

Vastaanottaja
Ilmatar Loviisa Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
20.1.2022

Viite
1510014407

TETOMIN TUULIVOIMAYLEISKAAVA,
LOVIISA
MELUSELVITYS

TETOMIN TUULIVOIMAYLEISKAAVA, LOVIISA MELUSELVITYS

Päivämäärä 20.1.2022
Laatija Ville Virtanen
Tarkastaja Jari Hosiokangas

Tuulivoimahankkeen melumallinnus

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 04/2019
aineistoa.

Viite 1510014407

SISÄLTÖ

1.	YLEISTÄ	1
2.	MELUN OHJEARVOT	1
2.1	Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista	1
2.2	Asumisterveysasetuksen melutason toimenpiderajat asuntojen sisätiloissa	2
3.	MELUMALLINNUKSEN TIEDOT	2
3.1	Tuulivoimalatiedot	2
3.2	Melulaskenta	3
3.3	Maastomalli	4
4.	TULOKSET	5
4.1	Mallinnustulokset	5
4.2	Pienitaajuinen melu	5
5.	TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	6
5.1	Melun erityspiirteet ja häiritsevyysskorjaukset	6
5.2	Melutasot verrattuna ohjearvoihin	6
5.3	Alueen tuuliolosuhteet ja niiden vaikutukset meluun	6

LIITTEET

Liite 1	Laskentaparametrit ja tuulivoimaloiden akustiset tiedot
Liite 2	Meluvyöhykkeet (5 voimalaa), äänitehotaso 106 dB + 2 dB Uc

1. YLEISTÄ

Ilmatar Loviisa Oy suunnittelee tuulivoimahanketta Loviisaan Tetomin alueelle, hanketta varten on käynnistetty tuulivoimaosayleiskaavan laatiminen. Tämän työn tarkoituksena on ollut päivittää suunniteltujen tuulivoimalaitosten aiheuttamat meluvaikutukset uudella sijoitussuunnitelmalla.

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

Työ on tehty Ilmatar Loviisa Oy:n toimeksiannosta, josta yhteyshenkilö on ollut Jussi Mäkinen. Ramboll Finland Oy:ssä aiempien meluselvitysten laadinnasta on vastannut projektipäällikkö ins.(AMK) Janne Ristolainen. Tässä työssä päivitetystä melumallinnuksesta ja raportoinnista on vastannut projektipäällikkö ins.(AMK) Ville Virtanen.

2. MELUN OHJEARVOT

2.1 Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista

Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 (voimaantulopäivä 1.9.2015) on annettu tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvot. Ohjearvot on annettu absoluuttisina lukuarvoina, joissa ei huomioida taustamelua. Asetusta sovelletaan maankäyttö- ja rakennusalan mukaisessa maankäytön ja rakentamisen suunnittelussa, lupamenettelyissä ja valvonnassa sekä ympäristönsuojelulain mukaisessa lupamenettelyssä ja valvonnassa.

Tuulivoimalan toiminnasta aiheutuvan melupäästön takuuarvon perusteella määritelty laskennallinen melutaso ja valvonnan yhteydessä mitattu melutason eivät saa ulkona ylittää melulle altistuvalla alueella melun A-taajuuspainotetun keskiäänitason (ekvivalenttitason L_{Aeq}) ohjearvoja taulukossa 1 esitetyn mukaisesti.

Taulukko 1. Valtioneuvoston asetuksen mukaiset tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvot 1107/2015

	Ulkomelutason L_{Aeq} päivällä klo 7-22	Ulkomelutason 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	40 dB	40 dB

Elinympäristöön vaikuttavaa toimintaa suunniteltaessa ja järjestettäessä sekä tällaista toimintaa harjoitettaessa huomioon otettavista sisämelutasoista säädetään terveydensuojelulaissa (763/1994) ja sen nojalla annetuissa säännöksissä.

Valvonnan yhteydessä saatuun mittaustulokseen tehdään 5 dB lisäys, mikäli tuulivoimalan melu on impulssimaista tai kapeakaistaista altistuvalla alueella.

- 2.2 Asumisterveysasetuksen melutason toimenpiderajat asuntojen sisätiloissa
Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 545/2015 (voimaantulopäivä 15.5.2015) on annettu toimenpiderajoja asuntojen ja muiden oleskelutilojen sisämelulle (ns. asumisterveysasetus).

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 inihäiriötä, on toimenpiderajana nukkumiseen käytettävissä tiloissa yöaikaan (klo 22-7) yhden tunnin keskiäänitaso $L_{Aeq, 1h}$ 25 dB. Lisäksi on huomioitava melun erityisominaisuudet eli mahdolliset kapeakaistaisuus- ja impulssimaisuuskorjaukset. Asetus sisältää toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle, jotka on annettu taajuuspainotamattomina tunnin keskiäänitasoina $L_{eq, 1h}$.

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

Melumallinnus tehtiin 16.11.2021 päivätyn sijoitussuunnitelman (layout) mukaisesti.

Melutasot mallinnettiin käyttäen voimalaitoksen lähtötietona SG 6.0-170 – voimalaitoksen kokonaisäänitehotasoa L_{WA} on 106 dB tuulenoisuuden ollessa >6 m/s korkeudella 10m ja napakorkeus 180 m (lähteet: SGRE ON NE&ME TE SAS N-40-0000-046AC22-00, 2020.03.31).

Jotta tuulivoimalan päästö on IEC 61400-14 mukaisen luottamusvälin sisällä, eli melupäästöarvo vastaa mallinnusohjeen 2/2014 vaatimuksen mukaista äänitehotason takuuarvoa (L_{WAd} , declared value), tulee mainituissa dokumenteissa esitettyyn melupäästöarvoon lisätä +2 dB kokonaisepävarmuustaso (U_c). Koska mainittu takuu ei koske terssikaistoja, on ennen pienitaajuisen melun laskentaa terssikaista-arvoihin tehty +2 dB korjaus, jolloin myös terssikaista-arvot vastaavat mallinnusohjeen mukaista takuuarvomääritystä. Korjauksen suuruus 2 dB on tavanomainen mittauksen kokonaisepävarmuustaso (U_c).

Tuulivoimaloiden tarkemmat akustiset tiedot on esitetty liitteessä 1.

Taulukossa 3 esitetyissä tuulivoimalaitosten koordinaateissa Z-koordinaatti kertoo maaston korkeuden metreissä merenpinnan yläpuolella tuulivoimalan suunnitellulla sijaintipaikalla.

Taulukko 3. Tuulivoimalaitosten koordinaatit (ETRS-TM35FIN)

Ilmatar Loviisa Oy			
Tunnus	X	Y	Z
T1	446080	6710444	22,3
T2	444740	6709757	26,7
T4	445255	6708890	25,8
T6	446409	6709226	45,6
T8	447016	6708458	29,9

3.2 Melulaskenta

Melumallinnus tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" raportin mukaisilla laskentaparametreilla. Koska kyseessä on yksityiskohtaista kaavoitusta varten tehty selvitys, on meluvyöhykkeiden mallinnuksessa käytetty ISO 9613-2-laskentamallia.

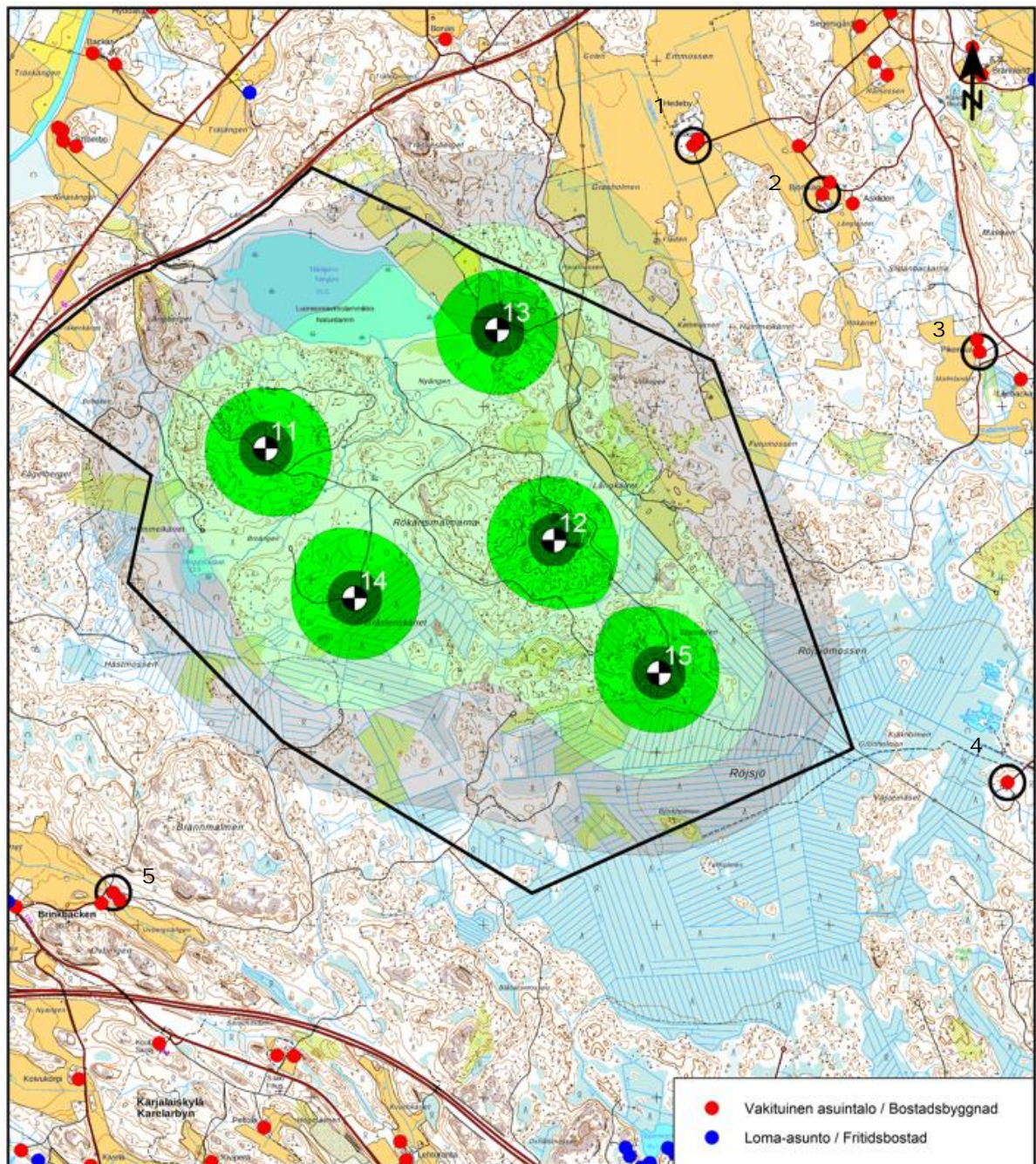
Melumallinnukset on tehty SoundPlan 8.2 -melulaskentaohjelmalla. SoundPlan -ohjelmistosta saa lisätietoa internet-sivustolta www.soundplan.eu.

ISO 9613-2 -mallissa tuulen nopeutta tai suuntaa ei voida varioida, 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.

Meluvyöhykelaskennat on tehty laskentapisteverkkoon ja ohjelma interpoloi melutasot laskentapisteen välisille alueille. Työssä laskettiin melutasot myös hankealuetta lähinnä olevien asuintalojen kohdalle sijoitettuihin reseptoripisteisiin. Reseptoripisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 1 ja laskentatulokset taulukossa 4. Taulukossa ja melukartoissa esitetyt melutasot ovat suoraan mallinnuksen tuloksia, eikä niihin ole lisätty mitään mahdollisia häiritsevyysskorjauksia.

Pienitaajuisen melun tarkastelu tehtiin soveltaen DSO 1284 mukaista menetelmää YM:n ohjeen 2/2014 mukaisesti. Pienitaajuisen melun ulko- ja sisämeluntasoa (L_{eq}) tarkasteltiin tuulivoimaloita lähinnä sijaitsevien asuintalojen kohdalla olevissa reseptoripisteissä. Melupäästötietoina käytettiin laitostallin SG 6.0-170 käytössä olevia 1/3-oktaavikaistatietoja väliltä 20Hz – 160Hz laitoksen suurimmalle ilmoitetulle äänitehotasolle, johon on tehty + 2 dB korjaus. 200Hz kaistatieto ekstrapoloitiin olemassa olevien tietojen pohjalta. Rakennusten sisälle aiheutuvia pientaajuisia melutasoja arvioitiin Turun ammattikorkeakoulun tekemässä "Pientalojen ääneneristävyys ympäristömelua vastaan taajuuksilla 5 – 5000 Hz -infraäänitutkimus, Keränen et. al." tutkimuksessa esitettyjen pientalojen julkisivun ilmääneneristävyysarvojen avulla. Ko. tutkimuksen tulokset esiteltiin Akustiikkapäivillä 2017.

Liitteessä 1 on esitetty melulaskennan oleelliset lähtötiedot, esim. laskentaparametrit.



Kuva 1. Reseptoripisteiden sijainnit

3.3 Maastomalli

Maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen korkeusmalli 2m aineistosta, joka perustuu laserkeilaukseen. Maastomallissa ei huomioitu rakennuksia.

Maastomallissa ei ole huomioitu metsäkasvillisuutta (mm. puustoa). Puuston vaikutuksesta tuuli-voimamelun etenemiseen tai huomioimiseksi mallinnuksessa ei ole vielä luotettavaa tutkittua tietoa tai käytäntöä. Ympäristömeluarvioinneissa pääsääntöisesti kasvillisuuden vaikutusta ei oteta huomioon, koska vyöhykkeiden pysyvyydestä ei voida olla varmoja (esim. puuston avohakkuut).

Hankealueella tuulivoimalan perustusten ja kolmen kilometrin etäisyydellä laitoksista sijaitsevien altistuvien kohteiden välinen maanpinnan korkeusero on alle 60 metriä, koska maanpinnan korkeus hankealueella kokonaisuudessaan on alle 60 metriä merenpinnasta.

4. TULOKSET

4.1 Mallinnustulokset

mallinnuksen laskennalliset meluvyöhykkeet (A-painotettu keskiäänitaso) on esitetty liitteessä 2.

Melukuviin on merkitty asuin- ja lomarakennukset värikoodein Maanmittauslaitoksen maastotietokannan tietojen pohjalta. Melukuvissa on esitetty mallinnustulokset ilman mahdollisia häiritsevyy- tai muita korjauksia.

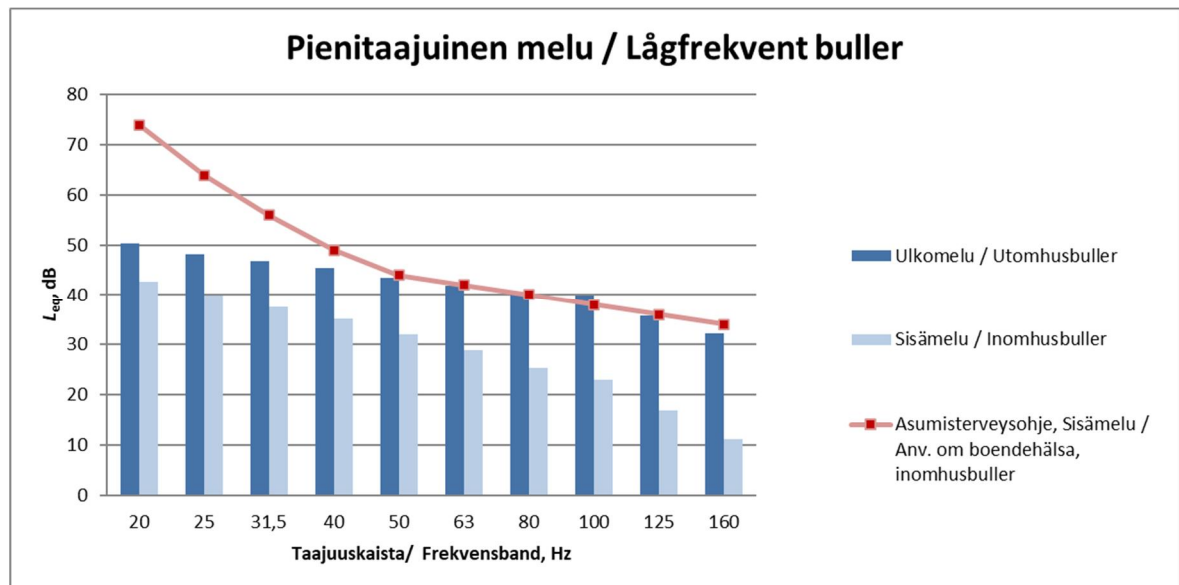
Taulukko 4. A-painotetut melutasot eniten melulle altistuvien kohteiden kohdalla (ulkomelutaso)

Reseptori	L_{Aeq} / dB
1	31,2
2	29,2
3	27,7
4	27,7
5	23,7

Mallinnuksen mukaan yhtään vakituista asuintaltoa tai loma-asuntoa ei ole 40 dB ylittävällä meluvyöhykkeellä.

4.2 Pienitaajuinen melu

Pienitaajuisen melun tasot terssikaistoittain laskettiin lähimpään reseptoripisteeseen 1.



Kuva 2. Pienitaajuisen melun laskentatulokset reseptoripisteessä 1

Verrattaessa laskentatuloksia Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisiin pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin, ovat reseptoripisteissä ulkovaipalta vaadittavat äänitasoerot (ΔL) taajuuskaistalla 100 Hz 2 dB.

Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksen mukaiset ääneneristävyysarvot (äänitasoero ΔL) kuvaavat tilastollista estimaattia ilmaääneneristyskyvystä, joka ylittyy suomalaisten pientalojen taupauksessa 84 % todennäköisyydellä.

Kun huomioidaan ulkoseinän ääneneristävyys Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksessa mainittujen arvojen mukaisesti, alittavat terssikohtaiset melutasot toimenpiderajat reseptoripisteessä kaikkien terssikaistojen osalta. Tulokset osoittavat, että ympäristön rakennusten kohdalla normaalia rakentamistapaa vastaava ilmaääneneristys riittää vaimentamaan tuulivoimalaitosten pienitaajuisen melun toimenpiderajojen alle. Tulosten perusteella voidaan myös todeta, että pienitaajuinen melu alittaa toimenpiderajat myös kauempana tuulivoimaloita, koska laskennan periaatteiden mukaan pienitaajuinen melu vaimenee etäisyyden kasvaessa.

5. TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Melun erityspiirteet ja häiritsevyyskorjaukset

Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyyskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustulokseen, mikäli melun todetaan olevan kapeakaistaista ja/tai impulssimaista. Impulssimaisuuden ja kapeakaistaisuuden määrittäminen mittaustuloksesta tehdään YM:n ohjeessa *"Tuulivoimaloiden melutason mittaaminen altistuvassa kohteessa"* 4/2014 esitetyn mukaisesti.

1107/2015 asetus ei sisällä korjausta merkityksellisestä sykinnästä (EAM, Excess amplitude modulation), koska sen määrittämiseen ei ole standardisoitua menetelmää. Tavanomainen tuulivoimalan äänitason vaihtelu (NAM, Normal amplitude modulation) on osa tuulivoimalaitoksen toimintaa ja sisältyy ohjearvoihin.

5.2 Melutasot verrattuna ohjearvoihin

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

Mallinnuksen mukaan ulkomelutaso alittaa Valtioneuvoston asetuksen 1107/2015 ulkomelun päiväjän ohjearvon 45 dB ja yöajan ohjearvon 40 dB kaikkien hankealueen ympäristössä sijaitsevien asuin- ja lomarakennusten kohdalla.

Valtioneuvoston asetuksessa veloitetaan noudattamaan sisätilojen melun osalta Asumisterveysasetuksessa 545/2015 annettuja sisätilojen melun toimenpiderajoja. Tuulivoiman ulkomelun ohjearvoilla pyritään varmistamaan sisämelun osalta sallittujen arvojen täyttyminen.

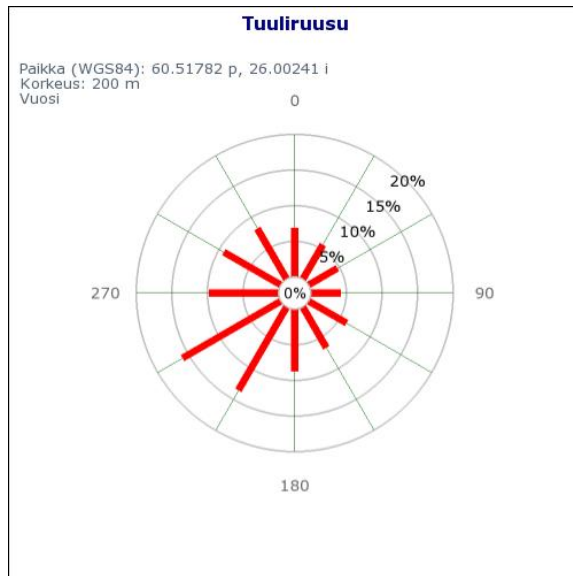
Sisätiloihin arvioidut (ulkoseinän ääneneristävyys Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksen arvojen mukaisesti) pienitaajuisen melun tasot alittavat sisätiloihin annetut 545/2015 mukaiset toimenpiderajat ympäristön rakennusten kohdalla.

Arvioidut sisämelun kokonaistasot ovat 545/2015 sisämelun toimenpiderajan $L_{Aeq, 1h}$ 25 dB alle.

5.3 Alueen tuuliolosuhteet ja niiden vaikutukset meluun

Tuuliolosuhteet vaikuttavat tuulivoimalaitoksen meluntuottoon. Meluntuotto ei kasva lineaarisesti tuulennopeuden mukana ja äänitehotason voimistuminen pysähtyy tai alkaa laskea yleensä noin 7-11 m/s tuulennopeudella. Tässä selvityksessä tutkituilla voimalaitoksilla suurin äänitehotaso saavutetaan 6 m/s tai korkeammilla tuulennopeudella (referenssikorkeudella 10 m maanpinnasta). Hiljaisemmalla tuulennopeudella voimalaitoksen äänitehotaso saattaa olla merkittävästi määsimiarvoa hiljaisempi.

Tuulennopeus vaihtelee päivä- ja yöaikana ja hetkittäinen äänitaso vaihtelee sen mukaisesti. Mallinnuksen tulokset vastaavat keskiäänitasoja tilanteessa, jossa tuulennopeus on koko päivä- tai yöajan erittäin voimakasta. Todellinen päivä- ja yöajan keskiäänitaso laitosten ympärillä riippuu tarkastelujakson tuulisuudesta ja mallinnuksen mukaiset melutasot edustavatkin lähelle äänekäintä mahdollista tilannetta.



Kuva 3. Tuuliruusu Suomen Tuuliatlaksesta

Koska alueen vallitseva tuulensuunta on lounaasta, toteutuu mallinnuksen mukainen melutaso todennäköisemmin hankealueen koillispuolella. Lounaan suunnalla sijaitsevan Karjalaiskylän ja Brinkbackenin asutuksen kohdalla mallinnuksen mukaisten melutasojen esiintyminen on vuoden aikana harvinaisempaa.

Lahdessa 20.1.2022

RAMBOLL FINLAND OY

Jari Hosiokangas
Ryhmäpäällikkö

Ville Virtanen
Suunnittelija

Laatija: Ville Virtanen, Ramboll Finland Oy
 Päivämäärä: 16/11/2021

Hankevastaava: Ilmatar Loviisa Oy
 Hankealue: Tetom, Loviisa

Mallinnusohjelman tiedot

Mallinnusohjelma ja versio: SoundPlan 8.2
 Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2

Tuulivoimaloiden perustiedot

Tuulivoimalan valmistaja: Siemens Gamesa	Tyyppi: SG 6.0-170	Sarjanumero: -	
Nimellisteho: 6.0 MW	Napakorkeus: 180 m	Roottorin halkaisija: 170 m	Tornin tyyppi: putki

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

Lapakulman säätö: Kyllä Ei Ei ilmoitettu

Pyörimisnopeus: Kyllä Ei Ei ilmoitettu

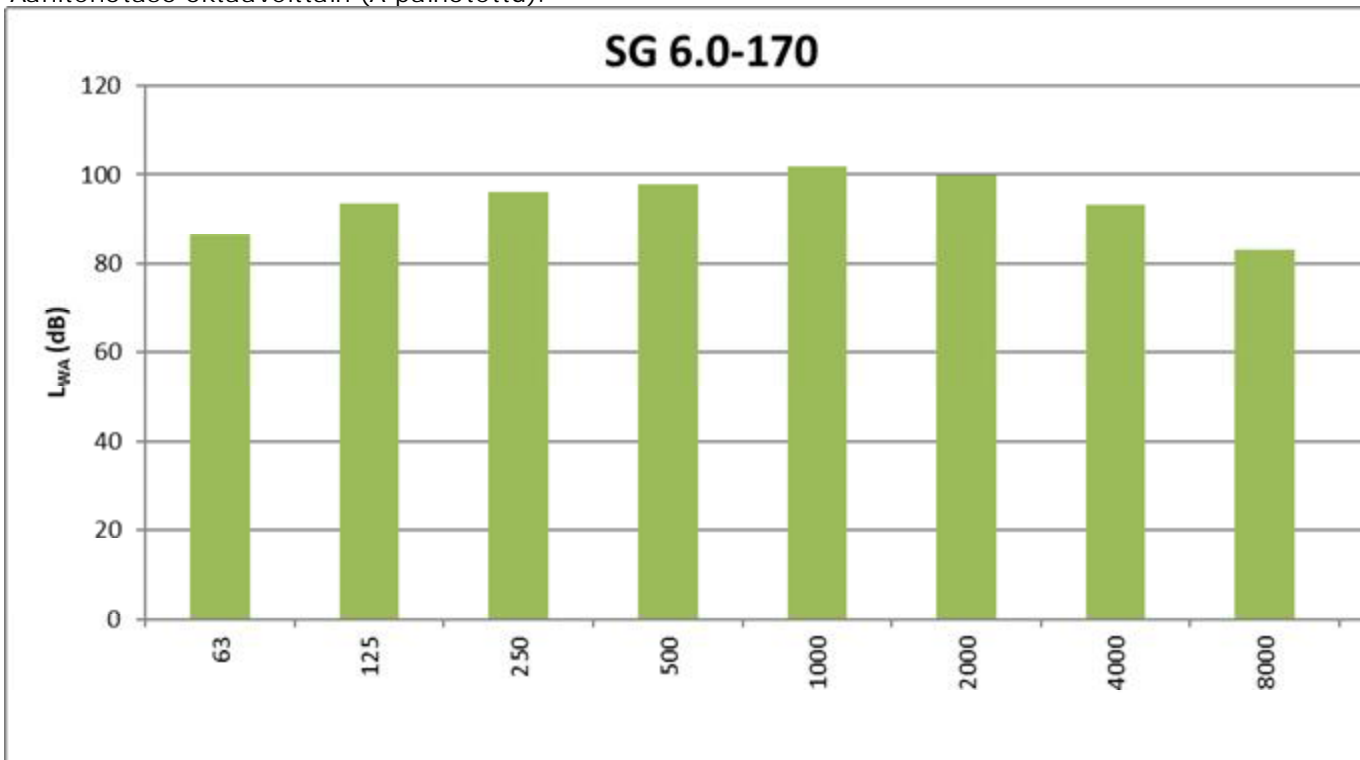
Muu, mikä:

Akustiset tiedot

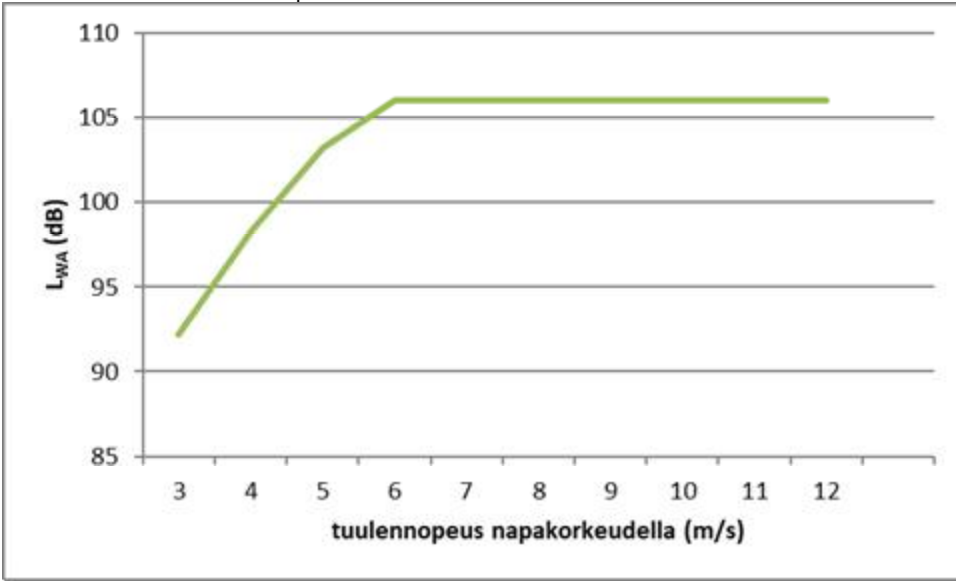
Suurin äänitehotaso L_{WA} tuulennopeudella 10 m/s (napakorkeudella):

106 + 2 dB Takuu/tunnusarvo

Äänitehotaso oktaaveittain (A-painotettu):



Äänitehotaso tuulennopeuden funktiona:



Melun erityspiirteiden mittausta ja havainnot:

Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus	Impulssimaisuus	Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)	Muu, mikä
<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Kyllä	<input type="checkbox"/> Kyllä	
<input type="checkbox"/> Ei	<input type="checkbox"/> Ei	<input type="checkbox"/> Ei	
<input type="checkbox"/> Ei ilmoitettu	<input type="checkbox"/> Ei ilmoitettu	<input type="checkbox"/> Ei ilmoitettu	

Laskennan lähtötiedot

Laskentaverkko

Laskentakorkeus:
4 metriä

Laskentaruudukon koko:
20*20 metriä

Sääolosuhteet

Suhteellinen kosteus:
70 %

Lämpötila:
15 °C

Maastomalli

Maastomallin lähde:
MML, Korkeusmalli 2 m

Vaakaresoluutio:
2,0 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

Ilmakehän stabiilius laskennassa/meteorologinen korjaus

Neutraali 0 neutraali - stabiili sääolosuhde

Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen

- Vapaa avaruus
- Muu

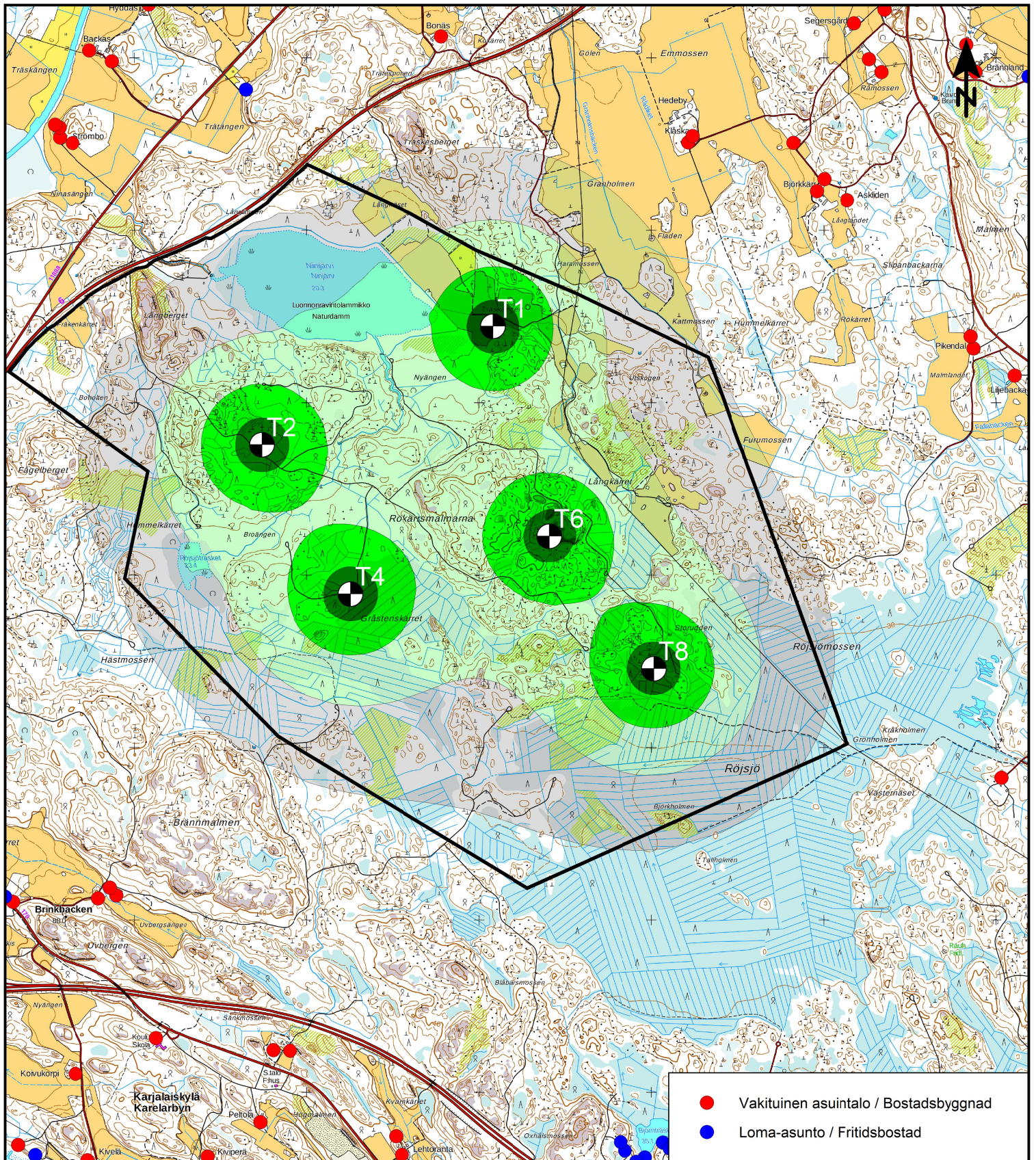
Pientaajuisen melun laskenta

Lineaariset melutasot (L_{Leq}) altistuvien kohteiden (rakennusten) ulkopuolella

Pientaajuisen melun laskentamenetelmä:

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

	Reseptori 1
Hz	L_{Leq} , dB
20	50
25	48
31,5	47
40	45
50	44
63	42
80	40
100	40
125	36
160	32



RAMBOLL

Ilmatar Loviisa Oy

Tetom, Loviisa/Lovisa

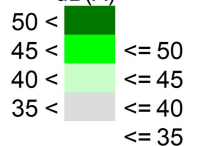
Meluvyöhykkeet / Bullerzoner L_{Aeq}

-Laskentamalli / Beräkningsmodell ISO 9613-2
 -Laskentakorkeus +4m / Beräkningshöjd +4 m

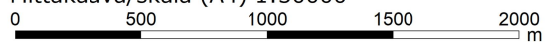
Layout 16.11.2021

SG 6.0-170
 -HH = 180 m
 - $L_{WA} = 106 \text{ dB} + 2 \text{ dB Uc}$

Äänitaso /
 Ljudnivå
 dB(A)



Mittakaava/skala (A4) 1:30000



16.12.2021 VV