

Liite 27

Melumallinnus

Vastaanottaja
PROKON Wind Energy Finland Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
5.5.2025

Viite
1510074543-007

BRÄNSKOGEN TUULIVOIMAHANKE

MELUMALLINNUS

Päivämäärä 5.5.2025
Laatija Ville Virtanen
Tarkastaja Jari Hosiokangas
Versio 02

Tuulivoimahankkeen meluselvitys

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 3/2025
aineistoa.

Viite 1510074543-007

Raporttihistoria:

Versio	Pvm / Laatija	Muutokset
01	10.4.2025, VV	-
02	5.5.2025, VV	Yhteismallinnukset Brändskogen + olemassa olevat

SISÄLTÖ

1.	YLEISTÄ	3
2.	MELUN OHJEARVOT	3
2.1	Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista	3
2.2	Asumisterveysasetuksen melutason toimenpiderajat asuntojen sisätiloissa	4
3.	MELUMALLINNUKSEN TIEDOT	4
3.1	Tuulivoimalatiedot	4
3.2	Melulaskenta	5
3.3	Maastomalli ja rakennustiedot	7
4.	TULOKSET	7
4.1	Mallinnustulokset	7
4.2	Pienitaajuinen melu	8
5.	TULOSEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	8
5.1	Melun erityispiirteet ja häiritsevyysskorjaukset	8
5.2	Alueen tuuliolosuhteet ja niiden vaikutukset meluun	8
5.3	Melutasot verrattuna ohjearvoihin	9

LIITTEET

Liite 1	Laskentaparametrit ja tuulivoimaloiden akustiset tiedot
Liite 2	Meluvyöhykkeet, kaavaehdotus, äänitehotaso 106,0 dB + 2 dB Uc, HH 200
Liite 3	Meluvyöhykkeet, kaavaehdotus, äänitehotaso 106,0 dB + 2 dB Uc, HH 200
Liite 4	Meluvyöhykkeet, kaavaehdotus, äänitehotaso 106,0 dB + 2 dB Uc, HH 200
Liite 5	Yhteismallinnus, olemassa olevat hankkeet, meluvyöhykkeet, VE1
Liite 6	Yhteismallinnus, olemassa olevat hankkeet, meluvyöhykkeet, VE2
Liite 7	Yhteismallinnus, olemassa olevat hankkeet, meluvyöhykkeet, VE3
Liite 8	Yhteismallinnus, olemassa olevat ja suunnitellut hankkeet, meluvyöhykkeet, VE1
Liite 9	Yhteismallinnus, olemassa olevat ja suunnitellut hankkeet, meluvyöhykkeet, VE2
Liite 10	Yhteismallinnus, olemassa olevat ja suunnitellut hankkeet, meluvyöhykkeet, VE3
Liite 11	Yhteismallinnus, vain olemassa olevat hankkeet, VE0
Liite 12	Pienitaajuinen melu

1. YLEISTÄ

Prokon Wind Energy Finland Oy suunnittelee Närpiöön Brändskogenin alueelle tuulivoimapuiston rakentamista. Tässä selvityksessä on mallinnettu tuulivoimalaitosten aiheuttamat melutasot niiden ympäristössä erikseen sekä yhdessä lähimpien ympäristön tuulivoimahankkeiden kanssa ympäristönvaikutusten arviointia ja kaavoitusta varten.

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

Työ on tehty Prokon Wind Energy Finland Oy:n toimeksiannosta. Meluselvityksen laatimisesta ja meluvaikutusten arvioinnista 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 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 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 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 impulssi- maisuuskorjaukset.

Asetus sisältää toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle, jotka on annettu taajuuspainottamattomina tunnin keskiäänitasoina $L_{eq, 1h}$ (taulukko 2).

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
$L_{eq, 1h}$ /dB	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

3. MELUMALLINNUKSEN TIEDOT

3.1 Tuulivoimalatiedot

Melumallinnukset tehtiin Nordex N175/6.X -laitosmallilla. Napakorkeutena mallinnuksessa oli vaihtoehdossa 200 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 –oktaavikaistatietoihin perustuen.

Melutasot mallinnettiin käyttäen tilaajan toimittaman voimalaitoksen Nordex N175/6.X –serrated trailing edge -mallille annettuja lähtöarvoja. Mallinnuksessa käytettiin asiakkaan toiveesta Mode 2:n melupäästöarvoa LWA 106,0 dB tuulennopeuden ollessa ≥ 6 m/s referenssikorkeudella (lähde: F008_278_A17_EN, 2023-10-13, Revision 03). Saatujen lähtötietojen mukaan ko. voimalamallin melutaso ei kasva sen jälkeen, kun tuulennopeus saavuttaa arvon 6 m/s referenssikorkeudella maanpinnasta, toisin sanoen tuulennopeudella 6 m/s - 12 m/s ko. voimalaitoksen kokonaisäänitehotaso on sama.

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).

Tuulivoimalaitoksen äänitehotaso muuttuu tuulennopeuden muuttuessa, joka vaikuttaa merkittävästi alhaisemmillä tuulennopeuksilla ympäristössä havaittavaan melutasoon. Nordex N175/6.X -tuulivoimalaitosta voidaan ajaa myös eri melunrajoitusmoodeilla. Melun tuoton rajoittaminen vaikuttaa myös sähkön tuottoon.

Mallinnuksessa käytetyt voimalaitosten koordinaatit on esitetty taulukossa 3. Z-koordinaatti kertoo maaston korkeuden metreissä merenpinnan yläpuolella tuulivoimalan suunnitellulla sijaintipaikalla.

Taulukko 3. Tuulivoimalaitosten koordinaatit vaihtoehtoisissa VE1-VE3 (ETRS-TM35FIN)

VE1			VE2			VE3		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
217144	6965146	237	216493	6964658	235	216385	6967109	224
216493	6964658	235	216598	6966463	226	217372	6967236	229
216598	6966463	226	216524	6967159	224	217315	6966317	233
216524	6967159	224	217442	6967299	230	216600	6965588	231
217428	6967202	230	217345	6966480	232	216037	6965838	228
217345	6966480	232	216878	6965776	230	220528	6966734	233
216878	6965776	230	216042	6965795	228	222215	6965972	237
216042	6965795	228	215807	6964540	234	221041	6966254	233
215807	6964540	234				222984	6967080	239
218542	6966594	242				222213	6966865	236
219447	6966790	244				223883	6967803	241
219784	6966266	239				223385	6968209	245
220493	6966779	234				221890	6967627	232
222117	6966018	238				220699	6968709	235
220971	6966254	232				222016	6968641	231
222963	6966912	238				219608	6967833	240
222213	6966865	236				222723	6968488	242
222940	6967735	242				222569	6967698	243
223877	6967935	241				218314	6966708	241
223186	6968585	248				221372	6968158	235
222427	6968224	234				217182	6965407	235
222513	6969417	234						
221387	6969181	233						
220666	6968788	236						
220991	6968255	236						
221462	6967816	233						
220260	6968118	235						
220241	6967394	234						
221965	6968770	231						
222022	6967524	232						

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.

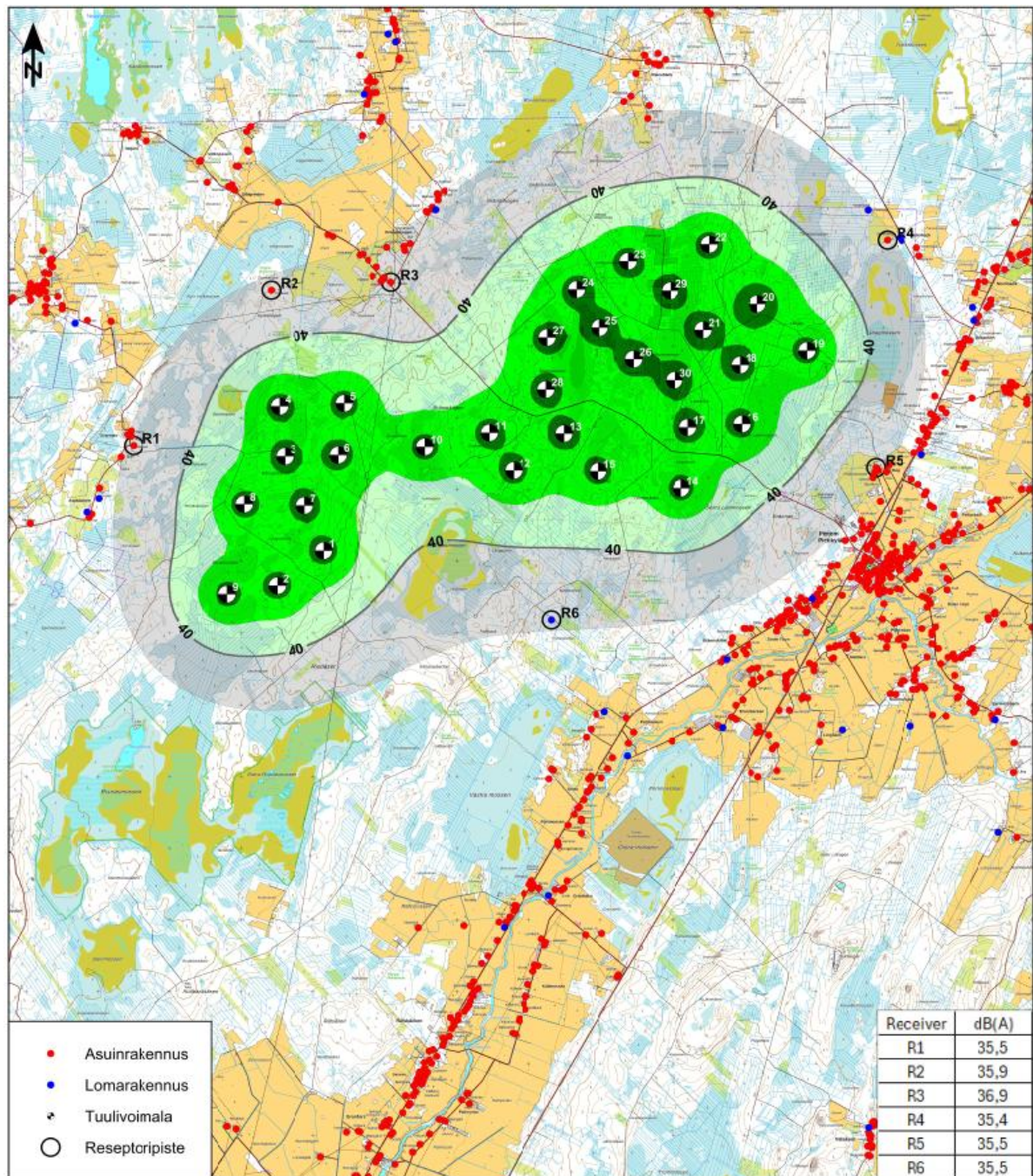
Meluvyöhykelaskennat on tehty laskentapisteverkkoon ja ohjelma interpoloi melutasot laskentapisteidien välisille alueille. Työssä laskettiin melutasot myös hankealuetta lähinnä olevien asuin- ja lomarakennusten kohdalle sijoitettuihin reseptoripisteisiin. Reseptoripisteiden sijainnit on esitetty kuvassa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

Pienitaajuisen melun tarkastelu tehtiin soveltaen DSO 1284 mukaista menetelmää YM:n ohjeen 2/2014 mukaisesti. Pienitaajuisen melun ulko- ja sisämeluntasoa (Leq) tarkasteltiin

tuulivoimaloita lähinnä sijaitsevan asuintalon kohdalla olevassa reseptoripisteessä. Melupäästötietoina käytettiin laitospallin Nordex N175/6.X -voimalaitoksesta käytössä olevia 1/3-oktaavikaistatietoja väliltä 20 Hz – 200 Hz laitoksen suurimmalle ilmoitetulle äänitehotasolle, johon on lisätty + 2 dB epävarmuus. 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 ilmaääneneristävyyssarjojen avulla. Ko. tutkimuksen tulokset on esitelty julkaisussa ”Building and Environment 156 (2019) 12-20”.

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

Mallinnuksessa on huomioitu olemassa olevat hankkeet Takanebacken, Ribacken ja Hedet, sekä lähimmät suunnitteilla olevat hankkeet noin 10 km etäisyydellä Brändskogenin hankkeen voimaloista.



Kuva 1. Reseptoripisteiden R1-R6 sijainnit

3.3 Maastomalli ja rakennustiedot

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 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.

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.

Reseptoripisteiden laskentatulokset on esitetty taulukoissa 4-6.

Taulukko 4. A-painotetut melutasot, Brändskogen

RES	VE1 L_{Aeq} / dB	VE2 L_{Aeq} / dB	VE3 L_{Aeq} / dB
1	35,5	35,0	34,9
2	35,9	34,8	35,4
3	36,9	33,3	36,0
4	35,4	18,0	33,9
5	35,5	19,5	35,1
6	35,5	28,2	33,8

Taulukko 5. A-painotetut melutasot, olemassa olevat hankkeet ja Brändskogen(VE1-VE3), sekä vain olemassa olevat hankkeet (VE0)

RES	VE1 L_{Aeq} / dB Yhteismallinnus	VE2 L_{Aeq} / dB Yhteismallinnus	VE3 L_{Aeq} / dB Yhteismallinnus	VE0 L_{Aeq} / dB Yhteismallinnus
1	35,5	35,0	34,9	15,5
2	35,9	34,8	35,5	16,3
3	36,9	33,4	36,1	19,2
4	36,9	32,7	36,3	32,5
5	35,5	23,3	35,3	21,0
6	35,6	28,5	33,9	16,7

Taulukko 6. A-painotetut melutasot, olemassa ja suunnitelmassa olevat hankkeet ja Brändskogen

RES	VE1 L_{Aeq} / dB Yhteismallinnus	VE2 L_{Aeq} / dB Yhteismallinnus	VE3 L_{Aeq} / dB Yhteismallinnus
1	35,7	35,2	35,1
2	36,3	35,3	35,9
3	37,3	34,1	36,5
4	37,3	33,8	36,8
5	36,3	29,4	36,0
6	35,7	29,1	34,0

Mallinnuksen mukaan yhtään vakituista asuintaloa tai loma-asuntoa ei ole 40 dB ylittävällä melu-
vyöhykkeellä.

4.2 Pienitaajuinen melu

Pienitaajuisen melun tasot terssikaistoittain laskettiin kuvassa 1 esitettyihin reseptoripisteisiin R1–
R6. Taajuuspainottamattomat melutasot sisällä ja ulkona on esitetty tarkemmin liitteessä 12.

Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisiin pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin ver-
ratessa, ulkovaipalta vaadittavat äänitasoerot (ΔL) välillä 31,5–200 Hz ovat 1–8 dB laajimmassa
yhteismelun tilanteessa. Taajuuskaistoilla 20–25 Hz jo ulos lasketut pienitaajuisen melun tasot
alittavat sisätilojen toimenpiderajat. Myös erillismallinnuksen osalta melutasot ovat saman suurui-
set tai pienemmät.

Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksen mukaiset ääneneristävyysarvot (äänitasoero ΔL) kuva-
vat tilastollista estimaattia ilmaääneneristyskyvystä, joka ylittyy suomalaisten pientalojen tapauk-
sessa 84 % todennäköisyydellä.

Kun huomioidaan ulkoseinän ääneneristävyys Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksessa mainit-
tujen arvojen mukaisesti, alittavat terssikohtaiset melutasot toimenpiderajat kaikissa reseptori-
pisteissä. Tulokset osoittavat, että ympäristön rakennusten kohdalla normaalia rakentamistapaa
vastaava ilmaääneneristys riittää vaimentamaan tuulivoimalaitosten pienitaajuisen melun toi-
menpiderajojen 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

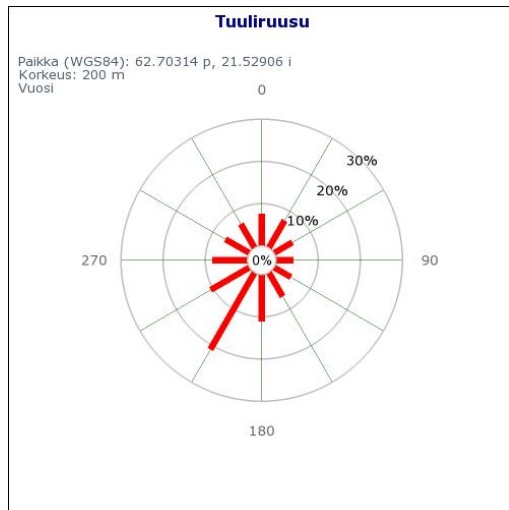
Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa
edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaaisuudesta.
Mahdollinen häiritsevyyskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustulok-
seen, mikäli melun 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 mo-
dulation), koska sen määrittämiseen ei ole standardisoitua menetelmää. Tavanomainen tuulivoi-
malan äänitason vaihtelu (NAM, Normal amplitude modulation) on osa tuulivoimalaitoksen toimin-
taa ja sisältyy ohjearvoihin.

5.2 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 sitä suuremmalla tuulennopeudella (referenssikorkeudella). Alhaisemmalla
tuulennopeudella voimalaitoksen äänitehotaso saattaa olla merkittävästi maksimiarvoa pienempi.

Tuulennopeus vaihtelee päivä- ja yöaikana ja hetkittäinen äänitaso vaihtelee sen mukaisesti. Mal-
linnuksen 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 äänek-
käintä mahdollista tilannetta.



Kuva 2. Tuuliruusu Suomen Tuuliatlaksesta

Tuulennopeuden lisäksi myös tuulensuunta vaikuttaa melun leviämiseen. Tuulipuiston hankealueella vallitseva tuulensuunta on lounaasta. Tällöin mallinnuksen mukaisia melutasoja voi esiintyä useimmin voimaloiden koillispuolella.

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 melupäästöarvoon on lisätty + 2 dB epävarmuus.

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

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.

Korkein melutaso on VE1 yhteismallinnuksen tilanteessa, jossa on huomioitu olemassa olevat sekä suunnitellut tuulivoimahankkeet, reseptorien 3 ja 4 rakennusten kohdalla ollessa 37,3 dB. Vaadittu rakennuksen ääneneristävyysarvo, jolla alitetaan 545/2015 sisämelun toimenpiderajan $L_{Aeq\ 1h}$ 25 dB, on siis 12,3 dB (37,3 dB – 25 dB). Normaalilla rakentamisella ulkovaipan ääneneristävyysarvo R'_w on 30 dB. 545/2015 sisämelun toimenpiderajan $L_{Aeq\ 1h}$ 25 dB ei siis arvioida ylittyvän yhdenkään ympäristön asuin- tai lomarakennuksen osalta.

Laatija: Ville Virtanen, Ramboll Finland Oy
Päivämäärä: 9/4/2025

Hankevastaava: PROKON Wind Energy Finland Oy
Hankealue: Brändskogen, Närpiö

Mallinnusohjelman tiedot

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

Tuulivoimaloiden perustiedot ja akustiset tiedot

Tuulivoimalan valmistaja: Nordex
Tyypin nimi: N175/6.X MW
Sarjanumero: -
Nimellisteho: 6,0 MW
Napakorkeus: 200 m
Roottorin halkaisija: 175 m
Tornin tyyppi: Putkitorni

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

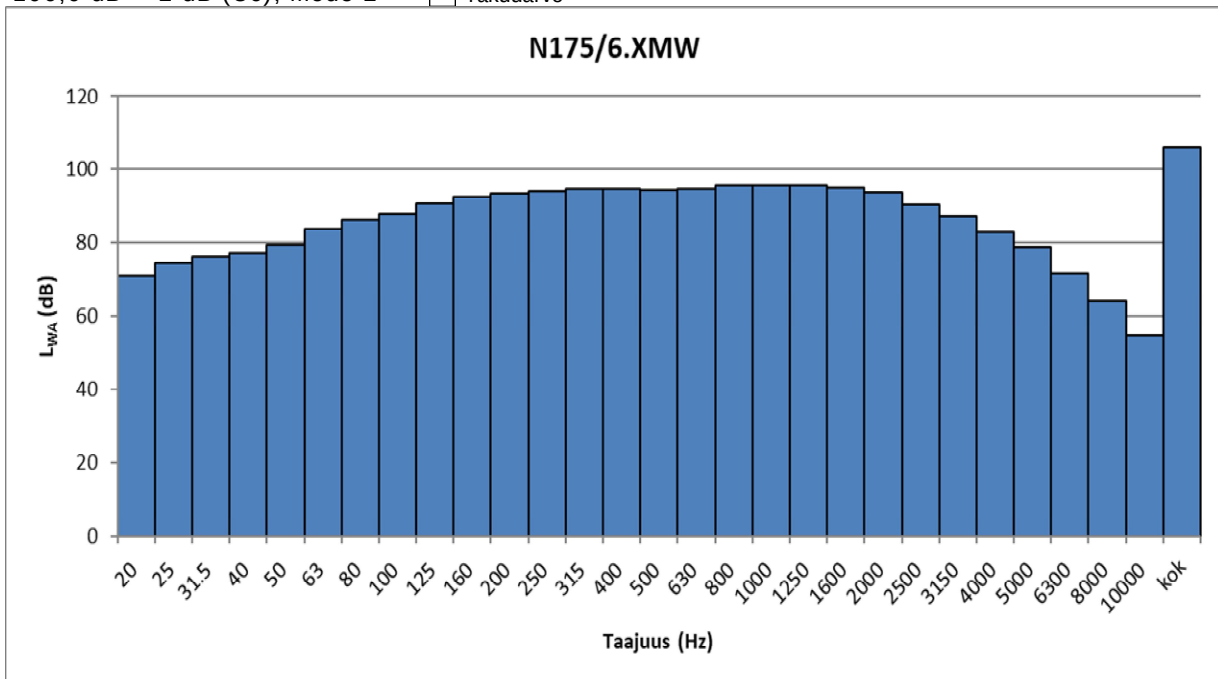
Lapakulman säätö: ☐ Kyllä ☐ Ei ☒ Ei ilmoitettu
Pyörimisnopeus: ☐ Kyllä ☐ Ei ☒ Ei ilmoitettu
Muu, mikä:

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

106,0 dB, Mode 2 ☐ Takuuarvo

Suurin äänitehotaso L_{WA} :

106,0 dB + 2 dB (Uc), Mode 2 ☒ 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

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

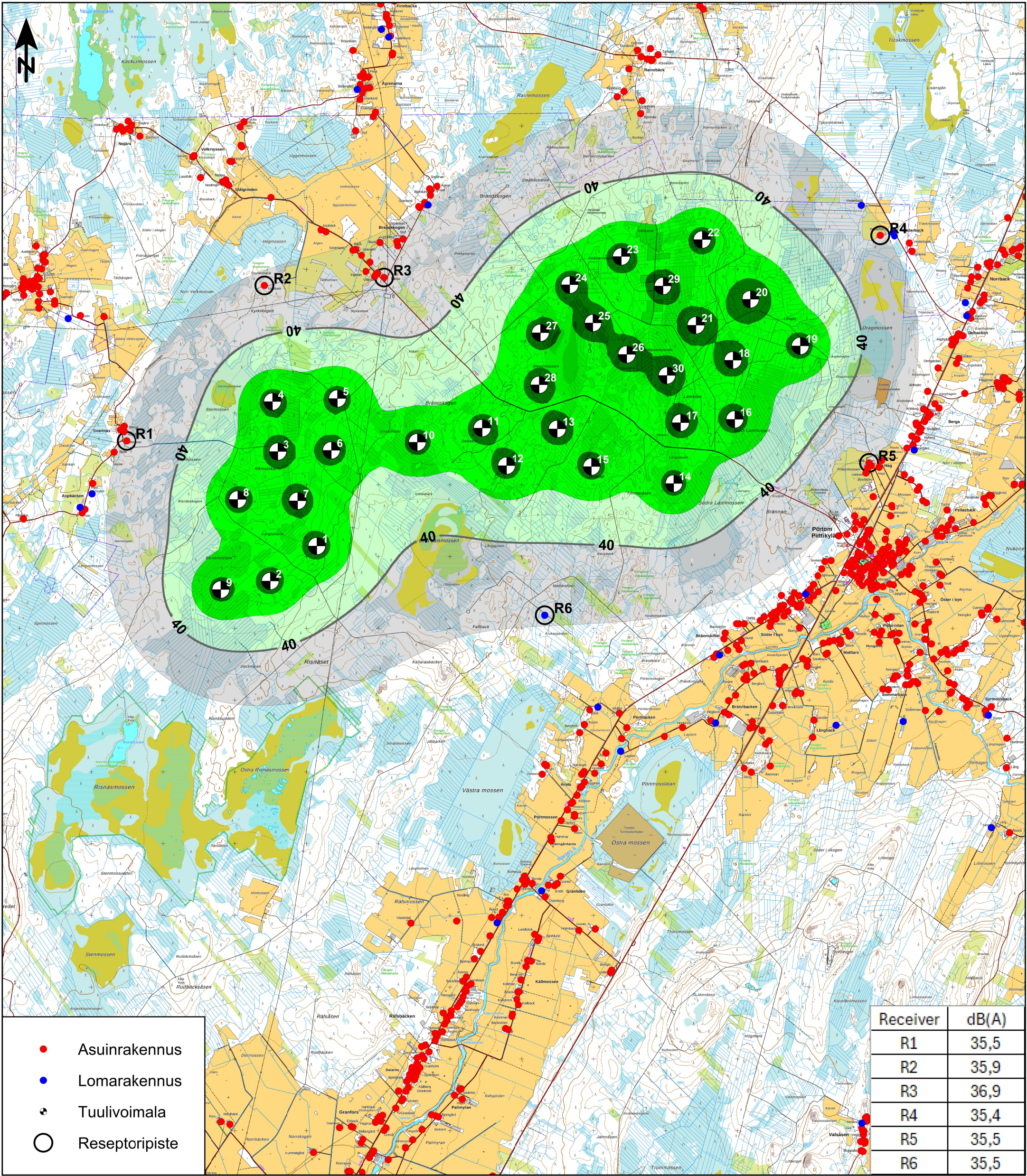
Ilmakehän stabiilius laskennassa / meteorologinen korjaus

Neutraali 0 neutraali - stabiili sääolosuhde

Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen

☒ Vapaa avaruus

☐ Muu

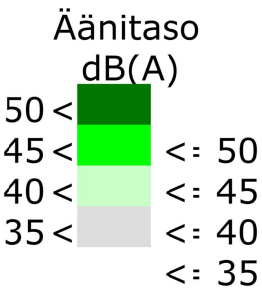


Brändskogen
melumallinnus

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

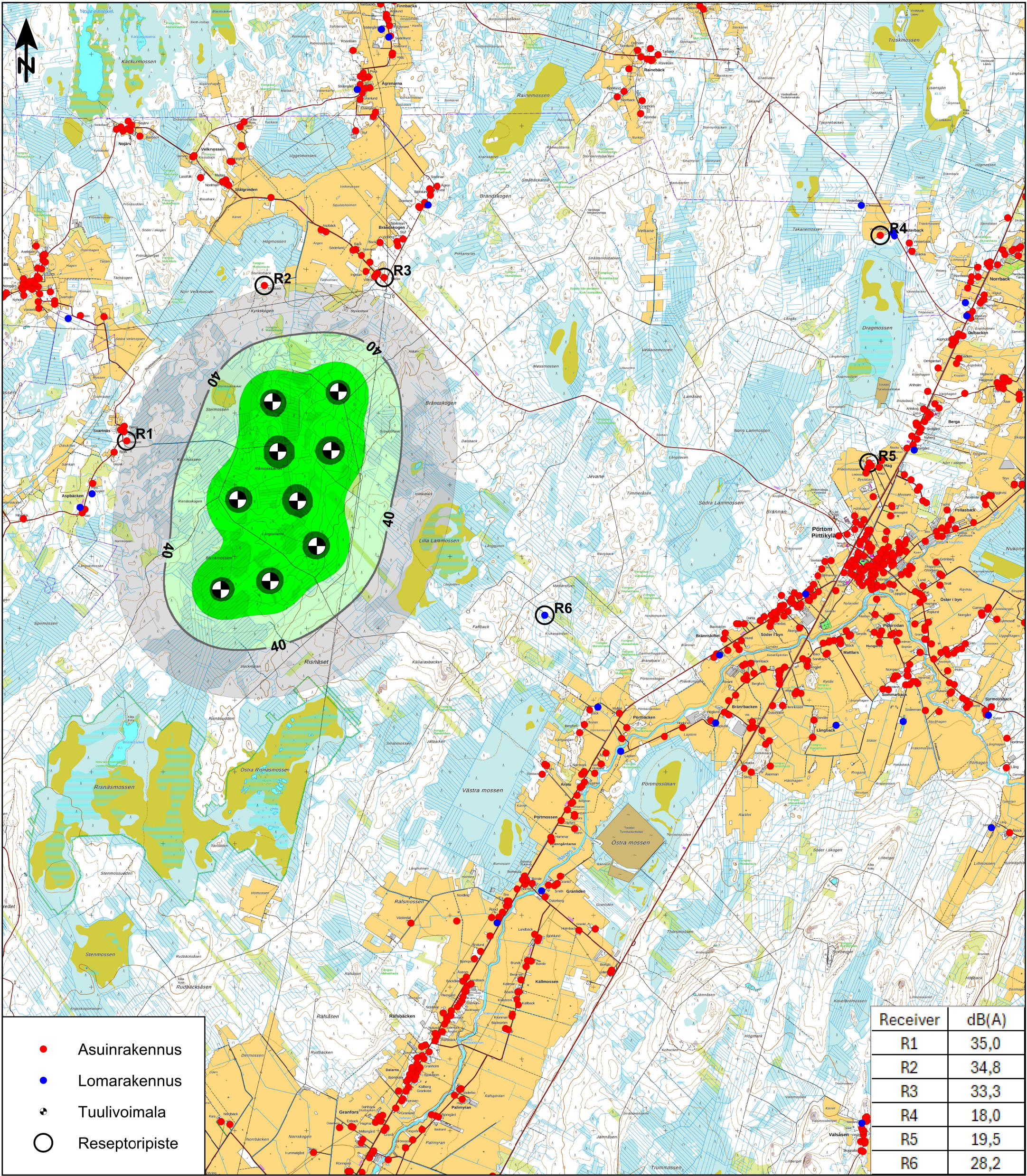
VE1
Nordex N175/6.XMW, Mode 2
-HH = 200 m
- L_{WA} = 106,0 dB (STE) + 2 dB U_c



Mittakaava/skala (A3) 1:50000

0 900 1800 2700 3600 m

21/3/2025 VV



Brändskogen melumallinnus

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

- Laskentamalli ISO 9613-2
- Laskentakorkeus +4m

VE2
Nordex N175/6.XMW, Mode 2
-HH = 200 m
- L_{WA} = 106,0 dB (STE) + 2 dB U_c

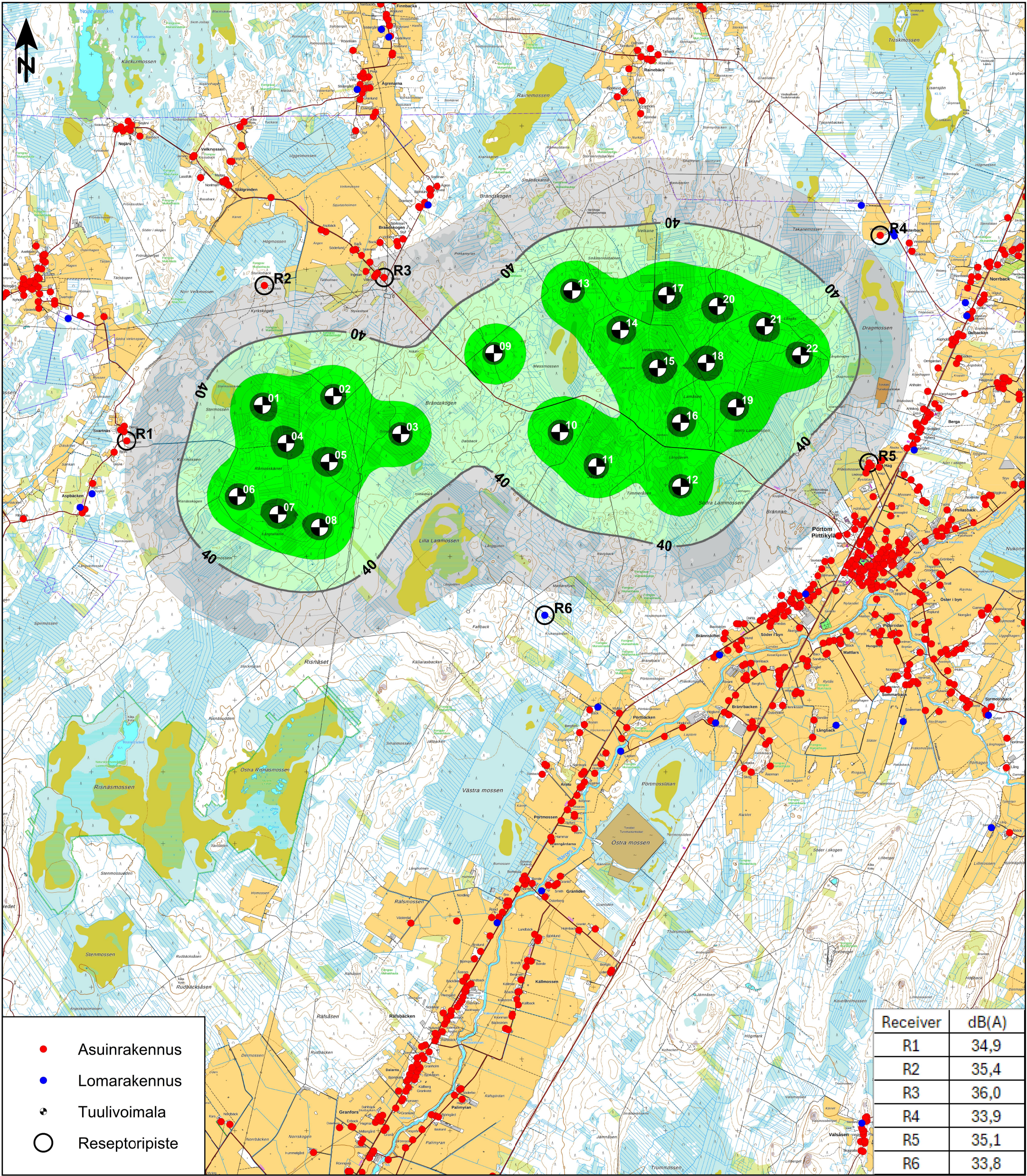
Äänitaso
dB(A)

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

Mittakaava/skala (A3) 1:50000

0 900 1800 2700 3600 m

21/3/2025 VV



Brändskogen melumallinnus

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

VE3
Nordex N175/6.XMW, Mode 2
-HH = 200 m
- L_{WA} = 106,0 dB (STE) + 2 dB U_c

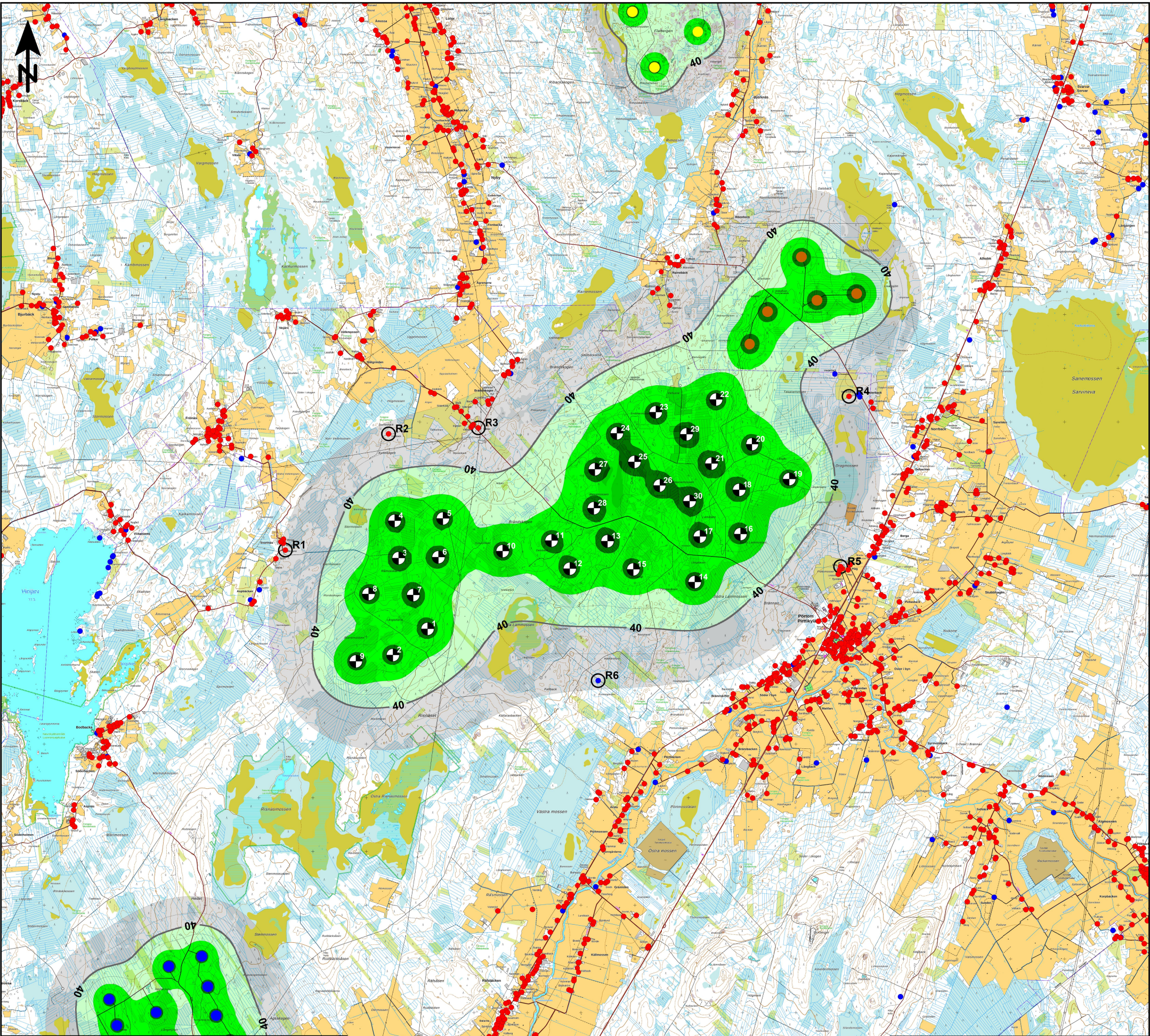
Äänitaso
dB(A)

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

Mittakaava/skala (A3) 1:50000

0 900 1800 2700 3600 m

21/3/2025 VV



- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Tuulivoimala
- Reseptoripiste
- Hedet, LWA 104,5 dB
- Ribacken, LWA 104,5 dB
- Takanebacken, LWA 107,2 dB

Receiver	dB(A)
R1	35,5
R2	35,9
R3	36,9
R4	36,9
R5	35,5
R6	35,6



Brändskogen melumallinnus

Mittakaava/skala (A3) 1:75000
0 1000 2000 3000 4000 m

Meluvyöhykkeet LAeq

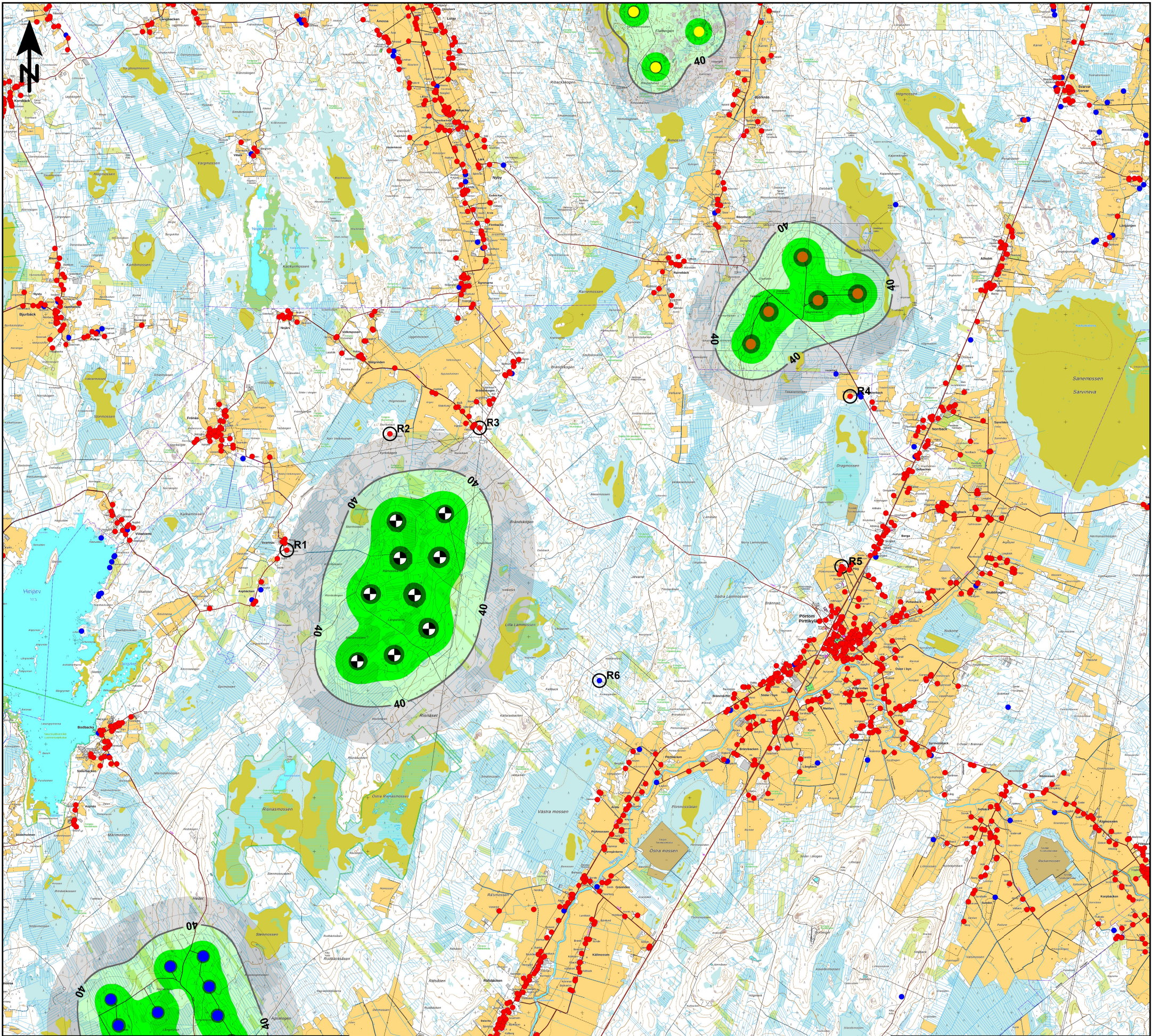
- Laskentamalli ISO 9613-2
- Laskentakorkeus +4m

VE1
Nordex N175/6.XMW, Mode 2
-HH = 200 m
-LWA = 106,0 dB (STE) + 2 dB Uc

30/4/2025 VV

Äänitaso
dB(A)

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



- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Tuulivoimala
- Reseptoripiste
- Hedet, LWA 104,5 dB
- Ribacken, LWA 104,5 dB
- Takanebacken, LWA 107,2 dB

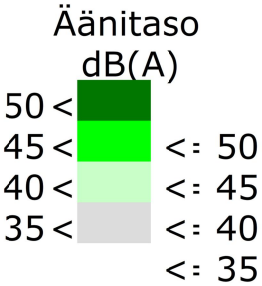
Receiver	dB(A)
R1	35,0
R2	34,8
R3	33,4
R4	32,7
R5	23,3
R6	28,5



Brändskogen
melumallinnus

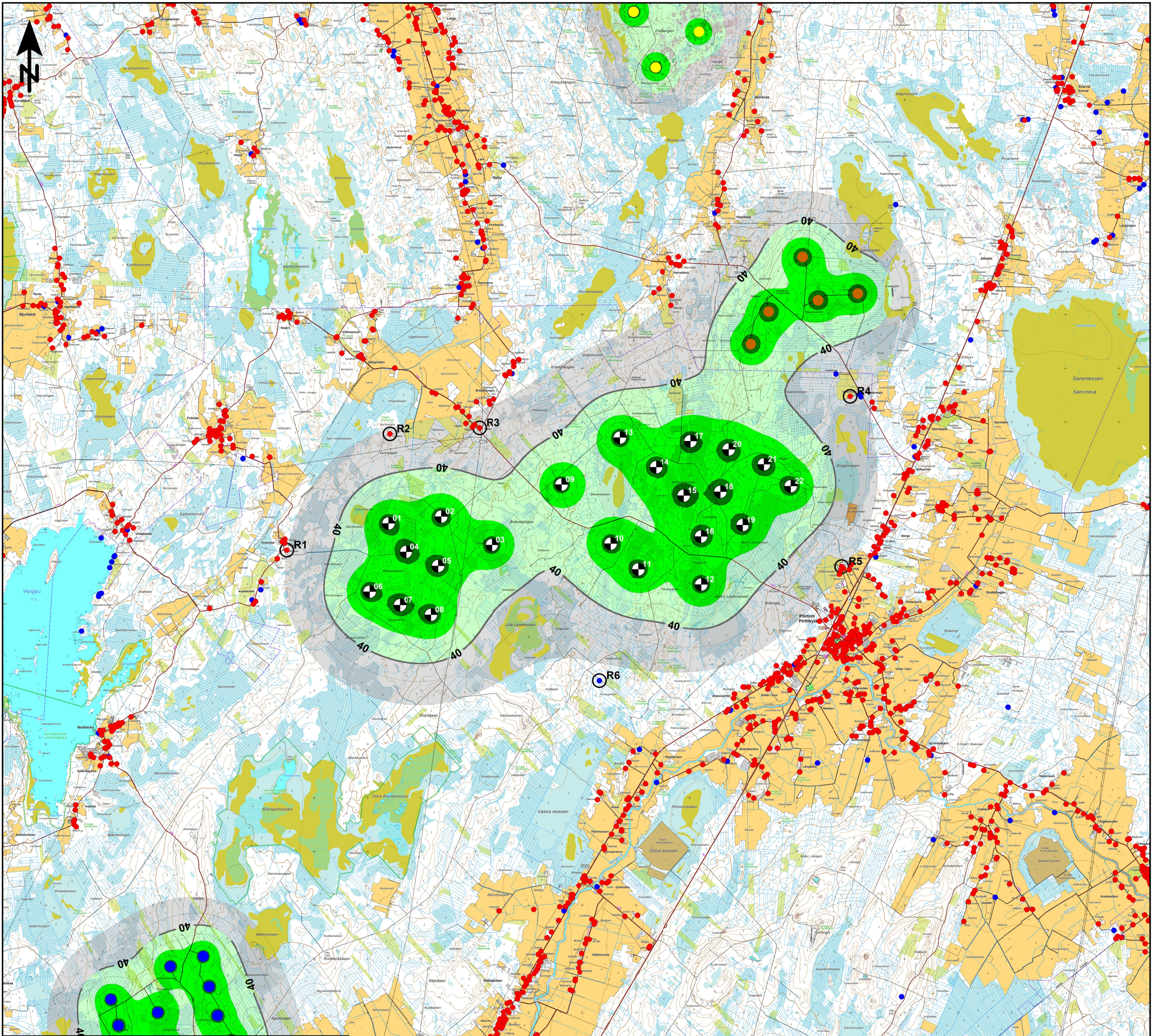
Meluvyöhykkeet L_{Aeq}
-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

VE2
Nordex N175/6.XMW, Mode 2
-HH = 200 m
- L_{WA} = 106,0 dB (STE) + 2 dB U_c



Mittakaava/skala (A3) 1:75000
0 1000 2000 3000 4000 m

30/4/2025 VV



- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Tuulivoimala
- Reseptoripiste
- Hedet, LWA 104,5 dB
- Ribacken, LWA 104,5 dB
- Takanebacken, LWA 107,2 dB

Receiver	dB(A)
R1	34,9
R2	35,5
R3	36,1
R4	36,3
R5	35,3
R6	33,9



Brändskogen
melumallinnus

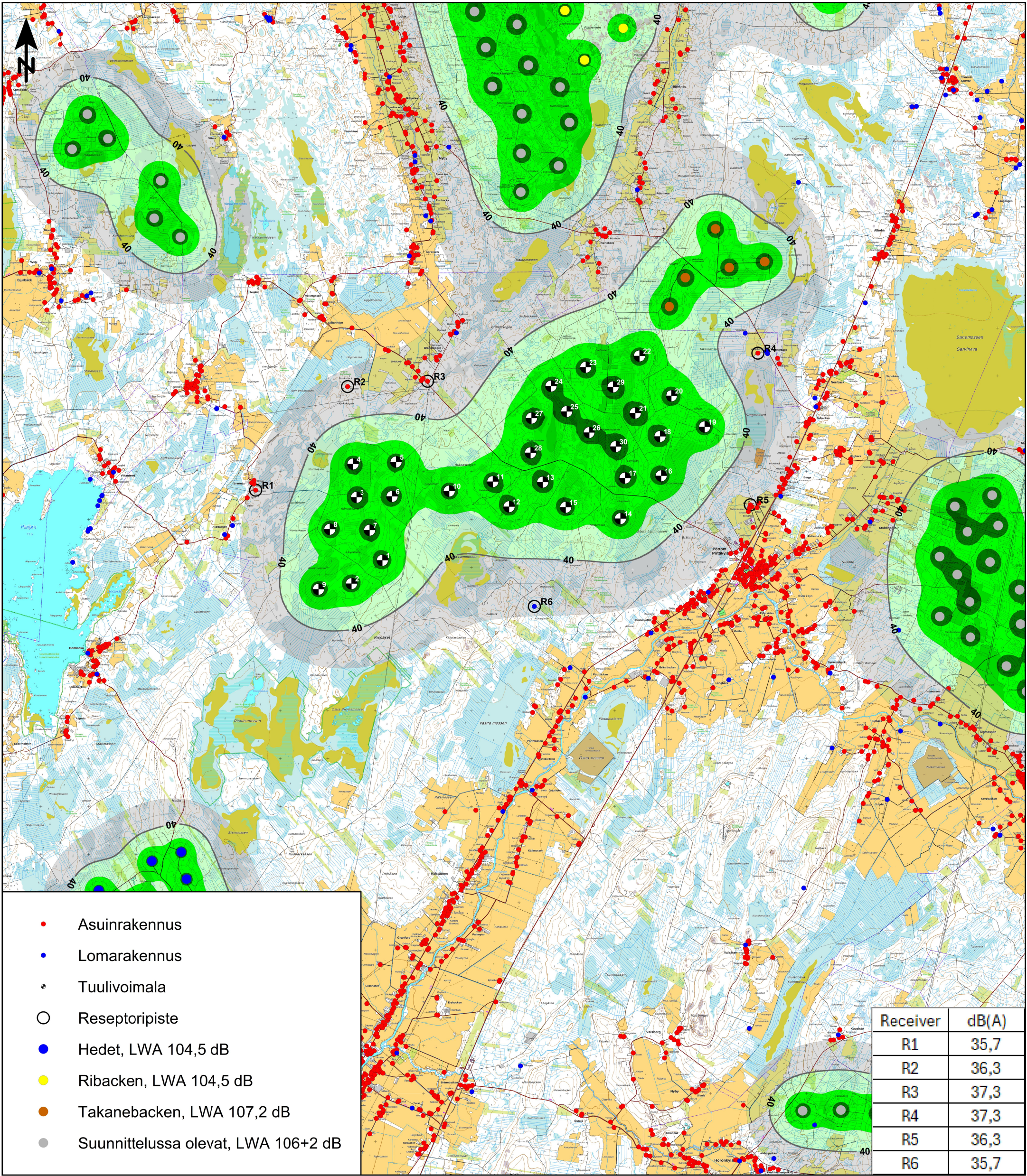
Meluvyöhykkeet L_{Aeq}
-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

VE3
Nordex N175/6.XMW, Mode 2
-HH = 200 m
-L_{WA} = 106,0 dB (STE) + 2 dB U_c

Äänitaso dB(A)	
50 <	
45 <	<= 50
40 <	<= 45
35 <	<= 40
	<= 35

Mittakaava/skala (A3) 1:75000
0 1000 2000 3000 4000 m

30/4/2025 VV



**Brändskogen
melumallinnus**

Mittakaava/skala (A3) 1:75000
0 1000 2000 3000 4000 m

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

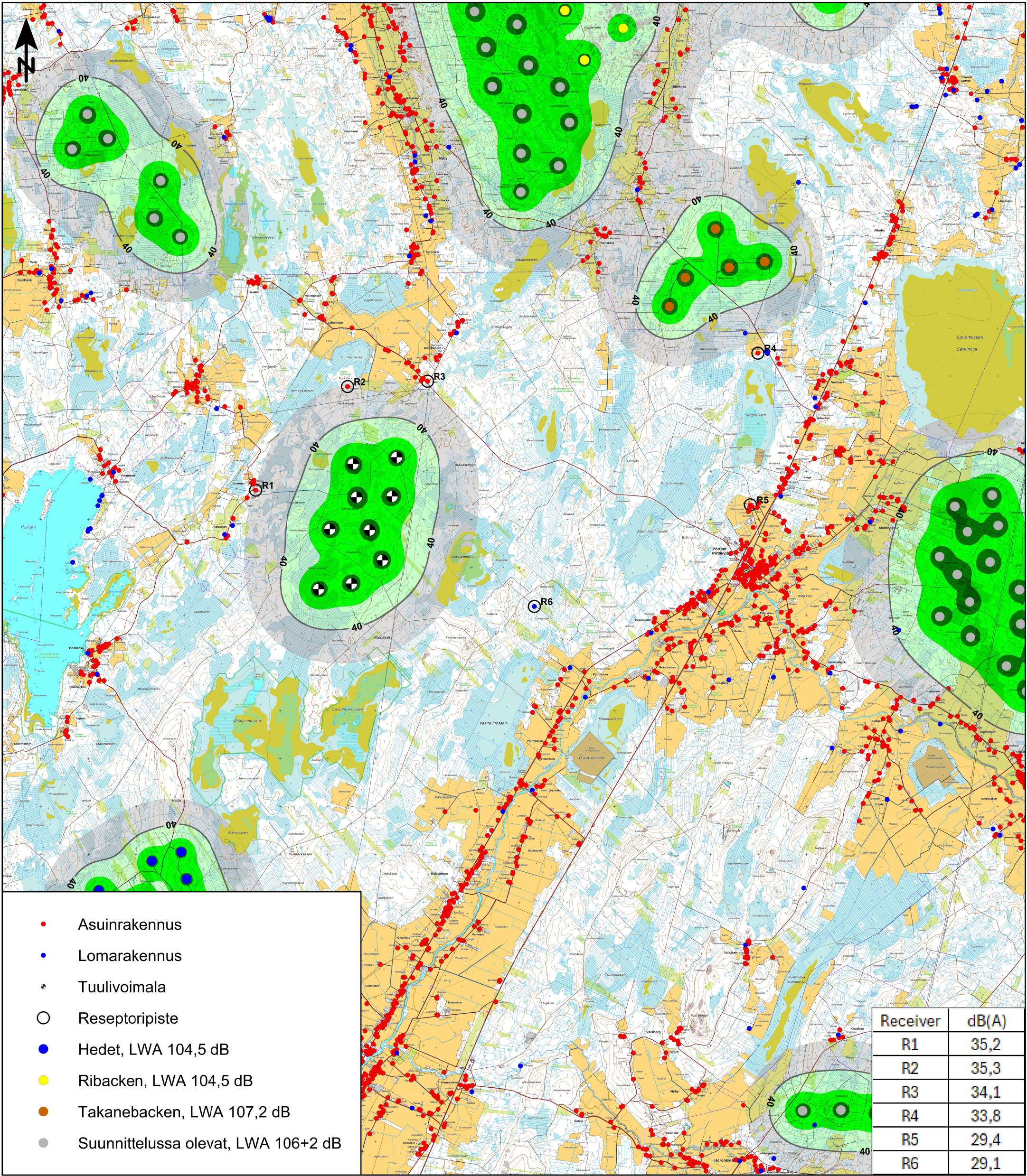
-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

VE1
Nordex N175/6.XMW, Mode 2
-HH = 200 m
- L_{WA} = 106,0 dB (STE) + 2 dB U_c

8/4/2025 VV

Äänitaso
dB(A)

50 <	
45 <	<: 50
40 <	<: 45
35 <	<: 40
	<: 35



Brändskogen melumallinnus

Mittakaava/skala (A3) 1:75000
0 1000 2000 3000 4000 m

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

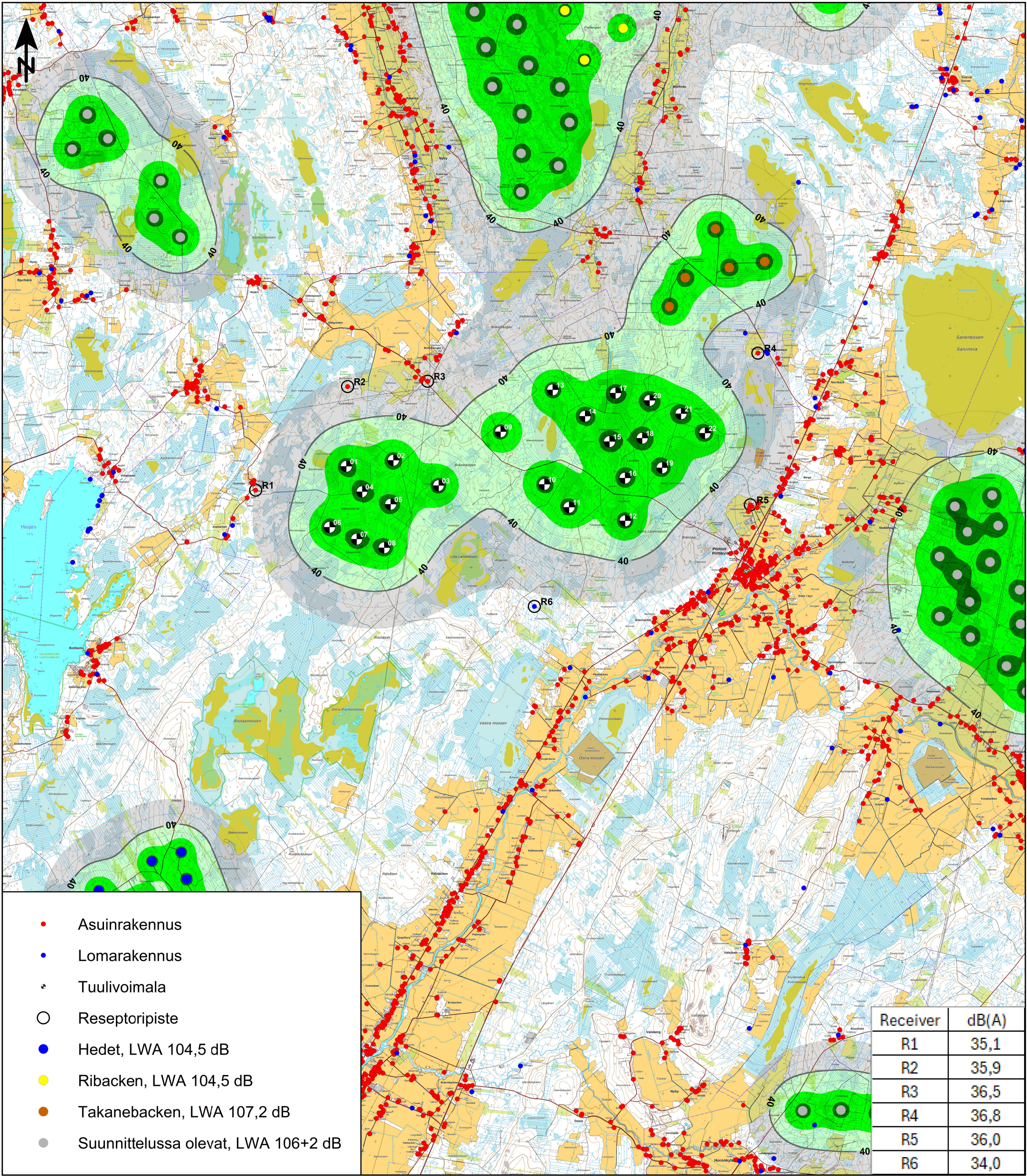
-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

VE2
Nordex N175/6.XMW, Mode 2
-HH = 200 m
- L_{WA} = 106,0 dB (STE) + 2 dB U_c

8/4/2025 VV

Äänitaso
dB(A)

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



Brändskogen
melumallinnus

Mittakaava/skala (A3) 1:75000
0 1000 2000 3000 4000 m

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

VE3
Nordex N175/6.XMW, Mode 2
-HH = 200 m
- L_{WA} = 106,0 dB (STE) + 2 dB U_c

8/4/2025 VV

Äänitaso
dB(A)

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

Pienitaajuisen melu sisätiloissa vaihtoehdossa VE0, Takanebacken, Ribacken ja Hedet											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	53	50	46	41	37	35	31	27	23	17	11
R2	54	51	46	41	37	35	32	27	23	18	12
R3	55	52	47	42	38	36	33	28	24	19	13
R4	53	50	45	40	36	35	31	26	22	17	11
R5	54	50	46	41	37	35	32	27	23	17	12
R6	54	51	46	41	37	36	32	27	23	18	12
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Pienitaajuisen melu ulkotiloissa vaihtoehdossa VE0, Takanebacken, Ribacken ja Hedet											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	61	58	55	51	48	48	46	43	41	38	34
R2	62	59	55	51	49	48	47	44	42	39	35
R3	63	60	56	52	50	49	48	45	43	40	36
R4	61	58	55	51	48	48	46	43	41	38	34
R5	61	59	55	51	48	48	46	44	41	38	34
R6	62	59	55	52	49	49	47	44	42	39	35
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-11	-4	0	3	6	7	8	7	7	6	4
Ääneneristävyyssarvot (äänitasoero ΔL)	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8
Pienitaajuisen melu sisätiloissa vaihtoehdossa VE1											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	53	50	46	41	37	35	31	27	23	17	11
R2	54	51	46	41	37	35	32	27	23	18	12
R3	55	52	47	42	38	36	33	28	24	19	13
R4	53	50	45	40	36	35	31	26	22	17	11
R5	54	50	46	41	37	35	32	27	23	17	12
R6	54	51	46	41	37	36	32	27	23	18	12
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Pienitaajuisen melu ulkotiloissa vaihtoehdossa VE1											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	61	58	55	51	48	48	46	43	41	38	34
R2	62	59	55	51	49	48	47	44	42	39	35
R3	63	60	56	52	50	49	48	45	43	40	36
R4	61	58	55	51	48	48	46	43	41	38	34
R5	61	59	55	51	48	48	46	44	41	38	34
R6	62	59	55	52	49	49	47	44	42	39	35
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-11	-4	0	3	6	7	8	7	7	6	4
Ääneneristävyyssarvot (äänitasoero ΔL)	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8
Pienitaajuisen melu sisätiloissa vaihtoehdossa VE2											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	52	49	44	39	35	34	30	25	21	16	11
R2	52	48	44	39	35	33	30	25	21	16	10
R3	51	47	43	38	34	32	29	24	20	15	9
R4	40	37	32	27	23	21	17	12	7	1	-6
R5	41	38	33	28	24	22	18	13	8	2	-5
R6	47	44	39	34	30	28	25	20	16	10	4
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Pienitaajuisen melu ulkotiloissa vaihtoehdossa VE2											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	60	57	53	49	47	47	45	42	40	37	33
R2	59	57	53	49	46	46	45	42	40	37	33
R3	58	56	52	48	45	45	43	41	39	36	32
R4	48	45	42	38	35	34	32	29	26	22	16
R5	49	46	42	38	35	35	33	30	27	23	18
R6	55	52	48	44	42	41	40	37	34	31	27
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-14	-7	-3	0	3	5	5	4	4	3	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
Pienitaajuisen melu sisätiloissa vaihtoehdossa VE3											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	52	49	44	39	35	33	30	25	21	16	10
R2	53	49	45	40	36	34	31	26	22	17	11
R3	54	50	46	41	37	35	32	27	23	18	12
R4	52	49	44	39	35	34	30	25	21	16	10
R5	53	50	45	40	36	34	31	26	22	17	11
R6	52	49	45	40	36	34	30	25	21	16	10
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Pienitaajuisen melu ulkotiloissa vaihtoehdossa VE3											
Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	60	57	53	49	47	46	45	42	40	37	33
R2	60	58	54	50	47	47	45	43	41	38	34
R3	61	59	55	51	48	48	46	44	42	39	35
R4	60	57	53	50	47	47	45	42	40	37	33
R5	61	58	54	50	48	47	46	43	41	38	34
R6	60	57	54	50	47	47	45	42	40	37	33
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-13	-5	-1	2	4	6	6	6	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 VE1 yhteismallinnus, olemassa olevat hankkeet

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	54	50	46	41	37	35	32	27	23	17	12
R2	54	51	46	41	37	36	32	27	23	18	12
R3	55	52	47	42	39	37	33	28	24	19	13
R4	54	50	46	42	39	36	32	29	23	18	12
R5	54	50	46	41	37	35	32	27	23	17	12
R6	54	51	46	41	38	36	32	27	23	18	12
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa vaihtoehdossa VE1 yhteismallinnus, olemassa olevat hankkeet

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	61	58	55	51	48	48	46	44	41	38	34
R2	62	59	55	52	49	48	47	44	42	39	35
R3	63	60	56	53	50	50	48	45	43	40	36
R4	61	58	55	51	48	48	46	43	41	38	34
R5	61	59	55	51	48	48	46	44	42	38	34
R6	62	59	55	52	49	49	47	44	42	39	35
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-11	-4	0	4	6	8	8	7	7	6	4
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, olemassa olevat hankkeet

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	52	49	44	39	36	34	30	26	22	16	11
R2	52	48	44	39	36	34	30	25	21	16	10
R3	51	47	43	38	35	33	29	25	20	15	9
R4	44	41	39	36	35	31	27	25	18	12	6
R5	42	39	35	32	30	26	22	19	12	5	-1
R6	47	44	40	35	32	29	25	21	16	10	4
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa vaihtoehdossa VE2 yhteismallinnus, olemassa olevat hankkeet

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	60	57	53	50	47	47	45	42	40	37	33
R2	59	57	53	49	47	46	45	42	40	37	33
R3	58	56	52	48	46	45	44	41	39	36	32
R4	48	45	42	39	36	35	33	30	27	22	17
R5	49	46	43	39	37	36	34	31	28	23	18
R6	55	52	49	45	42	42	40	37	35	31	27
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-14	-7	-3	1	3	5	5	4	4	3	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 vaihtoehdossa VE3 yhteismallinnus, olemassa olevat hankkeet

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	52	49	44	39	36	34	30	26	21	16	10
R2	53	49	45	40	36	34	31	26	22	17	11
R3	54	50	46	41	37	35	32	27	23	18	12
R4	53	49	45	41	38	35	32	28	23	17	11
R5	53	50	45	40	37	35	31	27	22	17	11
R6	52	49	45	40	36	34	30	26	22	16	10
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa vaihtoehdossa VE3 yhteismallinnus, olemassa olevat hankkeet

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	60	57	53	50	47	47	45	42	40	37	33
R2	60	58	54	50	48	47	46	43	41	38	34
R3	61	59	55	51	49	48	46	44	42	39	35
R4	60	57	53	50	47	47	45	42	40	37	33
R5	61	58	54	50	48	48	46	43	41	38	34
R6	60	57	54	50	47	47	45	42	40	37	33
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-13	-5	-1	2	5	6	6	6	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 VE1 yhteismallinnus, olemassa olevat ja suunnitellut hankkeet

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	54	51	47	42	38	36	32	27	23	18	12
R2	55	52	47	42	39	37	33	28	24	18	12
R3	56	53	48	43	39	38	34	29	25	19	14
R4	55	52	48	43	40	37	34	30	24	19	13
R5	55	52	48	43	39	37	33	28	24	19	13
R6	55	52	47	42	38	36	33	28	24	18	12
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa vaihtoehdossa VE1 yhteismallinnus, olemassa olevat ja suunnitellut hankkeet

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	61	58	55	51	48	48	46	44	41	38	34
R2	62	59	55	52	49	48	47	44	42	39	35
R3	63	60	56	53	50	50	48	45	43	40	36
R4	61	58	55	51	48	48	46	43	41	38	34
R5	61	59	55	51	48	48	46	44	42	38	34
R6	62	59	55	52	49	49	47	44	42	39	35
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-11	-4	0	4	6	8	8	7	7	6	4
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, olemassa olevat ja suunnitellut hankkeet

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	53	50	45	41	37	35	31	26	22	17	11
R2	54	50	46	41	37	35	31	27	22	17	11
R3	53	50	45	40	37	35	31	26	22	16	10
R4	51	48	44	40	37	34	30	27	21	14	8
R5	51	48	43	38	35	32	29	24	19	13	6
R6	50	47	42	38	34	32	28	23	18	12	5
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa vaihtoehdossa VE2 yhteismallinnus, olemassa olevat ja suunnitellut hankkeet

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	60	57	53	50	47	47	45	42	40	37	33
R2	59	57	53	49	47	46	45	42	40	37	33
R3	58	56	52	48	46	45	44	41	39	36	32
R4	48	45	42	39	36	35	33	30	27	22	17
R5	49	46	43	39	37	36	34	31	28	23	18
R6	55	52	49	45	42	42	40	37	35	31	27
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-14	-7	-3	1	3	5	5	4	4	3	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 vaihtoehdossa VE3 yhteismallinnus, olemassa olevat ja suunnitellut hankkeet

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	53	50	45	40	37	35	31	26	22	16	11
R2	54	51	46	41	38	36	32	27	23	17	11
R3	55	52	47	42	38	37	33	28	24	18	12
R4	55	51	47	42	39	37	33	29	24	18	12
R5	55	52	47	42	38	36	33	28	24	18	12
R6	54	50	46	41	37	35	31	27	22	16	10
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

Pienitaajuinen melu ulkotiloissa vaihtoehdossa VE3 yhteismallinnus, olemassa olevat ja suunnitellut hankkeet

Taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	60	57	53	50	47	47	45	42	40	37	33
R2	60	58	54	50	48	47	46	43	41	38	34
R3	61	59	55	51	49	48	46	44	42	39	35
R4	60	57	53	50	47	47	45	42	40	37	33
R5	61	58	54	50	48	48	46	43	41	38	34
R6	60	57	54	50	47	47	45	42	40	37	33
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Vaadittava ääneneristävyyss korkeimmillaan	-13	-5	-1	2	5	6	6	6	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