

Vastaanottaja  
Fortum Oyj

Asiakirjatyyppi  
Raportti

Päivämäärä  
22.10.2024

Viite  
1510054073-011

BREDÅSEN  
TUULIVOIMAPUISTO,  
NÄRPIÖ  
MELUMALLINNUS

NÄRPIÖ  
MELUMALLINNUS

Päivämäärä 22.10.2024  
Laatija Ville Virtanen  
Tarkastaja Jari Hosiokangas

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 12/2021  
aineistoa.

Viite 1510054073-011

## SISÄLTÖ

1.	YLEISTÄ	1
2.	MELUN OHJEARVOT	1
2.1	Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista	1
2.2	Asumisterveysasetuksen melutason toimenpiderajat asuntojen sisätiloissa	2
2.3	Närpiön kaupunginvaltuuston päätös	2
3.	MELUMALLINNUKSEN TIEDOT	2
3.1	Tuulivoimalatiedot	2
3.2	Maastomalli	4
3.3	Melulaskenta	4
4.	TULOKSET	5
4.1	Meluvyöhyke- ja reseptoritulokset	5
4.2	Pienitaajuinen melu	6
5.	TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	7
5.1	Melun erityispiirteet ja häiritsevyysskorjaukset	7
5.2	Alueen yleiset tuuliolosuhteet ja niiden vaikutus melutasojen esiintyvyyteen	7
5.3	Melutasot verrattuna ohjearvoihin	7

## LIITTEET

Liite 1	Laskentaparametrit ja tuulivoimaloiden akustiset tiedot
Liite 2	Meluvyöhykkeet, äänitehotaso 106,4 dB, HH 190
Liite 3	Yhteismeluvyöhykkeet, äänitehotaso 106,4 dB, HH 190
Liite 4	Pienitaajuisen melun tarkastelu reseptoripisteittäin

## 1. YLEISTÄ

Fortum suunnittelee tuulivoimapuiston rakentamista Närpiöön. Tässä selvityksessä on mallinnettu tuulivoimalaitosten aiheuttamat melutasot ympäristössä erikseen, sekä yhdessä alueen muiden tuulivoimahankkeiden kanssa.

Tässä selvityksessä on mallinnettu tuulivoimalaitoksista ympäristöön aiheutuvat melutasot sekä tarkasteltu pienitaajuisen melun leviämistä kahden layout vaihtoehdon osalta. Melumallinnus tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" raportin ohjeistuksen mukaisesti. Meluvyöhykkeiden mallinnuksessa sekä reseptoripistekohtaisessa mallinnuksessa on käytetty laskentamallia ISO 9613-2. Pienitaajuisen melun tarkastelu tehtiin erillislaskentana YM:n ohjeen 2/2014 mukaisesti.

Työ on tehty Fortum Oyj:n toimeksiannosta, yhteyshenkilönä oli Hans Vadbäck. Melumallinnuksen ja raportoinnin on tehnyt Ramboll Finland Oy:ssä projektipäällikkö ins.(AMK) Ville Virtanen.

## 2. MELUN OHJEARVOT

### 2.1 Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista

Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 on annettu tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvot. Ohjearvot on annettu absoluuttisina lukuarvoina, joissa ei huomioida taustamelua. Asetusta sovelletaan maankäyttö- ja rakennuslain 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 melutaso eivät saa ulkona ylittää melulle altistuvalla alueella taulukossa 1 esitettyjä melun A-taajuuspainotetun keskiäänitason ( $L_{Aeq}$ ) ohjearvoja.

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

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

Valtioneuvoston asetuksessa veloitetaan noudattamaan sisätilojen melun osalta Asumisterveysasetuksessa annettuja sisätilojen melun toimenpiderajoja.

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

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 kapeakaistaisuus- ja impulssimaisuuskorjaukset.

Asetus sisältää toimenpiderajat myös pienitaajuiselle melulle, jotka on annettu taajuuspainottomina tunnin keskiäänitasoina  $L_{eq, 1h}$ .

Taulukko 2. Yöaikaisen pienitaajuisen sisämelun toimenpiderajat terssikaistoittain (Asumisterveysasetus 545/2015). 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

- 2.3 Närpiön kaupunginvaltuuston päätös  
Närpiön kaupunginvaltuustossa 12.6.2023 § 27 (NÄRPES/209/10.00.00/2023) on päätetty, että tuulivoimaloiden melun raja-arvo rajataan 37 dB:iin asutuksella käynnissä olevien ja tulevien tuulivoimahankkeiden osalta.

### 3. MELUMALLINNUKSEN TIEDOT

#### 3.1 Tuulivoimalatiedot

Mallinnuksessa käytettiin Nordex N163-6.X -voimalan tietoja. Laitoksen suurin äänitehotaso ( $L_{WA}$ ) on 106,4 dB. Arvo on Mode 1 –ajoasetukselle, kun lavoissa on jättöreunalla ns. sahalaidoitus (Blades with serrated trailing edge), mutta melua ei vaimenneta esim. pyörimisnopeutta tai lapakulmaa säätämällä. Äänitehotaso on ilmoitettu 1/3 –oktaavikaistoittain taajuuksivälillä 10–10 000 Hz tuulen nopeuden arvoille 3–12 m/s. Pienitaajuisen melun laskennassa käytettiin terssikaistoittaisia suurimpia arvoja. Voimaloiden napakorkeus on 190 m maanpinnasta molemmissa vaihtoehdoissa. Laitosmallin melutiedot perustuvat meludokumenttiin:

- *Third octave sound power levels, Nordex N163/6.X, F008\_277\_A17\_EN, Revision 02, 2021-11-08*

Laitosvalmistaja Nordexin ilmoituksen mukaan lähdedokumentissa ilmoitetut melupäästöarvot eivät ole takuuarvoja (warranted noise levels). Hankevastaava on ilmoittanut edellyttävänsä lopullisessa laitosten toimitussopimuksessa, että mittausepävarmuus sisältyy laitoksen taattuun melupäästön arvoon, joka saa olla enintään  $L_{WA}$  106,4 dB.

Tuulivoimalamallin tarkemmat akustiset tiedot on esitetty liitteessä 2. Tuulivoimaloiden sijainnit on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Tuulivoimalaitosten koordinaatit (ETRS –TM35FIN)

Voimala	E / lon	N / lat
1	218236	6938576
2	218950	6938453
3	219378	6937818
4	219630	6938707
5	218740	6939296
6	217904	6939202
7	218413	6939846
8	218979	6940722
9	220202	6939941
10	219761	6940507
11	220435	6941112
12	220978	6942082
13	219827	6941516
14	220287	6942388
15	221005	6942915
16	219780	6942795
17	219412	6943338
18	219004	6942365
19	218889	6941526
20	218364	6942657
21	218311	6941841
22	218101	6943686
23	216091	6944460
24	217910	6944412
25	218543	6945077
26	219113	6943922
27	219911	6944279
28	220214	6943574
29	217781	6945309
30	218105	6946395
31	219347	6944912
32	219405	6945725
33	219194	6946455
34	217123	6945538
35	217249	6946409
36	216841	6944802
37	219440	6939372

### 3.2 Maastomalli

Laskennassa käytetty maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen laserkeilaukseen perustuvasta Korkeusmalli 2 m –korkeusaineistosta (vaakaresoluutio 2 m ja pystyresoluutio 0,3 m). Vesialueiden rajaukset syötettiin maastomalliin MML:n maastotietokannan mukaisesti. Maastomallissa ei ole huomioitu rakennuksia. Kolmiulotteinen maastomalli sisältää siis laskenta-alueen maanpinnan korkeusvaihtelut sekä maan- ja vedenpinnan heijastukset ja absorption.

Mikäli tuulivoimalan perustus on 60 metriä korkeammalla kuin asuin- tai lomarakennus (enintään 3 km tuulivoimalasta), tulee reseptoripistekohtaisessa laskennassa lisätä kyseisen tuulivoimalan melupäästöön 2 dB. Tämän hankkeen tuulivoimaloiden sijaintipaikkojen ja 3 km säteellä olevien ympäristön altistuvien kohteiden välinen korkeusero on alle 60 metriä, joten korjauksia tuulivoimalaitosten melupäästöihin ei ole tarpeen tehdä.

Mallissa ei ole huomioitu metsäkasvillisuutta melua vaimentavana tekijänä. Metsäkasvillisuus (puusto yms.) voi vaimentaa melua, mikäli kasvillisuusvyöhyke on riittävän korkea ja syvyys on suuri. Ympäristömeluarvioinneissa kasvillisuuden vaikutusta ei kuitenkaan pääsääntöisesti oteta huomioon, koska kasvillisuusvyöhykkeiden pysyvyydestä ei voida olla varmoja (esim. puuston avohakkuut). Laskentamallien kyvystä huomioida luotettavasti puuston vaikutusta melun etene- miseen ei ole vielä riittävästi tutkittua tietoa.

### 3.3 Melulaskenta

Melulaskennat tehtiin Ympäristöministeriön hallinnon ohjeita 2/2014 ”Tuulivoimaloiden melun mallintaminen” raportin mukaisilla laskentaparametreilla ja -menetelmillä.

Meluvyöhykelaskenta ja lähimpien altistuvien kohteiden luona tehdyt reseptoripistelaskennat on tehty SoundPlan 9.0 –melulaskentaohjelmalla.

Meluvyöhykelaskenta on tehty laskentapisteverkkoon ja ohjelma interpoloi melutasot laskentapisteen välisille alueille. Meluvyöhykelaskennan lisäksi tehtiin reseptoripistelaskentoja ympäristön asuin- ja lomarakennusten kohdalla. Reseptoripisteiden sijainti on esitetty liitteenä olevassa melukuvassa ja tuloksena käy ilmi tarkka keskiäänitaso ( $L_{Aeq}$ ) kyseisen laskentapisteen kohdalla.

Taulukko 4. Meluvyöhyke- ja reseptoripistelaskennassa käytetyt parametrit

Laskentamalli	ISO 9613-2
Laskentaverkko	20 x 20 m välein 4 m korkeudella pinnasta
Yksittäiset laskentapisteen (reseptoripisteet)	4 m korkeudella pinnasta
Laskentaetäisyys	max 10000 m melulähteestä
Heijastusten lukumäärä	1
Maanpinnan absorptio	maaperän vaikutuskerroin maa-alueella 0,4 (akustisesti puoli-kova) ja vesialueilla vaikutuskerroin 0 (akustisesti kova)
Ilman absorptio	standardin ISO 9316 mukainen
Äänen suuntaavuus ja vaimentuminen	vapaa avaruus
Ilmakehän stabiilius laskennassa / meteorologinen korjaus	0 neutraali – stabiili sääolosuhde
Sääolosuhteet	- ilmanpaine 1013,25 mbar - suhteellinen kosteus 70 % - lämpötila 15 °C

Pienitaajuisen melun tarkastelu tehtiin YM:n ohjeessa 2/2014 esitetyn mukaisesti. Taajuuspainotamattomien terssikaistakohtaisten melutasojen laskenta tehtiin melukuvan mukaisiin reseptoripisteisiin. Rakennusten sisälle aiheutuvia pientaajuisia melutasoja arvioitiin Turun ammattikorkeakoulun tekemässä ”The sound insulation of façades at frequencies 5–5000 Hz, Keränen et. al.” tutkimuksessa esitettyjen pientalojen julkisivun ilmaääneneristävyysarvojen avulla. Ko. tutkimuksen tulokset on esitelty julkaisussa ”Building and Environment 156 (2019) 12-20”.

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

## 4. TULOKSET

Mallinnuksen tulokset pätevät selvityksessä käytetyllä laitosmallilla ja sen melupäästöllä sekä muilla suunnittelutiedoilla. Mikäli rakennettavan tuulivoimalaitoksen melupäästö on nyt tarkasteltua suurempi tai sijainti tai napakorkeus muuttuvat merkittävästi, tulee mallinnus ja meluvaikutusten arviointi päivittää.

### 4.1 Meluvyöhyke- ja reseptoritulokset

Tuulivoimaloiden meluvyöhykkeet ( $L_{Aeq}$ ) Bredåsenin osalta on esitetty liitteessä 1 ja yhteismallinnuksen osalta liitteessä 2.

Melutaso alittaa kaikkien Bredåsenin ympäristön asuintalojen ja lomarakennusten kohdalla ohjearvon 40 dB, sekä Närpiön kaupunginhallituksen päätöksen mukaisen raja-arvon 37 dB erillismallinnuksen osalta. Yhteismallinnuksen osalta 37 dB raja-arvo ylittyy reseptoripisteiden R7 ja R8 osalta.

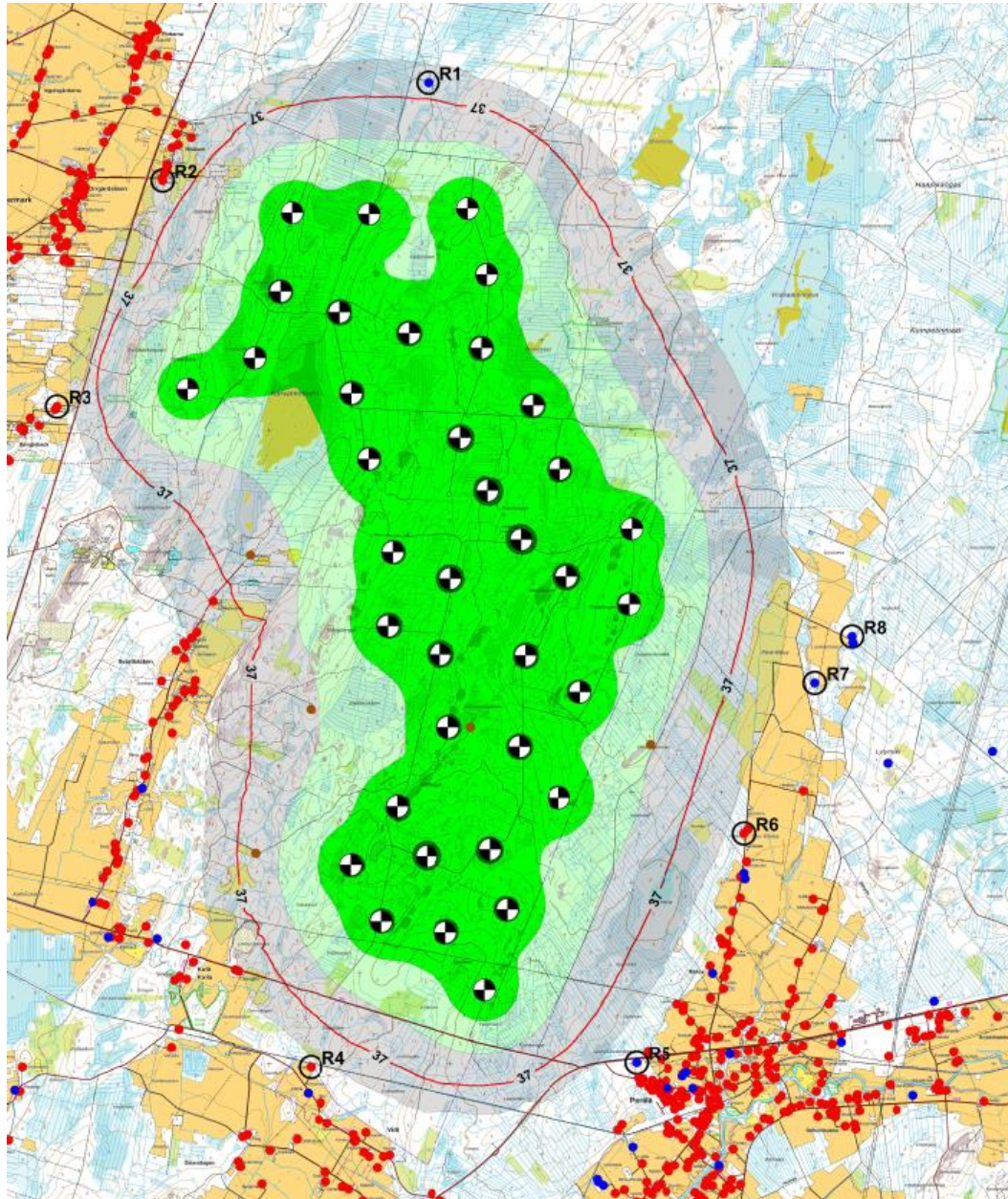
Taulukossa 5 on esitetty mallinnetut melutasot reseptoripisteissä. Kuvassa 1 on esitetty reseptoripisteiden sijainti.

Mallinnusten tulokset ovat keskiäänitasoja tilanteessa, jossa tuulivoimalaitokset tuottavat suurimman mahdollisen melupäästön 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 suuntiin.

Taulukko 5. A-painotetut keskiäänitasot reseptoripisteiden kohdalla (ulkomelutaso)

Reseptori	Bredåsen, $L_{Aeq}$ , dB	Yhteismallinnus, $L_{Aeq}$ , dB
R1	36,1	36,8
R2	35,7	35,8
R3	34,4	34,5
R4	34,1	34,1
R5	33,2	33,6
R6	34,1	35,5
R7	33,6	37,6
R8	32,4	39,0





Kuva 1. Reseptoripisteiden R1 - R8 sijainnit

#### 4.2 Pienitaajuinen melu

Pienitaajuisen melun tasot tertsikaistoittain laskettiin kuvassa 1 esitettyihin reseptoripisteisiin 1–8. Taajuuspainottamattomat melutasot sisällä ja ulkona on esitetty tarkemmin liitteessä 4.

Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisesti pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin veratessa, ulkovaipalta vaadittavat äänitasoerot ( $\Delta L$ ) ovat korkeimmillaan luokkaa 1–10 dB taajuuskaistoilla 31,5–200 Hz.

Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksen mukaiset ääneneristävyysarvot (äänitasoero  $\Delta L$ ) kuvaavat tilastollista estimaattia ilmaääneneristävyydestä, joka ylittyy suomalaisten pientalojen tapauksessa 84 % todennäköisyydellä.

Kun huomioidaan ulkoseinän ääneneristävyys Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksessa mainittujen arvojen mukaisesti, alittavat tertsikohtaiset melutasot toimenpiderajat kaikissa reseptoripisteissä. Tulokset osoittavat, että ympäristön rakennusten kohdalla normaalia rakentamistapaa vastaava ilmaääneneristys riittää vaimentamaan tuulivoimalaitosten pienitaajuisen melun toimenpiderajojen alle tässä selvityksessä käytetyllä voimalla. Tulosten perusteella voidaan myös todeta, että pienitaajuinen melu alittaa toimenpiderajat myös kauempina tuulivoimaloista, koska laskennan periaatteiden mukaan pienitaajuinen melu vaimenee etäisyyden kasvaessa.

## 5. TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

### 5.1 Melun erityispiirteet ja häiritsevyyskorjaukset

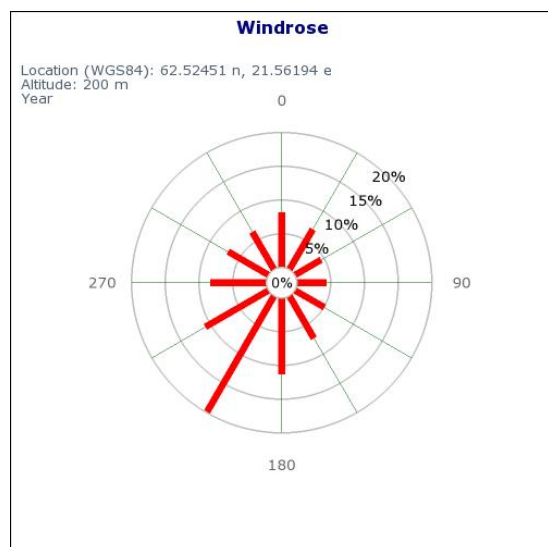
Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyyskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustulokseen, mikäli melun todetaan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

Valtioneuvoston asetus 1107/2015 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 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 voimalan saavuttaessa tietyn tuulen nopeuden. Hiljaisilla tuulen nopeuksilla voimalaitoksen äänitehotaso on merkittävästi maksimiarvoa pienempi.

Tuulennopeus vaihtelee päivä- ja yöaikana ja hetkittäinen äänitaso vaihtelee sen mukaisesti. Mallinnuksen tulokset vastaavat keskiäänitasoja tilanteessa, jossa kaikki tuulivoimalat tuottavat suurimman melupäästönsä.



Kuva 2. Tuuliruusu hankealueelta Suomen Tuuliatlakselta

Mallinnuksessa oletetaan olevan myötätuuli tuulivoimaloista kaikkiin ilmansuuntiin. Koska alueen vallitseva tuulensuunta on lounaan suunnasta (kuva 2), toteutuu mallinnuksen mukainen melutaso useimmin hankealueen koillispuolella. Vastaavasti lounaispuolella mallinnusten mukaisten melutasojen ajallinen esiintyvyys vuoden aikana on vähäisempää.

### 5.3 Melutasot verrattuna ohjearvoihin

YM:n mallinnusohjeen (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 takuarvoon on sisällytetty koko laskennan epävarmuus. Tässä mallinnuksessa on käytetty mallinnusohjeen tarkoittamaa takuarvoa vastaavaa melupäästöarvoa.

Ulkomelutaso alittaa Valtioneuvoston asetuksen 1107/2015 ulkomelun päiväajan ohjearvon 45 dB ja yöajan ohjearvon 40 dB kaikkien lähimpien asuin- ja lomarakennusten kohdalla. Närpiön kaupunginhallituksen päätöksen mukainen raja-arvo 37 dB alittuu erillismallinnuksen osalta. Yhteismallinnuksen osalta 37 dB raja-arvo ylittyy reseptoripisteiden R7 ja R8 osalta.

Sisätiloihin lasketut pienitaajuisen melun tasot alittavat sisätiloihin annetut asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaiset toimenpiderajat ympäristön rakennusten kohdalla.

Melutasot alittavat laskennan mukaan myös Asumisterveysasetuksen 545/2015 kokonaismelun osalta toimenpiderajan  $L_{Aeq} 1h 25 \text{ dB}$ , sillä käytännöllisesti katsoen kaikki tavanomaiset talojen rakenteet täyttävät 20 dB:n eristävyysvaatimuksen (RIL 129-2009 Ääneneristyksen toteuttaminen). Reseptoreihin lasketut ulkomelutasot ovat noin 33–40 dB, joten arvio sisämelutasosta kyseisten rakennusten kohdalla on 13–20 dB.

Laatija: Ville Virtanen, Ramboll Finland Oy  
 Päivämäärä: 23/10/2024

Hankevastaava: Fortum Oyj  
 Hankealue: Bredåsen, Närpiö

## Mallinnusohjelman tiedot

Mallinnusohjelma ja versio: SoundPlan 9.0  
 Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2

## Tuulivoimaloiden perustiedot ja akustiset tiedot

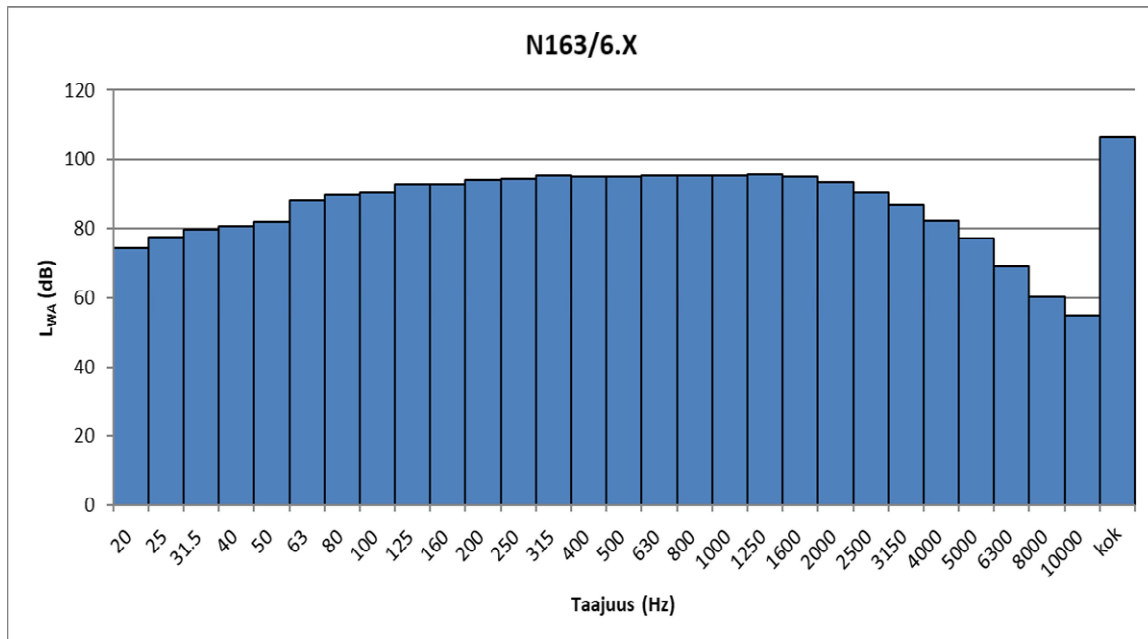
Tuulivoimalan valmistaja: Nordex  
 Tyyppi: N163-6.X  
 Sarjanumero: -  
 Nimellisteho: 6,X MW  
 Napakorkeus: 190 m  
 Roottorin halkaisija: 163 m  
 Tornin tyyppi: Putkitorni

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

Lapakulman säätö:  Kyllä  Ei  Ei ilmoitettu  
 Pyörimisnopeus:  Kyllä  Ei  Ei ilmoitettu  
 Muu, mikä:  Kyllä  Ei  Ei ilmoitettu

Äänitehotaso  $L_{WA}$  tuulennopeudella >10 m/s (napakorkeudella):

106,4 dB  Takuuarvo



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:  Kyllä  Ei  Ei ilmoitettu

## Laskennan lähtötiedot

Laskentaverkko

Laskentakorkeus:

4 metriä

Laskentaruudukon koko:

20\*20 metriä

Sääolosuhteet

Suhteellinen kosteus:

70 %

Lämpötila:

15 °C

Maastomalli

Maastomallin lähde:

Maanmittauslaitos, Maastotietokanta

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 pinta

I Imakehän stabiilius laskennassa/meteorologinen korjaus

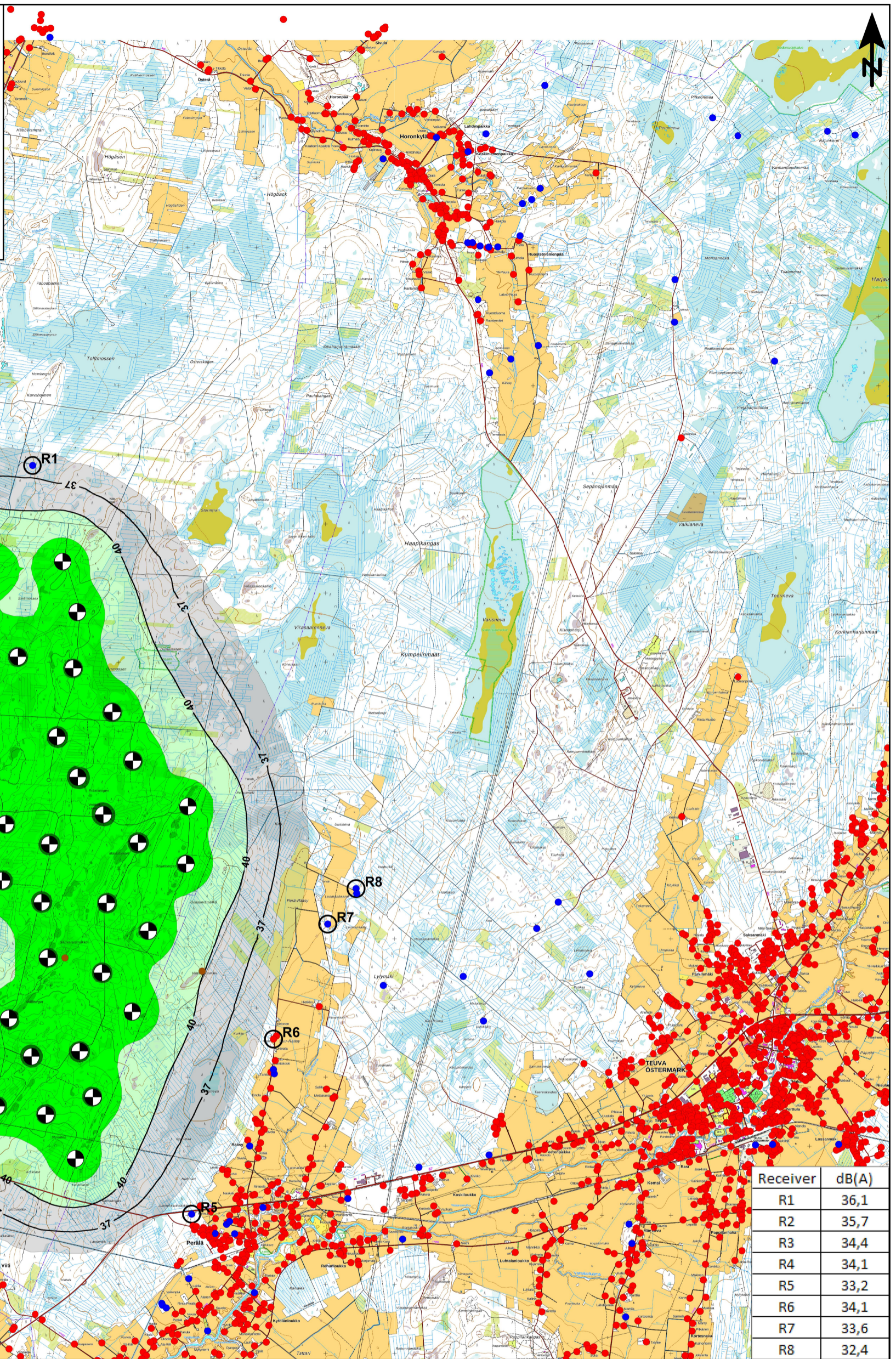
Neutraali 0 neutraali - stabiili sääolosuhde

Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen

Vapaa avaruus

Muu

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- ✕ Tuulivoimala
- Reseptoripiste
- Paskoonharju voimalat
- Traffic light



Receiver	dB(A)
R1	36,1
R2	35,7
R3	34,4
R4	34,1
R5	33,2
R6	34,1
R7	33,6
R8	32,4



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

**Melumallinnus**

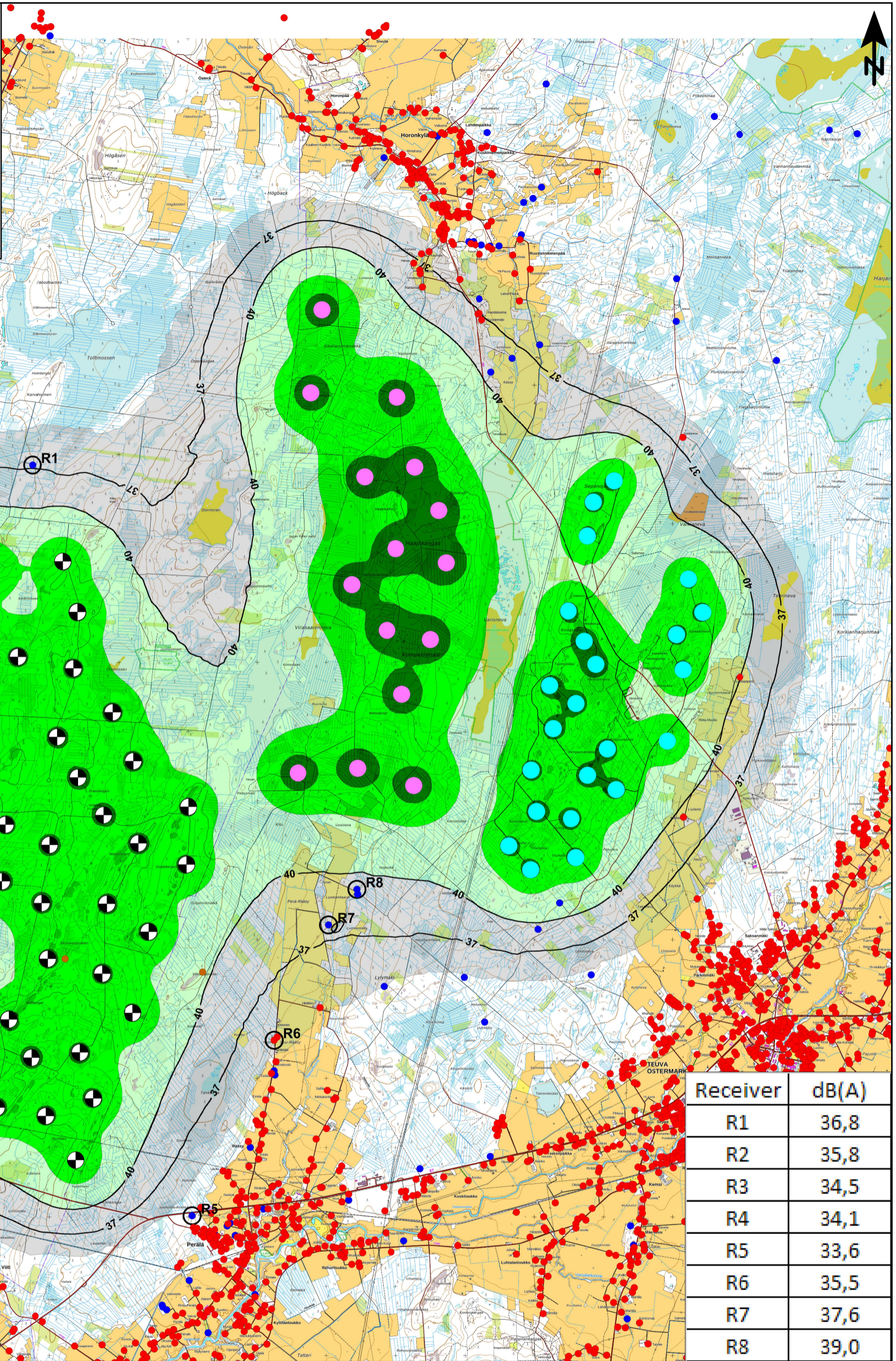
Bredåsen  
 Nordex N163/6.x  
 -HH190 m  
 -LWA = 106,4 dB

Äänitaso  
dB(A)

50 <		<= 50
45 <		<= 45
40 <		<= 40
35 <		<= 35

Mittakaava/skala (A3) 1:60000  
 0 1000 2000 3000 4000 m

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- ✦ Tuulivoimala
- Reseptoripiste
- Paulakangas voimalat
- Paskoonharju voimalat



Receiver	dB(A)
R1	36,8
R2	35,8
R3	34,5
R4	34,1
R5	33,6
R6	35,5
R7	37,6
R8	39,0



**Melumallinnus**

Meluvyöhykkeet LAeq  
 -Laskentamalli ISO 9613-2  
 -Laskentakorkeus +4m

Bredåsen  
 Nordex N163/6.x  
 -HH190 m  
 -LWA = 106,4 dB

Paulakangas  
 Nordex N163/6.X, 15 kpl  
 -HH = 200 m  
 -LWA = 108,4 dB (Clean blade) + 1,5 dB Uc

Paskoonharju  
 Vestas V150/V136  
 -HH = 155/142 m  
 -LWA = 104,9 dB / 105,5 dB

Mittakaava/skala (A3) 1:60000  
 0 1000 2000 3000 4000 m

Äänitaso dB(A)

50 <		<= 50
45 <		<= 45
40 <		<= 40
35 <		<= 35

Pienitaajuinen melu sisätiloissa											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	56	53	48	43	38	39	34	28	24	17	11
R2	56	53	48	43	38	38	34	28	24	17	11
R3	55	52	47	42	37	38	33	27	23	16	10
R4	55	52	47	42	37	38	33	27	23	16	10
R5	55	51	47	42	37	37	32	27	23	15	9
R6	56	52	48	43	38	38	33	28	23	16	10
R7	55	52	47	42	37	37	33	27	23	15	9
R8	55	52	47	42	37	37	33	27	23	15	9
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	64	61	57	54	50	52	49	45	43	38	34
R2	64	61	57	53	50	51	49	45	43	38	34
R3	63	60	56	53	49	51	48	44	42	37	33
R4	63	60	56	53	49	51	48	44	42	37	33
R5	62	60	56	52	48	50	47	43	41	36	32
R6	63	60	57	53	49	51	48	44	42	37	33
R7	63	60	56	52	49	50	48	44	42	36	32
R8	63	60	56	52	49	50	48	44	42	36	32
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-10,2	-2,9	1,5	4,6	5,8	9,6	8,9	7,1	7,1	4,1	2,1
Ääneneristävyyssarvot (äänitasoero ΔL)	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8

Pienitaajuinen melu sisätiloissa yhteismallinnuksessa											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	57	54	49	45	40	40	35	30	26	18	13
R2	57	53	49	44	39	39	34	29	25	17	11
R3	56	52	48	43	38	38	34	28	24	16	10
R4	56	52	48	43	38	38	34	28	24	16	10
R5	56	52	48	43	38	38	33	27	23	16	10
R6	57	54	49	44	39	40	35	29	25	18	12
R7	58	55	50	45	40	41	36	31	27	20	14
R8	58	55	50	45	40	41	36	31	27	20	14
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa yhteismallinnuksessa											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	64	62	58	54	51	52	50	46	44	39	35
R2	64	61	58	54	50	52	49	45	43	38	34
R3	63	60	57	53	49	51	48	44	42	37	33
R4	63	60	57	53	49	51	48	44	42	37	33
R5	63	60	57	53	49	51	48	44	42	37	32
R6	64	61	58	54	50	52	49	45	43	38	34
R7	64	62	58	54	50	52	49	46	43	38	34
R8	64	62	58	54	50	52	49	46	43	38	34
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-9,5	-2,2	2,2	5,3	6,5	10,3	9,5	7,7	7,7	4,7	2,7
Ääneneristävyyssarvot (äänitasoero ΔL)	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8