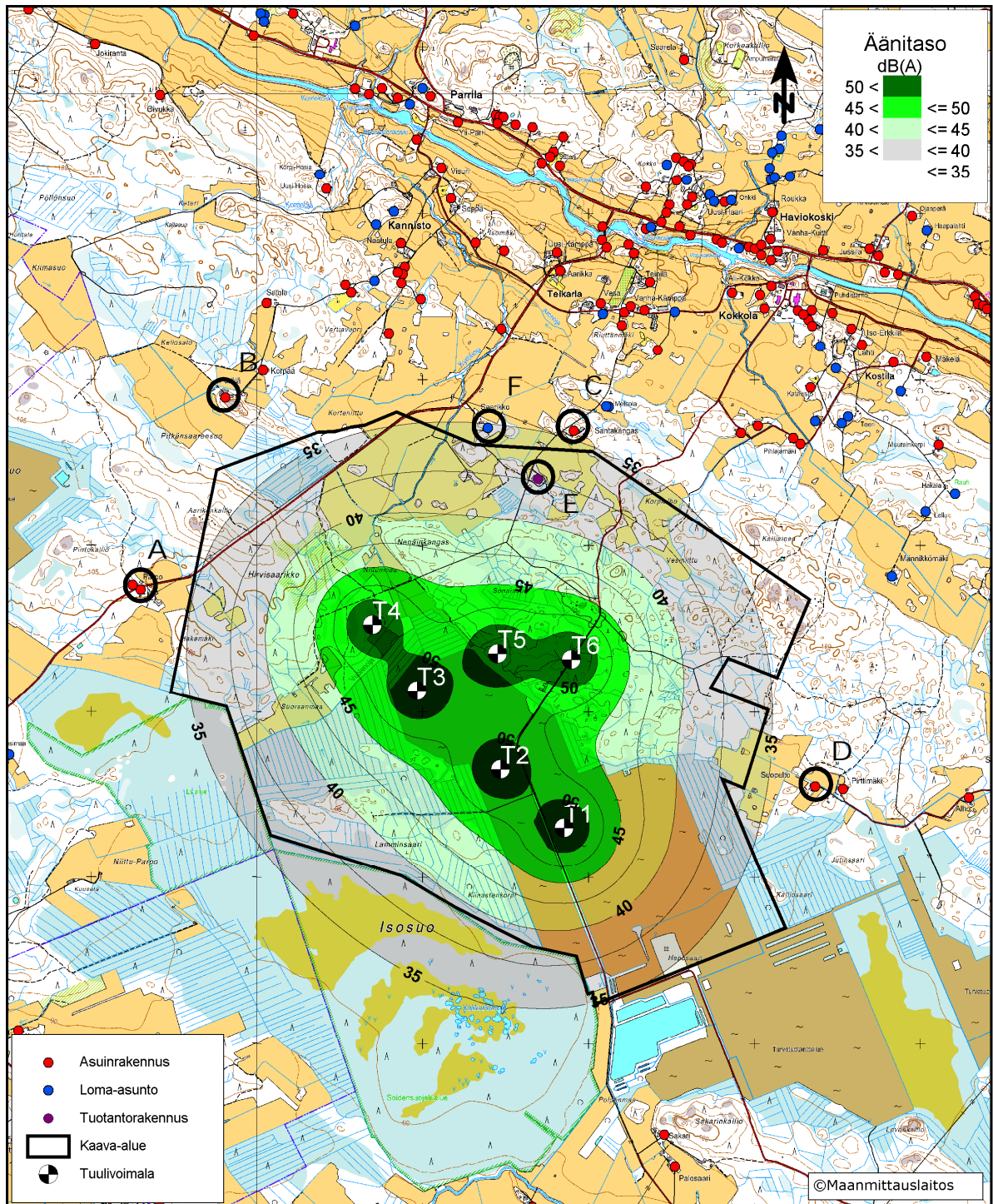
ISO 9613-2 – mallissa tuulen nopeutta tai suuntaa ei voida muuttaa, vaan laskentamallissa on oletuksena lievä myötätuuli melulähteestä laskentapisteeseen päin. Malli huomioi kolmiulotteisessa laskennassa mm. maastonmuodot sekä etäisyysvaimentumisen, ilman ääniabsorption, esteet, heijastukset ja maanpinnan absorptio-ominaisuudet.

Tuulivoimaloiden suunniteltujen sijaintipaikkojen ja melulle altistuvien kohteiden välinen korkeusero ei ylitä 60 metriä. Tästä syystä valmistajan ilmoittamaan melupäästöarvoon ei ole tarpeen tehdä ohjeessa 2/2014 mainittua korkeuseroon perustuvaa korjausta ennen melulaskennan tekemistä.

Meluvyöhykelaskennat on tehty laskentapisteverkkoon ja ohjelma interpoloi melutasot laskentapisteen välisille alueille. Lisäksi tehtiin reseptoripistelaskentoja eri suunnilla lähimpien asuintalojen/loma-asuntojen kohdalla. Reseptoripisteiden tuloksista käy ilmi tarkat keskiäänitasot ( $L_{Aeq}$ ) kyseisten rakennusten kohdalla. Laskentakorkeutena käytettiin 4 metriä maanpinnan yläpuolella.

Pientaajuisen melun tarkastelu tehtiin YM:n ohjeessa 2/2014 esitetyn mukaisesti. Melupäästötietona käytettiin laitosvalmistaja toimittamia 1/3-oktaavikaistatietoja laitoksen suurimmalle äänitehtotasolle ( $L_{WA} = 106$  dB). Taajuuspainottamattomien terssikaistakohtaisten ulkomelutason laskenta tehtiin kuuteen reseptoripisteeseen. Pisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 1. Rakennusten sisälle aiheutuvia pientaajuisia melutasoja arvioitiin DSO 1284 laskentamenetelmässä esitettyjen asuintalon julkisivun ilmäeneristävyyssarvojen avulla.

Kaikki esitetyt melutasot ovat suoraan mallinnuksen tuloksia, eikä niihin ole lisätty mitään mahdollisia häiritsevyyskorjauksia.



Kuva 1. Reseptoripisteiden sijainnit

### 3.3 Maastomalli

Maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen maastotietokannan kahden metrin korkeusmallin aineistosta. Maastomallissa ei huomioitu rakennuksia.

Mallissa ei ole huomioitu metsäkasvillisuutta melua vaimentavana tekijänä. Metsäkasvillisuus (puusto yms) voi vaimentaa melua, mikäli kasvillisuusvyöhyke on riittävän korkea ja syvyys on suuri. Kuitenkin ympäristömeluarvioinneissa pääsääntöisesti kasvillisuuden vaikutusta ei oteta huomioon, koska vyöhykkeiden pysyvyydestä ei voida olla varmoja (esim. puuston avohakkuut). Myöskään laskentamallien kyvystä huomioida luotettavasti puuston vaikutus melun etenemiseen oikein ei ole vielä riittävästi tutkittua tietoa.

Hankealueella tuulivoimalan suunniteltujen sijaintipaikkojen ja kolmen kilometrin etäisyydellä laitoksista sijaitsevien altistuvien kohteiden välinen maanpinnan korkeusero oli alle 60 metriä.

## 4. TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

### 4.1 Mallinnuksen tulokset

Tuulivoimalaitosten laskennalliset meluvyöhykkeet (A-painotettu äänitaso) on esitetty liitteessä 2. Melukuvaan on merkitty asuin- ja lomarakennukset värikoodein Maanmittauslaitoksen maastotietokannan ja kunnalta tarkistettujen rakennustietojen pohjalta.

Melukuvissa esitetty keskiäänitaso kuvaa tilannetta, jossa tuulivoimalaitokset tuottavat suurimman nimellisen äänitehotason koko päivä- tai yöajan. Todellisuudessa tuulennopeus vaihtelee päivä- ja yöaikana ja todellinen päivä- tai yöajan keskiäänitaso vaihtelee sen mukaisesti. Myös tuulen suunta vaikuttaa melun leviämiseen ja laskennassa tuulen oletetaan olevan myötätuuli kaikkiin ilmansuuntiin.

Taulukossa 4 on reseptoripisteisiin lasketut keskiäänitasot.

Taulukko 4. Reseptoripistelaskentojen tulokset

Reseptori	ETRS-TM35FIN		Z (maanpinta)	$L_{Aeq}$ , dB
	E / lat	N / lon		
A	283299	6780733	101	32,5
B	283811	6781892	98	30,1
C	285911	6781691	95	34,6
D	287366	6779548	91	32,9
E	285686	6781385	91	37,5
F	285393	6781707	94	35,2

Mallinnuksen perusteella melutaso lähimmän yksittäisen loma-asunnon kohdalla on noin  $L_{Aeq}$  35 dB tasalla. Isosuon luonnonsuojelualueella melutaso on osalta alalta yli  $L_{Aeq}$  35 dB, mutta suurelta osin kuitenkin alle 35 dB. 40 dB:n meluvyöhyke ei ulotu luonnonsuojelualueelle. Tuotantorakennuksen kohdalla, jonka yhteydessä on asuinrakennus, melutaso on alle  $L_{Aeq}$  40 dB.

### 4.2 Häiritsevyysskorjaukset

Ympäristöministeriön mallinnusohjeen 2/2014 mukaan kaavoitusvaiheen meluselvityksessä ei edellytetä melun impulssimaisuuden ja merkityksellisen sykinän (amplitudimodulaatio) tarkastelua, vaan oletetaan että kyseiset vaikutukset sisältyvät laitosvalmistajan ilmoittamiin melupäästön takuuarvoihin. Melun kapeakaistaisuudelle/tonaalisuudelle edellytettävä +5 dB:n korjaus tehdään vain sellaisissa tapauksissa, jos erityispiirteet ovat kuultavissa melulle altistuvassa kohteessa ja tuulivoimalan melupäästön tiedetään sisältävän kapeakaistaisuutta.

Tutkittava laitosmalli ei valmistajan toimittamien tietojen mukaan aiheuta kapeakaistaista melua ja kun melun kapeakaistainen luonne tyypillisesti vielä vähenee etäisyyden kasvaessa melulähteestä kuuntelupisteeseen, ei tuulivoimamelun arvioida olevan kapeakaistaista tarkastelluilla (satojen metrien) etäisyyksillä.



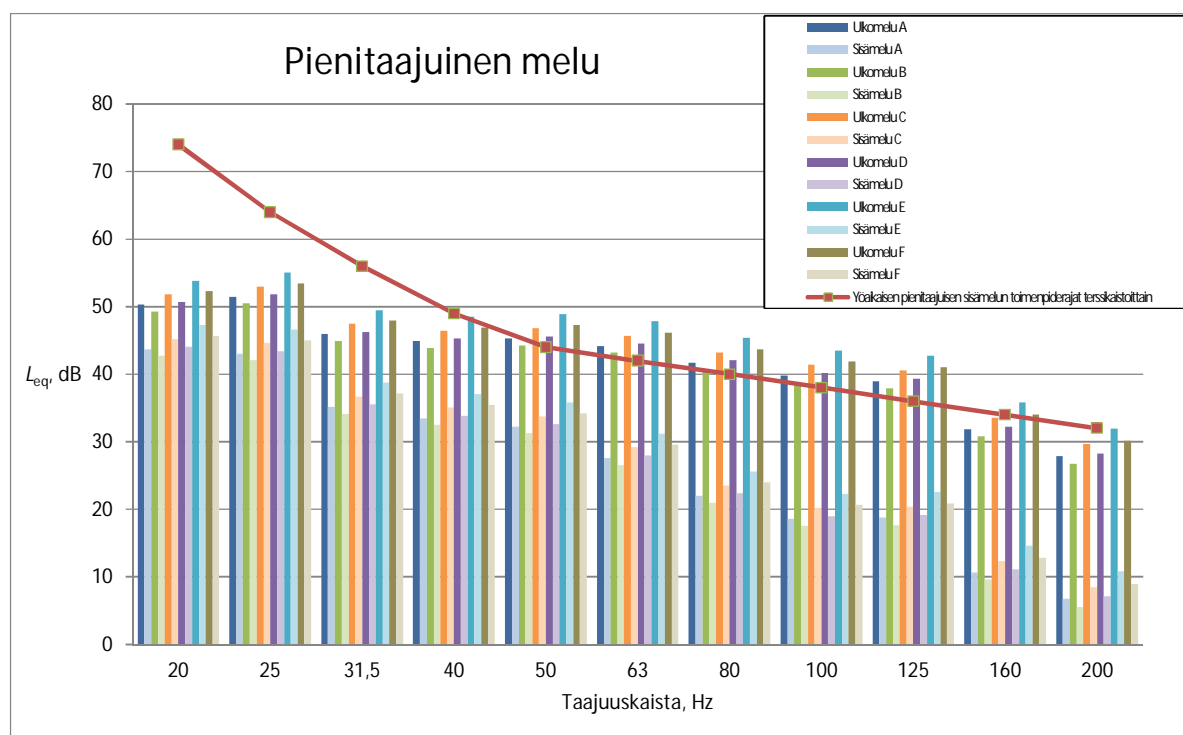
### 4.3 Pienitaajuinen melu

Pienitaajuinen melu laskettiin kuuteen reseptoripisteeseen.

DSO 1284 – menetelmän mukaiset ääneneristävyyssarvot (äänitasoero  $\Delta L$ ) kuvaavat tyypillisen tanskalaisen asuintalon ilmaääneneristävyyttä, jotka vastaavat kohtuullisen hyvin Suomessa käytettyjä rakenteita.

Pienitaajuisen melun laskentatulokset ulkona osoittavat, että rakennuksilta vaadittavat ääneneristävyydet ovat reseptoripisteestä riippuen enimmillään muutamasta desibelistä noin seitsemään desibeliin. Pienimmillä terssikaistoilla jo ulkomelutasot alittavat sisätilojen toimenpiderajat. Päiväaikaisiin toimenpiderajoihin verrattuna vain reseptoripisteessä E ulkomelutasot ovat sisätilojen toimenpiderajojen yli muutaman terssikaistan osalta.

Kun huomioidaan ulkoseinän ääneneristävyys DSO 1284 – menetelmässä mainittujen arvojen mukaisesti, alittavat terssikohtaiset sisämelutasot asumisterveysasetuksen mukaiset yöaikaiset pienitaajuisen sisämelun toimenpiderajat kaikissa reseptoripisteissä. Tulokset osoittavat, että ympäristön rakennusten kohdalla normaalia rakentamistapaa vastaava ilmaääneneristys riittää vaimentamaan tuulivoimalaitosten pienitaajuisen melun toimenpiderajojen alle. Tulosten perusteella voidaan todeta, että pienitaajuinen melu alittaa toimenpiderajat myös kauempana tuulivoimaloista, koska laskennan periaatteiden mukaan pienitaajuinen melu vaimenee etäisyyden kasvaessa.



Kuva 2. Pienitaajuisen melun laskentatulokset reseptoripisteissä

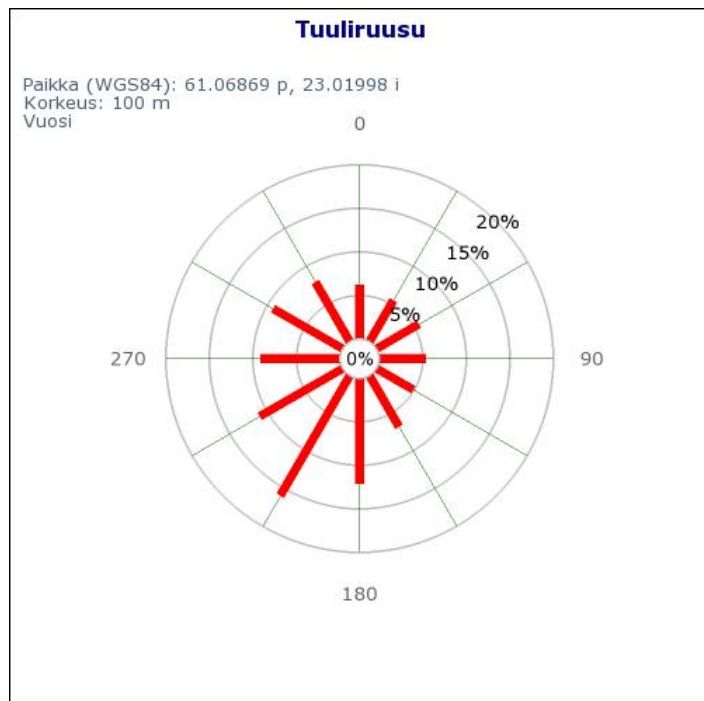
### 4.4 Tuulivoiman melutasot verrattuna Ympäristöministeriön ohjeen "Tuulivoimarakentamisen suunnittelu" suunnitteluarvoihin

YM:n ohjeen (2/2014) mukaan ohjearvovertailussa ei huomioida epävarmuutta, kun laskenta tehdään ohjeessa mainituilla parametreilla ja käyttäen valmistajan takaamia melupäästöarvoja (declared value tai warranted level). Tällöin melupäästön takuuarvoon on sisällytetty koko laskennan epävarmuus. Tässä mallinnuksessa on käytetty valmistajan takaamaa arvoa.

Lasketut melutasot ovat vakituiseen asutuksen ja yksittäisten loma-asuntojen kohdalla alle päiväajan suunnitteluohjearvon  $L_{Aeq\ 7-22}$  45 dB sekä yöajan suunnitteluohjearvon  $L_{Aeq\ 22-7}$  40 dB.

Isosuon luonnonsuojelualueella melutaso alittaa päiväajan suunnitteluohjearvon  $L_{Aeq\ 7-22}$  40 dB. Yöajan suunnitteluohjearvo  $L_{Aeq\ 22-7}$  35 dB ylittyy alueella osin.

- 4.5 Alueen yleiset tuuliolosuhteet ja niiden vaikutus melutasojen esiintyvyyteen  
 Tuuliolosuhteet vaikuttavat tuulivoimalaitoksen meluntuottoon. Meluntuotto ei kasva lineaarisesti tuulennopeuden mukana ja äänitehotason voimistuminen pysähtyy tai alkaa laskea yleensä noin 7-11 m/s tuulennopeudella. Hiljaisemmalla tuulennopeudella voimalaitoksen äänitehotaso saattaa olla merkittävästi maksimiarvoa hiljaisempi.



Kuva 3. Tuuliruusu Suomen Tuuliatlaksesta

Tuulennopeus vaihtelee päivä- ja yöaikana ja hetkittäinen äänitaso vaihtelee sen mukaisesti. Mallinnuksen tulokset vastaavat keskiäänitasoja tilanteessa, jossa tuulennopeus on koko päivä- tai yöajan 15 m/s tai enemmän napakorkeudella. Mallinnustulokset kuvaavat siten lähes äänekkäintä mahdollista tilannetta, jolloin tuulennopeus on koko päivän tai yön todella voimakasta.

Myös tuulen suunta vaikuttaa melun leviämiseen. Kuvassa 3 on esitetty Suomen Tuuliatlaksesta poimittu alueen tuuliruusu. Isosuon alueella vallitseva tuulensuunta on etelän-lounaansuunnasta. Tällöin mallinnuksen mukaiset melutasot toistuvat useimmiten tuulivoimaloiden pohjois-, koillis- tai itäpuolella.

Lahdessa 11. päivänä kesäkuuta 2015

RAMBOLL FINLAND OY

Janne Ristolainen  
 projektipäällikkö

Ville Virtanen  
 suunnittelija

Laatija: Ville Virtanen, Ramboll Finland Oy  
 Päivämäärä: 11.6.2015

Hankevastaava: Punkalaitumen Tuulivoima Oy  
 Hankealue: Isosuo, Punkalaidun

## Mallinnusohjelman tiedot

Mallinnusohjelma ja versio: SoundPlan 7.3  
 Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2

## Tuulivoimaloiden perustiedot

Tuulivoimalan valmistaja:	Tyyppi:	Sarjanumero:	
Vestas	V126	-	
Nimellisteho:	Napakorkeus:	Roottorin halkaisija:	Tornin tyyppi:
3,3 MW	144 m	126 m	-

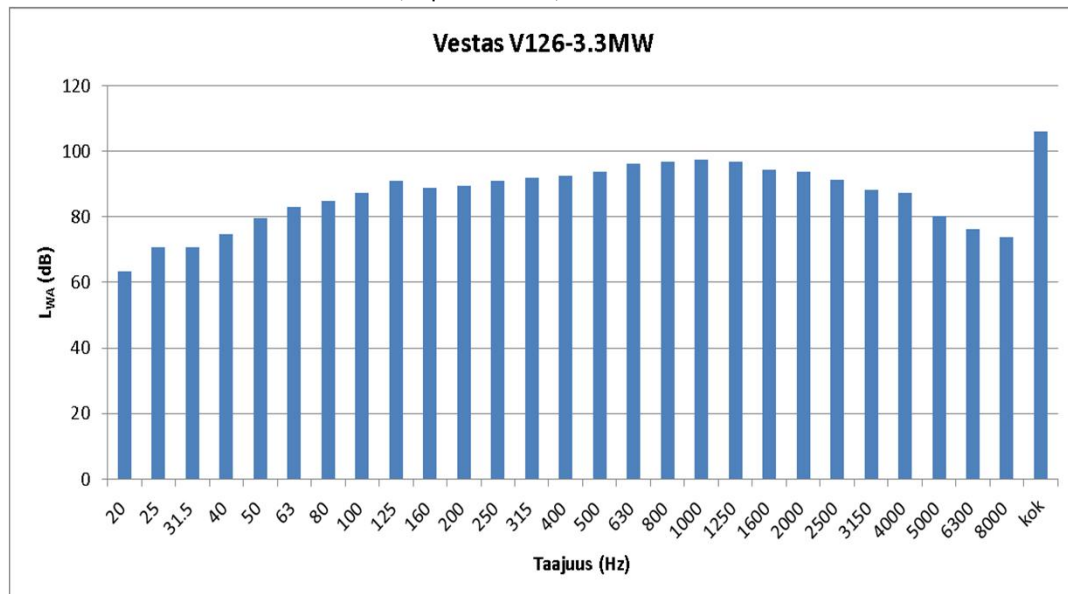
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

Lapakulman säätö:	Pyörimisnopeus:	Muu, mikä:
<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Kyllä	
<input type="checkbox"/> Ei	<input type="checkbox"/> Ei	
<input checked="" type="checkbox"/> Ei ilmoitettu	<input checked="" type="checkbox"/> Ei ilmoitettu	

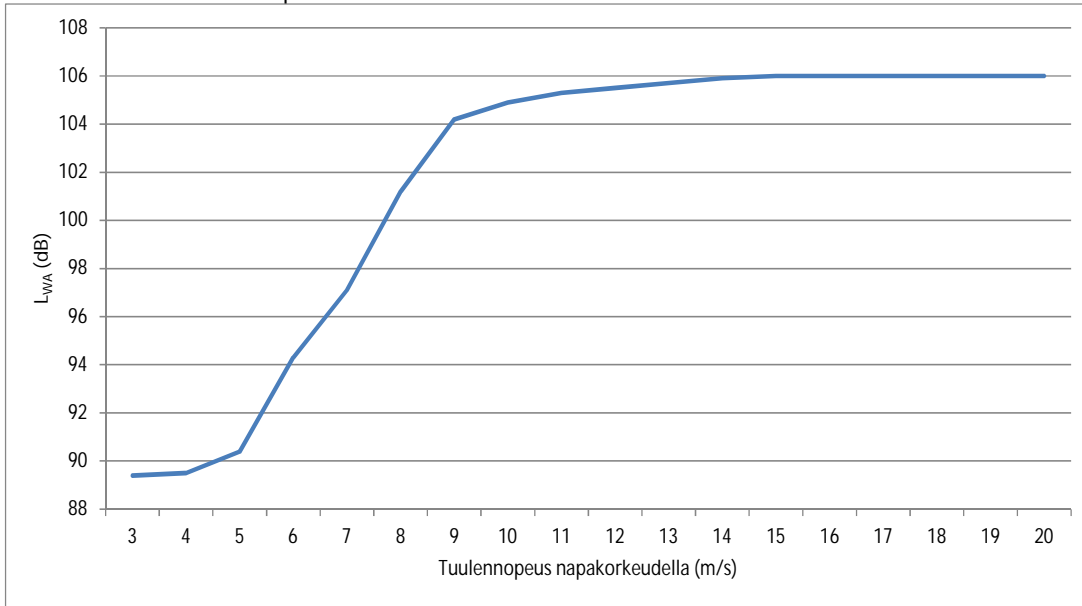
## Akustiset tiedot/laskennan lähtötiedot

Suurin äänitehotaso  $L_{WA}$ :  
 106,0 dB  $\geq 15$  m/s  Takuarvo

Äänitehotaso 1/3-oktaaveittain (A-painotettu):



Äänitehotaso tuulennopeuden funktiona:



Melun erityspiirteiden mittaus ja havainnot:

Kapeakaistaisuus /  
Tonaalisuus

- Kyllä  
 Ei  
 Ei ilmoitettu

Impulssimaisuus

- Kyllä  
 Ei  
 Ei ilmoitettu

Merkityksellinen sykintä  
(amplitudimodulaatio)

- Kyllä  
 Ei  
 Ei ilmoitettu

Muu, mikä

Laskentaverkko

Laskentakorkeus:  
4 metriä

Laskentaruudukon koko:  
20\*20 metriä

Sääolosuhteet

Suhteellinen kosteus:  
70 %

Lämpötila:  
15 °C

Maastomalli

Maastomallin lähde:  
Maanmittauslaitos, Korkeusmalli 2 m

Vaakaresoluutio:  
2 m

Pystyresoluutio:  
0,3 m

Hankealueen korkeuserot

Tuulivoimalan perustusten ja altistuvan kohteen korkeusero yli 60 m (3 km etäisyydellä voimaloista)

- Kyllä  Ei

Jos kyllä, mitkä tuulivoimalat:

Maan- ja vedenpinnan absorptio ja heijastukset, käytetyt kertoimet

Vesialueet 0 akustisesti kova pinta  
 Maa-alueet 0,4 akustisesti puolikova

I Imakehän stabiilius laskennassa/meteorologinen korjaus

Neutraali 0 neutraali - stabiili sääolosuhde

**Voimalan äänen** suuntaavuus ja vaimentuminen

- Vapaa avaruus  
 Muu

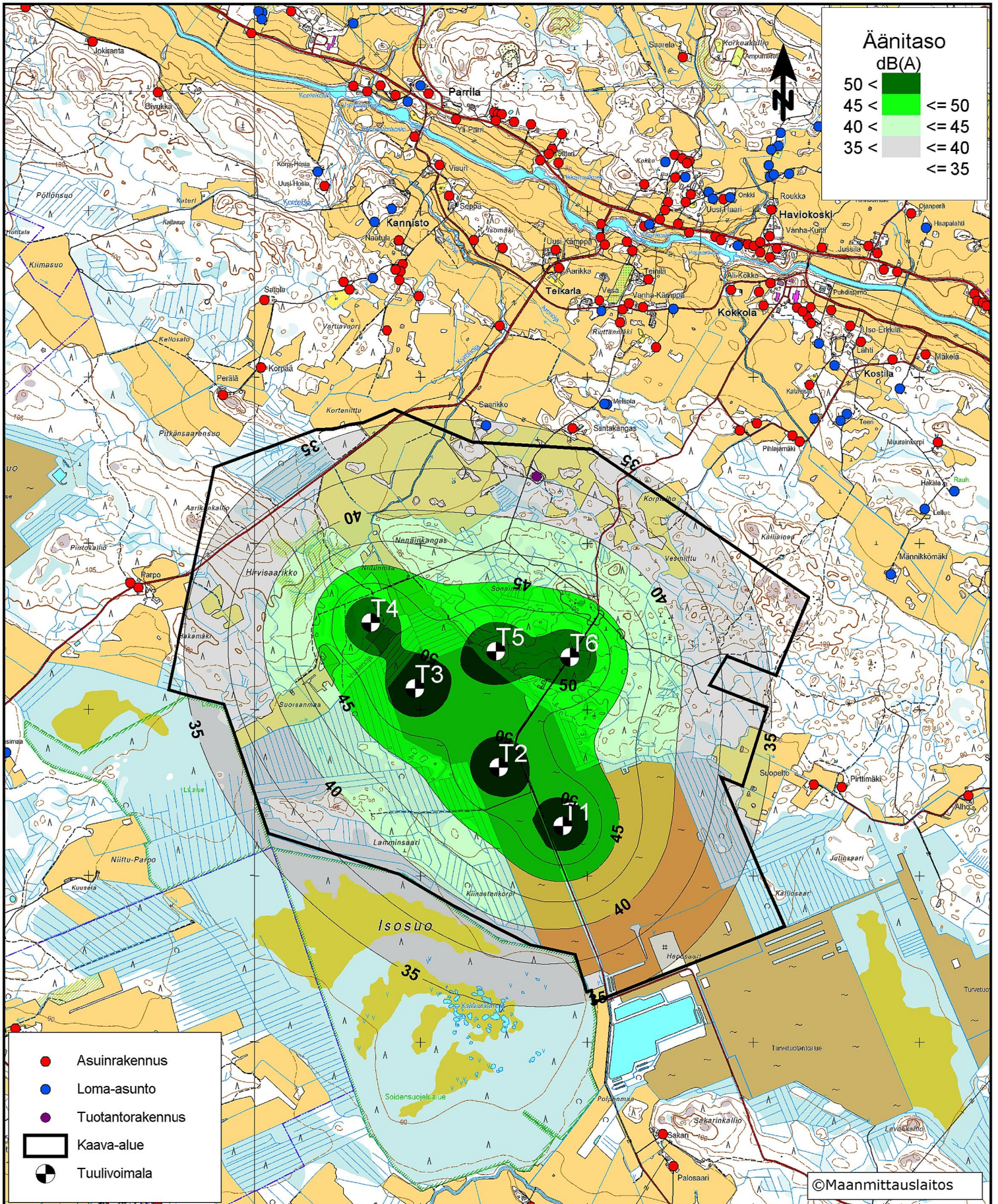
## Pienitaajuisen melun laskenta

Lineaariset melutasot ( $L_{Leq}$ ) altistuvan kohteen (rakennuksen) ulkopuolella

Pientaajuisen melun laskentamenetelmä:

YM:n ohjeen 2/2014 mukainen (DSO 1284 sovellettuna)

	A	B	C	D	E	F
Hz	$L_{Leq}$ , dB	$L_{Leq}$ , dB	$L_{Leq}$ , dB	$L_{Leq}$ , dB	$L_{Leq}$ , dB	$L_{Leq}$ , dB
20	50	49	52	51	54	52
25	51	50	53	52	55	53
31,5	46	45	47	46	50	48
40	45	44	46	45	48	47
50	45	44	47	46	49	47
63	44	43	46	45	48	46
80	42	41	43	42	45	44
100	40	39	41	40	44	42
125	39	38	41	39	43	41
160	32	31	34	32	36	34
200	28	27	30	28	32	30



Isosuo tuulivoimahanke,  
Punkalaidun

Mittakaava 1:30000  
0 250 500 750 1000 m

Liite 2  
Meluvyöhykkeet  $L_{Aeq}$   
Laskentamalli ISO 9613-2  
Laskentakorkeus mp +4 m

Tuulivoimaloiden tiedot:  
-HH 144 m  
- $L_{WA}$  106 dB

11.06.2015 V.Virtanen