

Vastaanottaja
Ilmatar Merikarvia Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
14.1.2025

Viite
1510076019

PYYNEVANKANGAS TUULIVOIMAHANKE MELUMALLINNUS

PYYNEVANKANGAS TUULIVOIMAHANKE MELUMALLINNUS

Päivämäärä 14.1.2025
Laatija Ville Virtanen
Tarkastaja Jari Hosiokangas

Tuulivoimahankkeen meluselvitys

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 10/2024
aineistoa.

Viite 1510076019

SISÄLTÖ

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

LIITTEET

Liite 1	Laskentaparametrit ja tuulivoimaloiden akustiset tiedot
Liite 2	Meluvyöhykkeet VE1, äänitehotaso 106,9 dB + 2 dB Uc
Liite 3	Meluvyöhykkeet VE2, äänitehotaso 106,9 dB + 2 dB Uc
Liite 4	Meluvyöhykkeet VE1 yhteismallinnus
Liite 5	Meluvyöhykkeet VE2 yhteismallinnus
Liite 6	Pienitaajuinen melu

1. YLEISTÄ

Ilmatar Oy suunnittelee tuulivoimapuiston rakentamista Merikarvian Pyynevankankaalle. Tässä selvityksessä on mallinnettu tuulivoimalaitosten aiheuttamat melutasot niiden ympäristössä kahdessa vaihtoehdossa erikseen sekä yhdessä Kultakallioiden tuulivoimahankkeen kanssa.

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 laskentamallia ISO 9613-2. Pientaajuisten melun tarkastelu tehtiin soveltaen DSO 1284 mukaista menetelmää YM:n ohjeen 2/2014 mukaisesti.

Työ on tehty Ilmatar Merikarvia Oy:n toimeksiannosta. Meluselvityksen laatimisesta on Ram-bollissa 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 määriteltä laskennallinen melutaso ja valvonnan yhteydessä mitattu melutaso 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

	Ulkomelutason L_{Aeq} päivällä klo 7-22	Ulkomelutason L_{Aeq} yöllä klo 22-7
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 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 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). Päiväaikaan 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

Tuulivoimalaitosten sijainnit perustuvat asiakkaalta saatuun sijoitus suunnitelmaan.

Mallinnuksessa voimaloiden tyyppinä käytettiin Vestas V172-7.2MW -voimalaa. Voimaloiden napakorkeus on 225 m maanpinnasta.

Melutiedot ilmenivät hankevastaavan toimittamista hankekohtaisista meludokumenteista:

- *Third Octave noise emission, V172-7.2MW 50/60Hz, 0128-4336_00, 2022-06-30*

Laitoksen suurin äänitehotaso (L_{WA}) on 106,9 dB tuulen nopeuden ollessa ≥ 9 m/s napakorkeudella. Äänitehotaso ei sisällä laitosten valmistajan ilmoittamaa epävarmuuskorjausta, vaan melupäästöön lisätään dokumentin mukaisesti 2 dB:n mukainen korjaus, jolloin se vastaa mallinnusohjeen 2/2014 vaatimuksen mukaista äänitehotason takuuarvoa (L_{WAd} , declared value). Äänitehotaso on ilmoitettu 1/3 – oktaavikaistoittain taajuusvälillä 10–10 000 Hz tuulen nopeuden arvoille 3–15 m/s.

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)

Tunnus	X	Y	Z	VE1	VE2
1	211281	6887829	28	+	-
2	209833	6885041	26	+	+
3	211247	6886529	27	+	+
4	213731	6886629	36	+	+
5	208493	6885976	16	+	+
6	210447	6885921	24	+	+
7	209095	6884979	18	+	+
8	212407	6887792	28	+	-

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.

ISO 9613-2 -mallissa tuulen nopeutta tai suuntaa ei voida varioida, vaan laskentamallissa on oletuksena lievä myötätuuli melulähteestä laskentapisteeseen päin. Malli huomioi kolmiulotteisessa

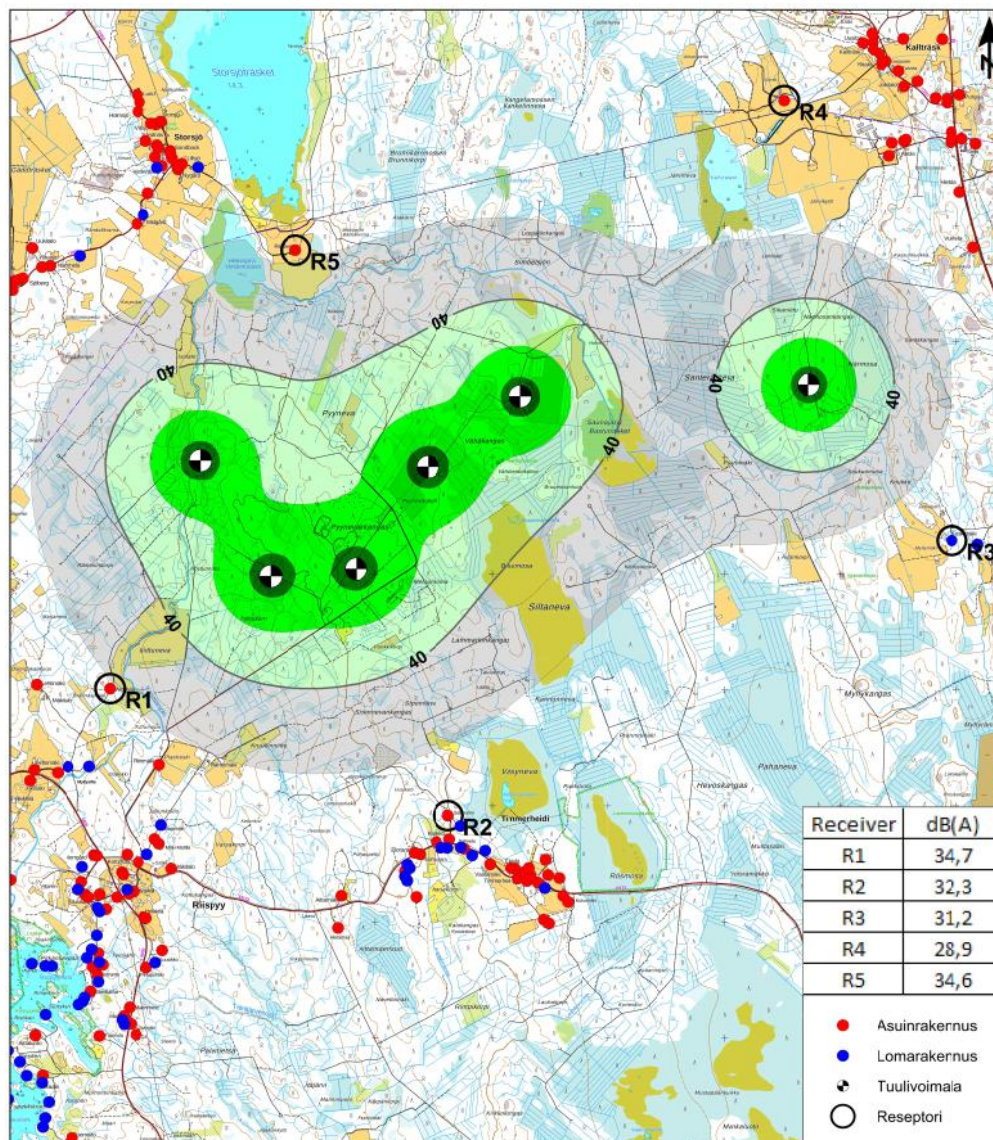
laskennassa mm. maastonmuodot sekä etäisyysvaimentumisen, ilman ääniabsorption, esteet, heijastukset ja maanpinnan absorptio-ominaisuudet.

Meluvyöhykelaskennat on tehty laskentapisteverkkoon ja ohjelma interpoloi melutasot laskentapistesten välisille alueille. Työssä laskettiin melutasot myös hankealuetta lähinnä olevien asuintalojen ja loma-asuntojen kohdalle sijoitettuihin reseptoripisteisiin. Reseptoripisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 1 ja laskentatulokset taulukossa 5. Taulukossa ja melukartoissa esitetyt melutasot ovat suoraan mallinnuksen tuloksia, eikä niihin ole lisätty mitään mahdollisia häiritsevyyskorjauksia.

Pienitaajuisen melun tarkastelu tehtiin soveltaen DSO 1284 mukaista menetelmää YM:n ohjeen 2/2014 mukaisesti. Pienitaajuisen melun ulko- ja sisämelutasoa (L_{eq}) tarkasteltiin tuulivoimaloita lähinnä sijaitsevien asuin- ja lomarakennusten kohdalla olevissa reseptoripisteissä. Melupäästötietoina käytettiin laitostmallin V172-7.2MW -voimalaitoksesta käytössä olevia 1/3-oktaavi-kaistatietoja väliltä 20 Hz – 200 Hz laitoksen suurimmalle äänitehotasolle, joka sisältää epävarmuuslisän +2dB Uc.

Rakennusten sisälle aiheutuvia pientaajuisia melutasoja arvioitiin Turun ammattikorkeakoulun tekemässä tutkimuksessa "The sound insulation of façades at frequencies 5–5000 Hz, Keränen et. al." esitettyjen pientalojen julkisivun ilmaääneneristävyyssarvojen avulla. Ko. tutkimuksen tulokset on esitelty julkaisussa "Building and Environment 156 (2019) 12-20".

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



Kuva 1. Reseptoripisteiden sijainnit

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

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.

Taulukossa 4 on esitetty mallilla lasketut melutasot eniten melulle altistuvien kohteiden (reseptoripisteet R1 – R5) kohdalla ulkona erillismallinnuksen sekä yhteismallinnuksen osalta.

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

Reseptori	VE1 <i>L_{Aeq}</i> / dB	VE2 <i>L_{Aeq}</i> / dB	VE1 yhteis <i>L_{Aeq}</i> / dB	VE2 yhteis <i>L_{Aeq}</i> / dB
R1	34,7	34,7	34,7	34,7
R2	32,5	32,3	32,5	32,3
R3	32,0	31,2	33,4	32,8
R4	34,1	28,9	34,3	29,4
R5	36,1	34,6	36,1	34,6

Mallinnusten mukaan 40 dB melutaso ei ylitä yhdenkään reseptoripisteen osalta.

4.2 Pienitaajuinen melu

Pienitaajuisen melun tasot terssikaistoittain laskettiin kuvassa 1 esitettyihin reseptoripisteisiin R1–R5. Taajuuspainottamattomat melutasot sisällä ja ulkona on esitetty tarkemmin liitteessä 6.

Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisesti pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin verrattessa, ulkovaipalta vaadittavat äänitasoerot (ΔL) välillä 40–200 Hz ovat 0–7 dB laajimmassa vaihtoehdossa VE1, jonka lisäksi on huomioitu Kultakallion voimalahanke. Taajuuskaistoilla 20–31,5 Hz jo ulos lasketut pienitaajuisen melun tasot alittavat sisätilojen toimenpiderajat. Muiden vaihtoehtojen niin erillis- kuin yhteismallinnusten osalta melutasot ovat samansuuruiset tai pienemmät.

Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksen mukaiset ääneneristävyysarvot (äänitasoero ΔL) kuvaavat tilastollista estimaattia ilmaääneneristyskyvystä, 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 ilmaääneneristys 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

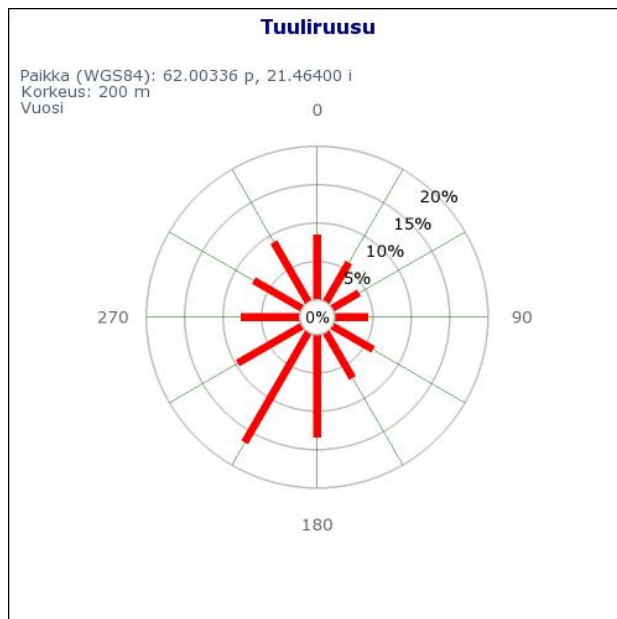
Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyyskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä saatavaan mittaustulokseen, mikäli melun todetaan 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. Pienemmällä tuulennopeudella voimalaitoksen äänitehotaso saattaa olla merkittävästi maksimiarvoa alhaisempi.

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 2. Tuuliruusu (tuulen tulosuunta) Suomen Tuuliatlaksesta

Tuulennopeuden lisäksi myös tuulensuunta vaikuttaa melun leviämiseen. Tuulipuiston alueella vallitseva tuulensuunta on lounaasta (kuva 2). Tällöin mallinnuksen mukaisia melutasoja voi esiintyä useimmin voimaloiden koillispuolella. Hankealueen etelä-länsipuolella mallinnuksen mukaisen melutasojen esiintyminen on harvinaisempaa.

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 käytetyn voimalaitoksen melupäästöarvo ei sisällä valmistajan ilmoittamaa epävarmuutta, jolloin melupäästöön lisättiin 2 dB epävarmuus.

Ulkomelun osalta mallinnuksen mukaan tuulivoimalaitosten aiheuttama ulkomelutaso alittaa Valtioneuvoston asetuksen 1107/2015 ulkomelun päiväajan ohjearvon 45 dB ja yöajan ohjearvon 40 dB kaikkien hankealueen ympäristössä sijaitsevien asuin- ja lomarakennusten kohdalla niin erillis- kuin yhteismallinnuksen osalta.

Sisämelun osalta 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 huomioituna Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksen arvojen mukaisesti) pienitaajuisen melun tasot alittavat sisätiloihin annetut 545/2015 mukaiset toimenpiderajat ympäristön rakennusten kohdalla.

Rakennukseen kohdistuessa 40 dB (ohjearvo), tai alle, melutaso, voidaan arvioida, että 25 dB:n toimenpideraja sisätiloissa alittuu normaalilla rakentamisella. Erittäin heikolla seinärakenteella, joka ei täytä rakentamisen nykyaikaisia määräyksiä tai standardeja, voidaan päästä niinkin alhaiseen ääneneristävyyteen kuin R_w 20 dB. Tälläkin ääneneristävyydellä päästään sisätiloissa toimenpideraja-arvon 25 dB alittavaan tasoon, kun ulkomelutason ohjearvo 40 dB täyttyy.

Lahdessa 14. päivänä tammikuuta 2025

RAMBOLL FINLAND OY



Jari Hosiokangas
Ryhmäpäällikkö



Ville Virtanen
Projektipäällikkö

Laatija: Ville Virtanen, Ramboll Finland Oy
Päivämäärä: 19/2/2025

Hankevastaava: Ilmatar Merikarvia Oy
Hankealue: Pyynevankangas

Mallinnusohjelman tiedot

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

Tuulivoimaloiden perustiedot ja akustiset tiedot

Tuulivoimalan valmistaja: Vestas
Tyypin: V172-7.2MW
Sarjanumero: -
Nimellisteho: 7.2 MW
Napakorkeus: 225 m
Roottorin halkaisija: 172
Tornin tyyppi: Putkitorni

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

Lapakulman säätö: Pyörimisnopeus: Muu, mikä:

☐ Kyllä
☐ Ei
☒ Ei ilmoitettu
☐ Kyllä
☐ Ei
☒ Ei ilmoitettu

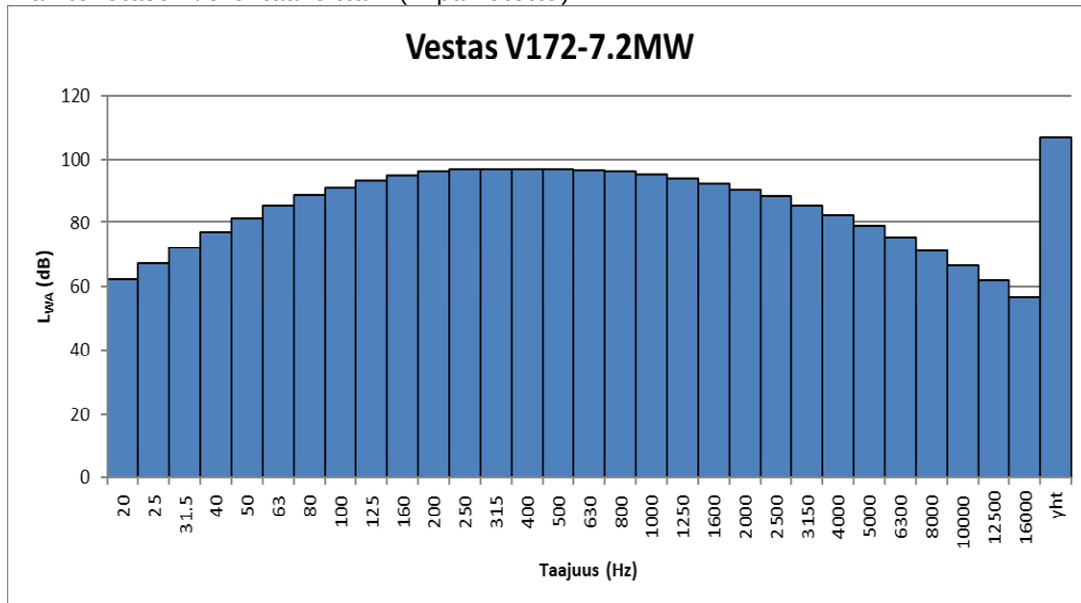
Äänitehotaso L_{WA} tuulennopeudella >7 m/s (10 m korkeudella maanpinnasta):

106,9 dB ☐ Takuuarvo

Suurin äänitehotaso L_{WA} :

106,9 dB + 2 dB (Uc) ☒ Takuuarvo

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



Melun erityspiirteiden mittaust ja havainnot:

Kapeakaistaisuus /
Tonaalisuus

☐ Kyllä
☒ Ei
☐ Ei ilmoitettu

Impulssimaisuus

☐ Kyllä
☐ Ei
☒ Ei ilmoitettu

Merkityksellinen
sykintä

(amplitudimodulaatio)

☐ Kyllä
☐ Ei
☒ Ei ilmoitettu

Muu, mikä

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

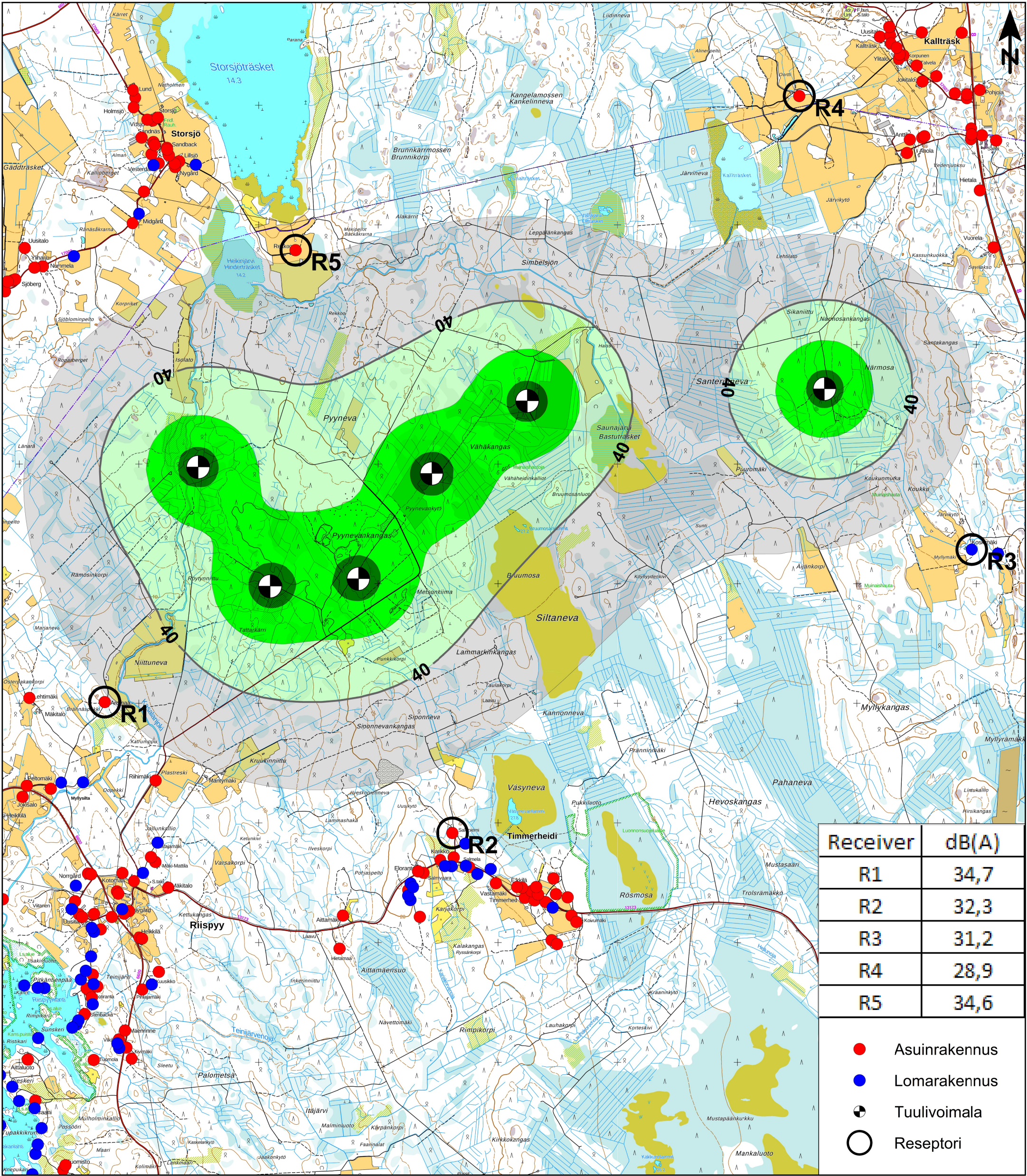
Ilmakehän stabiilius laskennassa / meteorologinen korjaus

Neutraali 0 neutraali - stabiili sääolosuhde

Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen

☒ Vapaa avaruus

☐ Muu

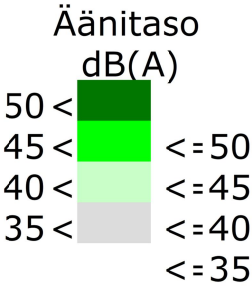


Pyyneväkangas
Melumallinnus

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

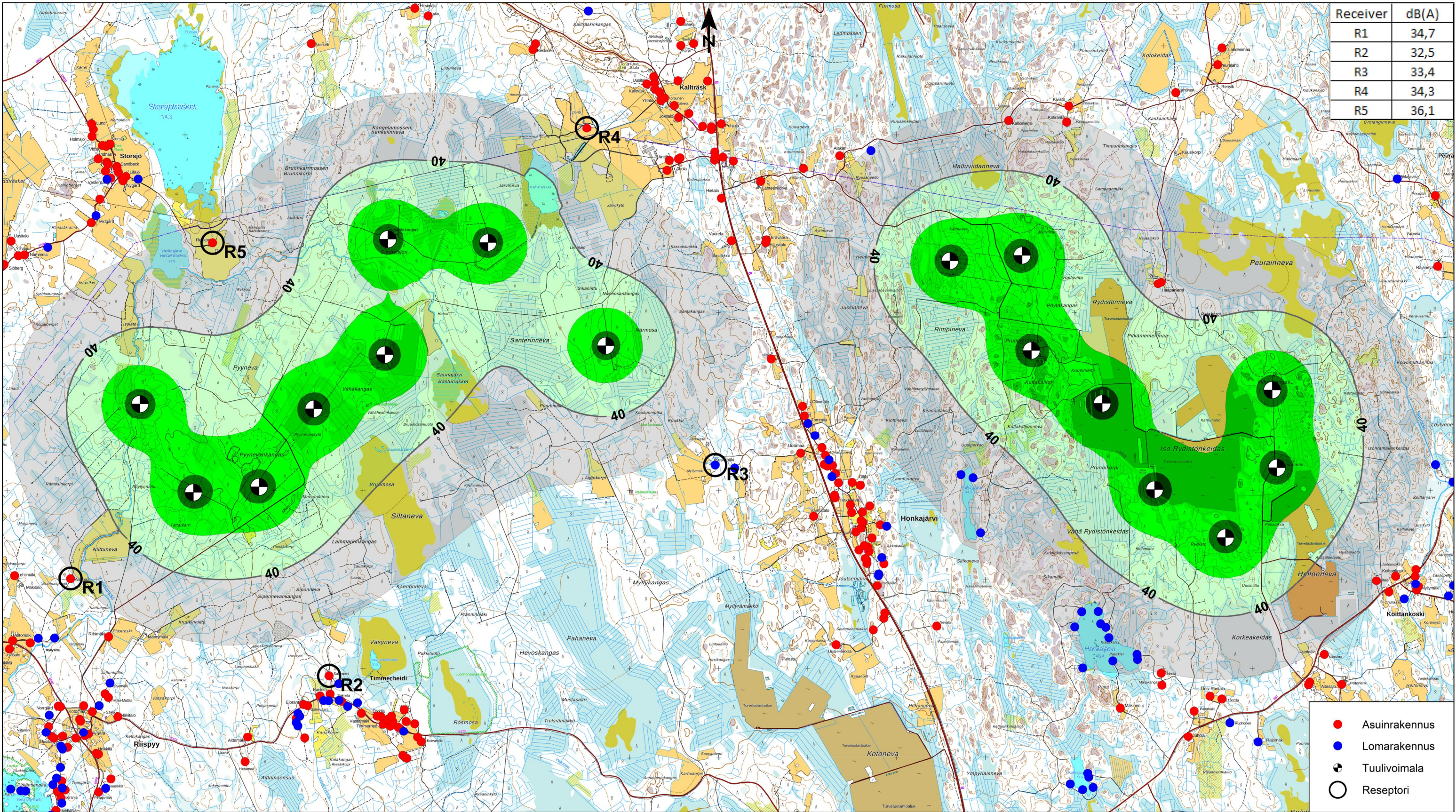
VE2
Vestas V172-7.2MW
-HH = 225 m
-LWA = 106,9 dB + 2 dB U_c



Mittakaava/skala (A3) 1:30000

0 500 1000 1500 2000 m

30/10/2024 VV



Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

VE1
Vestas V172-7.2MW
-HH = 225 m
- L_{WA} = 106,9 dB + 2 dB U_c

Kultakalliot tuulivoimahanke huomioitu

Pyynevankangas
Kultakalliot
Melumallinnus

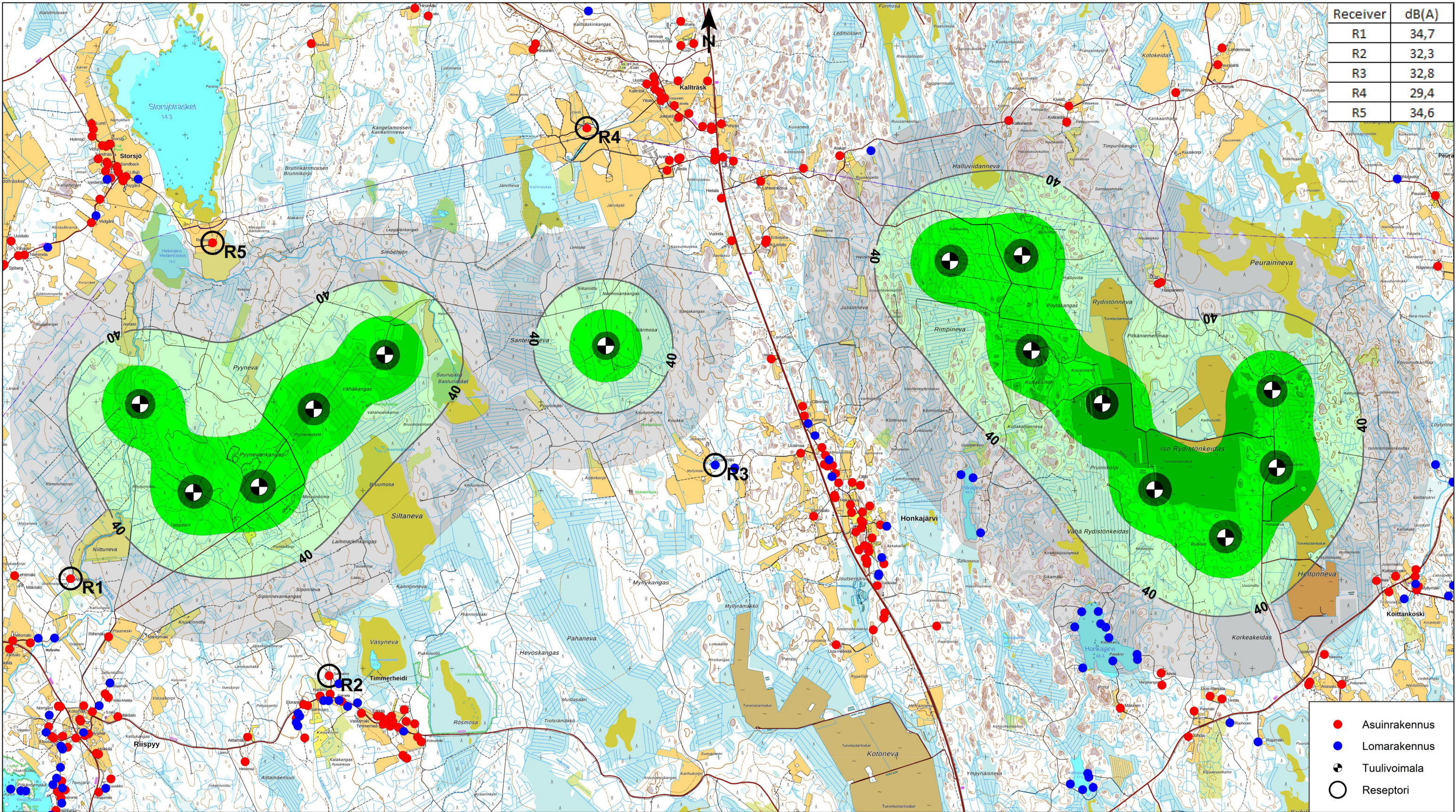
Mittakaava/skala (A3) 1:40000

0 500 1000 1500 2000 m

14/1/2025 VV

Äänitaso
dB(A)

50 <
45 < ≤ 50
40 < ≤ 45
35 < ≤ 40
≤ 35



Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

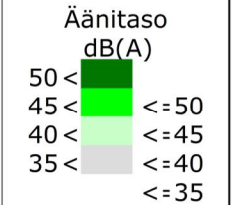
VE2
Vestas V172-7.2MW
-HH = 225 m
- L_{WA} = 106,9 dB + 2 dB U_c

Kultakalliot tuulivoimahanke huomioitu

Pyynevankangas
Kultakalliot
Melumallinnus

Mittakaava/skala (A3) 1:40000
0 500 1000 1500 2000 m

14/1/2025 VV



Pienitaajuinen melu sisätiloissa vaihtoehdossa VE1

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	42	40	38	37	35	33	30	27	22	17	11
R2	40	39	37	36	34	32	29	25	21	15	9
R3	40	38	36	35	33	31	28	25	20	14	9
R4	41	40	38	37	35	33	30	26	22	16	11
R5	43	41	40	38	37	34	32	28	24	18	13
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa vaihtoehdossa VE1

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	49	48	48	47	47	46	45	43	41	38	34
R2	48	47	46	46	46	45	44	42	40	36	32
R3	47	46	46	45	45	44	43	41	39	36	32
R4	49	48	47	47	46	46	45	43	41	37	34
R5	50	50	49	49	48	47	46	45	42	39	35
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyys korkeimmillaan	-24	-14	-7	0	4	5	6	7	6	5	3
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 vaihtoehdossa VE2

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	41	40	38	37	35	33	30	26	22	16	11
R2	40	38	37	35	34	31	28	25	20	15	9
R3	39	37	36	34	32	30	27	24	19	14	8
R4	38	36	34	33	31	29	26	22	18	12	6
R5	41	40	38	37	35	33	30	27	22	17	11
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa vaihtoehdossa VE2

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	49	48	47	47	47	46	45	43	41	38	34
R2	47	47	46	45	45	44	43	42	39	36	32
R3	46	45	45	44	44	43	42	40	38	35	31
R4	45	44	44	43	43	42	41	39	37	33	29
R5	49	48	47	47	47	46	45	43	41	38	34
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyys korkeimmillaan	-25	-16	-9	-2	3	4	5	5	5	4	2
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 vaihtoehdossa VE1, yhteismallinnus Kultakalliot

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	49	49	48	47	47	46	45	44	41	38	34
R2	48	47	47	46	46	45	44	42	40	36	32
R3	49	48	48	47	47	46	45	43	41	37	33
R4	50	49	48	48	47	47	45	44	41	38	34
R5	51	50	49	49	48	48	47	45	43	39	35
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa vaihtoehdossa VE1, yhteismallinnus Kultakalliot

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	42	40	39	37	36	33	30	27	22	17	11
R2	41	39	38	36	35	32	29	26	21	15	10
R3	42	40	39	37	35	33	30	27	22	16	11
R4	42	40	39	37	36	34	31	27	23	17	11
R5	43	42	40	38	37	35	32	28	24	18	13
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyys korkeimmillaan	-23	-14	-7	0	4	6	7	7	7	5	3
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 vaihtoehdossa VE2, yhteismallinnus Kultakalliot

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	42	40	38	37	35	33	30	27	22	17	11
R2	40	39	37	36	34	32	29	25	21	15	9
R3	41	40	38	36	35	33	30	26	21	16	10
R4	39	38	36	35	33	31	28	24	19	13	8
R5	42	40	39	37	36	33	30	27	22	17	11
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa vaihtoehdossa VE2, yhteismallinnus Kultakalliot

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	49	48	48	47	47	46	45	43	41	38	34
R2	48	47	46	46	46	45	44	42	39	36	32
R3	49	48	47	47	46	46	44	43	40	37	33
R4	47	46	45	45	45	44	43	41	38	35	30
R5	49	49	48	47	47	46	45	44	41	38	34
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyys korkeimmillaan	-25	-15	-8	-2	3	4	5	6	5	4	2
Ääneneristävyyssarvot (äänitasoero ΔL)	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8