

Mottagare
Energiequelle Oy

Dokumenttyp
Rapport

Datum
8.3.2024

Referens
1510055894-008

BJÖRKBACKENS VINDKRAFTSPROJEKT BULLERMODELLERING

VINDKRAFTSPROJEKT BULLERMODELLERING

Datum **8.3.2024**
Skriven av **Ville Virtanen**
Granskare **Jari Hosiokangas**

Bullermodellering av Björkbackens vindkraftspark.

Innehåller material från Lantmäteriverkets Terrängdatabas 3/2020.

Referens **1510055894-008**

INNEHÅLL

1.	ALLMÄNT	1
2.	RIKTVÄRDEN FÖR BULLER	1
2.1	Statsrådets förordning om riktvärden för utomhusbuller från vindkraftverk	1
2.2	Åtgärdsgränser för bullernivån inomhus i bostäder enligt förordningen om boendehälsa	2
3.	UPPGIFTER OM BULLERMODELLERINGEN	2
3.1	Uppgifter om vindkraftverken	2
3.2	Bullerberäkning	3
3.3	Terrängmodell	4
4.	RESULTAT	4
4.1	Bullerzoner och receptorresultat	4
4.2	Lågfrekvent buller	5
5.	TOLKNING AV RESULTATEN OCH SLUTSATSER	6
5.1	Bullrets särdrag och korrigering av graden av bullerstörning	6
5.2	Områdets allmänna vindförhållanden och deras inverkan på förekomsten av buller	6
5.3	Bullernivåer jämfört med riktvärdena	7

BILAGOR (suomeksi)

Bilaga 1	Bullerberäkningens utgångsdata och akustiska data om vindkraftverken
Bilaga 2	Karta över bullerzoner, Björkbackens vindkraftsprojekt
Bilaga 3	Kumulativa bullerzoner, Björkbackens vindkraftsprojekt och områdets övriga vindkraftverk
Bilaga 4	Bullerzoner, områdets övriga vindkraftverk utan Björkbackens vindkraftsprojekt
Bilaga 5	Granskning av lågfrekvent buller vid olika receptorpunkter

1. ALLMÄNT

Energiequelle Oy planerar bygga ett vindkraftsområde på området Björkbacken i Nykarleby.

I det här arbetet granskades bullerpåverkan från Björkbackens vindkraftspark samt den kumulativa bullerpåverkan tillsammans med områdets övriga befintliga vindkraftverk med tanke på planläggningen.

Bullermodelleringen gjordes enligt Miljöministeriets anvisningar 2/2014 "Modellering av buller från vindkraftverk" med de beräkningsparametrar som anges i rapporten. Eftersom det är fråga om en utredning gjord för bygglov har beräkningsmodellen ISO 9613-2 använts vid modelleringen av bullerzoner. Lågfrekvent buller undersöktes med en metod enligt DSO 1284 och miljöministeriets anvisning 2/2014.

Arbetet utfördes på uppdrag av Energiequelle Oy vars kontaktperson har varit Antto Kulla. För bullerutredningen svarade ing. (YH) Ville Virtanen.

2. RIKTVÄRDEN FÖR BULLER

2.1 Statsrådets förordning om riktvärden för utomhusbuller från vindkraftverk

I statsrådets förordning 1107/2015 (trädde i kraft 1.9.2015) ges riktvärden för utomhusbuller från vindkraftverk. Riktvärdena har getts som absoluta värden utan beaktande av bakgrundsbuller. Förordningen tillämpas vid planering, tillståndsförfarande och övervakning av markanvändning och byggande i markanvändnings- och byggbranschen samt vid tillståndsförfarande och övervakning enligt miljöskyddslagen.

Den beräknade bullernivån utgående från garantivärdet för bullerutsläpp från vindkraftverkens drift och den bullernivå som uppmätts i samband med övervakning får utomhus inte överskrida riktvärdena för medelljudnivån av A-frekvensvägt (ekvivalentnivåns L_{Aeq}) buller enligt tabell 1 på områden som är utsatta för buller.

Tabell 1. Riktvärden för utomhusbuller från vindkraftverk enligt statsrådets förordning

	Bullernivå utomhus L_{Aeq} dag-tid kl. 7-22	Bullernivå utomhus L_{Aeq} nattetid kl. 22-7
Fast bebyggelse	45 dB	40 dB
Fritidsbebyggelse	45 dB	40 dB
Vårdinrättningar	45 dB	40 dB
Läroanstalter	45 dB	-
Rekreatiomsområden	45 dB	-
Campingområden	45 dB	40 dB
Nationalparker	40 dB	40 dB

Då verksamhet som påverkar livsmiljön planeras och ordnas samt då sådan verksamhet bedrivs finns det bestämmelser som ska beaktas angående bullernivån inomhus i hälsoskyddslagen (763/1994) och stadganden som getts med stöd av den.

Mätresultatet vid övervakningen ges ett tillägg på 5 dB, om bullret från vindkraftverket är impulsartat eller smalbandigt på området som utsätts för bullret.

2.2 Åtgärdsgränser för bullernivån inomhus i bostäder enligt förordningen om boendehälsa

I social- och hälsovårdsministeriets förordning 545/2015 (trädde i kraft 15.5.2015) anges åtgärdsgränser för buller inomhus i bostäder och andra vistelseutrymmen (den s.k. förordningen om boendehälsa).

Som åtgärdsgräns för boningsrum i bostadslägenheter (med undantag av kök och andra utrymmen) har angetts medelljudnivån $L_{Aeq, 7-22}$ 35 dB dagtid och medelljudnivån $L_{Aeq, 22-7}$ 30 dB nattetid. För buller som tydligt skiljer sig från bakgrundsbuller och som kan orsaka sömnstörningar är åtgärdsgränsen för utrymmen som används för att sova nattetid (kl. 22–7) en timmes medelljudnivå $L_{Aeq, 1h}$ 25 dB. Dessutom ska bullrets särskilda egenskaper beaktas, alltså eventuella korrigeringar på grund av smalbandighet och impulsartad karaktär. Förordningen innehåller åtgärdsgränser för lågfrekvent buller. Åtgärdsgränserna har angetts som icke frekvensvägda värden för en timmes medelljudnivå $L_{eq, 1h}$.

Tabell 2. Åtgärdsgränser för lågfrekvent inomhusbuller nattetid per tersband (Förordningen om boendehälsa). Dagtid tillåts 5 dB högre värden.

Band / 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. UPPGIFTER OM BULLERMODELLERINGEN

3.1 Uppgifter om vindkraftverken

Bullermodelleringarna gjordes för kraftverksmodellen Vestas V172-7.2MW. Navhöjd i modelleringen var 194 m. Akustisk information om vindkraftverken finns i bilaga 1.

Värdena för bullerutsläppen skrevs in i beräkningen av bullerzoner och beräkningen av de totala ljudnivåerna vid receptorpunkterna per 1/3-oktavband enligt den frekvensfördelning som kraftverkstillverkaren har uppgett. Beräkningen av lågfrekvent buller gjordes baserat på de uppgifter som uppgetts om kraftverksmodellens 1/3-oktavband.

Bullernivåerna modellerades med hjälp av utgångsvärden som beställaren uppgett för kraftverksmodellen Vestas V172-7.2MW. Enligt beställarens önskemål användes bullerutsläppsvärdet L_{WA} 106,9 dB vid en vindhastighet >9 m/s på navhöjd (källa: 0128-4336_00 (2022-06-30)), som med denna kraftverksmodell nås med PO7200. Enligt erhållen utgångsinformation ökar den aktuella kraftverksmodellens bullernivå inte efter att vindhastigheten har nått 9 m/s på 10 m höjd över markytan, vilket innebär att kraftverkets ljudeffektnivå vid en vindhastighet på 10-15 m/s är densamma som vid en vindhastighet på 9 m/s (på referenshöjd 10 m över markytan).

För att bullerutsläppet från vindkraftverket ska ligga inom konfidensintervallet enligt IEC 61400-14, dvs. att värdet för bullerutsläppet motsvarar ljudeffektnivåns garantivärde ($L_{WA,d}$, declared value) enligt kravet i modelleringsanvisning 2/2014, lades en total osäkerhetsnivå (U_c) på + 2 dB till, eftersom osäkerheten inte finns särskilt angiven. En korrigering på +2 dB lades också till tersbandsvärdena från beräkningen av det lågfrekventa bullret, varvid tersbandsvärdena också motsvarar definieringen av garantivärdet enligt modelleringsanvisningen. 2 dB är en vanlig total osäkerhetsnivå (U_c) för en mätning.

Närmare akustisk information om vindkraftverken finns i bilaga 1.

Vindkraftverkens koordinater anges i tabell 3, där Z-koordinaten anger terrängens höjd över havsytan i meter på den planerade platsen där vindkraftverket ska byggas.

Tabell 3. Vindkraftverkens koordinater (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

I modelleringen av kumulativt buller är uppgifterna om de övriga närmaste vindkraftverkens läge, navhöjder samt bullerutsläpp baserade på utredningar som gjorts av Kjeller Vindteknikk Oy, Etha Wind samt FCG Suunnittelu ja Tekniikka Oy och som erhållits av kommunen.

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

3.2 Bullerberäkning

Bullermodelleringen gjordes enligt Miljöministeriets anvisningar 2/2014 "Modellering av buller från vindkraftverk" med de beräkningsparametrar som anges i rapporten. Eftersom det är fråga om en utredning gjord för miljökonsekvensbedömningen har beräkningsmodellen ISO 9613-2 använts vid modelleringen av bullerzoner.

Bullermodelleringarna gjordes med bullerberäkningsprogrammet SoundPlan 9.0. Mer information om programmet SoundPlan finns på webbplatsen www.soundplan.eu.

I modellen ISO 9613-2 kan vindens hastighet eller riktning inte varieras utan beräkningsmodellen utgår från svag medvind från bullerkällan mot beräkningspunkten. I den tredimensionella beräkningen beaktar modellen bl.a. terrängformer samt avståndsdämpning, luftens ljudabsorption, hinder, reflexioner och markens absorptionsegenskaper.

Beräkningarna av bullerzoner har gjorts med ett nät av beräkningspunkter och programmet interpolerar bullernivåerna på områdena mellan beräkningspunkterna. I arbetet beräknades bullernivåerna också för receptorpunkter vid de bostadshus som finns närmast projektområdet. Receptorpunkternas lägen anges i figur 1 och beräkningsresultaten i tabell 4. Bullernivåerna i tabellen och på bullerkartorna är direkta resultat av modelleringen. Inga möjliga störningskorrigeringar har lagts till.

Lågfrekvent buller bedömdes med en metod enligt DSO 1284 och miljöministeriets anvisning 2/2014. Det lågfrekventa bullrets nivå utomhus och inomhus (L_{eq}) granskades vid receptorpunkter (4 st) belägna vid de bostads- och fritidshus som finns närmast vindkraftverken. Som bulleremissionsvärde användes uppgifterna om 1/3-oktavband i intervallet 20 Hz–200 Hz för kraftverksmodellen Vestas V172-7.2MW enligt kraftverkets högsta angivna ljudeffektnivå, som innehåller 2 dB osäkerhet. De lågfrekventa bullernivåerna inne i byggnaderna uppskattades med hjälp av värdena för småhusfasaders luftljudsisolering enligt Turun ammattikorkeakoulus undersökning "The sound insulation of façades at frequencies 5–5000 Hz, Keränen et. al.". Resultaten av nyssnämnda undersökning presenteras i publikationen "Building and Environment 156 (2019) 12–20".

I bilaga 1 finns den väsentliga utgångsinformationen för bullerberäkningen, t.ex. beräkningsparametrarna.

3.3 Terrängmodell

Terrängmodellen har utarbetats utgående från materialet i Lantmäteriverkets terrängdatabas. Byggnader har inte beaktats i terrängmodellen. I modellen har det inte beaktats att skogsväxtligheten dämpar bullret. Skogsväxtligheten (träd m.m.) kan dämpa bullret, om växtlighetszonen är tillräckligt hög och djupet är stort. Vid bedömningar av omgivningsbuller beaktas växtligheten dock i regel inte, eftersom man inte kan vara säker på att zonerna är bestående (området kan exempelvis kalhuggas). Det finns inte heller tillräckligt med forskningsrön om beräkningsmodellernas förmåga att på ett tillförlitligt sätt beakta hur trädbeståndet påverkar bullerspridningen.

Markytans höjdskillnad mellan de planerade kraftverksplatserna och alla bostads- och fritidshus inom tre kilometers avstånd från kraftverken var mindre än 60 meter, så det görs ingen på höjdskillnaden baserad korrigering av vindkraftverkens ljudeffektnivå enligt miljöministeriets anvisning 2/2014.

4. RESULTAT

Modelleringens resultat gäller för den kraftverksmodell som använts i utredningen och för dess bullerutsläpp samt annan planeringsinformation. Om bullerutsläppet från det vindkraftverk som kommer att byggas är större än det som nu har undersökts eller om läget eller navhöjden ändras betydligt, måste modelleringen och bedömningen av bullerpåverkan uppdateras.

4.1 Bullerzoner och receptorresultat

De beräknade bullerzonerna vid Björkbacken (A-vägd medelljudnivå) presenteras i bilaga 2. Resultaten av modelleringen av kumulativt buller presenteras i bilaga 3 och bullerzonerna för områdets övriga kraftverk i bilaga 4.

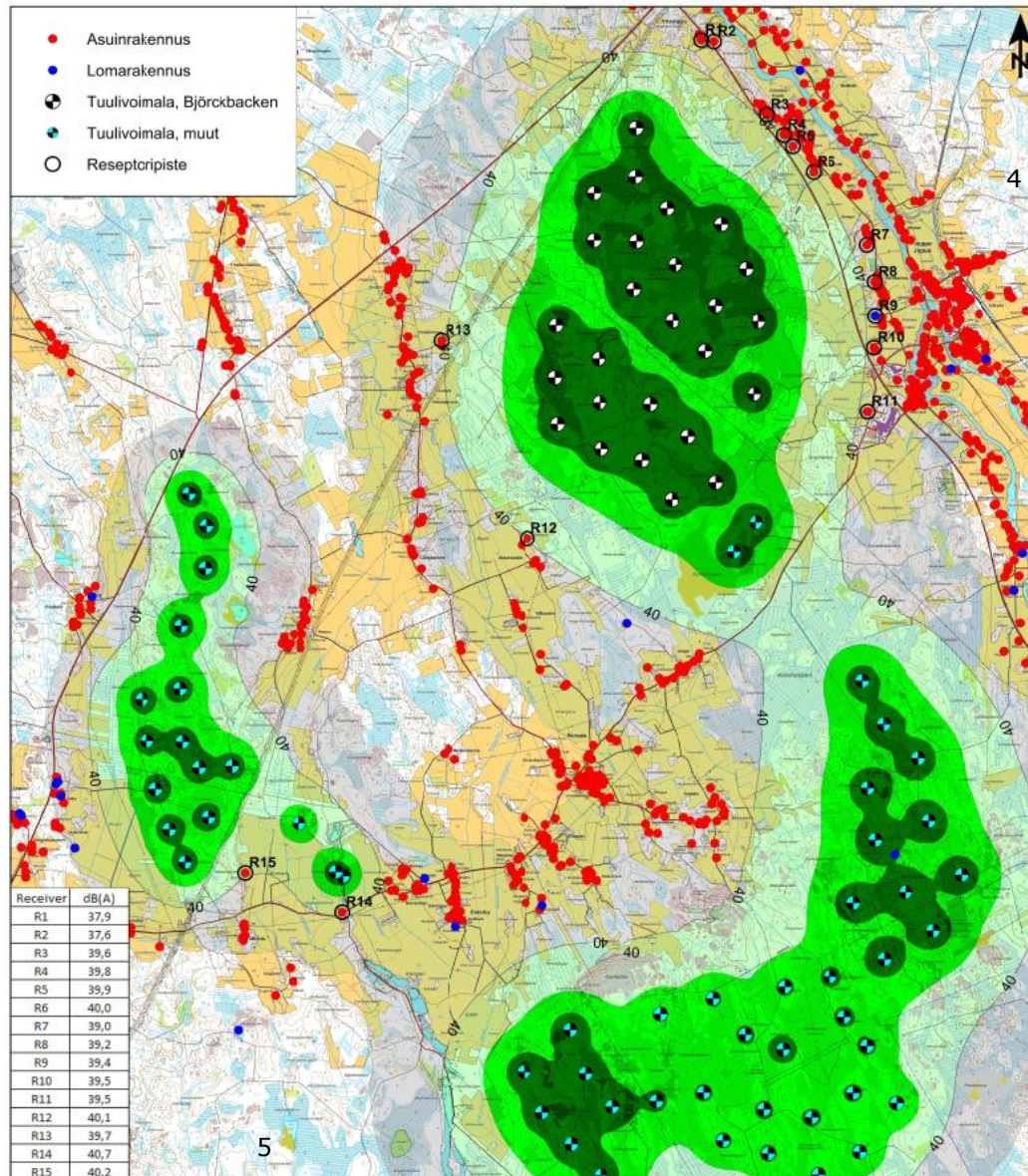
I figurerna som presenterar bullret är bostads- och fritidshus utmärkta med färgkoder utgående från uppgifter i Lantmäteriverkets terrängdatabas. På kartan anges dessutom rekreationsobjekt med färgkoder. Bullerfigurerna åskådliggör resultaten av modelleringen utan eventuella störnings- eller andra korrigeringar.

Tabell 4 visar de modellerade bullernivåerna vid bostads- och fritidshusens receptorpunkter i den separata modelleringen och de gemensamma modelleringarna.

Tabell 4. Medelljudnivåer vid receptorpunkterna separat för Björkbackens och områdets övriga kraftverk samt som kumulativ modellering

Receptor	<i>Björkbacken</i>	<i>Kumulativ modellering</i>	<i>Övriga</i>
	L_{Aeq} dB	L_{Aeq} dB	L_{Aeq} dB
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	40,1	30,0
13	39,6	39,7	24,6
14	22,4	40,7	40,7
15	23,1	40,2	40,1



Figur 1. Receptorpunkternas lägen

4.2 Lågfrekvent buller

Det lågfrekventa bullrets nivåer per tersband beräknades för receptorpunkterna R1–R13 i figur 1 i närheten av Björckbacken separat för Björckbackens kraftverk samt tillsammans med de övriga kraftverken på området. Bullernivåerna utan frekvensvägning inomhus och utomhus framgår närmare av bilaga 5.

Vid jämförelse med åtgärdsgränserna för lågfrekvent buller nattetid enligt förordningen om boendehälsa 545/2015 är de ljudnivåskillnader (ΔL) som krävs av det yttre höljet som högst 4–11 dB för frekvensbanden 40–200 Hz i både den separata modelleringen för Björckbacken och i den gemensamma modelleringen.

Ljudisoleringsvärdena (ljudnivåskillnaden ΔL) enligt Turun ammattikorkeakoulus undersökning beskriver ett statistiskt estimat av luftljudsisoleringen, som överskrids med 84 % sannolikhet i finländska småhus.

Då man beaktar ytterväggens ljudisolering enligt värdena i Turun ammattikorkeakoulus undersökning underskrider de tersspecifika bullernivåerna åtgärdsgränserna vid alla receptorpunkter. Resultaten visar att vid byggnaderna i omgivningen räcker den luftljudisolering som används vid normalt byggande för att dämpa det lågfrekventa bullret från vindkraftverken så att det understiger åtgärdsgränserna för de kraftverk som använts i den här utredningen. Enligt resultaten kan man också konstatera att det lågfrekventa bullret understiger åtgärdsgränserna också längre bort från vindkraftverken, eftersom lågfrekvent buller enligt beräkningsprinciperna dämpas med ökande avstånd.

5. TOLKNING AV RESULTATEN OCH SLUTSATSER

5.1 Bullrets särdrag och korrigering av graden av bullerstörning

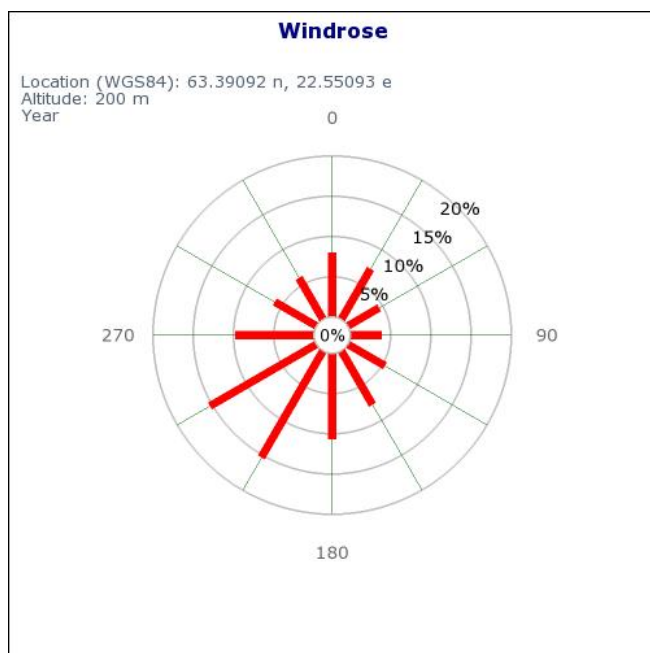
I statsrådets förordning 1107/2015 förutsätts inte att det vid modellering av utomhusbuller från vindkraftverk ska göras korrigeringar eller något ställningstagande om eventuellt impulsartat eller smalbandigt buller. En eventuell störningskorrigering på +5 dB i mätresultaten görs i samband med övervakningen, om det konstateras att bullret är smalbandigt och/eller impulsartat. I miljöministeriets anvisning "Mätning av bullernivån från vindkraftverk vid exponerade objekt" 4/2014 anges hur man utgående från mätresultaten avgör om ljudet är impulsartat och smalbandigt.

Förordningen innehåller ingen korrigering av påtagligt pulserande ljud (EAM, Excess amplitude modulation), eftersom det inte finns någon standardiserad metod för hur det ska mätas. Vanlig variation i ljudnivån från ett vindkraftverk (NAM, Normal amplitude modulation) är normalt för vindkraftverk och ingår i riktvärdena.

5.2 Områdets allmänna vindförhållanden och deras inverkan på förekomsten av buller

Vindförhållandena inverkar på hur mycket buller vindkraftverken ger upphov till. Bullret ökar inte lineärt med vindhastigheten, och ljudeffektnivåns ökning upphör eller börjar sjunka då kraftverket når en viss vindhastighet. Vid lägre vindhastighet kan ett kraftverks ljudeffektnivå vara betydligt lägre än maximivärdet.

Vindhastigheten varierar dag- och nattetid och den momentana ljudnivån varierar på motsvarande sätt. Resultaten av modelleringen motsvarar medelljudnivåerna i en situation där vindhastigheten hela dagen eller natten är mycket kraftig. Den verkliga medelljudnivån dag- och nattetid i kraftverkens omgivning beror på vindförhållandena under den undersökta perioden, och bullernivåerna enligt modelleringen ligger ganska nära en situation med högsta möjliga ljud.



Figur 3. Vindros på projektområdet enligt Finlands vindatlas

I modelleringen antas att det är medvind från vindkraftverken i alla riktningar. Eftersom den dominerande vindriktningen på området är från sydväst kommer en bullernivå enligt modelleringen

att oftast uppstå nordost om projektområdet. Sydväst om kraftverken blir den tidsmässiga förekomsten av de bullernivåer som modelleringen anger mera kortvarig under året.

5.3 Bullernivåer jämfört med riktvärdena

Enligt miljöministeriets modelleringsanvisning (2/2014) beaktas i jämförelsen med riktvärdena ingen osäkerhet, då beräkningen görs med de parametrar som anges i anvisningen och med de bullerutsläppsvärden som tillverkaren garanterar (declared value eller warranted level). Garanti-värdet för bullerutsläppet inkluderar då hela beräkningens osäkerhet. Vindkraftverkens bullerutsläppsvärden som har använts i den här modelleringen innehåller osäkerheter.

Enligt modelleringen understiger bullernivån utomhus riktvärdet 45 dB dagtid och 40 dB nattetid, som anges i statsrådets förordning 1107/2015, vid alla bostads- och fritidshus i projektområdets omgivning, då Björkbackens kraftverk beaktas.

I den modellering där endast andra kraftverk på området har beaktats överskrids riktvärdet på 40 dB nattetid vid två bostadshus sydost om Sandbacka (R14 och R15).

I den kumulativa bullermodelleringen överskrids riktvärdet på 40 dB nattetid lindrigt vid receptorpunkt R12 (40,1 dB) till följd av det kumulativa bullret från Björkbackens kraftverk och de andra kraftverken på området.

I statsrådets förordning anges att man beträffande inomhusbuller ska följa de åtgärdsgränser för inomhusbuller som anges i förordningen om boendehälsa 545/2015. Med riktvärdena för utomhusbuller från vindkraft vill man försäkra sig om att de tillåtna värdena för inomhusbuller uppfylls.

De uppskattade nivåerna av lågfrekvent inomhusbuller (ytterväggens ljudisolering enligt värdena i Turun ammattikorkeakoulus undersökning) understiger åtgärdsgränserna för inomhusbuller enligt 545/2015 vid byggnaderna i omgivningen i den separata modelleringen för Björkbacken och i den gemensamma modelleringen.

De uppskattade totala nivåerna av inomhusbuller ligger under åtgärdsgränsen i 545/2015 $L_{Aeq, 1h}$ 30 dB (eller $L_{Aeq, 1h}$ 25 dB för buller som tydligt skiljer sig från bakgrunden).

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: -

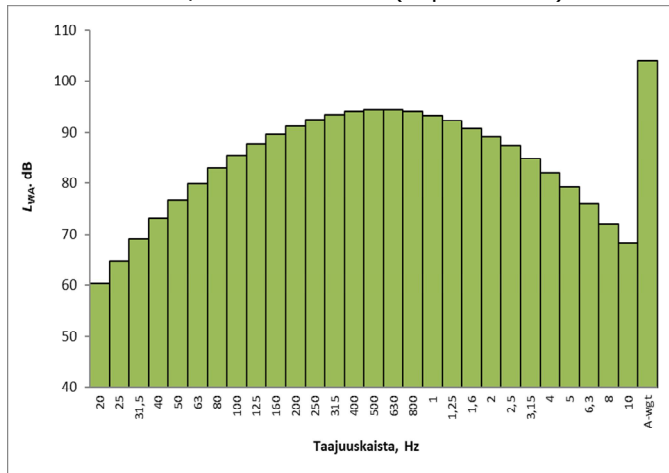
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun Lapakulman säätö:
 Kyllä
 Ei
 Ei ilmoitettu

Pyörimisnopeus:
 Kyllä
 Ei
 Ei ilmoitettu

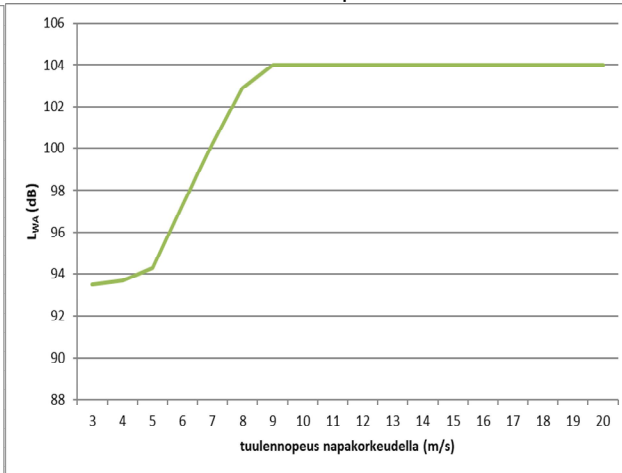
Muu, mikä:
 Eri vaimennusmoodeja raportoitu menetelmää ei ole raportoitu

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

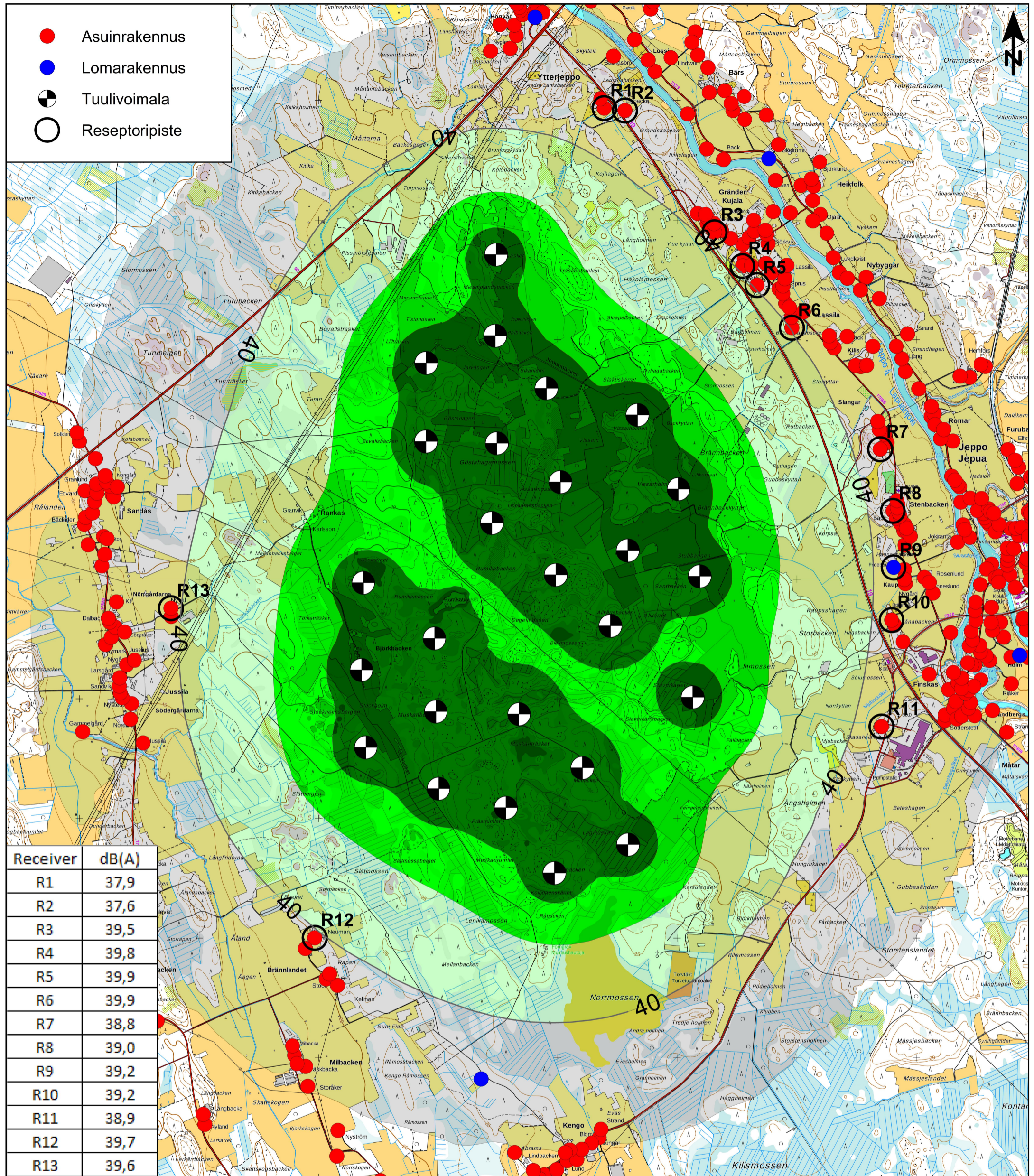
Impulssimaisuus

- 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

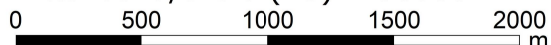
Vestas V172-7.2MW

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

Äänitaso
dB(A)

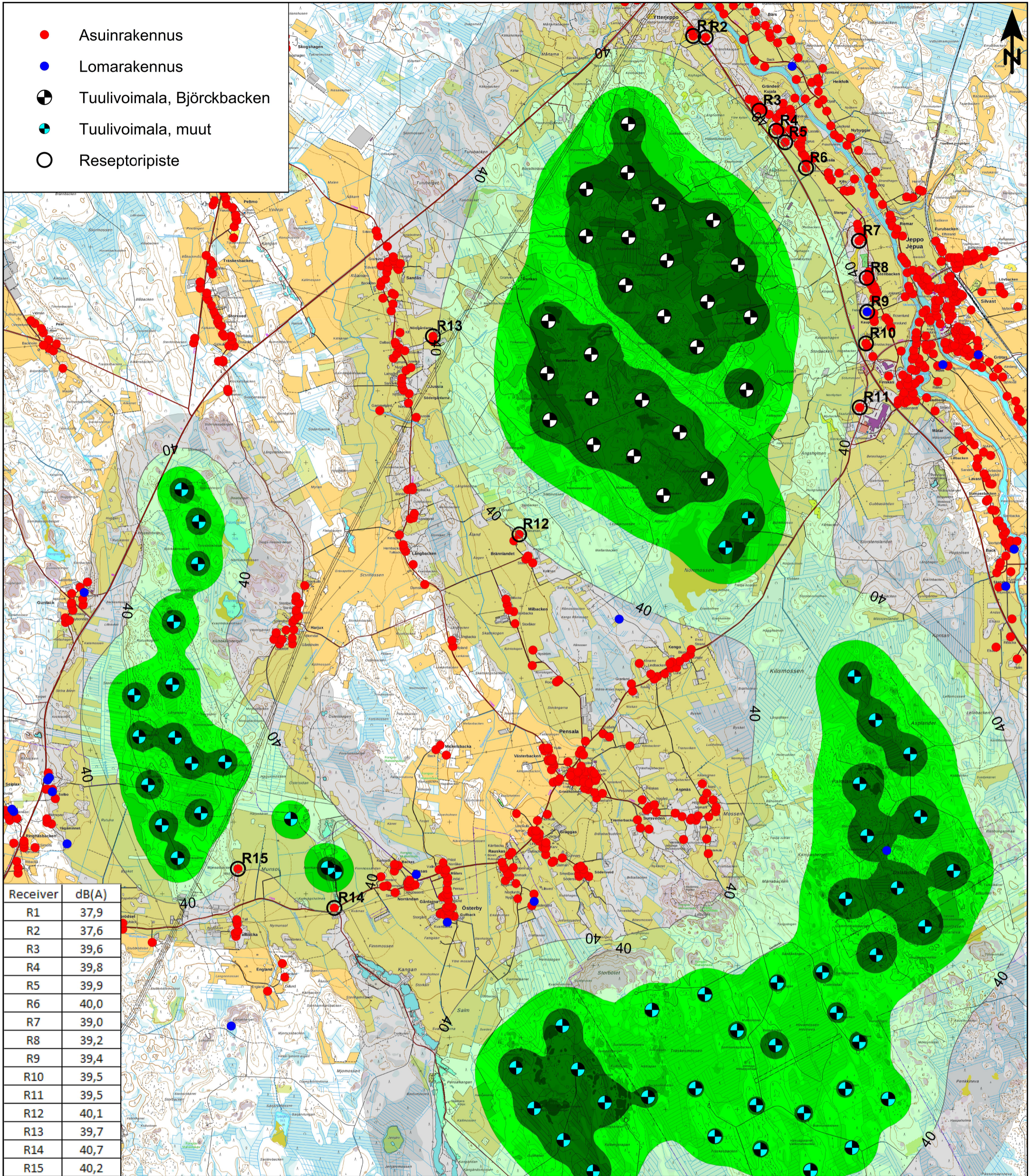
- 50 < <= 50
- 45 < <= 45
- 40 < <= 40
- 35 < <= 35

Mittakaava/skala (A3) 1:30000



21/2/2024 VV

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



Meluvyöhykkeet LAeq

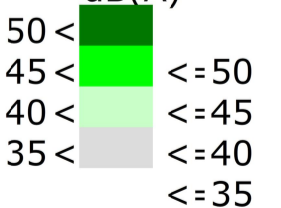
-Laskentamalli ISO 9613-2
-Laskentakorkeus +4m

Yhteismallinnus

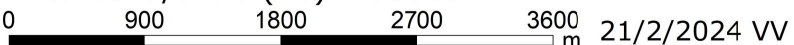
Vestas V172-7.2MW

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

Äänitaso
dB(A)

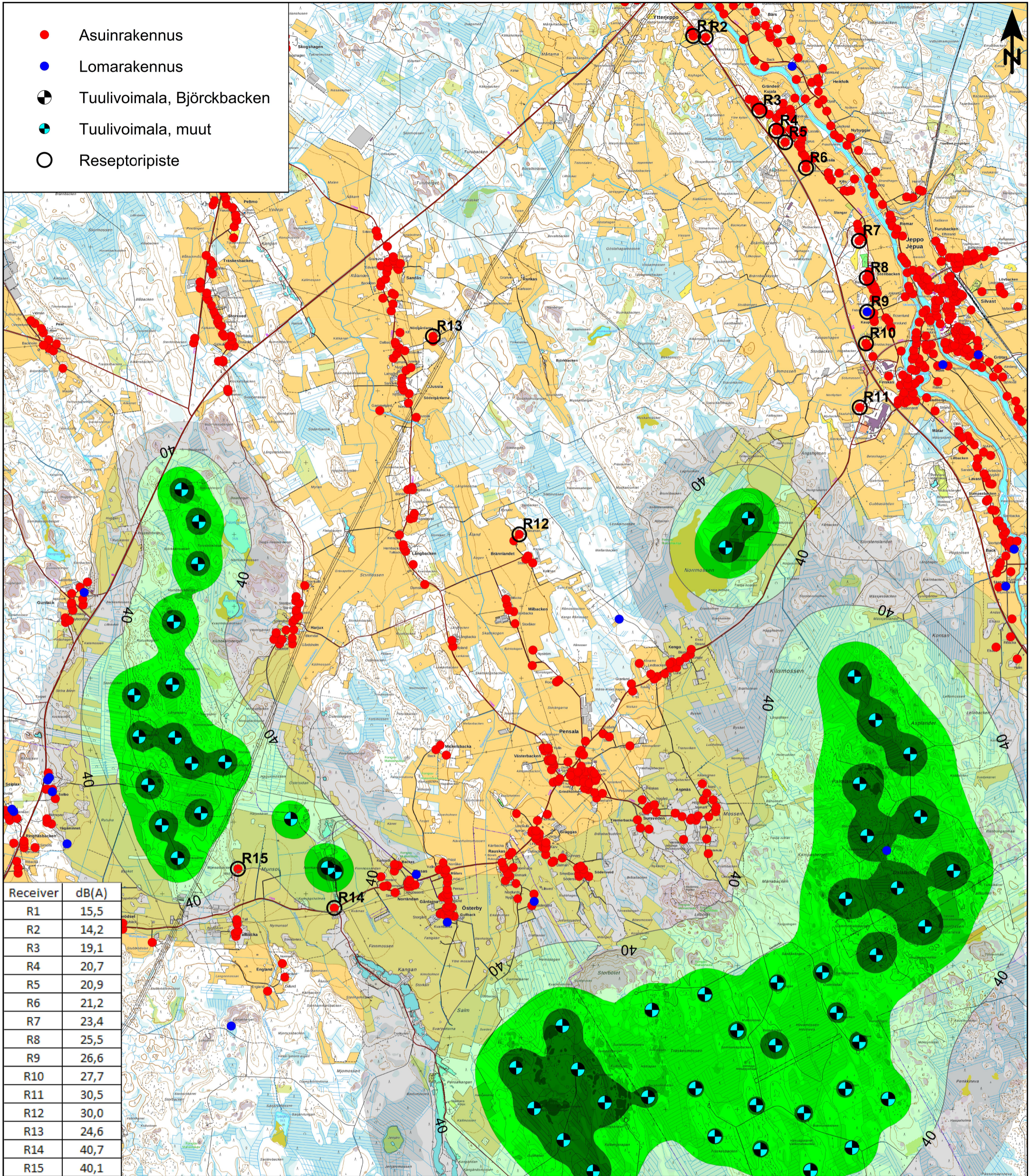


Mittakaava/skala (A3) 1:50000



21/2/2024 VV

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



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
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	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
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
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
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	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
Asumisterveysohje	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
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