

Oy Lillby Vind Ab

## Kaitsar vindkraftspark

Modellering av sammantaget buller

24.11.2023

---

## Innehåll

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>UTGÅNGSUPPGIFTER OCH METODER</b> .....	<b>1</b>
2.1	Buller.....	1
2.1.1	ISO 9613-2 .....	1
2.1.2	Modellering av lågfrekvent buller .....	4
2.2	Geodata .....	5
2.3	Gränsvärden för buller .....	5
<b>3</b>	<b>RESULTATET AV MODELLERINGEN AV DET SAMMANLAGDA BULLRET</b> .....	<b>6</b>
3.1	Beräkningsresultat ISO 9613-2 .....	6
3.2	Lågfrekvent buller.....	7

## Bilagor

**Bilaga 1: Yhteismelun leviämismallinnuksen tulokset (ISO 9613-2, YM 2/2014)**

**Bilaga 2: Matalataajuisen yhteismelun rakennuskohtaiset arvot**

24.11.2023

# Kaitsar vindkraftspark

## 1 INLEDNING

För att kunna bedöma de sammantagna konsekvenserna av vindkraftsprojektet i Kaitsar har det gjorts en modellering av de ljudtrycksnivåer som vindkraftverken orsakar. Modelleringen av de sammantagna bullerkonsekvenserna har utarbetats som ett komplement till delgeneralplanens material.

Vindkraftverkens bullerkonsekvenser har modellerats med programmet WindPRO enligt den preliminära placeringen av Kaitsar och Purmo vindkraftsparker. Syftet med modelleringen är att visa hur stort område de sammantagna bullerkonsekvenserna sträcker sig över och att bedöma konsekvenserna för den fasta bosättningen och fritidsbebyggelsen i närheten av Kaitsar vindkraftspark.

Modelleringen av det sammantagna bullret har gjorts av Johanna Harju från FCG Finnish Consulting Group Oy.

## 2 UTGÅNGSUPPGIFTER OCH METODER

### 2.1 Buller

#### 2.1.1 ISO 9613-2

Modelleringsmodellen följer Miljöministeriets anvisning 2/2014 Modellering av buller från vindkraftverk (Miljöministeriet 2014).

Vindkraftverkens ljudtrycksnivåer har modellerats med programmet WindPRO i enlighet med standarden ISO 9613-2. Vid modelleringen användes en vindhastighet på 8 m/s mätt på 10 meters höjd, en lufttemperatur på 15 °C, ett lufttryck på 101,325 kPa samt en relativ luftfuktighet på 70 %. Absorptionens och reflektionens influenskoeficient vid mark- eller vattenytan är 0,4 på markområdet och 0 på vattenområdet. Beräkningen har enligt anvisningen gjorts på 4,0 meters höjd över markytan.

Modelleringen för vindkraftverken i Kaitsar grundar sig på kraftverkets Vestas V172 bullerutsläppsvärden med ett tillägg på + 2dB. Utgångsbullernivån blir då 112,1 dB (110,1 + 2 dB). Från det här kraftverket har sedan härletts kraftverket Generic RD 200-6.4, som har en effekt på 6,4 MW och en rotordiameter på 200 meter. Kraftverkets navhöjd är 200 meter, så den totala höjden blir 300 meter (Tabell 1).

Öster om Kaitsar vindkraftspark ligger Purmo vindkraftspark. I Purmoparken ligger det närmaste vindkraftverket på drygt fem kilometers avstånd från Kaitsars vindkraftverk. Purmo vindkraftverks ljudtrycksnivåer har enligt Purmo vindkraftsparks MKB-beskrivning modellerats med kraftverkstypen Vestas V150-6,0MW. Kraftverkstornets höjd är 225 meter, så kraftverkets totala höjd blir 300 meter. Kraftverkets utgångsbullernivå är 107,7 dB(A) (Tabell 2). Bullernivån motsvarar ett övre konfidensintervall på 95 % och motsvarar enligt kraftverkstillverkaren garantivärdet för buller.

Beräkningsresultaten från bullermodelleringarna har åskådliggjorts med hjälp av kartor över medelljudnivåerna. På kartorna presenteras kurvor över bullrets medelljudnivå, dvs. ekvivalensljudnivå (LAeq), med 5 dB:s mellanrum. Resultaten presenteras i bilaga 1.

24.11.2023

Tabell 1. Typinformation, modelleringsprogram och ljudeffektsnivåer för Kaitsar vindkraftverk General RD200-6.4

UPPGIFTER OM MODELLERINGSPROGRAMMET							
Modelleringsprogram och version: WindPRO version 3.5.584				Modelleringsmetod: ISO 9613-2			
UPPGIFTER OM VINDKRAFTVERKEN							
Vindkraftverkets tillverkare : Generic				Typ: RD 200 – 6.4		Serienummer: -	
Nominell effekt: 6,4 MW		Navhöjd: 200 m		Rotorns diameter: 200 m		Torntyp: stål/hybrid	
Möjligheter att påverka vindkraftverkets bullerutsläpp under driften och dess inverkan på bullret							
Reglering av bladvinkeln		Rotationshastighet		Annat, vad:			
Ja	dB	Ja	dB	Noise mode-reglering:			
Nej		Nej		Noise mode, utgångsljudnivå		110,1 dB(A)	
AKUSTISKA UPPGIFTER/UTGÅNGSUPPGIFTER FÖR BERÄKNINGEN							
Third octave noise emission V172-7.2MW 50/60 Hz Document no 0128-4336_00							
Utgångsljudnivån har höjts med osäkerhetsvärdet 2 dB(A), eftersom kraftverksmodellens rotordiameter har ändrats.							
Per oktav [Hz], dB(A)		Per 1/3-oktav [Hz], dB(A)					
		12,5	50,6	125,0	97,2	1250,0	99,8
62,5	93,5	16,0	56,7	160,0	99,2	1600,0	98,3
125	102,2	20	62,4	200,0	100,6	2000,0	96,3
250	106,1	25	68,1	250,0	101,5	2500,0	94
500	106,8	31,5	73,5	315,0	101,9	3150,0	91,3
1000	105,7	40	78,7	400,0	102,0	4000,0	88,2
2000	101,3	50,0	83,5	500,0	102,0	5000,0	84,8
4000	93,6	63,0	87,8	630,0	102,0	6300,0	81
8000	82,8	80,0	91,5	800,0	101,8	8000,0	76,7
<b>112,1 dB(A)</b>		100,0	94,6	1000,0	101	10000	72,1
Mätning och observationer av bullrets särdrag:							
Smalbandighet / Tonalitet		Impulsartat buller		Amplitudmodulering		Annat, vad:	
ja	Nej	ja	Nej	ja	Nej	ja	Nej

24.11.2023

Tabell 2. Modelleringsprogram och ljudeffektnivåer för Purmo vindkraftverk V150-6,0MW samt bullrets särdrag.

UPPGIFTER OM MODELLERINGSPROGRAMMET							
Modelleringsprogram och version: WindPRO version 3.5.584				Modelleringsmetod: ISO 9613-2			
UPPGIFTER OM VINDKRAFTVERKET (VINDKRAFTVERKEN)							
Vindkraftverkets tillverkare: Vestas			Typ: V150-6,0MW			Serie- nummer: -	
Nominell effekt: 6,0 MW		Navhöjd: 225 m		Rotorns diameter: 150 m		Torntyp: stål/hybrid	
Möjligheter att påverka vindkraftverkets bullerutsläpp under driften och dess inverkan på bullret							
Reglering av bladvinkeln		Rotationshastighet		Annat, vad			
Ja	- dB	Ja	- dB	Noise mode.reglering: PO6000-0S,			
Nej		Nej		Noise mode, utgångsljudnivå			107,7 dB
AKUSTISKA UPPGIFTER/UTGÅNGSUPPGIFTER FÖR BERÄKNINGEN							
Third octave noise emission DMS no.: 0095-3747_01, Date 2020-11-03							
Enligt kraftverkets tillverkare motsvarar bullernivån för V150-6,0MW ett övre konfidensintervall på 95 % och motsvarar enligt tillverkaren garantivärdet för buller.							
Per oktav [Hz],dB(A)		Per 1/3-oktav [Hz] LWA dB					
		20	57,9	200	94,0	1600	95,2
63	86,1	25	63	250	95,6	2000	93,5
125	94,8	31,5	67,9	315	96,8	2500	91,5
250	100,4	40	72,6	400	97,7	3150	89,1
500	102,8	50	76,6	500	98,2	4000	86,2
1000	102,2	63	80,5	630	98,3	5000	83,2
2000	98,4	80	84	800	98,1	6300	79,6
4000	91,6	100	87	1000	97,5	8000	75,6
8000	81,5	125	89,6	1250	96,6	10000	71,5
<b>107,7 dB(A)</b>		160	92,1				
Mätning och observationer av bullrets särdrag:							
Smalbandighet / Tonalitet		Impulsartat buller		Amplitudmodulering		Annat, vad:	
ja	nej	ja	nej	ja	nej	ja	nej

24.11.2023

Tabell 3. Använda modelleringsparametrar i ISO 9613-2-kalkylerna

AKUSTISKA UPPGIFTER/UTGÅNGSUPPGIFTER FÖR KALKYLERINGEN			
Beräkningshöjd		Beräkningsrutans storlek [m-m]	
ISO 9613-2: 4,0 m		25x25 m	
Relativ fuktighet		Temperatur	
70 %	Annat, vad och varför:	ISO 9613-2: 15 C°	
Terrängmodellens källa och noggrannhet			
Terrängmodellens källa: LMV terrängdatabas		Horisontell resolution:1,0	Vertikal resolution:0,5
<b>Beaktande av mark- och vattenytans absorption och reflektion, använda koefficienter</b>			
ISO 9613-2	0,4 / på vattenområden 0		OBS
Atmosfärens stabilitet vid beräkningen/meteorologisk korrigering			
Neutral, (0): Neutral		Annat, vad och varför:	
Beaktande av väderförhållanden; vindriktningar och -hastighet som använts vid beräkningen			
Vindriktning: 0-360°		Vindhastighet: 8 m/s uppmätt på 10 meters höjd	
Riktning för kraftverkets ljud samt dämpning			
Fri rymd: ja		Annat, vad och varför:	

### 2.1.2 Modellering av lågfrekvent buller

Det lågfrekventa bullret beräknades med metoder enligt Miljöministeriets anvisning 2/2014 och med uppskattningar av de ljudeffektsnivåer för kraftverken som erhållits från kraftverkstillverkaren.

Anvisningen 2/2014 anger en metod för beräkning av lågfrekvent buller utanför byggnader. I social- och hälsoministeriets förordning om boendehälsa från 2015 fastställs åtgärdsbegränsningar för lågfrekvent buller i bostadsrum. Ljudnivån som sprids till insidan av byggnaderna kalkylerades med hjälp av ljudisoleringsvärden från Åbo yrkeshögskolas Anojanssi-projekt (Keränen, Hakala och Hongisto 2017) och resultaten jämfördes med åtgärdsgränserna.

I projektet Anojanssi mättes ljudluftsisoleringen enligt standarden ISO 16283-3:2016. Till projektet valdes 13 småhus och 26 fasadkonstruktioner, så att lätta, tunga, nya och gamla fasadkonstruktioner var representerade. Av resultatet härleddes en 84 %:s percentil, som anger det värde som översteg 84 % av alla mätta finska småhus.

Tabell 4. Nedre närmvärde för en finländsk småhusfasad enligt resultaten från Anojanssi-projektet.

f [Hz]	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200
DLo [dB]	7.6	8.3	9.2	10.3	11.5	13.0	14.8	16.8	18.8	21.1	22.8

Resultaten presenteras i en tabell enligt frekvenserna vid bostads- och fritidsbyggnaderna i Kaitsars näromgivning.

24.11.2023

## 2.2 Geodata

Höjdinformationen grundar sig på materialet om höjdkurvor i Lantmäteriverkets (LMV) terrängdatabas. Som interpoleringsmetod för objektens höjd har använts WindPro TIN. Byggnadernas användningsändamål baserar sig på uppgifterna i LMV:s terrängdatabas.

## 2.3 Gränsvärden för buller

I Statsrådets förordning (1107/2015) har för vindkraftverk fastställts planeringsvärden för medelljudnivåernas maximivärden dag- och nattetid. Om bullret från vindkraftverket innehåller tonala, smalbandiga eller impulsliknande komponenter eller om det är klart amplitudmodulerat, ska enligt anvisningarna modelleringsresultaten höjas med fem decibel innan de jämförs med riktvärdet. Eftersom riktvärdet redan omfattar de typiska dragen för buller från vindkraftverk, ska de ovan nämnda typiska dragen för ljud vara ovanligt kraftiga för att ett fem decibels tillägg till ljudstyrkan ska beaktas i modelleringsresultaten.

Tabell 5. Riktvärden för bullernivåer från vindkraftverk enligt Statsrådets förordning (1107/2015).

Konsekvensobjekt	Dagtid (7-22)	Nattetid (22-7)
Permanent bebyggelse	45 dB	40 dB
Fritidsbebyggelse	45 dB	40 dB
Vårdinrättningar	45 dB	40 dB
Läroanstalter	45 dB	—
Rekreatiomsområden	45 dB	—
Campingplatser	45 dB	40 dB
Nationalparker	40 dB	40 dB

I social- och hälsoministeriets förordning (545/2015) fastställs åtgärdsgränser för lågfrekvent buller. Åtgärdsgränserna gäller bostadsrum och de har fastställts som icke-frekvensvägda medelljudnivåer under en timme tersvis. Åtgärdsgränserna gäller buller nattetid, dagtid tillåts 5 dB högre värden. I Miljöministeriets anvisning 4/2012, Planering av vindkraftsutbyggnad, hänvisar man till de här riktvärdena i fråga om lågfrekvent buller.

Tabell 6. Åtgärdsgränser för medelljudnivån under en timme för lågfrekvent inomhusbuller i sovutrymmen.

Tersband Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Medelljudnivå LZeq,1h, dB	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Medelljudnivå beräknat utifrån föregående med A-vägning LAeq,1h, dB	24	19	17	14	14	16	18	19	20	21	21

Dessutom får buller nattetid som eventuellt orsakar sömnstörningar och som tydligt skiljer sig från bakgrundsbuller inte överskrida 25 dB som medelljudnivå under en timme LAeq, 1 h uppmätt i sovutrymmen.



24.11.2023

### 3 RESULTATET AV MODELLERINGEN AV DET SAMMANLAGDA BULLRET

#### 3.1 Beräkningsresultat ISO 9613-2

Enligt bullermodelleringens resultat är bullernivån på de närmaste bostads- och fritidsbyggnadernas gårdplaner lägre än 40 dB(A) vid alla beräkningspunkter A-F (Bilaga 1).

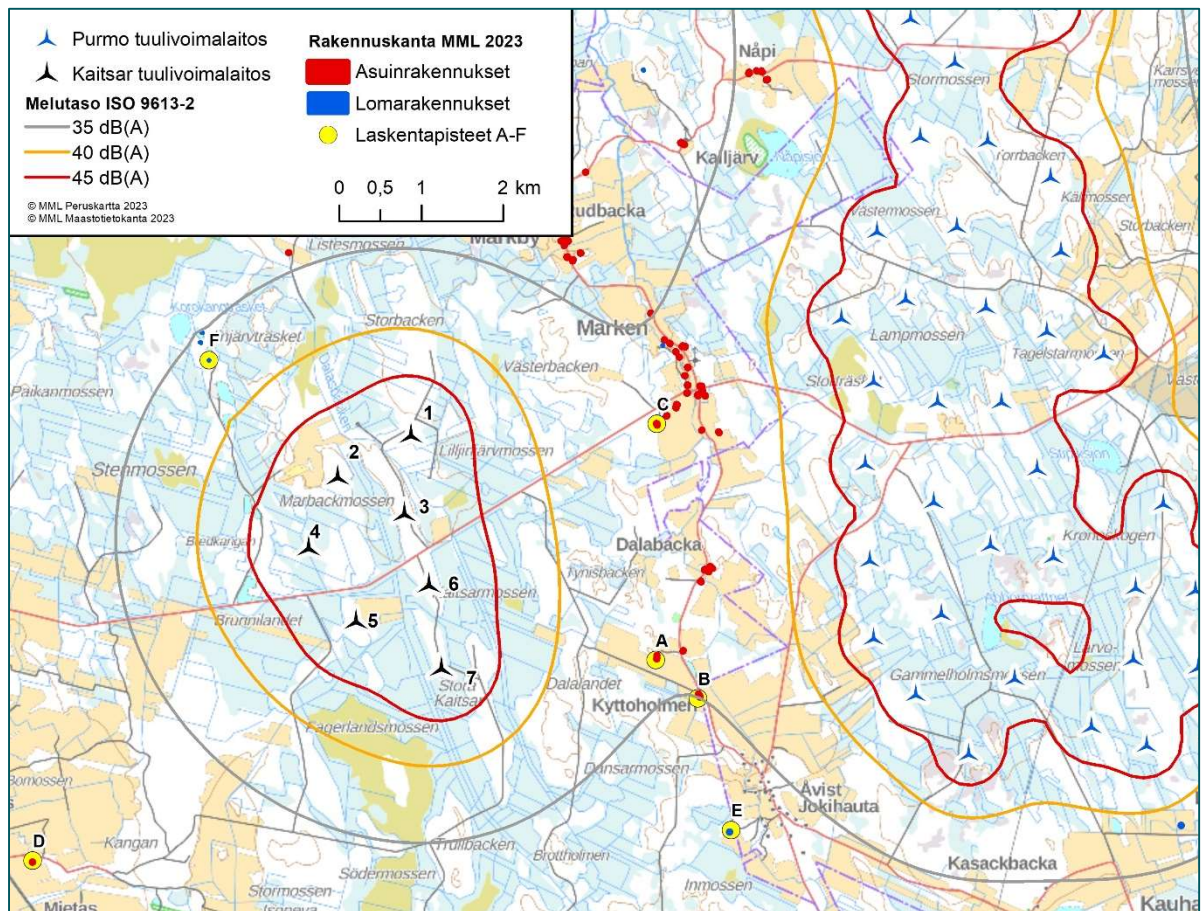


Bild 1. Kaitsar vindkraftverks kalkylerade bullernivåer

Tabell 7. De kalkylerade nivåerna för det sammanlagda bullret i Kaitsar vindkraftverks omgivning.

Beräkningspunkt	ETRS89-TM35 Öster	ETRS89-TM35 Norr	Z (m)	Beräkningshöjd (m)	Bullernivå dB(A)
Bostadsbyggnad A (Dalabackavägen 188)	292968	7038468	38,1	4,0	35,7
Bostadsbyggnad B (Dalabackavägen 124)	293486	7037997	37,5	4,0	35
Bostadsbyggnad C (Nylandsvägen 1139)	292982	7041360	33,2	4,0	36
Bostadsbyggnad D (Svartbackavägen 296)	285337	7036011	27,5	4,0	27,5
Fritidsbostad E (Strandvägen)	293895	7036387	45,8	4,0	32,5
Bostadsbyggnad F (~Korokangasvägen 334)	287498	7042142	32,5	4,0	36,3



24.11.2023

### 3.2 Lågfrekvent buller

Enligt beräkningsresultaten för lågfrevent buller överskrider det lågfrekventa bullret inte riktvärdena i förordningen om boendehälsa gällande buller vid beräkningspunkterna A-F (tabell 8 och Bilaga 2).

*Tabell 8. Beräkningsresultat för lågfrekvent buller vid beräkningspunkterna A-F jämfört med Social- och hälsovårdsministeriets åtgärdsgräns.*

Byggnad	Ljudnivå inomhus	
	L <sub>eq,1h</sub> -- Anvisningar om boendehälsa inomhus	Hz
Bostadsbyggnad A (Dalabackavägen 188)	-8,8	63
Bostadsbyggnad B (Dalabackavägen 124)	-9,5	63
Bostadsbyggnad C (Nylandsvägen 1139)	-8,6	63
Bostadsbyggnad D (Svartbackavägen 296)	-14,4	63
Fritidsbostad E (Strandvägen)	-11,3	50
Bostadsbyggnad F (~Korokangasvägen 334)	-8,6	63

#### FCG Finnish Consulting Group Oy

Uppgjord av

Johanna Harju, ing. YH

**Bilaga 1: Melun leviämismallinnuksen tulokset (ISO 9613-2, YM 2/2014)**

**Bilaga 2: Matalataajuisen melun rakennuskohtaiset arvot**

**Bilaga 1: Melun leviämismallinnuksen tulokset (ISO 9613-2, YM 2/2014)**

## DECIBEL - Main Result

### Calculation: Kaitsar\_7xRD200xHH200\_+Purmo\_202311

#### Noise calculation model:

ISO 9613-2 General

#### Wind speed (in 10 m height):

8,0 m/s

#### Ground attenuation:

General, terrain specific

Ground factor for porous ground: 0,4

Area object with hard ground: Vesistöt

Area type with hard ground: Vesialueet

Ground factor for hard ground: 0,0

#### Meteorological coefficient, C0:

0,0 dB

#### Type of demand in calculation:

1: WTG noise is compared to demand (DK, DE, SE, NL etc.)

#### Noise values in calculation:

All noise values are mean values (Lwa) (Normal)

#### Pure tones:

Pure tones penalty is added to total noise impact at receptors

Noise sensitive area

#### Height above ground level, when no value in NSA object:

4,0 m; Don't allow override of model height with height from NSA object

#### Uncertainty margin:

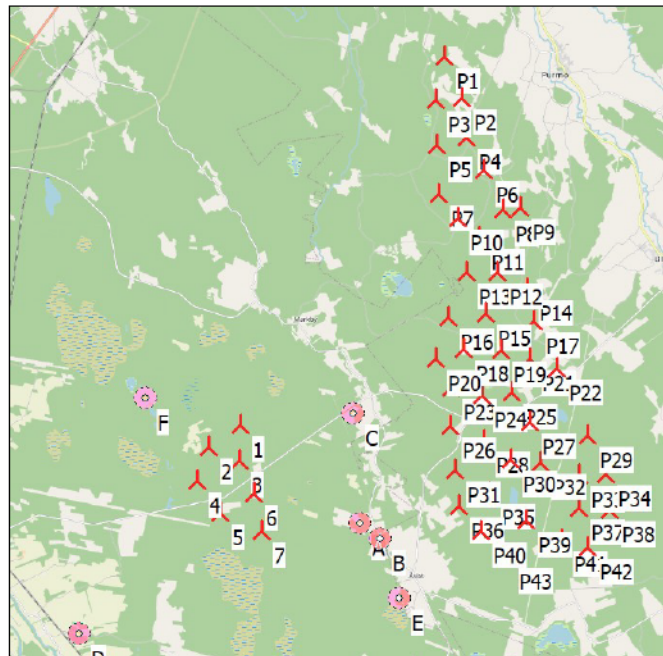
0,0 dB; Uncertainty margin in model has priority

#### Deviation from "official" noise demands. Negative is more

restrictive, positive is less restrictive.:

0,0 dB(A)

All coordinates are in  
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89



New WTG

Noise sensitive area

## WTGs

	East North Z			Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Noise data		Wind speed [m/s]	Lwa,ref [dB(A)]
					Valid	Manufact.	Type-generator				Creator	Name		
1	289 973	7 041 259	30,0	Generic RD200 HH200 6400 ...Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER	Generic RD200 HH200	8,0	112,1	
2	289 075	7 040 747	32,5	Generic RD200 HH200 6400 ...Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER	Generic RD200 HH200	8,0	112,1	
3	289 892	7 040 298	35,0	Generic RD200 HH200 6400 ...Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER	Generic RD200 HH200	8,0	112,1	
4	288 720	7 039 879	32,5	Generic RD200 HH200 6400 ...Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER	Generic RD200 HH200	8,0	112,1	
5	289 300	7 038 981	32,9	Generic RD200 HH200 6400 ...Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER	Generic RD200 HH200	8,0	112,1	
6	290 193	7 039 426	36,0	Generic RD200 HH200 6400 ...Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER	Generic RD200 HH200	8,0	112,1	
7	290 345	7 038 406	32,5	Generic RD200 HH200 6400 ...Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER	Generic RD200 HH200	8,0	112,1	
P1	296 015	7 050 633	25,0	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P10	296 092	7 046 333	36,3	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P11	296 633	7 045 796	35,0	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P12	297 035	7 044 832	37,2	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P13	296 211	7 044 887	36,9	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P14	297 806	7 044 390	42,5	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P15	296 659	7 043 785	40,0	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P16	295 680	7 043 726	37,7	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P17	297 935	7 043 485	36,3	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P18	296 033	7 042 892	40,0	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P19	297 013	7 042 799	42,5	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P2	296 402	7 049 512	28,3	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P20	295 245	7 042 663	37,1	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P21	297 759	7 042 500	40,9	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P22	298 459	7 042 222	42,5	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P23	295 640	7 041 888	35,0	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P24	296 420	7 041 636	37,3	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P25	297 207	7 041 637	45,0	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P26	295 536	7 040 877	38,3	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P27	297 642	7 040 813	45,0	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P28	296 377	7 040 414	45,4	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P29	299 185	7 040 392	48,4	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P3	295 688	7 049 533	25,8	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P30	297 071	7 039 883	46,8	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P31	295 591	7 039 695	42,5	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P32	297 841	7 039 740	47,5	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P33	298 849	7 039 361	49,5	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P34	299 582	7 039 334	54,3	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P35	296 466	7 039 042	47,5	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P36	295 637	7 038 744	41,4	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P37	298 820	7 038 484	52,5	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P38	299 616	7 038 389	54,4	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P39	297 367	7 038 247	47,5	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P4	296 468	7 048 488	31,2	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P40	296 154	7 038 054	45,0	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P41	298 305	7 037 658	51,0	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P42	298 984	7 037 431	54,8	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	
P43	296 802	7 037 326	47,5	VESTAS V150-6.0 6000 150.... Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7	

To be continued on next page...

## DECIBEL - Main Result

### Calculation: Kaitsar\_7xRD200xHH200\_+Purmo\_202311

...continued from previous page

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Noise data		Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]
					Valid	Manufact.	Type-generator				Creator	Name		
P5	295 661	7 048 308	32,5	VESTAS V150-6.0 6000 150....	Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7
P6	296 860	7 047 573	35,0	VESTAS V150-6.0 6000 150....	Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7
P7	295 626	7 047 011	32,2	VESTAS V150-6.0 6000 150....	Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7
P8	297 281	7 046 511	32,7	VESTAS V150-6.0 6000 150....	Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7
P9	297 768	7 046 509	36,2	VESTAS V150-6.0 6000 150....	Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020	8,0	107,7

## Calculation Results

### Sound level

#### Noise sensitive area

No.	Name	East	North	Z	Immission height	Noise	From WTGs	Distance to noise demand
				[m]	[m]	[dB(A)]	[dB(A)]	[m]
A	Asuinrakennus A (Dalabackantie 188)	292 968	7 038 468	38,1	4,0	40,0	35,7	1 235
B	Asuinrakennus B (Dalabackantie 124)	293 486	7 037 997	37,5	4,0	40,0	35,0	1 367
C	Asuinrakennus C (Uudismaantie 1139)	292 982	7 041 360	33,2	4,0	40,0	36,0	1 498
D	Asuinrakennus D (Svartbackantie 296)	285 337	7 036 011	27,5	4,0	40,0	27,5	3 522
E	Lomarakennus E (Strandintie)	293 895	7 036 387	45,8	4,0	40,0	32,5	1 867
F	Lomarakennus F (~Korokangantie 334)	287 498	7 042 142	32,5	4,0	40,0	36,3	703

### Distances (m)

WTG	A	B	C	D	E	F
1	4092	4791	3010	6999	6252	2627
2	4509	5195	3953	6031	6496	2105
3	3577	4265	3266	6253	5594	3021
4	4475	5122	4510	5136	6241	2571
5	3703	4298	4382	4950	5275	3636
6	2935	3588	3393	5934	4788	3825
7	2623	3165	3958	5549	4082	4696
P1	12535	12881	9752	18098	14397	12021
P10	8459	8730	5863	14901	10181	9558
P11	8190	8406	5743	14938	9795	9835
P12	7549	7698	5335	14645	9006	9905
P13	7188	7406	4779	14030	8806	9131
P14	7644	7713	5694	15016	8904	10546
P15	6469	6597	4403	13728	7894	9303
P16	5913	6132	3587	12898	7550	8330
P17	7056	7062	5387	14642	8164	10518
P18	5380	5516	3413	12713	6845	8564
P19	5923	5955	4278	13499	7126	9533
P2	11561	11873	8837	17449	13357	11554
P20	4771	4984	2611	11929	6417	7762
P21	6259	6205	4909	14008	7228	10263
P22	6649	6523	5542	14512	7405	10957
P23	4338	4445	2708	11856	5768	8142
P24	4683	4673	3448	12424	5823	8933
P25	5290	5203	4232	13130	6205	9718
P26	3519	3533	2599	11296	4778	8134
P27	5227	5018	4690	13203	5797	10226
P28	3923	3767	3523	11881	4728	9042
P29	6505	6180	6276	14519	6632	11813
P3	11389	11739	8605	17021	13262	11027
P30	4338	4049	4346	12351	4721	9832
P31	2894	2704	3094	10891	3716	8451
P32	5034	4689	5120	13043	5176	10614
P33	5946	5532	6196	13915	5776	11682
P34	6667	6238	6901	14621	6402	12400
P35	3543	3157	4183	11530	3694	9485
P36	2681	2276	3725	10651	2929	8816
P37	5850	5355	6506	13703	5351	11894
P38	6646	6140	7266	14470	6058	12681
P39	4403	3888	5375	12231	3937	10605
P4	10609	10902	7931	16713	12366	10983
P40	3211	2667	4579	11003	2806	9568
P41	5395	4829	6481	13066	4587	11695

To be continued on next page...

Project:

**Kaitsar**

Licensed user:

**FCG Finnish Consulting Group Oy**

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Johanna Harju / johanna.harju@fcg.fi

Calculated:

15.11.2023 14.14/3.5.584

## DECIBEL - Main Result

**Calculation:** Kaitsar\_7xRD200xHH200\_+Purmo\_202311

...continued from previous page

WTG	A	B	C	D	E	F
P42	6102	5525	7171	13715	5192	12409
P43	3999	3383	5554	11536	3054	10472
P5	10197	10533	7443	16049	12046	10226
P6	9898	10149	7321	16317	11567	10819
P7	8943	9260	6236	15055	10759	9470
P8	9123	9318	6707	15896	10671	10710
P9	9360	9524	7027	16264	10833	11155



## DECIBEL - Assumptions for noise calculation

**Calculation:** Kaitsar\_7xRD200xHH200\_+Purmo\_202311

**Noise calculation model:**

ISO 9613-2 General

**Wind speed (in 10 m height):**

8,0 m/s

**Ground attenuation:**

General, terrain specific

Ground factor for porous ground: 0,4

Area object with hard ground: Vesistöt

Area type with hard ground: Vesialueet

Ground factor for hard ground: 0,0

**Meteorological coefficient, C0:**

0,0 dB

**Type of demand in calculation:**

1: WTG noise is compared to demand (DK, DE, SE, NL etc.)

**Noise values in calculation:**

All noise values are mean values (Lwa) (Normal)

**Pure tones:**

Pure tones penalty is added to total noise impact at receptors

Noise sensitive area

**Height above ground level, when no value in NSA object:**

4,0 m; Don't allow override of model height with height from NSA object

**Uncertainty margin:**

0,0 dB; Uncertainty margin in model has priority

**Deviation from "official" noise demands. Negative is more restrictive, positive is less restrictive.:**

0,0 dB(A)

**Octave data required**

Frequency dependent air absorption

63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]
0,10	0,38	1,12	2,36	4,08	8,78	26,60	95,00

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

**WTG:** Generic RD200 HH200 6400 200.0 !O!

**Noise:** Generic RD200 HH200

Source Source/Date Creator Edited

FCG 30.6.2022 USER 19.10.2023 8.07

Document no 0128-4336\_00

**Octave data**

Status	Hub height	Wind speed	LwA,ref	Pure tones	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	[m]	[m/s]	[dB(A)]		[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
From Windcat	200,0	8,0	112,1	No	93,5	102,2	106,1	106,8	105,7	101,3	93,6	82,8

**WTG:** VESTAS V150-6.0 6000 150.0 !O!

**Noise:** Level 0 - Measured - Mode PO6000 - 10-2020

Source Source/Date Creator Edited

Manufacturer 13.10.2020 USER 15.11.2023 14.04

Blades with serrated trailing edge.

Document nr. 0098-0749 V01.

**Octave data**

Status	Hub height	Wind speed	LwA,ref	Pure tones	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	[m]	[m/s]	[dB(A)]		[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
From Windcat	225,0	8,0	107,7	No	86,1	94,8	100,4	102,8	102,2	98,4	91,6	81,5

### Noise sensitive area: A Asuinrakennus A (Dalabackantie 188)

**Predefined calculation standard:**

**Immission height(a.g.l.):** Use standard value from calculation model

**Uncertainty margin:** Use default value from calculation model

**Noise demand:** 40,0 dB(A)

**No distance demand**

**Pure tone penalty:** 0 dB

## DECIBEL - Assumptions for noise calculation

**Calculation:** Kaitsar\_7xRD200xHH200\_+Purmo\_202311

**Noise sensitive area: B Asuinrakennus B (Dalabackantie 124)**

**Predefined calculation standard:**

**Immission height(a.g.l.):** Use standard value from calculation model

**Uncertainty margin:** Use default value from calculation model

**Noise demand:** 40,0 dB(A)

**No distance demand**

**Pure tone penalty:** 0 dB

**Noise sensitive area: C Asuinrakennus C (Uudismaantie 1139)**

**Predefined calculation standard:**

**Immission height(a.g.l.):** Use standard value from calculation model

**Uncertainty margin:** Use default value from calculation model

**Noise demand:** 40,0 dB(A)

**No distance demand**

**Pure tone penalty:** 0 dB

**Noise sensitive area: D Asuinrakennus D (Svartbackantie 296)**

**Predefined calculation standard:**

**Immission height(a.g.l.):** Use standard value from calculation model

**Uncertainty margin:** Use default value from calculation model

**Noise demand:** 40,0 dB(A)

**No distance demand**

**Pure tone penalty:** 0 dB

**Noise sensitive area: E Lomarakennus E (Strandintie)**

**Predefined calculation standard:**

**Immission height(a.g.l.):** Use standard value from calculation model

**Uncertainty margin:** Use default value from calculation model

**Noise demand:** 40,0 dB(A)

**No distance demand**

**Pure tone penalty:** 0 dB

**Noise sensitive area: F Lomarakennus F (~Korokangantie 334)**

**Predefined calculation standard:**

**Immission height(a.g.l.):** Use standard value from calculation model

**Uncertainty margin:** Use default value from calculation model

**Noise demand:** 40,0 dB(A)

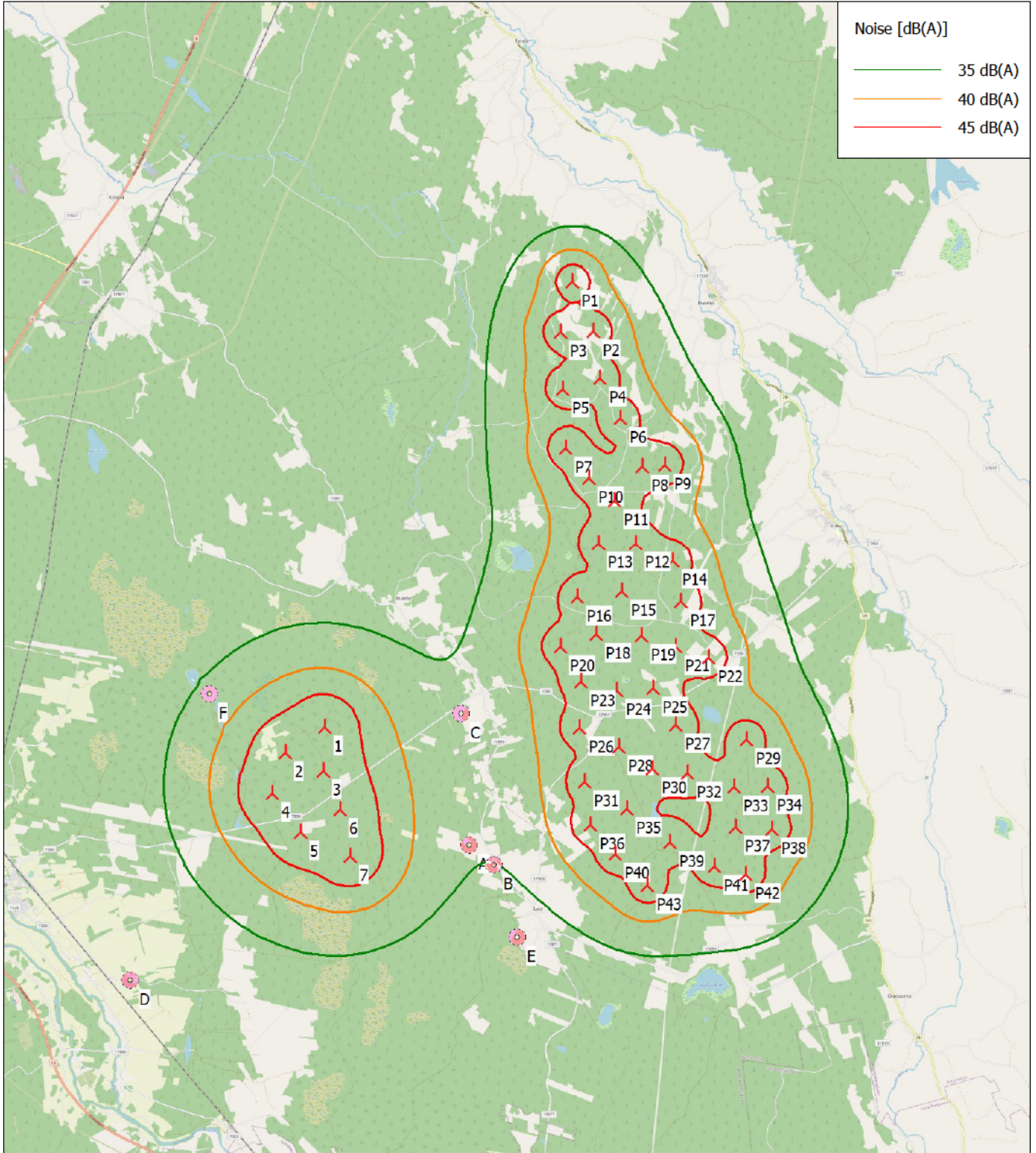
**No distance demand**

**Pure tone penalty:** 0 dB



## DECIBEL - Map 8,0 m/s

Calculation: Kaitsar\_7xRD200xHH200\_+Purmo\_202311



0 2,5 5 7,5 10km

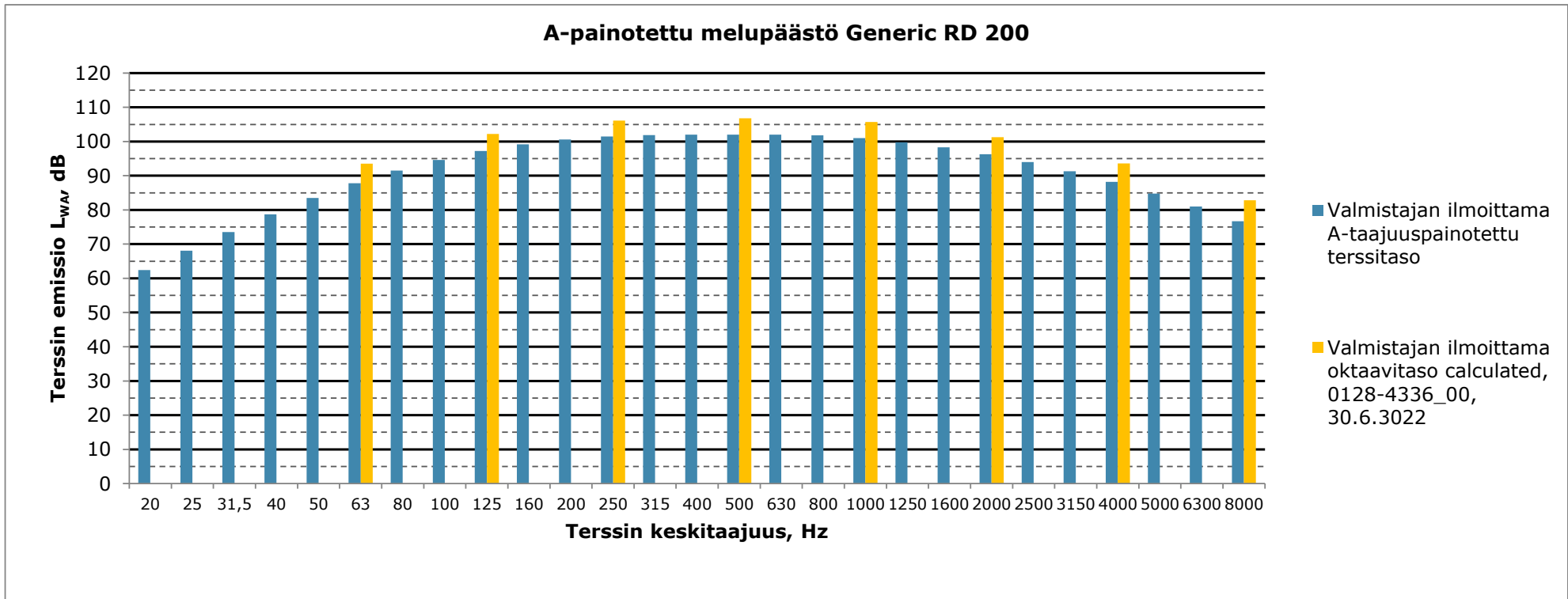
Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:125 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 293 977 North: 7 043 979

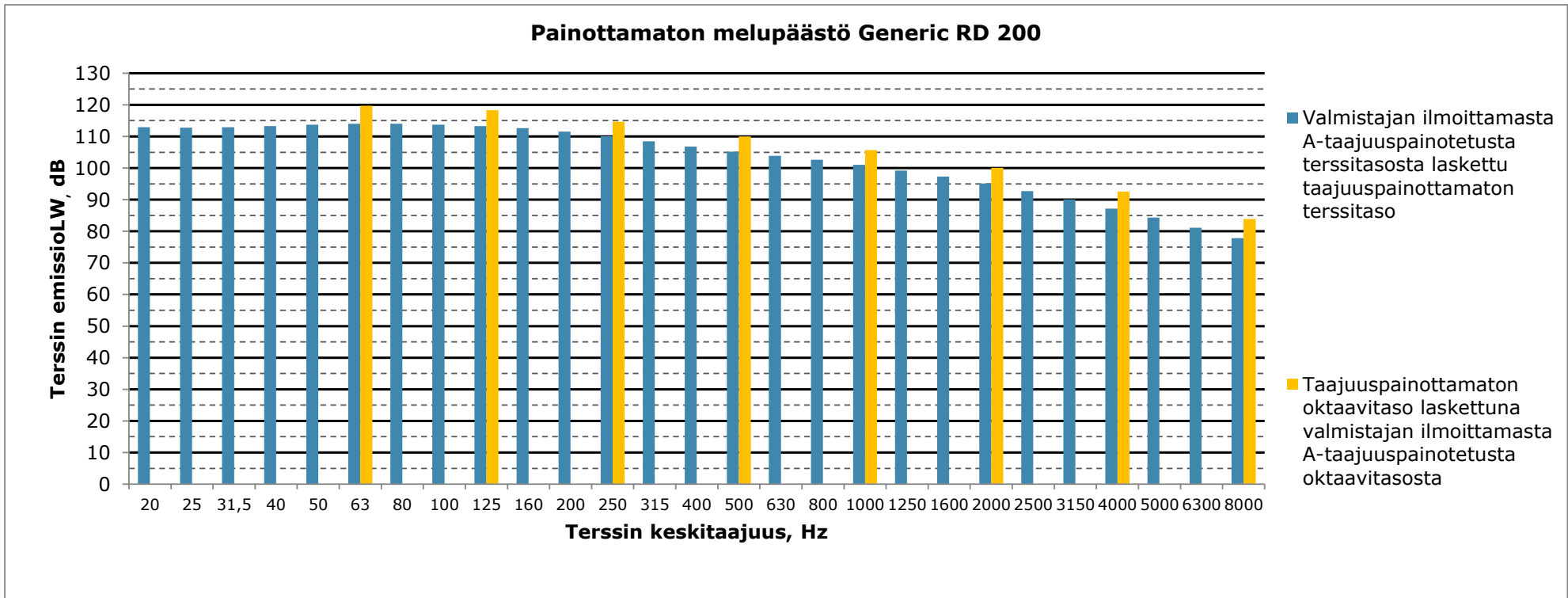
▲ New WTG

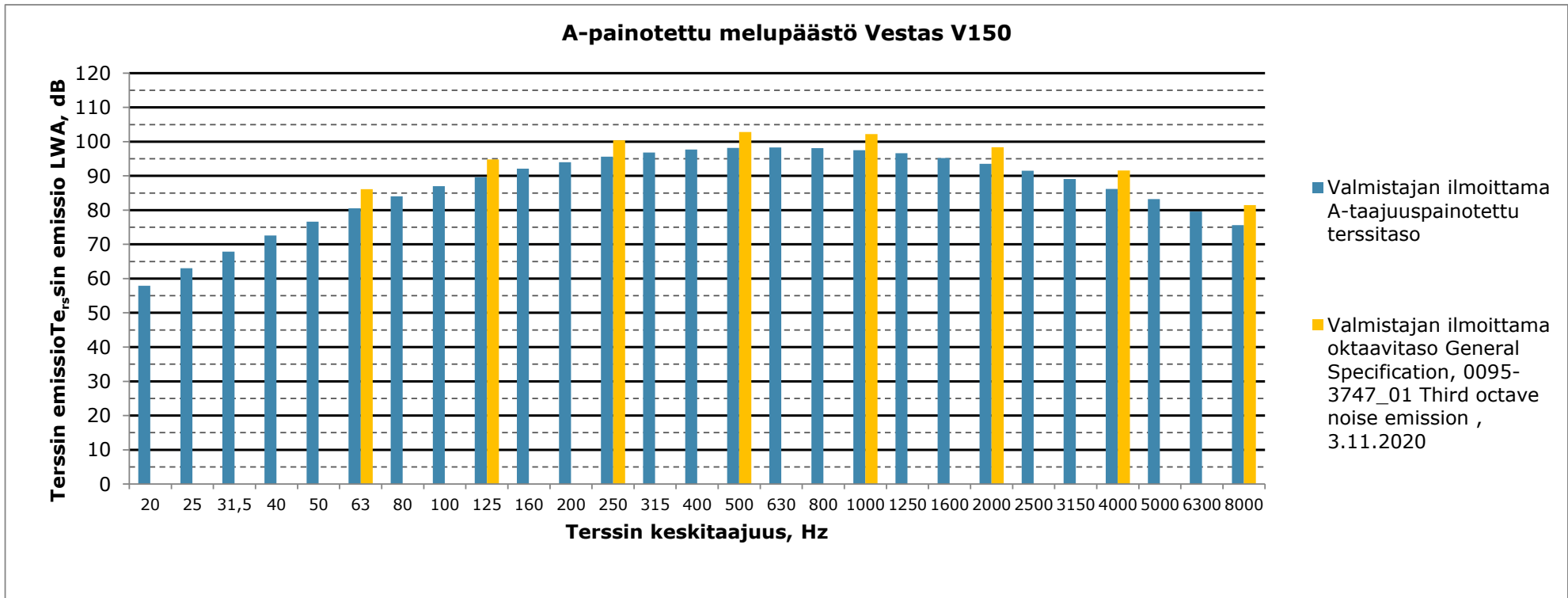
● Noise sensitive area

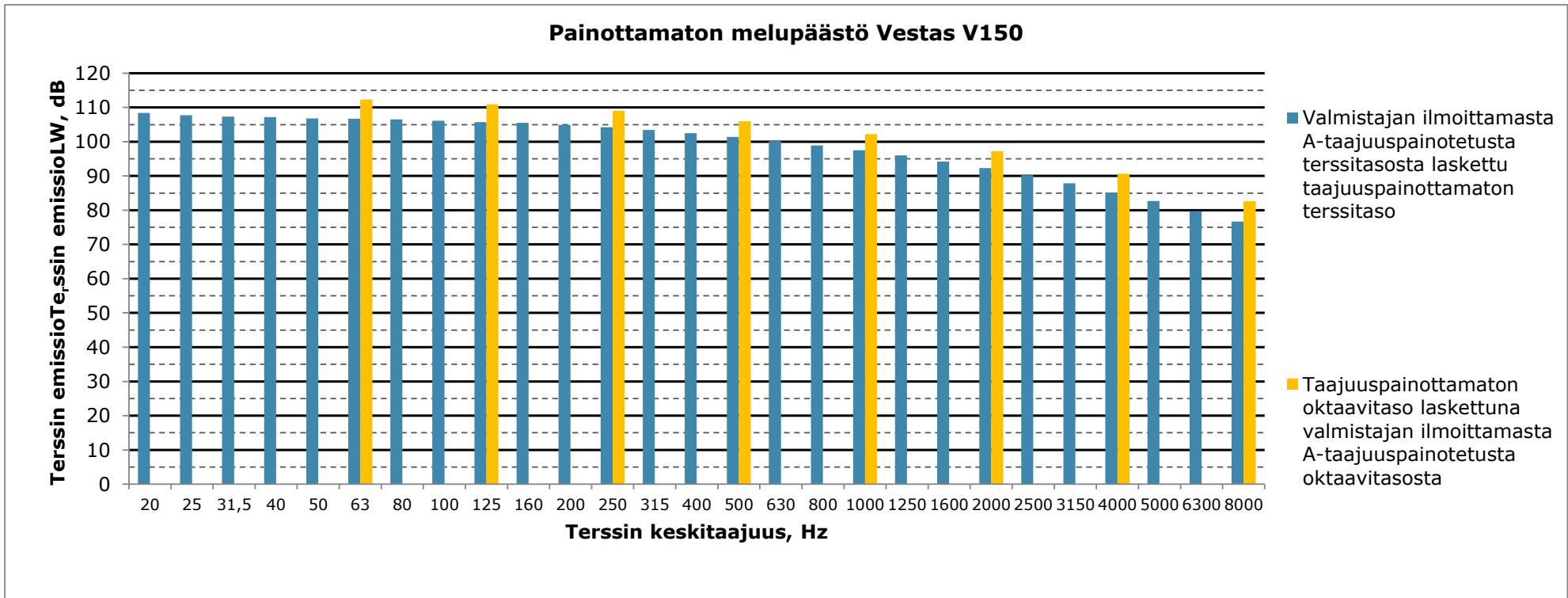
Noise calculation model: ISO 9613-2 General. Wind speed: 8,0 m/s  
 Height above sea level from active line object

## **Bilaga 2: Matalataajuisen melun rakennuskohtaiset arvot**

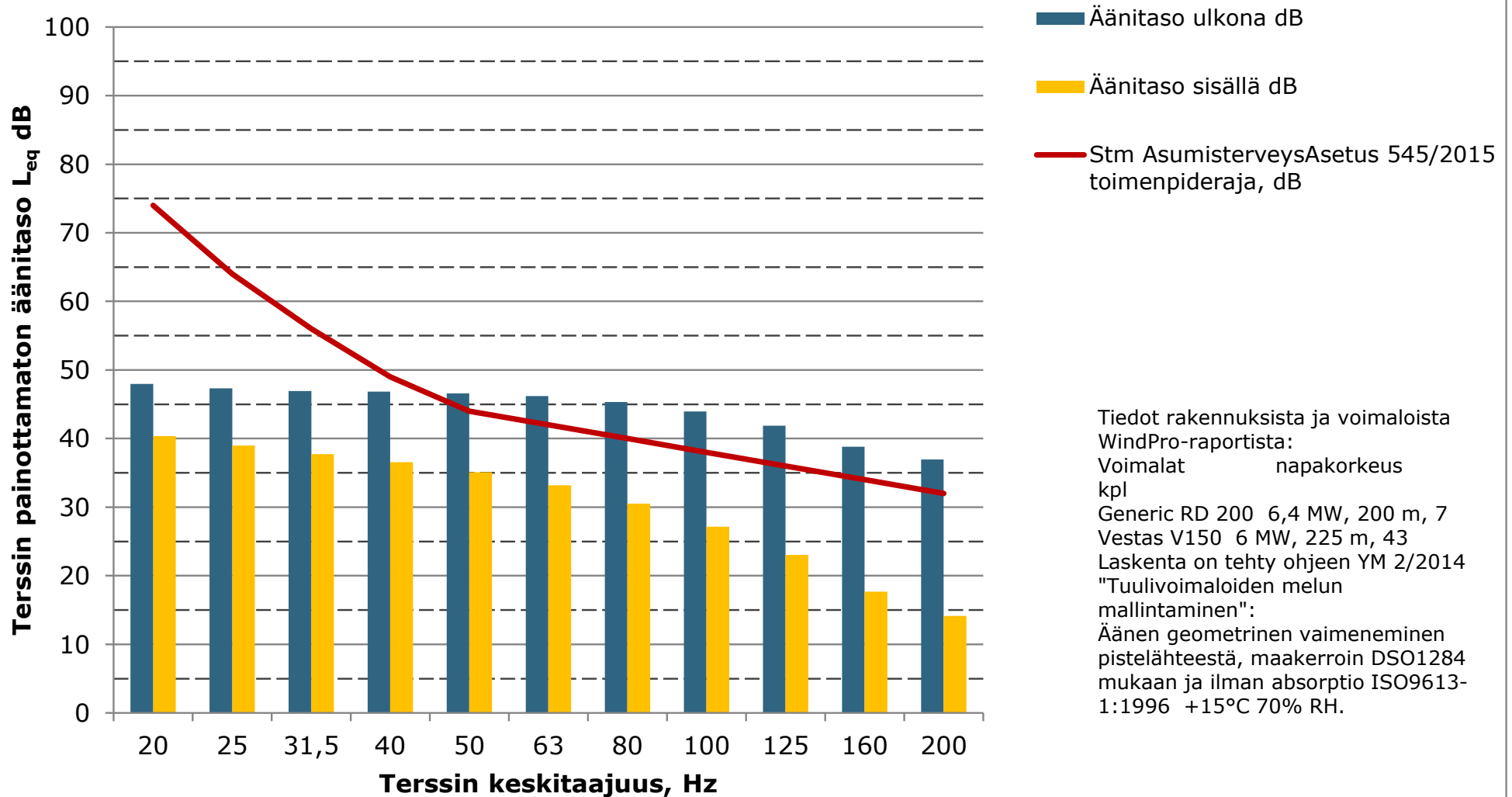






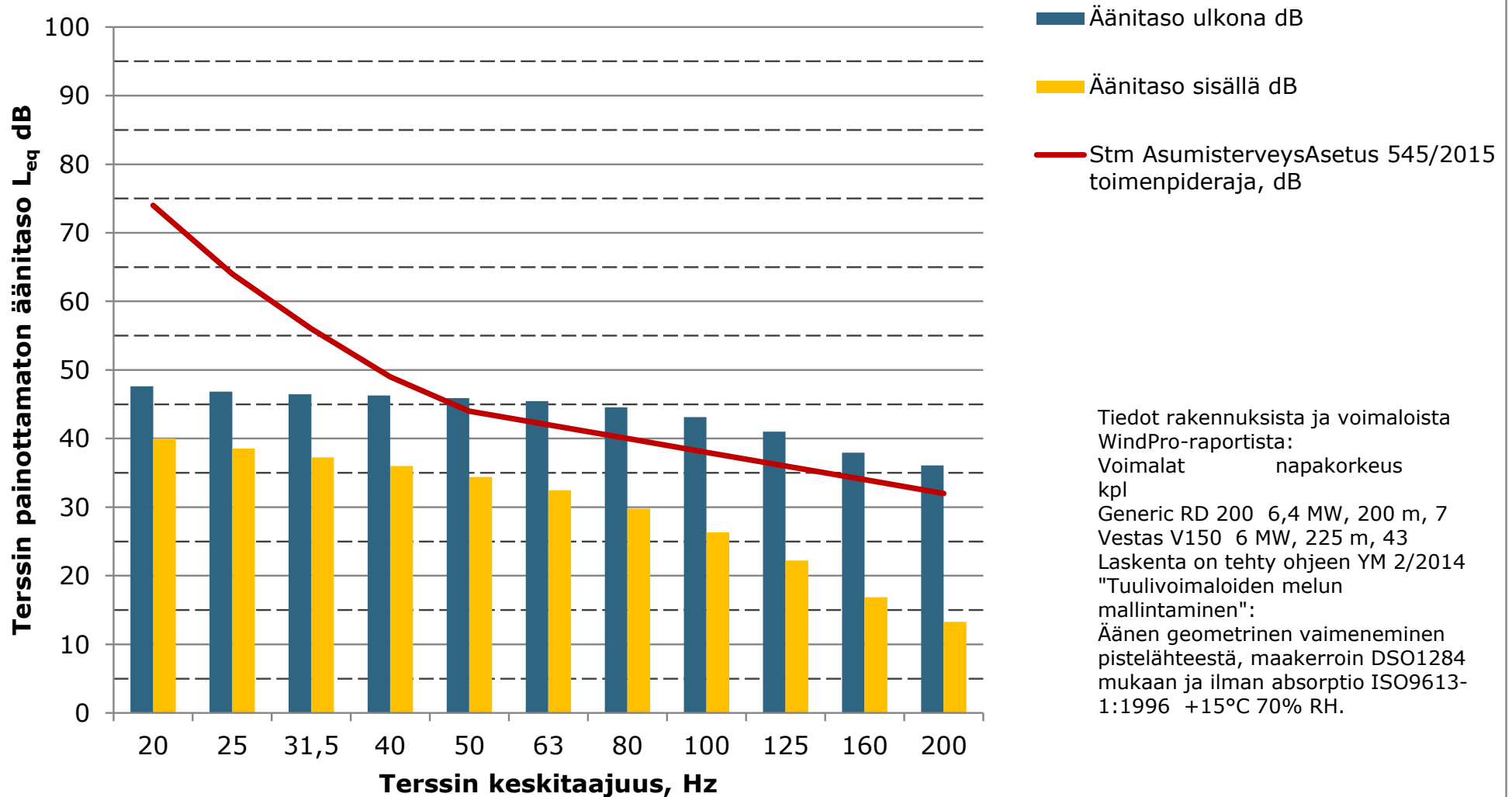


**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus A  
(Dalabackantie 188), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%  
persentiili mukaan**

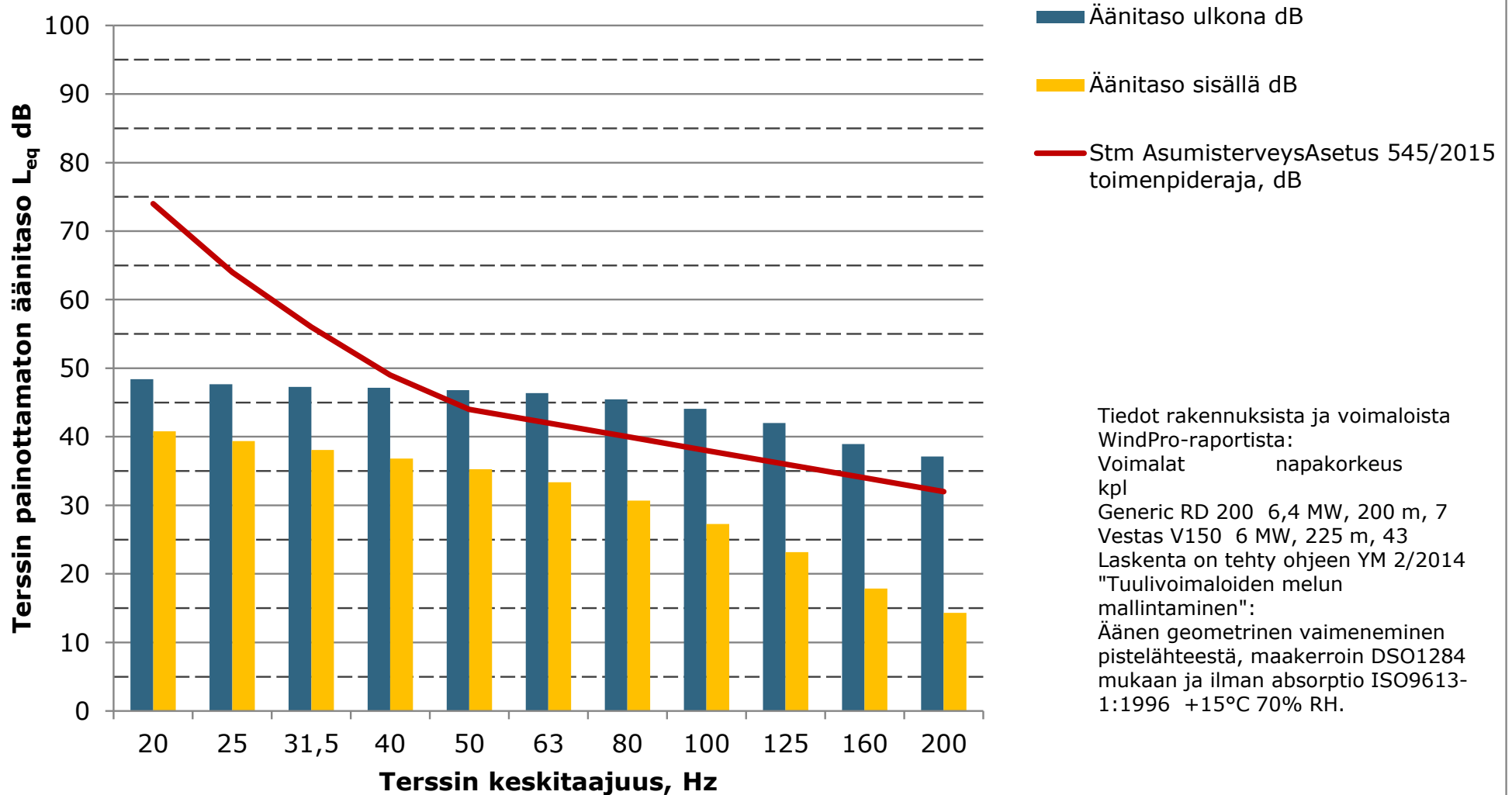




**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus B  
(Dalabackantie 124), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%  
persentiili mukaan**

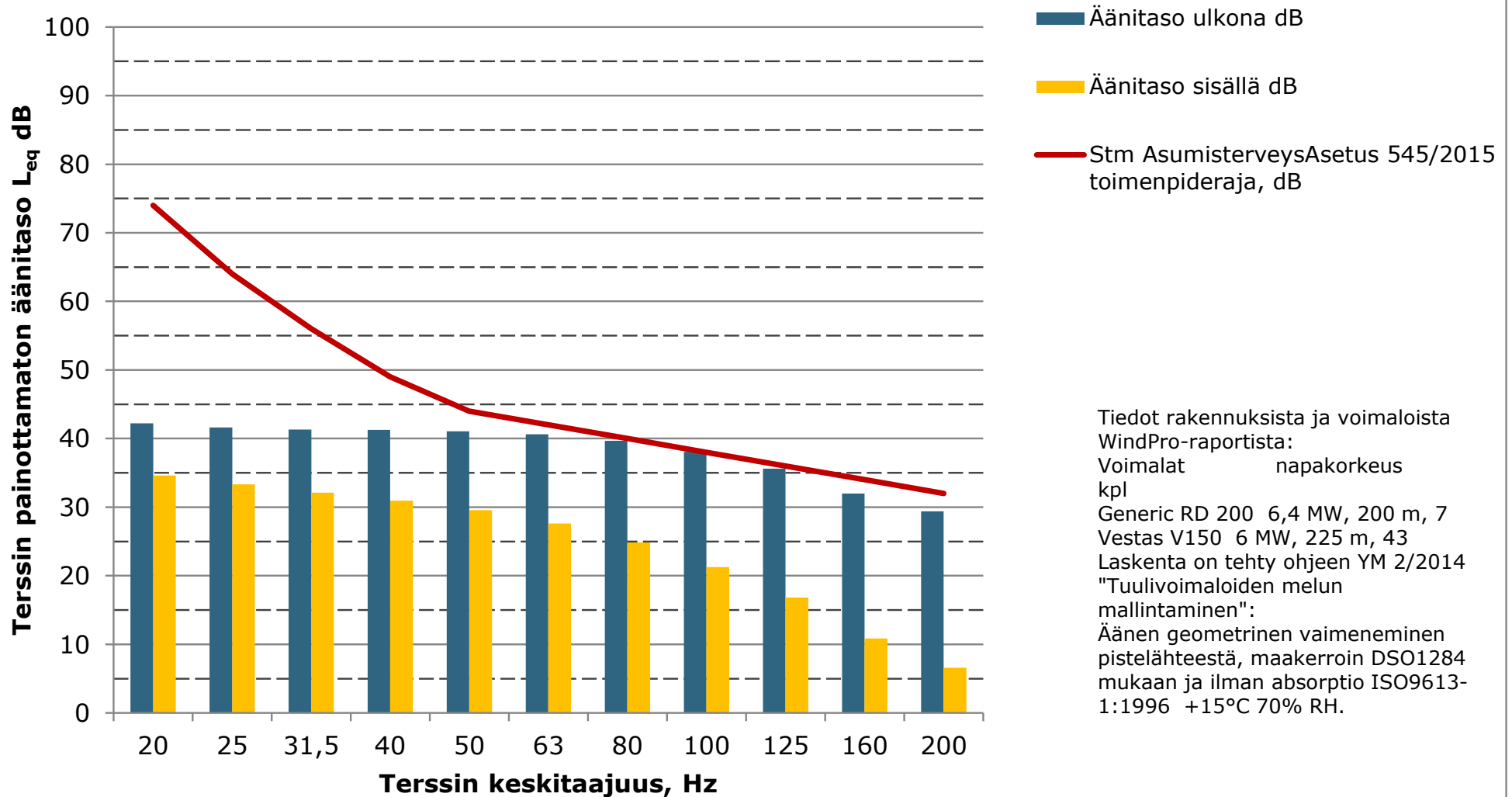


**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus C  
(Uudismaantie 1139), ääneneristävyys Keränen, Hakala, Hongisto 2019, 84%  
persenttiili mukaan**

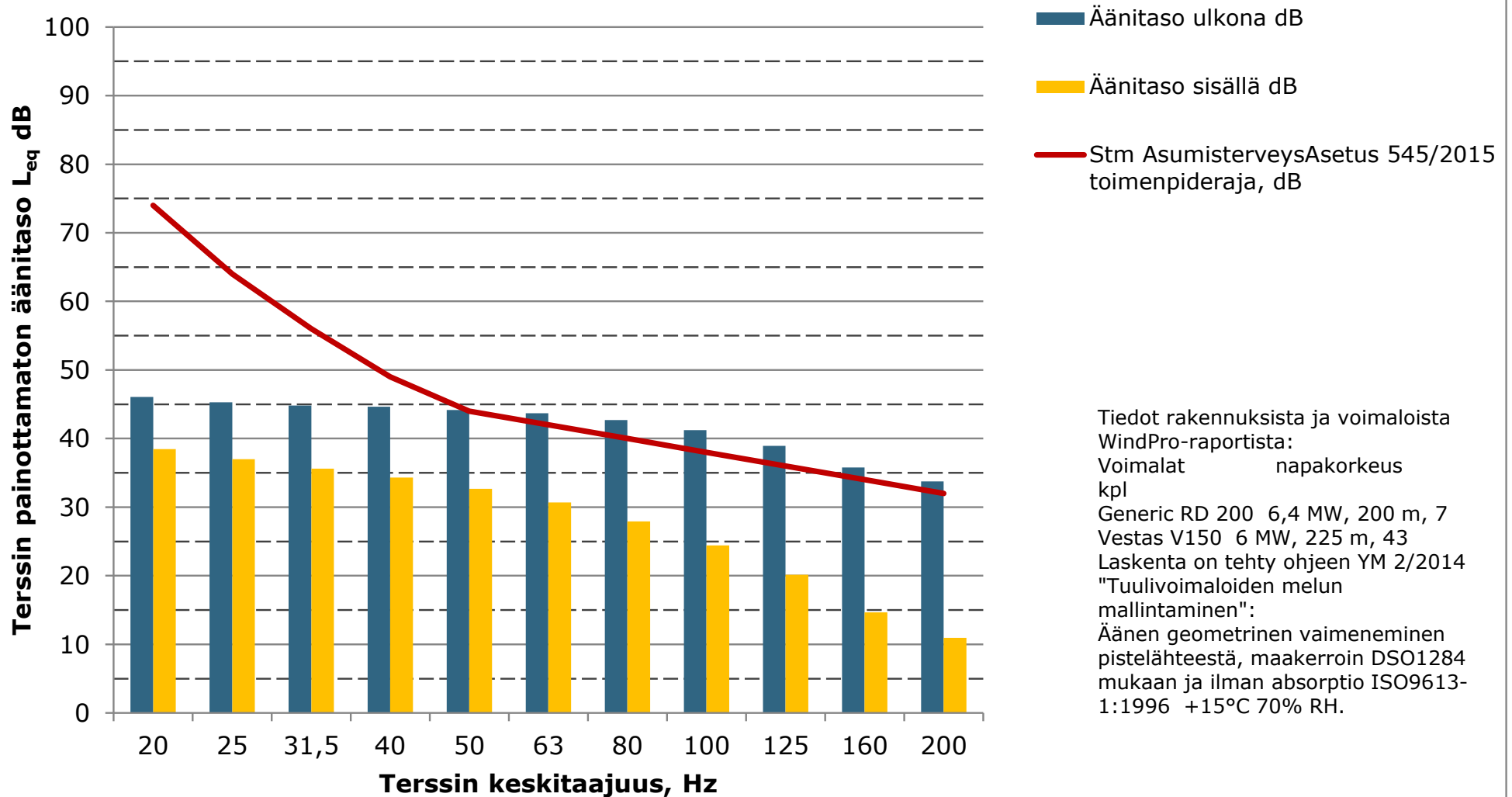


Tiedot rakennuksista ja voimaloista  
WindPro-raportista:  
Voimalat                  napakorkeus  
kpl  
Generic RD 200 6,4 MW, 200 m, 7  
Vestas V150 6 MW, 225 m, 43  
Laskenta on tehty ohjeen YM 2/2014  
"Tuulivoimaloiden melun  
mallintaminen":  
Äänen geometrinen vaimeneminen  
pistelähteestä, maakerroin DSO1284  
mukaan ja ilman absorptio ISO9613-  
1:1996 +15°C 70% RH.

**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus D  
(Svartbackantie 296), ääneneristävyys Keränen, Hakala, Hongisto 2019, 84%  
persentiili mukaan**



**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Lomarakennus E  
(Strandintie), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84% persentiili  
mukaan**



**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus F  
(Korokangantie 334), ääneneristävyys Keränen, Hakala, Hongisto 2019, 84%  
persenttiili mukaan**

