

Vastaanottaja  
**Energiequelle Oy**

Asiakirjatyyppi  
**Raportti**

Päivämäärä  
**8.3.2024**

Viite  
**1510055894-008**

# **BJÖRKBACKENIN TUULIVOIMAHANKE MELUMALLINUS**

# TUULIVOIMAHANKE MELUMALLINUS

Päivämäärä **8.3.2024**  
Laatija **Ville Virtanen**  
Tarkastaja **Jari Hosiokangas**

## **Björkbackenin tuulivoimapuiston melumallinnus.**

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 3/2020 aineistoa.

Viite **1510055894-008**

## SISÄLTÖ

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

## LIITTEET

Liite 1	Melulaskennan lähtötiedot ja tuulivoimaloiden akustiset tiedot
Liite 2	Meluvyöhykekartta, Björkbackenin tuulivoimahanke
Liite 3	Yhteismeluvyöhykkeet, Björkbackenin tuulivoimahanke ja alueen muut tuulivoimalat
Liite 4	Meluvyöhykkeet, alueen muut tuulivoimalat ilman Björkbackenin tuulivoimahanketta
Liite 5	Pienitaajuisen melun tarkastelu reseptoripisteittäin

## 1. YLEISTÄ

Energiequelle Oy suunnittelee tuulivoima-alueen rakentamista Björkbackenin alueelle Uuteenkaarlepyyhyn.

Tässä työssä tarkasteltiin Björkbackenin tuulivoimapuiston meluvaikutuksia sekä melun yhteisvaikutuksia alueen muiden olemassa olevien tuulivoimalaitosten kanssa kaavoitusta varten.

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

Työ on tehty Energiequelle Oy:n toimeksiannosta, yhteyshenkilönä oli Antto Kulla. Meluselvityksestä on vastannut 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 takuarvon 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**

	<b>Ulkomelutason <math>L_{Aeq}</math> päivällä klo 7-22</b>	<b>Ulkomelutason <math>L_{Aeq}</math> yöllä klo 22-7</b>
Pysyvä asetus	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 terveysuojelulaissa (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 päiväjän 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 pienitaajuiselle melulle, jotka on annettu taajuuspainottamattomina 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

Melumallinnukset tehtiin Vestas V172-7.2MW laitosmallilla. Napakorkeutena mallinnuksessa oli 194 m. Tuulivoimaloiden akustiset tiedot on esitetty liitteessä 1.

Melupäästöarvot syötettiin meluvyöhykelaskentaan ja reseptoripisteiden kokonaisäänitasojen laskentaan 1/3-oktaavikaistoittain voimalavalmistajan ilmoittaman taajuusjakauman mukaisesti. Pienitaajuisen melun laskenta tehtiin laitosmallin ilmoitettuihin 1/3 -oktaavikaista tietoihin perustuen.

Melutasot mallinnettiin käyttäen tilaajan toimittaman voimalaitoksen Vestas V172-7.2MW -mallille annettuja lähtöarvoja. Tilaajan toiveesta mallinnuksessa käytettiin melupäästöarvoa  $L_{WA}$  106,9 dB tuulennopeuden ollessa >9m/s napakorkeudella (lähde: 0128-4336\_00 (2022-06-30)), joka tällä tuulivoimamallilla saavutetaan PO7200. Saatujen lähtötietojen mukaan ko. voimalamallin melutaso ei kasva sen jälkeen, kun tuulennopeus saavuttaa arvon 9 m/s 10 m korkeudella maanpinnasta, toisin sanoen tuulennopeudella 10-15 m/s voimalaitoksen äänitehotaso on sama kuin tuulennopeudella 9 m/s (referenssikorkeudella 10 m maan pinnasta).

Jotta tuulivoimalan päästö on IEC 61400-14 mukaisen luottamusvälin sisällä, eli melupäästöarvo vastaa mallinnusohjeen 2/2014 vaatimuksen mukaista äänitehotason takuuarvoa ( $L_{WAd}$ , declared value), lisättiin + 2 dB kokonaisepävarmuustaso ( $U_c$ ), koska epävarmuutta ei ole erikseen ilmoitettu. Myös pienitaajuisen melun laskennan terssikaista-arvoihin on tehty + 2 dB lisäys, jolloin myös terssikaista-arvot vastaavat mallinnusohjeen mukaista takuuarvomäärittelyä. 2 dB on tavallinen mittauksen kokonaisepävarmuustaso ( $U_c$ ).

Tuulivoimaloiden tarkemmat akustiset tiedot on esitetty liitteessä 1.

Tuulivoimalaitosten koordinaatit on esitetty taulukossa 3, jossa Z-koordinaatti kertoo maaston korkeuden metreissä merenpinnan yläpuolella tuulivoimalan suunnitellulla sijaintipaikalla.

**Taulukko 3. Tuulivoimalaitosten koordinaatit (ETRS-TM35FIN)**

X	Y	Z
278484	7040712	19
277969	7037504	23
278677	7036871	29
278449	7038469	23
279022	7038811	19
279442	7037609	25
280130	7037012	20
279588	7035781	23
278973	7035543	33
278565	7036089	31
278906	7039594	18
278003	7036248	25
279205	7036422	30
277980	7036893	28
280010	7038752	18
277899	7039806	18
279667	7039372	21
277358	7037240	20
277394	7036593	24
279586	7038239	20
278477	7040034	23
278984	7038035	26
280188	7038023	20
278490	7039135	20
277897	7039150	20
277374	7037969	24

Yhteismelumallinnuksessa alueen muiden lähimpien tuulivoimalaitosten sijaintitiedot, napakorkeudet sekä melupäästöt perustuvat kunnilta saatuihin Kjeller Vindteknikk Oy, Etha Wind sekä FCG suunnittelu ja tekniikka Oy tekemiin selvityksiin.

- Sandbacka Vindkraftspark: Etha Wind, 21.01.2022
- Dalalandet, Storbötet Vörå, Storbötet Nykarleby, Jeppo: Prokon Wind Energy Finland Oy, Dalalandet tuulivoimapuisto, KVT/2023/R144/PP, J01, 2023-11-07
- Fällbacken: Uudenkaarlepyyn kunta 15.11.2021

### 3.2 Melulaskenta

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

Melumallinnukset on tehty SoundPlan 9.0 -melulaskentaohjelmalla. SoundPlan -ohjelmistosta saa lisätietoa internet-sivustolta [www.soundplan.eu](http://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 (Leq) tarkasteltiin tuulivoimaloita lähinnä sijaitsevien asuin- ja lomarakennusten kohdalla olevissa reseptoripisteissä (4kpl).

Melupäästötietoina käytettiin laitosmallin Vestas V172-7.2MW -voimalaitoksesta käytössä olevia 1/3-oktaavikaistatietoja väliltä 20 Hz – 200 Hz laitoksen suurimmalle äänitehotasolle, joka sisältää 2 dB epävarmuuden. 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 ilmasteneristävyyssarvojen avulla. Ko. tutkimuksen tulokset on esitelty julkaisussa ”Building and Environment 156 (2019) 12-20”.

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

### 3.3 Maastomalli

Maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen maastotietokannan 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 kaikkien kolmen kilometrin etäisyydellä laitoksista sijaitsevien asuintalojen ja loma-asuntojen välinen maanpinnan korkeusero oli alle 60 metriä, joten ympäristöministeriön ohjeessa 2/2014 mainittua korkeuseroon perustuvaa korjausta tuulivoimalaitosten äänitehotasoon ei tehdä.

## 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

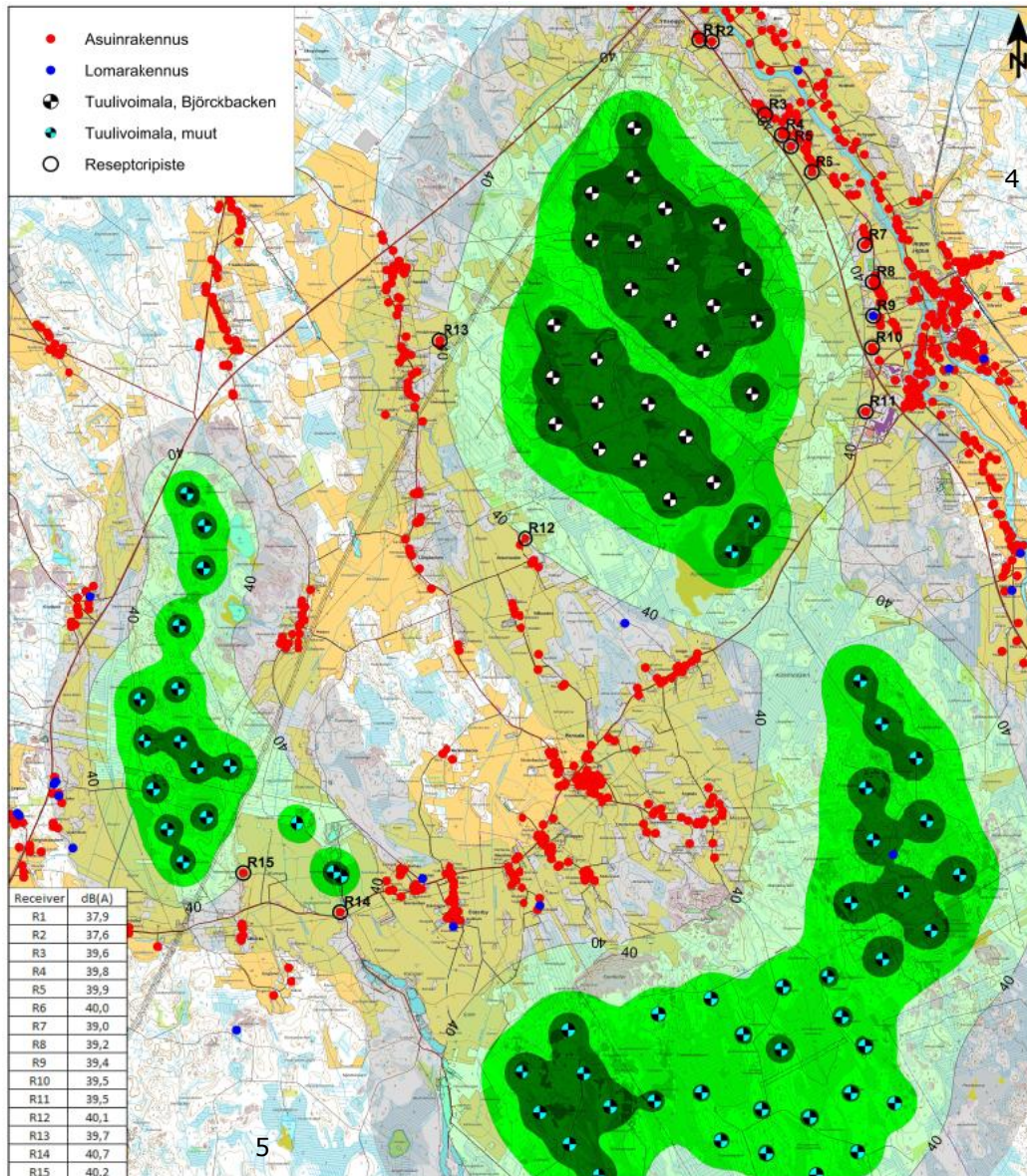
Björkbackenin laskennalliset meluvyöhykkeet (A-painotettu keskiäänitaso) on esitetty liitteessä 2. Yhteismelumallinnuksen tulokset on esitetty liitteessä 3 ja alueen muiden voimalaitosten meluvyöhykkeet liitteessä 4.

Melukuviin on merkitty asuin- ja lomarakennukset värikoodein Maanmittauslaitoksen maastotietokannan tietojen pohjalta. Lisäksi kartassa on esitetty värikoodein myös virkistyskohteet. Melukuvissa on esitetty mallinnustulokset ilman mahdollisia häiritsevyyss- tai muita korjauksia.

Taulukossa 4 on esitetty mallinnetut melutasot asuin- ja lomarakennusten reseptoripisteissä erillismallinnuksen sekä yhteismallinnusten osalta.

**Taulukko 4. Keskiäänitasot reseptoripisteissä erikseen Björkbackenin ja alueen muiden voimalaitosten osalta, sekä yhteismallinnuksena**

Reseptori	<i>Björkbacken</i>	<i>Yhteismallinnus</i>	<i>Muut</i>
	<i>L<sub>Aeq,r</sub> dB</i>	<i>L<sub>Aeq,r</sub> dB</i>	<i>L<sub>Aeq,r</sub> dB</i>
1	37,9	37,9	15,5
2	37,6	37,6	14,2
3	39,5	39,6	19,1
4	39,8	39,8	20,7
5	39,9	39,9	20,9
6	39,9	40,0	21,2
7	38,8	39,0	23,4
8	39,0	39,2	25,5
9	39,2	39,4	26,6
10	39,2	39,5	27,7
11	38,9	39,5	30,5
12	39,7	<b>40,1</b>	30,0
13	39,6	39,7	24,6
14	22,4	<b>40,7</b>	<b>40,7</b>
15	23,1	<b>40,2</b>	<b>40,1</b>



Kuva 1. Reseptoripisteiden sijainnit

#### 4.2 Pienitaajuinen melu

Pienitaajuisen melun tasot terssikaistoittain laskettiin kuvassa 1 esitettyihin Björckbackenia lähinnä sijaitseviin reseptoripisteisiin R1–R13 erikseen Björckbackenin voimaloiden osalta, sekä yhdessä alueen muiden voimaloiden kanssa. Taajuuspainottamattomat melutasot sisällä ja ulkona on esitetty tarkemmin liitteessä 5.

Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisesti pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin verrattessa, ulkovaipalta vaadittavat äänitasoerot ( $\Delta L$ ) ovat korkeimmillaan luokkaa 4–11 dB taajuuskaistoilla 40–200 Hz niin Björckbackenin erillismallinnuksen kuin yhteismallinnuksenkin osalta.

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

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



## 5. TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

### 5.1 Melun erityispiirteet ja häiritsevyyskorjaukset

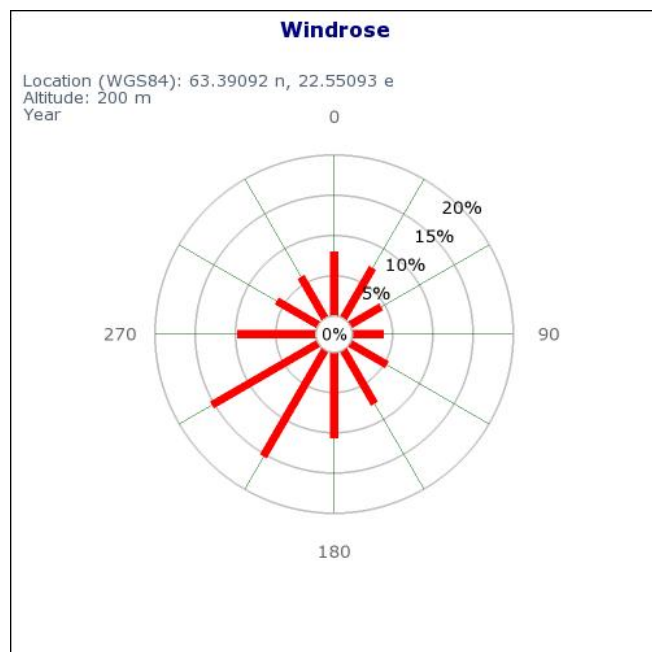
Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyyskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustulokseen, mikäli melun todetaan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

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 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. Hiljaisemmalla tuulennopeudella voimalaitoksen äänitehotaso saattaa olla merkittävästi maksimiarvoa 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. Tuulisuus hankealueelta Suomen Tuuliatlaksesta

Mallinnuksessa oletetaan olevan myötätuuli tuulivoimaloista kaikkiin ilmansuuntiin. Koska alueen vallitseva tuulensuunta on lounaan suunnasta, 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 takuuarvoon on sisällytetty koko laskennan epävarmuus. Tässä mallinnuksessa käytettyjen voimalaitosten melupäästöarvot sisältävät epävarmuudet.

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

Mallinnuksessa, jossa on huomioitu vain alueen muut voimat, Sandbackan kaakkoispuolella ylittyy yöajan ohjearvo 40 dB kahden asuinrakennuksen kohdalla (R14 ja R15).

Yhteismelumallinnuksessa ylitetään yöajan ohjearvo 40 dB reseptoripisteen R12 kohdalla lievästi (40,1 dB) Björckbackenin ja muiden alueen voimalojen yhteisvaikutuksesta.

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 ääneneristävyyden Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksen arvojen mukaisesti) pienitaajuisten melun tasot alittavat sisätiloihin annetut 545/2015 mukaiset toimenpiderajat ympäristön rakennusten kohdalla Björckbackenin erillismallinnuksen sekä yhteismallinnuksen osalta.

Arvioidut sisämelun kokonaistasot ovat 545/2015 sisämelun yöajan toimenpiderajan  $L_{Aeq\ 1h}$  30 dB (tai  $L_{Aeq\ 1h}$  25 dB selvästi taustasta erottuvan melun osalta) alle.

Laatija: Ville Virtanen, Ramboll Finland Oy  
 Päivämäärä: 1/3/2024

Hankevastaava: Energiequelle Oy  
 Hankealue: Björckbacken

## Tuulivoimaloiden perustiedot ja akustiset tiedot

Tuulivoimalan valmistaja: Vestas  
 Tyyppi: V172-7.2MW Serrated Trailing -  
 Sarjanumero:  
 Nimellisteho: 7,2 MW  
 Napakorkeus: 194 m  
 Roottorin halkaisija: 172 m  
 Tornin tyyppi: -

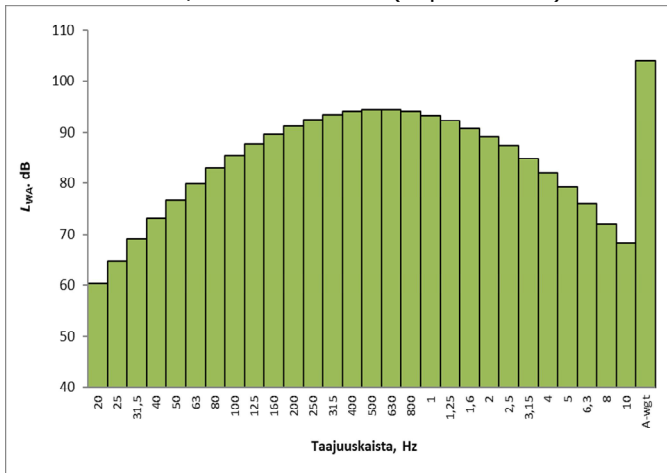
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun Lapakulman säätö:  
 Kyllä  
 Ei  
 Ei ilmoitettu

Pyörimisnopeus:  
 Kyllä  
 Ei  
 Ei ilmoitettu

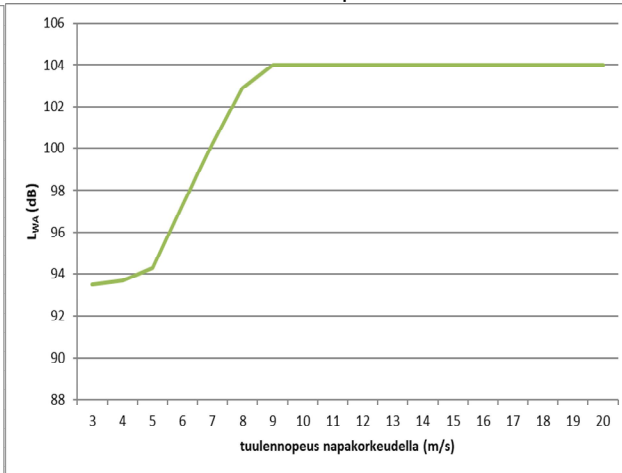
Muu, mikä:  
 Eri vaimennusmoodeja raportoitu menetelmää ei ole raportoitu

Suurin äänitehotaso  $L_{WA}$  :  
 106,9 dB STE  
 106,9 + 2 dB  
 Tunnus-/takuarvo  
 Lähdedokumentti:  
 V172-7.2MW Third octave noise emission, DMS 0128-4336\_00

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



Äänitehotaso tuulennopeuden funktiona:



Melun erityspiirteiden mittaus ja havainnot:

Kapeakaistaisuus /  
 Tonaalisuus

- Kyllä  
 Ei  
 Ei ilmoitettu

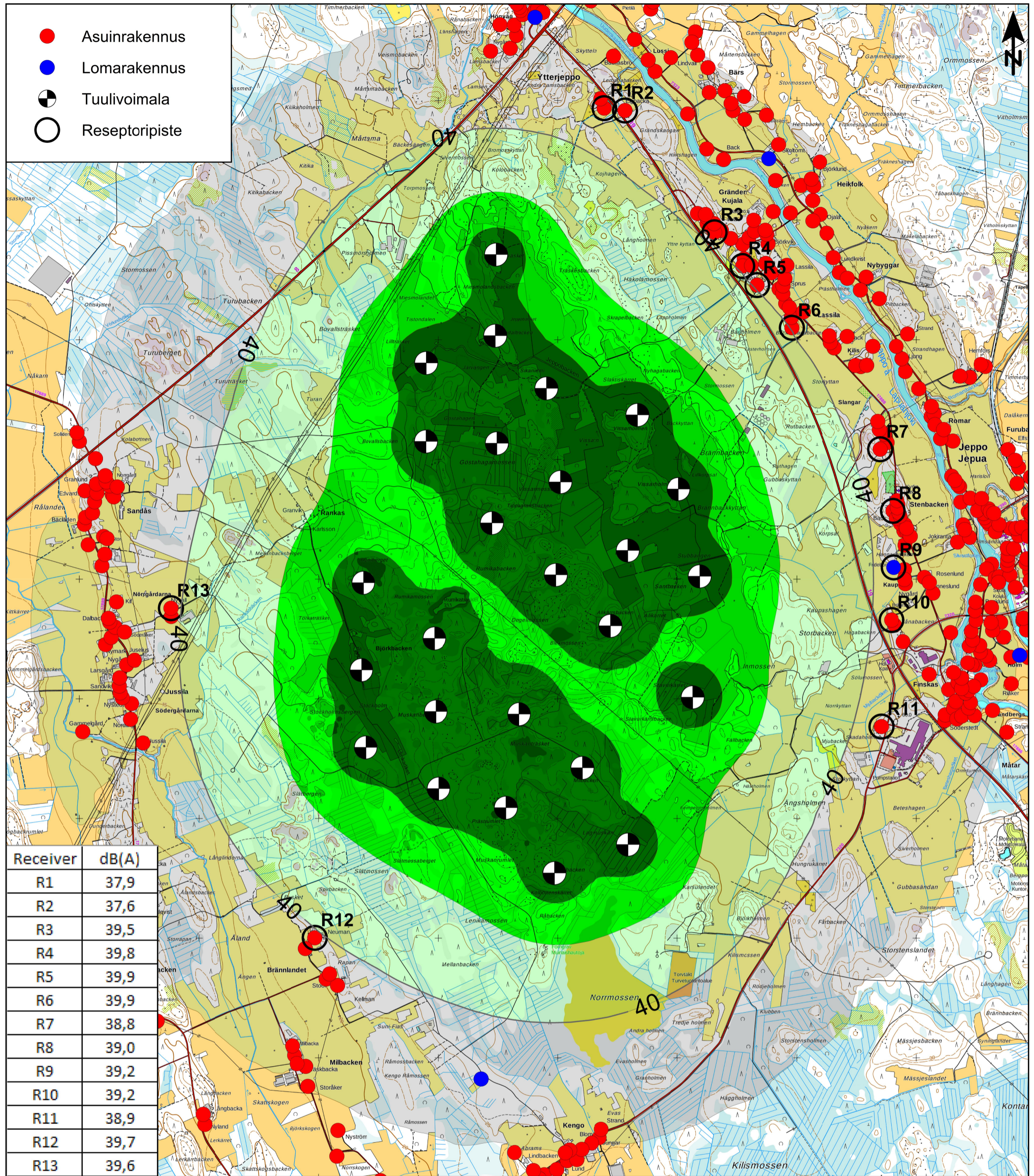
Impulssimaisuus

- Kyllä  
 Ei  
 Ei ilmoitettu

Merkityksellinen sykintä  
 (amplitudimodulaatio)

- Kyllä  
 Ei  
 Ei ilmoitettu

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Tuulivoimala
- Reseptoripiste



Receiver	dB(A)
R1	37,9
R2	37,6
R3	39,5
R4	39,8
R5	39,9
R6	39,9
R7	38,8
R8	39,0
R9	39,2
R10	39,2
R11	38,9
R12	39,7
R13	39,6



**Björkbacken melumallinnus**

Meluvyöhykkeet LAeq

- Laskentamalli ISO 9613-2
- Laskentakorkeus +4m

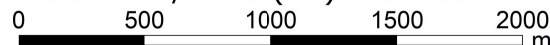
Vestas V172-7.2MW

- HH = 194 m
- LWA = 106,9 dB (serrated trailing edge) + 2 dB Uc

Äänitaso  
dB(A)

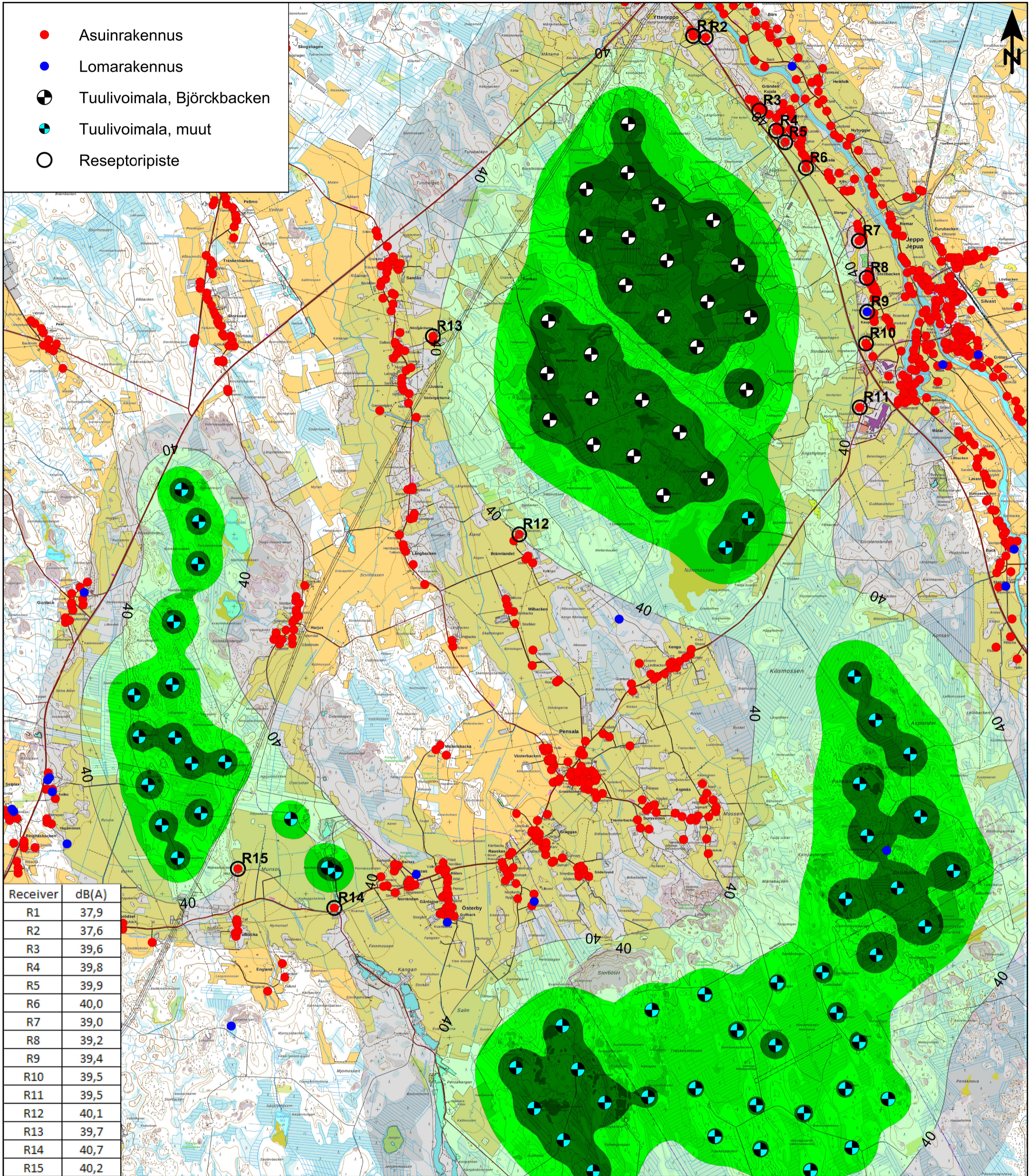
- 50 < <= 50
- 45 < <= 45
- 40 < <= 40
- 35 < <= 35

Mittakaava/skala (A3) 1:30000



21/2/2024 VV

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Tuulivoimala, Björckbacken
- Tuulivoimala, muut
- Reseptoripiste



Meluvyöhykkeet LAeq

-Laskentamalli ISO 9613-2  
-Laskentakorkeus +4m

Yhteismallinnus

Vestas V172-7.2MW

-HH = 194 m  
-LWA = 106,9 dB (serrated trailing edge) + 2 dB Uc

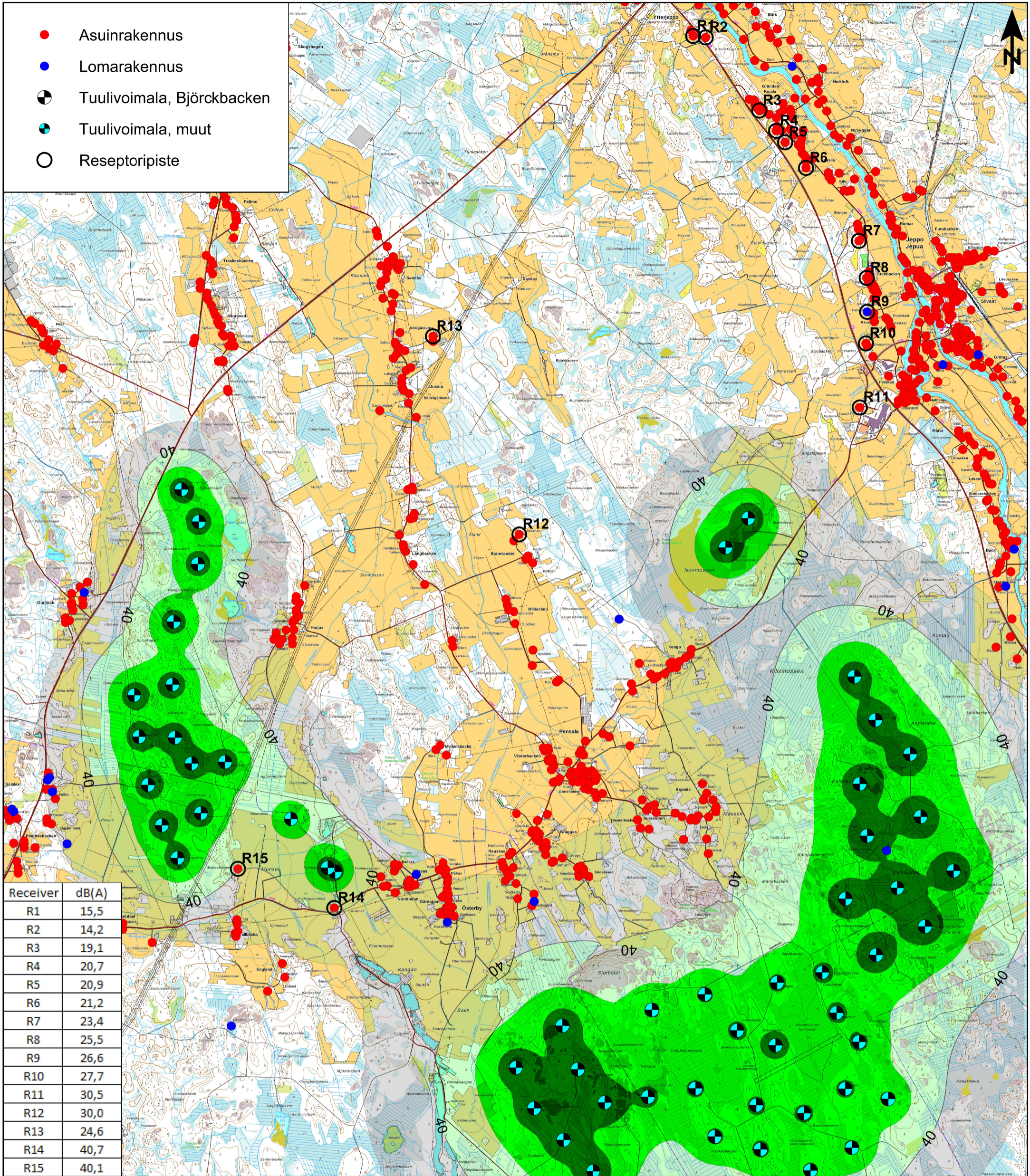
Äänitaso  
dB(A)

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

Mittakaava/skala (A3) 1:50000

0 900 1800 2700 3600 m 21/2/2024 VV

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Tuulivoimala, Björckbacken
- Tuulivoimala, muut
- Reseptoripiste



Receiver	dB(A)
R1	15,5
R2	14,2
R3	19,1
R4	20,7
R5	20,9
R6	21,2
R7	23,4
R8	25,5
R9	26,6
R10	27,7
R11	30,5
R12	30,0
R13	24,6
R14	40,7
R15	40,1



Meluvyöhykkeet LAeq

-Laskentamalli ISO 9613-2  
-Laskentakorkeus +4m

Yhteismallinnus, muut hankkeet

**Björckbacken melumallinnus**

Äänitaso  
dB(A)

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

Mittakaava/skala (A3) 1:50000

0 900 1800 2700 3600 m 21/2/2024 VV

Pienitaajuinen melu sisätiloissa											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	45	44	42	41	39	37	34	30	26	20	15
R2	45	44	42	40	39	37	34	30	26	20	14
R3	47	45	43	42	40	38	35	32	27	22	16
R4	47	45	44	42	41	38	35	32	27	22	16
R5	47	45	44	42	41	38	35	32	28	22	16
R6	47	45	44	42	41	38	36	32	28	22	16
R7	46	45	43	42	40	38	35	31	27	21	16
R8	46	45	43	42	40	38	35	31	27	21	16
R9	46	45	43	42	40	38	35	31	27	21	16
R10	46	45	43	42	40	38	35	31	27	21	16
R11	46	45	43	42	40	38	35	31	27	21	16
R12	47	45	43	42	40	38	35	32	27	22	16
R13	47	45	43	42	40	38	35	32	27	22	16
<b>Asumisterveysohje</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>32</b>

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	53	52	51	51	51	50	49	47	45	41	37
R2	53	52	51	51	50	50	49	47	44	41	37
R3	54	53	53	52	52	51	50	48	46	43	39
R4	54	53	53	52	52	51	50	49	46	43	39
R5	54	54	53	52	52	51	50	49	46	43	39
R6	54	54	53	53	52	51	50	49	46	43	39
R7	54	53	52	52	51	51	50	48	46	42	38
R8	54	53	52	52	52	51	50	48	46	42	38
R9	54	53	52	52	52	51	50	48	46	42	39
R10	54	53	52	52	52	51	50	48	46	42	39
R11	54	53	52	52	51	51	50	48	46	42	38
R12	54	53	53	52	52	51	50	48	46	43	39
R13	54	53	53	52	52	51	50	48	46	43	39
<b>Asumisterveysohje</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>32</b>
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-19,6	-10,4	-3,1	3,5	8,2	9,5	10,3	10,7	10,4	9,0	7,2
Ääneneristävyyssarvot (äänitasoero ΔL)	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13,0	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	46	44	42	41	39	37	34	30	26	20	15
R2	46	44	42	41	39	37	34	30	26	20	14
R3	47	45	44	42	41	38	35	32	27	22	16
R4	47	46	44	42	41	39	36	32	28	22	16
R5	47	46	44	42	41	39	36	32	28	22	16
R6	47	46	44	42	41	39	36	32	28	22	17
R7	47	45	43	42	40	38	35	31	27	21	16
R8	47	45	44	42	40	38	35	32	27	21	16
R9	47	46	44	42	41	38	35	32	27	22	16
R10	47	46	44	42	41	38	36	32	27	22	16
R11	47	46	44	42	41	39	36	32	27	22	16
R12	48	46	44	43	41	39	36	32	28	22	17
R13	47	46	44	42	41	39	36	32	28	22	16
<b>Asumisterveysohje</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>32</b>

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa yhteismallinnuksessa											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	53	52	52	51	51	50	49	47	45	41	37
R2	53	52	51	51	51	50	49	47	45	41	37
R3	55	54	53	52	52	51	50	49	46	43	39
R4	55	54	53	53	52	52	50	49	46	43	39
R5	55	54	53	53	52	52	50	49	46	43	39
R6	55	54	53	53	52	52	51	49	47	43	39
R7	54	54	53	52	52	51	50	48	46	42	39
R8	55	54	53	52	52	51	50	48	46	42	39
R9	55	54	53	53	52	51	50	49	46	43	39
R10	55	54	53	53	52	51	50	49	46	43	39
R11	55	54	53	53	52	52	50	49	46	43	39
R12	55	54	53	53	53	52	51	49	47	43	39
R13	55	54	53	53	52	52	50	49	46	43	39
<b>Asumisterveysohje</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>32</b>
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-18,8	-9,7	-2,6	4,0	8,6	9,8	10,6	11,0	10,6	9,1	7,3
Ääneneristävyyssarvot (äänitasoero ΔL)	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13,0	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8