

Oy Lillby Vind Ab

## Kaitsar vindkraftsprojekt

Rapport över skugg- och bullermodellering

27.5.2024

---

## Innehållsförteckning

<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	Skuggmodellering .....	5
2.3	Geodatamaterial.....	6
2.4	Gräns- och riktvärden .....	6
2.4.1	Buller.....	6
2.4.2	Skuggeffekter.....	7
<b>3</b>	<b>BULLERMODELLERINGARNAS RESULTAT</b> .....	<b>8</b>
3.1	Beräkningsresultat för buller ISO 9613-2 .....	8
3.1.1	Med Kaitsar kraftverk Generic RD200-6.4MW .....	8
3.1.2	Beräkningsresultat för sammantaget buller.....	9
3.2	Lågfrekvent buller.....	10
3.2.1	Lågfrekvent buller med kraftverket Generic RD200-6.4MW.....	10
3.2.2	Resultat av modelleringen av sammantaget lågfrekvent buller.....	10
<b>4</b>	<b>RESULTAT AV SKUGGMODELLERINGEN</b> .....	<b>11</b>
4.1	Skuggmodellering ”real case, no forest” .....	11
4.2	Modellering av sammantagna skuggeffekter, ”real case, no forest” .....	12

## Bilagor

**Bilaga 1: Resultat från modelleringen av spridningen av buller (ISO 9613-2, MM 2/2014)**

**Bilaga 2: Resultat från modelleringen av sammantaget buller (ISO 9613-2, MM 2/2014)**

**Bilaga 3: Värden för lågfrekvent buller vid olika byggnader**

**Bilaga 4: Byggnadsspecifika värden för sammantaget lågfrekvent buller**

**Bilaga 5: Skuggmodelleringens resultat real case, no forest**

**Bilaga 6: Resultat av modellering av sammantagna skuggeffekter, Real Case, No Forest**

27.5.2024

# Kaitsar vindkraftsprojekt

## 1 INLEDNING

De buller- och skuggkonsekvenser som det planerade vindkraftsprojektet i Kaitsar orsakar har bedömts genom att utföra modelleringar av de ljudtrycksnivåer och skugg effekter som de totalt 7 vindkraftverken orsakar. Vindkraftverken har en total höjd på 300 meter. Skugg- och bullermodelleringen har gjorts för delgeneralplanen.

De buller- och skuggkonsekvenser som orsakas av vindkraftverken har modellerats med WindPro-programmet baserat på de preliminära kraftverksplatsernas lägen. Syftet med modelleringarna är att påvisa över hur stort område konsekvenserna sträcker sig och hurdana konsekvenser som uppstår för den närliggande bostads- och fritidsbebyggelsen.

Bullermodelleringarna har gjorts av Aarni Nikkola från FCG Finnish Consulting Group Oy. Kvalitetsgranskningen har gjorts av Johanna Harju från FCG Finnish Consulting Group Oy.

## 2 UTGÅNGSUPPGIFTER OCH METODER

### 2.1 Buller

#### 2.1.1 ISO 9613-2

Modelleringsmetoden följer Miljöministeriets anvisningar 2/2014; Modellering av buller från vindkraftverk (Miljöministeriet 2014).

De ljudtrycksnivåer som orsakas genom vindkraftverken har modellerats med WindPRO-beräkningsprogrammet enligt standarden ISO 9613-2, där vindhastigheten var 8 m/s mätt på 10 meters höjd, lufttemperaturen var 15 °C, lufttrycket 101,325 kPa och luftens relativa fuktighet 70 procent. Konsekvenskoefficienten för mark- och vattenytans absorption och reflektion var 0,4 i markområden och 0 i vattenområdet. Beräkningen gjordes 4,0 meter från markytan enligt anvisningarna.

Ljudtrycksnivåerna för vindkraftverken i Kaitsar har modellerats med kraftverk med en navhöjd på 200 meter. Som utgångsuppgift, det vill säga referenskraftverk, användes vindkraftverkstillverkaren Vestas V172-kraftverksmodell. Från denna härleddes 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 och den totala höjden blir således 300 meter.

På navhöjd har den rådande vindhastigheten (när vindhastigheten är 8 m/s på 10 meters höjd) bedömts enligt miljöministeriets anvisningar 4/2014. Som ljudeffektsnivå (LWA) för kraftverket V172 användes 110,1 dB(A). Till de bullerutsläppsvärden som uppgetts av tillverkaren (tabell 1) tillades en 2 dB:s säkerhetsmarginal i enlighet med anvisningarna från miljöministeriet.

Öster om Kaitsar vindkraftsprojekt ligger Purmo vindkraftsprojekt. De närmaste vindkraftverken i Purmoprojektet ligger på drygt fem kilometers avstånd från vindkraftverken i Kaitsarprojektet. Ljudtrycksnivåerna för vindkraftverken i Purmo har modellerats med kraftverkstypen Vestas V150-6.0 MW i enlighet med bilaga 7 (rapport över buller- och skugg effekter) till MKB-beskrivningen för Purmo vindkraftspark. Kraftverkstornet har en höjd på 225 meter, vilket innebär att kraftverkets totala höjd är 300 meter. Kraftverkets utgångsbullernivå är 107,7 dB(A) (tabell 2). Enligt kraftverkstillverkaren

27.5.2024

motsvarar bullernivån för V150-6.0MW ett högre konfidensintervall på 95 % och är enligt tillverkaren garantivärdet för bullret.

Tabell 1. Typuppgifter för vindkraftverken i Kaitsar, Generic RD200-6.4 MW, tillämpat modelleringsprogram och vindkraftverkens ljudeffektsnivåer.

UPPGIFTER OM MODELLERINGSPROGRAMMET							
Modelleringsprogram och version: WindPRO version 3.6.377				Modelleringsmetod: ISO 9613-2			
UPPGIFTER OM VINDKRAFTVERKEN							
Vindkraftverkets tillverkare: Generic				Typ: RD 200 – 6.4 MW		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 KALKYLERINGEN							
Third octave noise emission V172-7.2MW 50/60 Hz Document no 0128-4336_00							
I utgångsbullernivån tillades en säkerhetsmarginal på 2 dB(A), eftersom diametern för kraftverksmodellens rotor har ändrats.							
Oktavvis [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:							



27.5.2024

Smalbandighet/Tonalitet		Impulsartat buller		Amplitudmodulation		Annat, vad:	
Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej

Tabell 2. Modelleringsprogram och ljudeffektsnivåer för vindkraftverken samt bullrets särdrag för Purmo vindkraftsprojekt med kraftverket V150-6,0MW samt bullrets särdrag.

UPPGIFTER OM MODELLERINGSPROGRAMMET							
Modelleringsprogram och version: WindPRO version 3.6.377				Modelleringsmetod: ISO 9613-2			
UPPGIFTER OM VINDKRAFTVERKET (VINDKRAFTVERKEN)							
Vindkraftverkets tillverkare: Vestas				Typ: V150-6.0MW		Serienummer: -	
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, no			
Nej		Nej		Noise mode, utgångsljudnivå		107,7 dB	
AKUSTISKA UPPGIFTER/UTGÅNGSUPPGIFTER FÖR KALKYLERINGEN							
Third octave noise emission DMS no.: 0095-3747_01, Date 2020-11-03							
Enligt kraftverkstillverkaren motsvarar bullernivån för V150-6,0MW ett högre konfidensintervall på 95 % och är enligt tillverkaren garantivärdet för bullret.							
Per oktav [Hz],dB(A)		1/3-oktavvis [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		Amplitudmodulation		Annat, vad:	
Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej

27.5.2024

Tabell 3. Tillämpade modelleringsparametrar vid ISO 9613-2-kalkyler

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 i markområden / 0 i vattenområden		Obs
Atmosfärens stabilitet vid beräkningen/meteorologisk korrigering			
Neutral, (0): Neutral		Annat, vad och varför:	
Beaktande av väderförhållanden; vindriktningar och hastighet som använts vid beräkningen			
Vindens riktning: 0-360°		Vindhastighet: 8 m/s uppmätt på 10 meters höjd	
Riktning för kraftverkets ljud och dämpning			
Fri rymd: ja		Annat, vad och varför:	

Beräkningsresultaten från bullermodelleringarna har åskådliggjorts med hjälp av kartor över medelljudnivåer. På kartorna över medelljudnivåer presenteras kurvor över bullrets medelljudnivå, det vill säga ekvivalensljudnivå (LAeq), med 5 dB:s mellanrum. Resultaten presenteras i bilagorna 1 och 2.

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

I Anojanssi-projektet mättes luftljudisoleringen enligt standarden ISO 16283-3:2016. I projektet valdes 13 småhus och 26 fasadkonstruktioner så att de representerade lätta, tunga, nya och gamla fasadkonstruktioner. Utifrån resultaten härleddes en percentil på 84 % som anger det värde som överstreds i 84 % av de finländska småhus där mätningar gjordes.

27.5.2024

Tabell 4. Närmevärde för ljudnivåskillnad för fasaden till ett finländskt småhus i enlighet med resultaten från Anojanssi-projektet.

f [Hz]	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200
DL <sub>σ</sub> [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 form av en tabell enligt frekvens vid bostads- och fritidsbyggnaderna i projektområdets närhet. Vid granskningen av de sammantagna konsekvenserna av lågfrekvent buller beaktades närliggande vindkraft i Purmo.

## 2.2 Skuggmodellering

Tabell 5. Modelleringsprogram och vindkraftverkens storlek i skuggmodelleringarna för Kaitsar vindkraftsprojekt.

UPPGIFTER OM MODELLERINGSPROGRAMMET			
Modelleringsprogram och version: WindPRO versioner 3.6.377		Modelleringsmetod: ISO 9613-2	
UPPGIFTER OM VINDKRAFTVERKET (VINDKRAFTVERKEN)			
Vindkraftverkets tillverkare: Generic		Typ: Generic RD200xHH200	Serienummer: -
Nominell effekt: -	Navhöjd: 200 m	Rotorns diameter: 200 m	Torntyp: stål/hybrid

I Kaitsarprojektet har vindkraftverkens skuggeffekter modellerats med ett kraftverk med en rotordiameter på 200 meter och en navhöjd på 200 meter. Den totala höjden för kraftverken är då 300 meter. Vid granskning av de sammantagna skuggeffekterna med Purmoprojektet användes kraftverk med en rotordiameter på 200 meter och en navhöjd på 200 meter. Den totala höjden för kraftverken i Purmoprojektet är då 300 meter.

Vindkraftverkens skuggeffekter modellerades med hjälp av WindPRO-programmets Shadow-modul. Modelleringen utgick från den så kallade reella situationen (real case). Vid modelleringen beaktades inte den skyddande effekten från träd. Vid beräkningen beaktas skuggor om solen står över 3 grader ovanför horisonten. Då bladet täcker minst 20 % av solen räknas det som skugga.

Vid beräkningen för skuggningsmodellen beaktades projektområdets höjduppgifter, vindkraftverkens lägen, vindkraftverkens navhöjd och rotordiameter samt projektområdets tidszon. Vid modelleringen beaktades solens läge vid horisonten vid olika klockslag och årstider, molnighet per månad (med andra ord hur mycket solen lyser då den står ovanför horisonten) samt den uppskattade drifttiden för vindkraftverken per år.

Som granskningshöjd för skuggningen på gårdsplanen för bostads- eller fritidsbyggnaderna i närheten användes 1,0 meter. Beräkningsområdets storlek var 5,0 x 5,0 meter. Beräkningsfönstren riktades mot kraftverken i s.k. "greenhouse mode".

27.5.2024

Det genomsnittliga antalet solskenstimmar baserar sig på långvariga uppmätta väderuppgifter 1981–2010 från Umeå väderstation (Meteorologiska institutets rapport 2012:1. Som vindriktning och hastighetsfördelning användes NASAs MERRA-data (Modern Era Retrospective-analysis for Research and Applications) från närheten av projektområdet.

Resultaten från skuggmodelleringen åskådliggörs med hjälp av en karta. Skuggeffektens omfattning (1, 8 och 20 timmar i året) framgår av kartan. I modelleringen har också effekterna för känsliga objekt i omgivningen runt vindkraftsparken räknats ut separat. Vid modelleringen beaktades inte den skyddande effekten från träd.

### 2.3 Geodatamaterial

Höjduppgifterna baserar sig på höjdd modellen i Lantmäteriverkets terrängdatabas. Som interpolationsmetod för höjdläget för objekten användes Windpro TIN-metoden. Byggnadernas användningsändamål har bedömts baserat på Lantmäteriverkets terrängdatabas.

### 2.4 Gräns- och riktvärden

#### 2.4.1 Buller

I Statsrådets förordning (1107/2015) fastställs planeringsvärden för maximalvärdet för medelljudnivåerna dag- och nattetid för vindkraftverk. Om bullret från vindkraftverket innehåller tonala, smalbandiga eller impulsliknande komponenter eller om det är tydligt amplitudmodulerat, bör det enligt anvisningarna läggas till fem decibel till modelleringsresultaten innan de jämförs med riktvärdet. Eftersom riktvärdet redan omfattar de typiska dragen för buller från vindkraftverk, bör de ovan nämnda typiska dragen för ljud vara ovanligt kraftiga för att fem decibels tillägg i ljudstyrkan skulle behöva beaktas i modelleringsresultaten.

*Tabell 6. Riktvärden för buller från vindkraftverk enligt Statsrådets förordning (1107/2015) (Statsrådets förordning 27.8.2015).*

Konsekvensobjekt	Dagtid (7–22)	Nattetid (22–7)
Fast bebyggelse	45 dB	40 dB
Fritidsbebyggelse	45 dB	40 dB
Vårdanstalter	45 dB	40 dB
Läroanstalter	45 dB	—
Rekreationsområden	45 dB	—
Campingområden	45 dB	40 dB
Nationalparker	40 dB	40 dB

I social- och hälsoministeriets förordning (545/2015) fastställs åtgärdsgränser för lågfrekvent buller. Åtgärdsgränserna berör bostadsrum och de har fastställts som icke-frekvensvägda medelljudnivåer under en timme tersvis. Åtgärdsgränserna berör buller nattetid och under dagen tillåts 5 dB högre värden. I miljöministeriets anvisning 4/2012 Planering av vindkraftsutbyggnad hänvisas till dessa riktvärden i fråga om lågfrekvent buller.

*Tabell 7. 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

27.5.2024

---

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

#### 2.4.2 Skuggeffekter

I Finland finns inga allmänna myndighetsbestämmelser om den maximala varaktigheten för skuggning som orsakas av vindkraftverk eller bedömningsgrunder för skuggbildning. I miljöministeriets anvisningar för planering av vindkraftbyggande föreslås att man använder andra länders rekommendationer om begränsning av blänkeffekter (Miljöministeriet 2016).

I flera länder har riktvärden eller rekommendationer för den godkända mängden av skuggeffekter utfärdats. I till exempel Danmark tillämpas högst tio timmar per år som gränsvärde i en verklig situation. I Sverige är motsvarande rekommendation åtta timmar per år och 30 minuter per dag.



27.5.2024

### 3 BULLERMODELLERINGARNAS RESULTAT

#### 3.1 Beräkningsresultat för buller ISO 9613-2

##### 3.1.1 Med Kaitsar kraftverk Generic RD200-6.4MW

Baserat på modelleringarnas beräkningsresultat är bullernivån vid de närmaste bostadsbyggnaderna och fritidsbyggnaderna under 40 dB(A) vid alla beräkningspunkter A–F (Bild 1 och Tabell 8). Se noggrannare beräkningsresultat i bilaga 1.

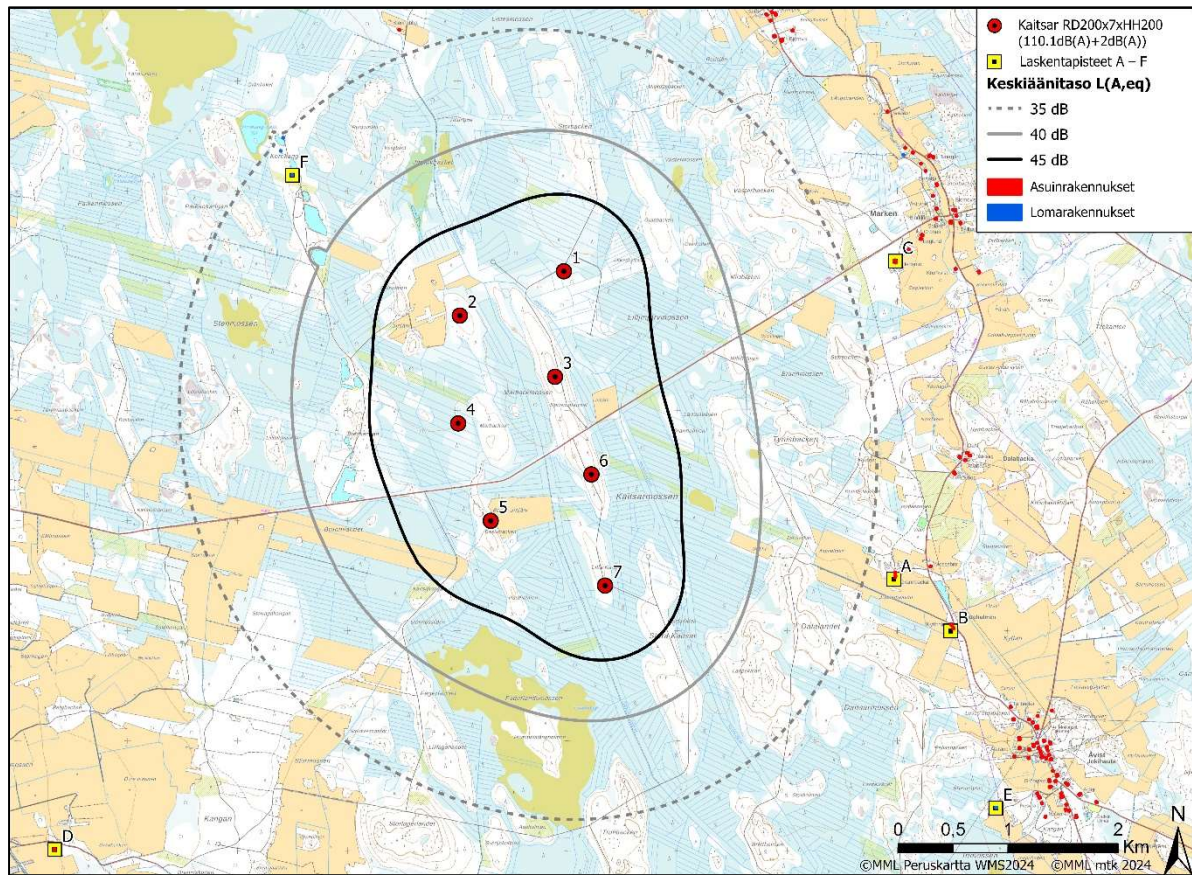


Bild 1. Kalkylerade bullernivåer för vindkraftverken i Kaitsar

Tabell 8. Kalkylerade bullernivåer i omgivningen av Kaitsar vindkraftsprojekt.

Beräkningspunkt	ETRS89-TM35 Öst	ETRS89-TM35 Norr	Z (m)	Beräkningshöjd (m)	Bullernivå dB(A)
Bostadsbyggnad A (Dalabackvägen 188)	292968	7038468	38,1	4,0	33,9
Bostadsbyggnad B (Dalabackvägen 124)	293486	7037997	37,5	4,0	31,6
Bostadsbyggnad C (Nylandsvägen 1 139)	292982	7041360	33,2	4,0	33,2
Bostadsbyggnad D (Svartbackavägen 296)	285337	7036011	27,5	4,0	27,0
Fritidsbyggnad E (Strandvägen)	293895	7036387	45,8	4,0	28,2
Bostadsbyggnad F (~Korokangvägen 334)	287498	7042142	32,5	4,0	36,4



27.5.2024

### 3.1.2 Beräkningsresultat för sammantaget buller

Baserat på modelleringarnas beräkningsresultat är bullernivån vid de närmaste bostadsbyggnaderna och fritidsbyggnaderna under 40 dB(A) vid alla beräkningspunkter A–F (Bild 2 och Tabell 9). I fråga om sammantagna konsekvenser beaktades kraftverken i närliggande Purmo vindkraftsprojekt. Se noggrannare beräkningsresultat i bilaga 2.

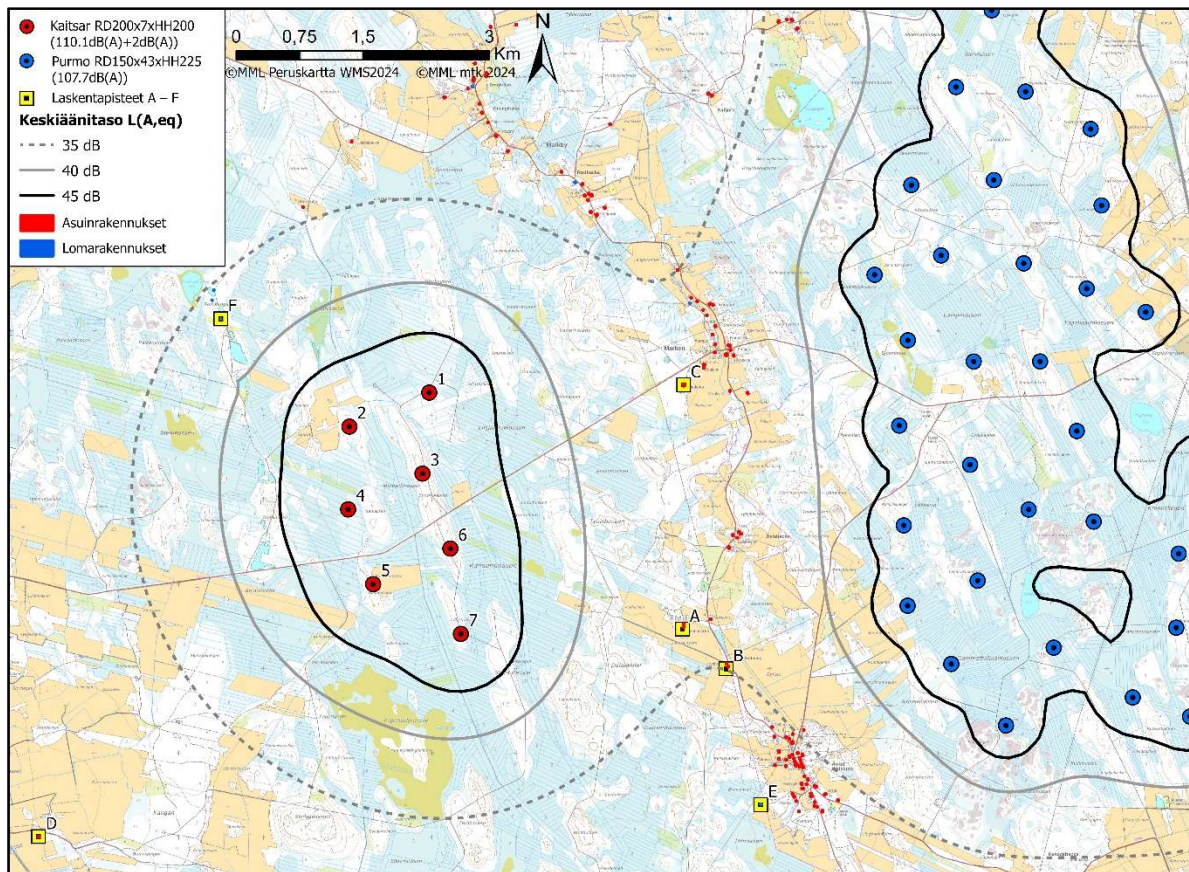


Bild 2. Kalkylerade nivåer av sammantaget buller från vindkraftverken i Kaitsar och Purmo

Tabell 9. Kalkylerade nivåer av sammantaget buller i omgivningen av Kaitsar vindkraftsprojekt.

Beräkningspunkt	ETRS89-TM35 Öst	ETRS89-TM35 Norr	Z (m)	Beräkningshöjd (m)	Bullernivå dB(A)
Bostadsbyggnad A (Dalabackvägen 188)	292968	7038468	38,1	4,0	35,8
Bostadsbyggnad B (Dalabackvägen 124)	293486	7037997	37,5	4,0	35,0
Bostadsbyggnad C (Nylandsvägen 1 139)	292982	7041360	33,2	4,0	36,0
Bostadsbyggnad D (Svartbackavägen 296)	285337	7036011	27,5	4,0	27,4
Fritidsbyggnad E (Strandvägen)	293895	7036387	45,8	4,0	32,5
Bostadsbyggnad F (~Korokangvägen 334)	287498	7042142	32,5	4,0	36,5

27.5.2024

## 3.2 Lågfrekvent buller

### 3.2.1 Lågfrekvent buller med kraftverket Generic RD200-6.4MW

De kalkylerade resultaten av de låga ljud som produceras av vindkraftverk, det vill säga lågfrekvent ljud, har jämförts med åtgärdsgränserna som utfärdats i Social- och hälsovårdsministeriets förordning om boendehälsa (545/2015). Dessa är maximala värden som fastställts för buller nattetid i sovutrymmen. Åtgärdsgränsen har även jämförts med ljudnivån utanför de undersökta byggnaderna.

De kalkylerade resultaten för utrymmen inomhus har fåtts genom att beakta närmevärdet för ytterhöljet till finländska småhus (84 % percentil, Anojanssi 2019). Som en osäkerhetsfaktor vid bedömningen kan emellertid ses att det finns stora individuella skillnader i byggnadernas ljudisolering vid låga frekvenser, och ljudnivån inomhus påverkas väsentligt även av rummets mått och inredning.

Enligt beräkningsresultaten för lågfrekvent buller överskrider bullret inte det riktvärde för buller i utrymmen inomhus som fastställs i förordningen om boendehälsa inte vid något av beräkningsobjekten A–F (tabell 10 och bilaga 3).

*Tabell 10. Modelleringsresultat för lågfrekvent buller vid objekten A–F jämfört med social- och hälsovårdsministeriets åtgärdsgräns.*

Byggnad	Ljudnivå utomhus		Ljudnivå inomhus	
	L eq,1h – Förordningen om boendehälsa inomhus	Hz	L eq,1h – Förordningen om boendehälsa inomhus	Hz
Bostadsbyggnad A (Dalabackvägen 188)	4,4	100	-10,5	63
Bostadsbyggnad B (Dalabackvägen 124)	2,8	100	-12,1	63
Bostadsbyggnad C (Nylandsvägen 1 139)	4,0	100	-10,9	63
Bostadsbyggnad D (Svartbackavägen 296)	-0,5	100	-15,1	63
Fritidsbyggnad E (Strandvägen)	0,3	100	-14,3	63
Bostadsbyggnad F (~Korokangvägen 334)	6,2	125	-8,8	63

### 3.2.2 Resultat av modelleringen av sammantaget lågfrekvent buller

Enligt beräkningsresultaten för lågfrekvent buller överskrider det sammantagna bullret inte det riktvärde för buller i utrymmen inomhus som fastställs i förordningen om boendehälsa inte vid något av beräkningsobjekten A–F (tabell 11 och bilaga 4). I fråga om sammantagna konsekvenser beaktades kraftverken i Purmo vindkraftsprojekt.

*Tabell 11. Modelleringsresultat för sammantaget lågfrekvent buller vid objekten A–F jämfört med social- och hälsovårdsministeriets åtgärdsgräns.*

Byggnad	Ljudnivå utomhus		Ljudnivå inomhus	
	L eq,1h – Förordningen om boendehälsa inomhus	Hz	L eq,1h – Förordningen om boendehälsa inomhus	Hz
Bostadsbyggnad A (Dalabackvägen 188)	6,0	100	-8,8	63
Bostadsbyggnad B (Dalabackvägen 124)	5,2	100	-9,5	63
Bostadsbyggnad C (Nylandsvägen 1 139)	6,1	100	-8,6	63
Bostadsbyggnad D (Svartbackavägen 296)	0,0	100	-14,4	63
Fritidsbyggnad E (Strandvägen)	3,2	100	-11,3	50
Bostadsbyggnad F (~Korokangvägen 334)	6,4	100	-8,5	63



27.5.2024

## 4 RESULTAT AV SKUGGMODELLERINGEN

### 4.1 Skuggmodellering "real case, no forest"

Enligt resultatet av skuggmodelleringen överskrider skuggningen inte riktvärdet på 8 h/a vid beräkningspunkterna A–F (Bild 3 och Tabell 12). Se noggrannare beräkningsresultat i bilaga 5.

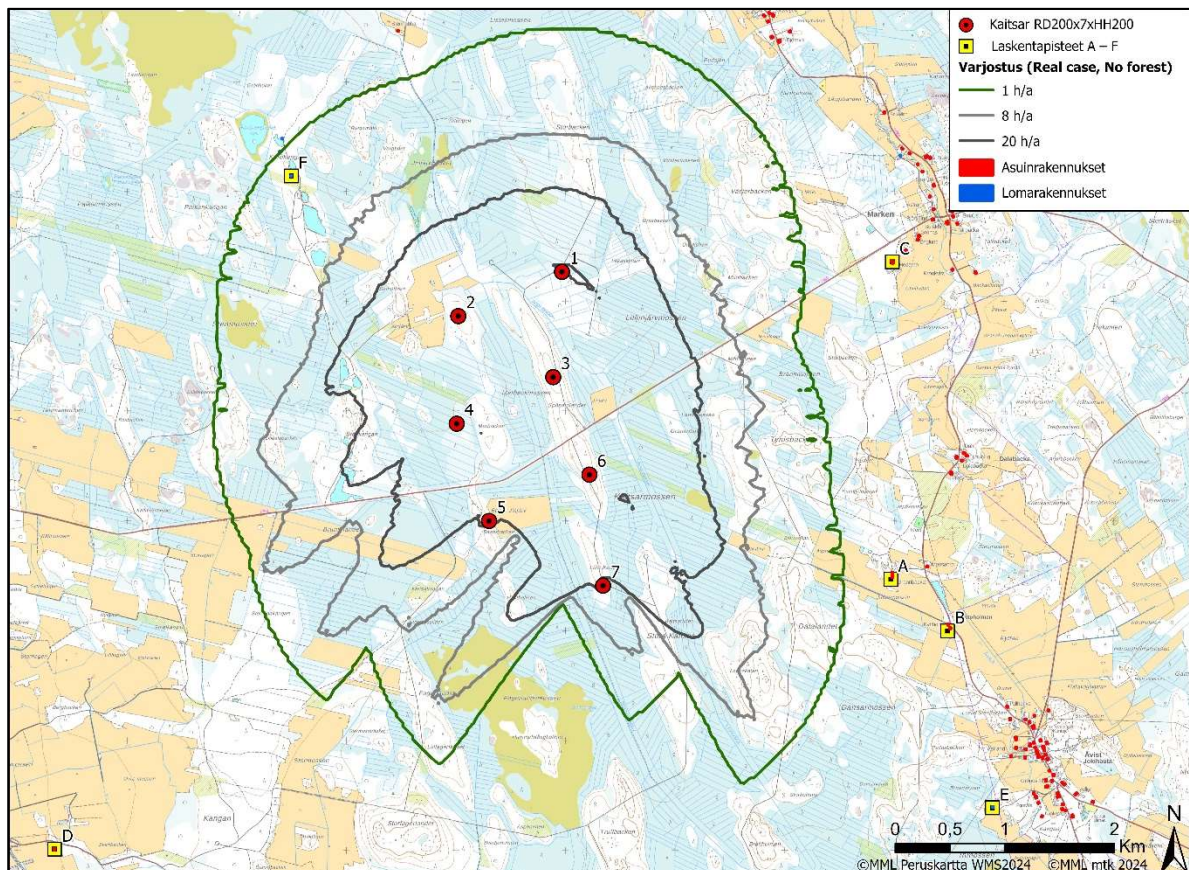


Bild 3. Bullermodelleringens resultat när den skyddande effekten från träd inte beaktas

Tabell 12. De kalkylerade skuggningstimmarna per år i nuläget vid beräkningspunkterna A–F då trädens skyddande effekt inte har beaktats.

Beräkningspunkt	ETRS89-TM35 Öst	ETRS89-TM35 Norr	Z (m)	Beräk- ningsföns- ter (m)	Skuggning (h/a)
Bostadsbyggnad A (Dalabackvägen 188)	292968	7038468	38,1	5x5	0:00
Bostadsbyggnad B (Dalabackvägen 124)	293486	7037997	37,5	5x5	0:00
Bostadsbyggnad C (Nylandsvägen 1 139)	292982	7041360	33,2	5x5	0:00
Bostadsbyggnad D (Svartbackavägen 296)	285337	7036011	27,5	5x5	0:00
Fritidsbyggnad E (Strandvägen)	293895	7036387	45,8	5x5	0:00
Bostadsbyggnad F (~Korokangvägen 334)	287498	7042142	32,5	5x5	2:00



27.5.2024

#### 4.2 Modellering av sammantagna skuggeffekter, "real case, no forest"

Enligt skuggmodelleringens resultat överskrider skuggningen inte riktvärdet på 8 ha/a vid beräkningspunkterna A–F, när kraftverken i Purmo beaktas i modelleringen utöver Kaitsar vindkraftsprojekt (Bild 4 och Tabell 13). Se noggrannare beräkningsresultat i bilaga 6.

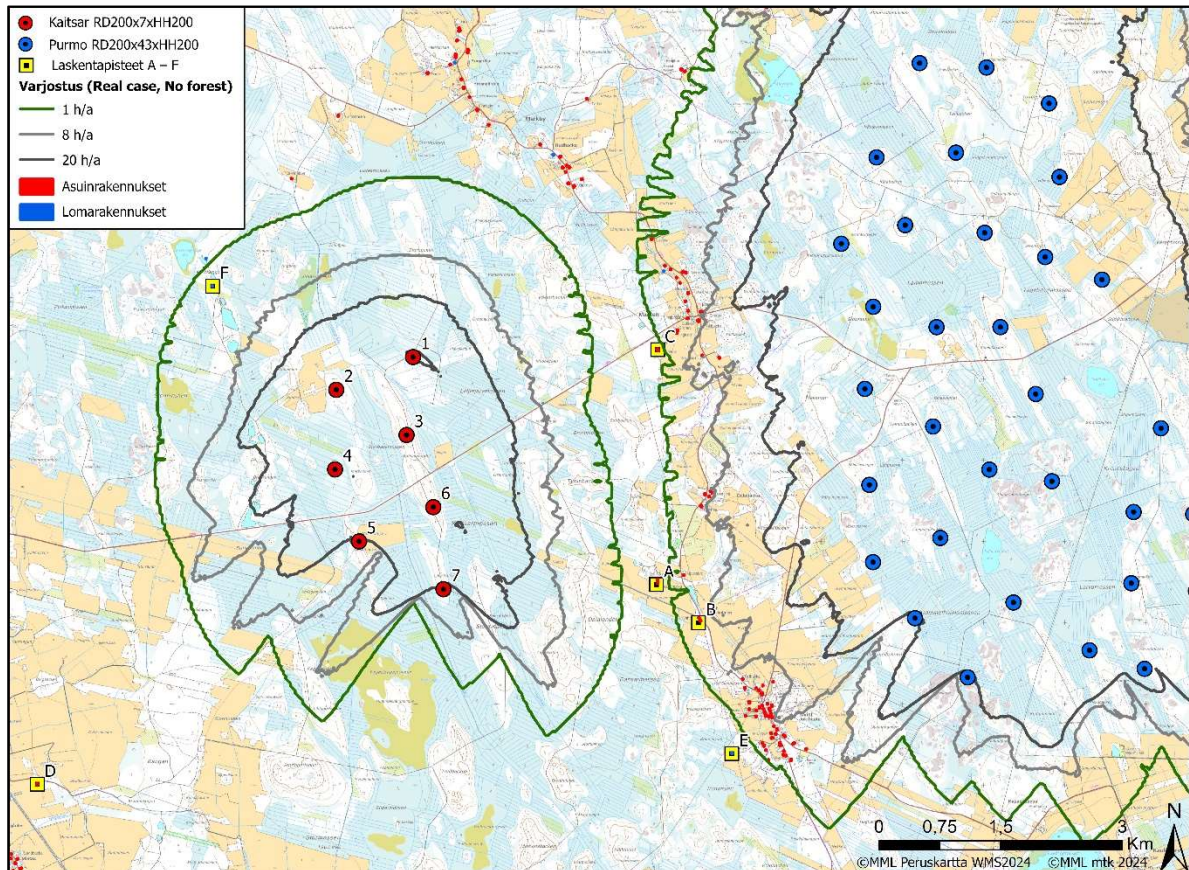


Bild 4. Resultat av modelleringen av sammantagna skuggeffekter när den skyddande effekten från träd inte beaktas

Tabell 13. De kalkylerade skuggningstimmarna per år i nuläget vid beräkningspunkterna A–F då trädens skyddande effekt inte har beaktats.

Beräkningspunkt	ETRS89-TM35 Öst	ETRS89-TM35 Norr	Z (m)	Beräk- ningsföns- ter (m)	Skuggning (h/a)
Bostadsbyggnad A (Dalabackvägen 188)	292968	7038468	38,1	5x5	0:00
Bostadsbyggnad B (Dalabackvägen 124)	293486	7037997	37,5	5x5	1:59
Bostadsbyggnad C (Nylandsvägen 1 139)	292982	7041360	33,2	5x5	0:00
Bostadsbyggnad D (Svartbackavägen 296)	285337	7036011	27,5	5x5	0:00
Fritidsbyggnad E (Strandvägen)	293895	7036387	45,8	5x5	0:00
Bostadsbyggnad F (~Korokangvägen 334)	287498	7042142	32,5	5x5	2:00

27.5.2024

---

**FCG Finnish Consulting Group Oy**

Aarni Nikkola, ing. YH

Utarbetad av

Johanna Harju, ing. YH

Granskad av

27.5.2024

---

**Bilaga 1: Resultat från modelleringen av spridningen av buller (ISO 9613-2, YM 2/2014)**

## DECIBEL - Main Result

Calculation: Kaitsar\_7xRD200xHH200\_21\_5\_2024

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, CO:

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:

Ignore pure tones setting on WTG

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.:

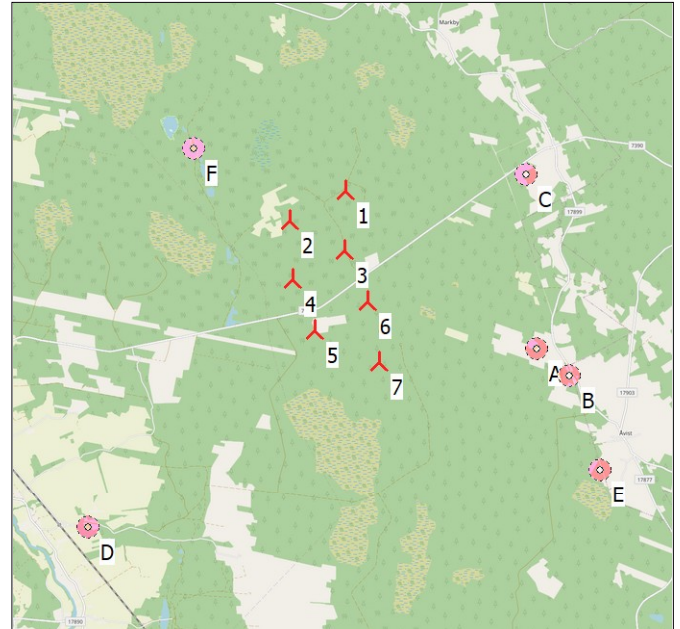
0,0 dB(A)

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

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	289 968	7 041 268	30,0	Generic RD200 HH200 64...	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER V172 - 7,2 MW No STE PO7200-0S	8,0	112,1	
2	289 021	7 040 865	32,5	Generic RD200 HH200 64...	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER V172 - 7,2 MW No STE PO7200-0S	8,0	112,1	
3	289 887	7 040 309	35,0	Generic RD200 HH200 64...	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER V172 - 7,2 MW No STE PO7200-0S	8,0	112,1	
4	289 007	7 039 885	32,8	Generic RD200 HH200 64...	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER V172 - 7,2 MW No STE PO7200-0S	8,0	112,1	
5	289 302	7 038 999	32,6	Generic RD200 HH200 64...	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER V172 - 7,2 MW No STE PO7200-0S	8,0	112,1	
6	290 218	7 039 421	36,0	Generic RD200 HH200 64...	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER V172 - 7,2 MW No STE PO7200-0S	8,0	112,1	
7	290 342	7 038 411	32,5	Generic RD200 HH200 64...	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER V172 - 7,2 MW No STE PO7200-0S	8,0	112,1	



## Calculation Results

### Sound level

Noise sensitive area

No.	Name	East	North	Z	Immission height [m]	Demands Noise [dB(A)]	Sound level From WTGs [dB(A)]	Distance to noise demand [m]	Demands fulfilled? Noise
A	Asuinrakennus A (Dalabackantie 188)	292 968	7 038 468	38,1	4,0	40,0	33,9	1 261	Yes
B	Asuinrakennus B (Dalabackantie 124)	293 486	7 037 997	37,5	4,0	40,0	31,6	1 858	Yes
C	Asuinrakennus C (Uudismaantie 1139)	292 982	7 041 360	33,2	4,0	40,0	33,2	1 534	Yes
D	Asuinrakennus D (Svartbackantie 296)	285 337	7 036 011	27,5	4,0	40,0	27,0	3 563	Yes
E	Lomarakennus E (Strandintie)	293 895	7 036 387	45,8	4,0	40,0	28,2	2 857	Yes
F	Lomarakennus F (~Korokangantie 334)	287 498	7 042 142	32,5	4,0	40,0	36,4	651	Yes

### Distances (m)

WTG	A	B	C	D	E	F
1	4103	4802	3015	7003	6263	2618
2	4616	5304	3990	6091	6616	1987
3	3587	4275	3267	6256	5605	3010
4	4206	4858	4238	5334	6009	2714
5	3703	4300	4370	4963	5282	3622
6	2910	3563	3375	5951	4766	3845
7	2626	3169	3956	5548	4087	4690

Project:  
Kaitsar

Licensed user:  
FCG Finnish Consulting Group Oy  
Osmontie 34, PO Box 950  
FI-00601 Helsinki  
+358104095666  
Aarni Nikkola / aarni.nikkola@fcg.fi  
Calculated:  
24.5.2024 12.25/3.6.377

## DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Kaitsar\_7xRD200xHH200\_21\_5\_2024

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: Vesistö

Area type with hard ground: Vesialueet

Ground factor for hard ground: 0,0

Meteorological coefficient, CO:

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:

Ignore pure tones setting on WTG

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: V172 - 7,2 MW No STE PO7200-0S

Source Source/Date Creator Edited

Vestas 30.6.2022 USER 24.5.2024 11.04

DMS no.: 0128-4336\_00

Status	Hub height [m]	Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]	Pure tones	Octave data								
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
					[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
From Windcat	200,0	8,0	112,1	No	93,5	102,2	106,1	107,0	105,7	101,3	93,6	82,8	

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

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

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



Project:  
Kaitsar

Licensed user:  
FCG Finnish Consulting Group Oy  
Osmontie 34, PO Box 950  
FI-00601 Helsinki  
+358104095666  
Aarni Nikkola / aarni.nikkola@fcg.fi  
Calculated:  
24.5.2024 12.25/3.6.377

## DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Kaitsar\_7xRD200xHH200\_21\_5\_2024

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

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

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

Predefined calculation standard:

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

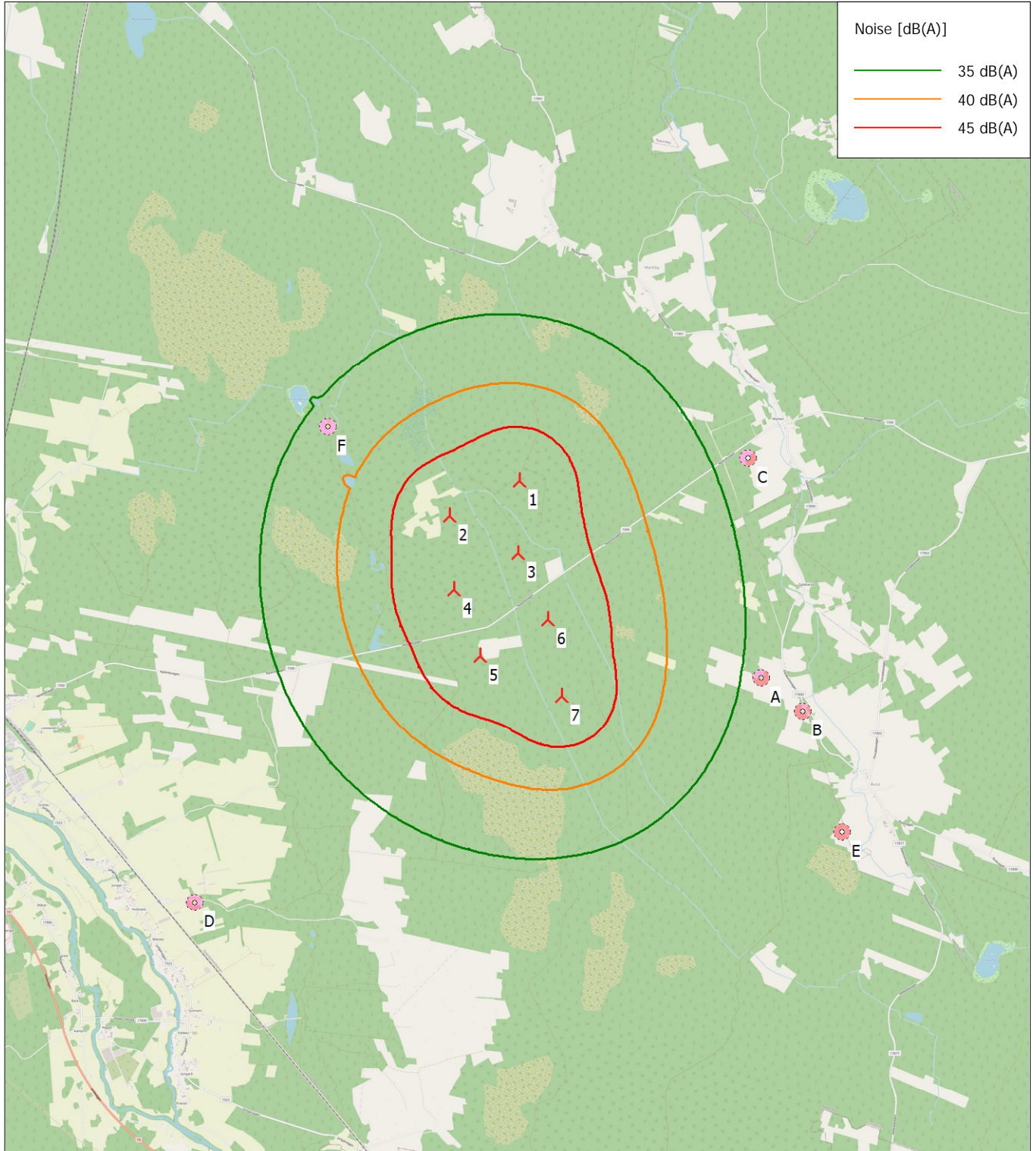
Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

## DECIBEL - Map 8,0 m/s

Calculation: Kaitsar\_7xRD200xHH200\_21\_5\_2024



0 1 2 3 4 km

Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:75 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 289 616 North: 7 039 839

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



27.5.2024

---

**Bilaga 2: Resultat från modelleringen av sammantaget buller (ISO 9613-2, YM 2/2014)**

## DECIBEL - Main Result

Calculation: Kaitsars\_7xRD200xHH200\_21\_5\_2024+Purmo

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: Vestistöt

Area type with hard ground: Vesialueet

Ground factor for hard ground: 0,0

Meteorological coefficient, CO:

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:

Ignore pure tones setting on WTG

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

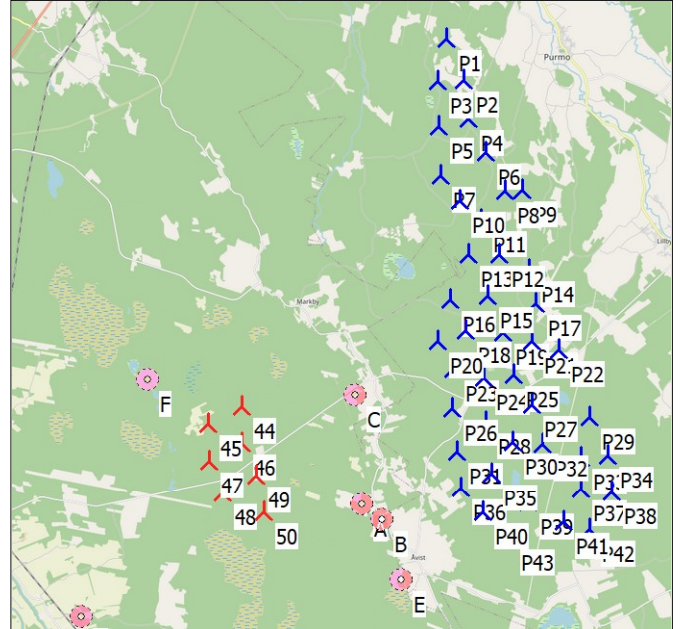
restrictive, positive is less restrictive.:

0,0 dB(A)

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTGs



	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Noise data			Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]		
					Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]			Creator	Name
44	289 968	7 041 268	30,0	Generic RD200 HH200 6400 2...Yes	Generic	RD200	HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER	V172 - 7,2 MW No STE PO7200-0S	8,0	112,1
45	289 021	7 040 865	32,5	Generic RD200 HH200 6400 2...Yes	Generic	RD200	HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER	V172 - 7,2 MW No STE PO7200-0S	8,0	112,1
46	289 887	7 040 309	35,0	Generic RD200 HH200 6400 2...Yes	Generic	RD200	HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER	V172 - 7,2 MW No STE PO7200-0S	8,0	112,1
47	289 007	7 039 885	32,8	Generic RD200 HH200 6400 2...Yes	Generic	RD200	HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER	V172 - 7,2 MW No STE PO7200-0S	8,0	112,1
48	289 302	7 038 999	32,6	Generic RD200 HH200 6400 2...Yes	Generic	RD200	HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER	V172 - 7,2 MW No STE PO7200-0S	8,0	112,1
49	290 218	7 039 421	36,0	Generic RD200 HH200 6400 2...Yes	Generic	RD200	HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER	V172 - 7,2 MW No STE PO7200-0S	8,0	112,1
50	290 342	7 038 411	32,5	Generic RD200 HH200 6400 2...Yes	Generic	RD200	HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	USER	V172 - 7,2 MW No STE PO7200-0S	8,0	112,1
P10	296 015	7 050 633	25,0	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P11	296 092	7 046 333	36,3	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P12	296 633	7 045 796	35,0	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P13	297 035	7 044 832	37,2	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P14	296 211	7 044 887	36,9	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P15	297 806	7 044 390	40,6	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P16	296 659	7 043 785	40,0	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P17	295 680	7 043 726	37,7	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P18	297 935	7 043 485	36,3	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P19	296 033	7 042 892	40,0	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P20	297 013	7 042 798	42,5	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P21	296 402	7 049 512	28,3	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P22	295 245	7 042 663	37,1	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P23	297 759	7 042 500	40,9	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P24	298 459	7 042 222	42,5	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P25	295 639	7 041 888	35,0	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P26	296 420	7 041 636	37,3	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P27	297 207	7 041 637	45,0	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P28	295 536	7 040 877	38,3	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P29	297 642	7 040 813	45,0	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P30	296 377	7 040 414	45,4	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P31	299 185	7 040 392	48,4	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P32	295 688	7 049 533	25,8	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P33	297 071	7 039 883	46,8	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P34	295 591	7 039 695	42,5	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P35	297 841	7 039 740	47,5	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P36	298 849	7 039 361	49,5	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P37	299 581	7 039 334	54,3	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P38	296 466	7 039 042	47,5	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P39	295 636	7 038 744	41,4	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P40	298 820	7 038 484	52,5	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P41	299 616	7 038 389	54,4	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P42	297 367	7 038 247	47,5	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P43	296 468	7 048 488	31,2	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P44	296 153	7 038 054	45,0	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P45	298 305	7 037 658	51,0	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P46	298 984	7 037 431	54,8	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P47	296 802	7 037 326	47,5	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P48	295 661	7 048 308	32,5	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P49	296 860	7 047 573	35,0	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P50	295 626	7 047 011	32,2	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P51	297 281	7 046 511	32,7	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	
P52	297 768	7 046 509	36,2	VESTAS V150-6.0 6000 150.0...Yes	VESTAS	V150-6.0-6 000	6 000	150,0	225,0	USER	Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020	8,0	107,7	

## Calculation Results

## DECIBEL - Main Result

Calculation: Kaitsar\_7xRD200xHH200\_21\_5\_2024+Purmo  
Sound level

Noise sensitive area		East	North	Z	Immission height	Demands Noise	Sound level From WTGs	Distance to noise demand	Demands fulfilled ?	
No.	Name				[m]	[dB(A)]	[dB(A)]	[m]	Noise	
A	Asuinrakennus A (Dalabackantie 188)	292 968	7 038 468	38,1		4,0	40,0	35,8	1 214	Yes
B	Asuinrakennus B (Dalabackantie 124)	293 486	7 037 997	37,5		4,0	40,0	35,0	1 366	Yes
C	Asuinrakennus C (Uudismaantie 1139)	292 982	7 041 360	33,2		4,0	40,0	36,0	1 477	Yes
D	Asuinrakennus D (Svartbackantie 296)	285 337	7 036 011	27,5		4,0	40,0	27,4	3 553	Yes
E	Lomarakennus E (Strandintie)	293 895	7 036 387	45,8		4,0	40,0	32,5	1 866	Yes
F	Lomarakennus F (~Korokangantie 334)	287 498	7 042 142	32,5		4,0	40,0	36,5	642	Yes

### Distances (m)

WTG	A	B	C	D	E	F
44	4103	4802	3015	7003	6263	2618
45	4616	5304	3990	6091	6616	1987
46	3587	4275	3267	6256	5605	3010
47	4206	4858	4238	5334	6009	2714
48	3703	4300	4370	4963	5282	3622
49	2910	3563	3375	5951	4766	3845
50	2626	3169	3956	5548	4087	4690
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
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

Project:  
Kaitsar

Licensed user:  
FCG Finnish Consulting Group Oy  
Osmontie 34, PO Box 950  
FI-00601 Helsinki  
+358104095666  
Aarni Nikkola / aarni.nikkola@fcg.fi  
Calculated:  
24.5.2024 11.17/3.6.377

## DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Kaitsar\_7xRD200xHH200\_21\_5\_2024+Purmo

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: Vesistö

Area type with hard ground: Vesialueet

Ground factor for hard ground: 0,0

Meteorological coefficient, CO:

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:

Ignore pure tones setting on WTG

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: VESTAS V150-6.0 6000 150.0 !O!

Noise: Level 0 - Measured - Mode PO6000-0S - 11-2020

Source Source/Date Creator Edited

Manufacturer 3.11.2020 USER 24.5.2024 10.27

Blades without serrated trailing edge.

Document nr. 0095-3747\_01

Status	Hub height [m]	Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]	Pure tones	Octave data							
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
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

WTG: Generic RD200 HH200 6400 200.0 !O!

Noise: V172 - 7,2 MW No STE PO7200-0S

Source Source/Date Creator Edited

Vestas 30.6.2022 USER 24.5.2024 11.04

DMS no.: 0128-4336\_00

Status	Hub height [m]	Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]	Pure tones	Octave data							
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
From Windcat	200,0	8,0	112,1	No	93,5	102,2	106,1	107,0	105,7	101,3	93,6	82,8

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

Project:  
Kaitsar

Licensed user:  
FCG Finnish Consulting Group Oy  
Osmontie 34, PO Box 950  
FI-00601 Helsinki  
+358104095666  
Aarni Nikkola / aarni.nikkola@fcg.fi  
Calculated:  
24.5.2024 11.17/3.6.377

## DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Kaitsar\_7xRD200xHH200\_21\_5\_2024+Purmo  
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

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

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

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

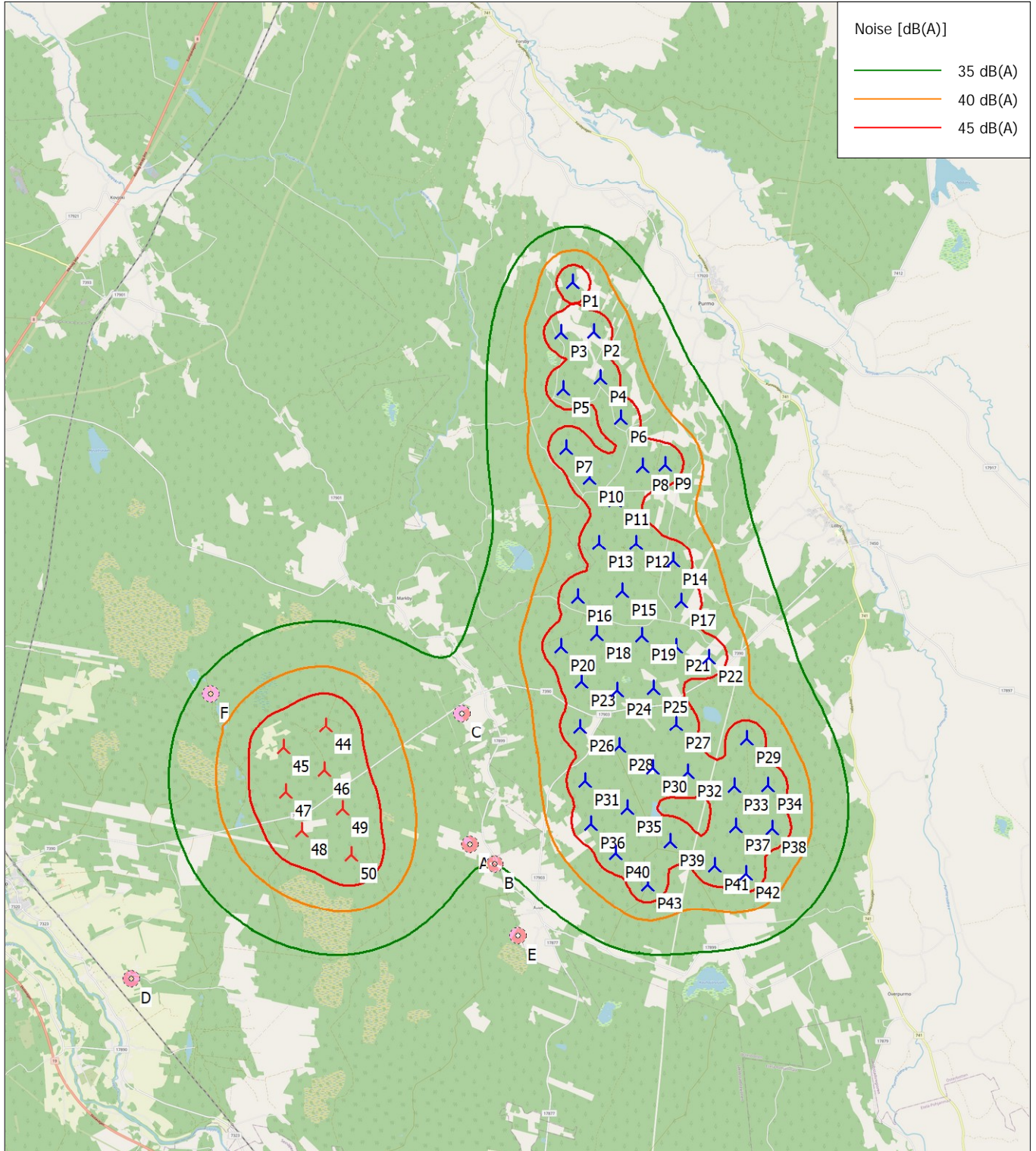
Noise sensitive area: F Lomarakennus F (~Korokangantie 334)  
Predefined calculation standard:  
Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model  
Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)  
No distance demand



## DECIBEL - Map 8,0 m/s

Calculation: Kaitsar\_7xRD200xHH200\_21\_5\_2024+Purmo



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

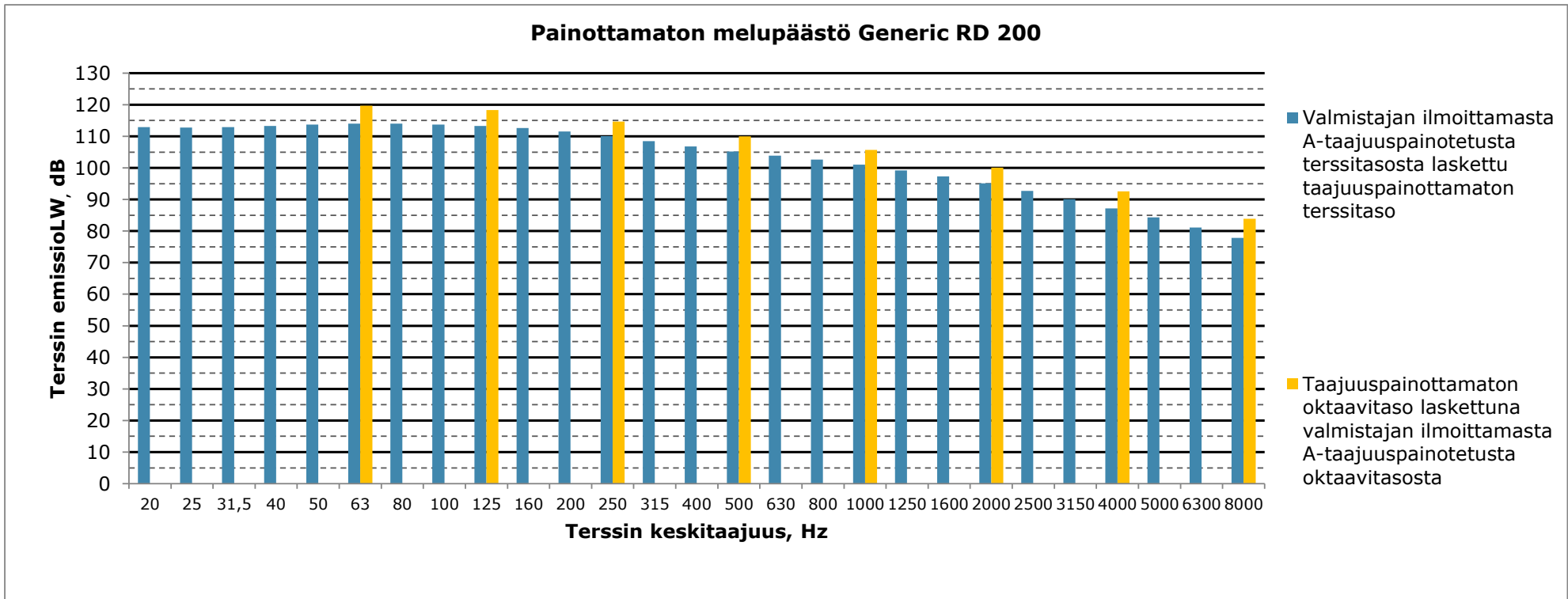
Noise sensitive area

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

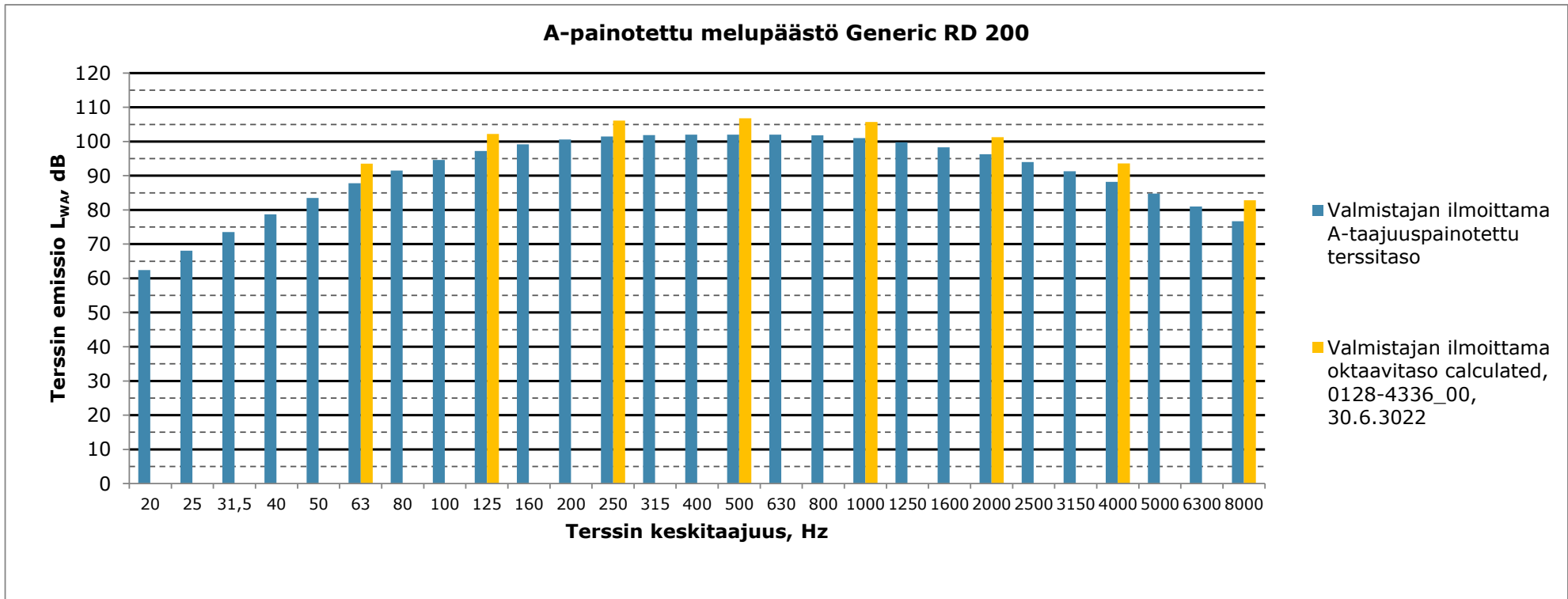
27.5.2024

---

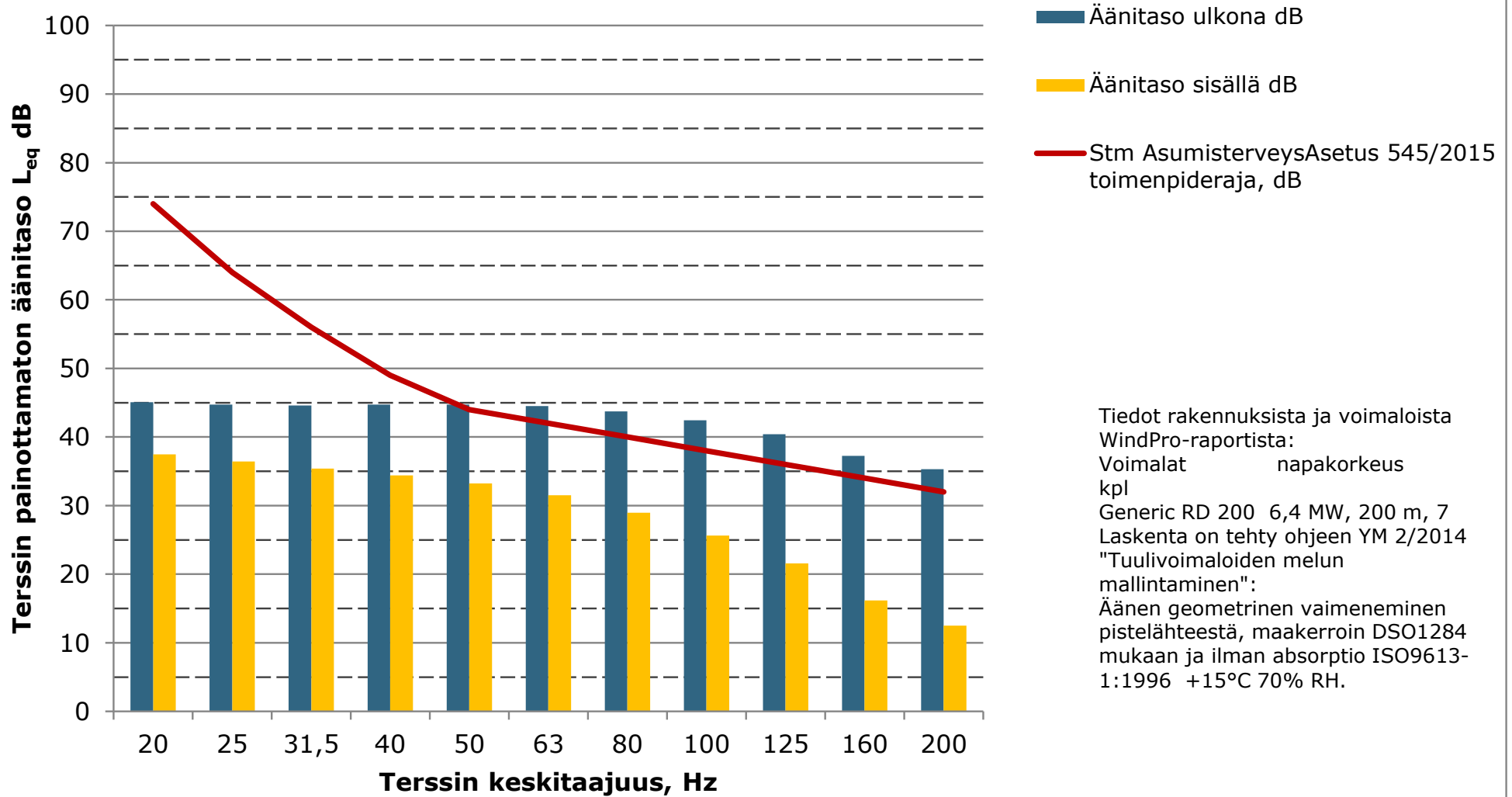
**Bilaga 3: Värden för lågfrekvent buller vid olika byggnader**



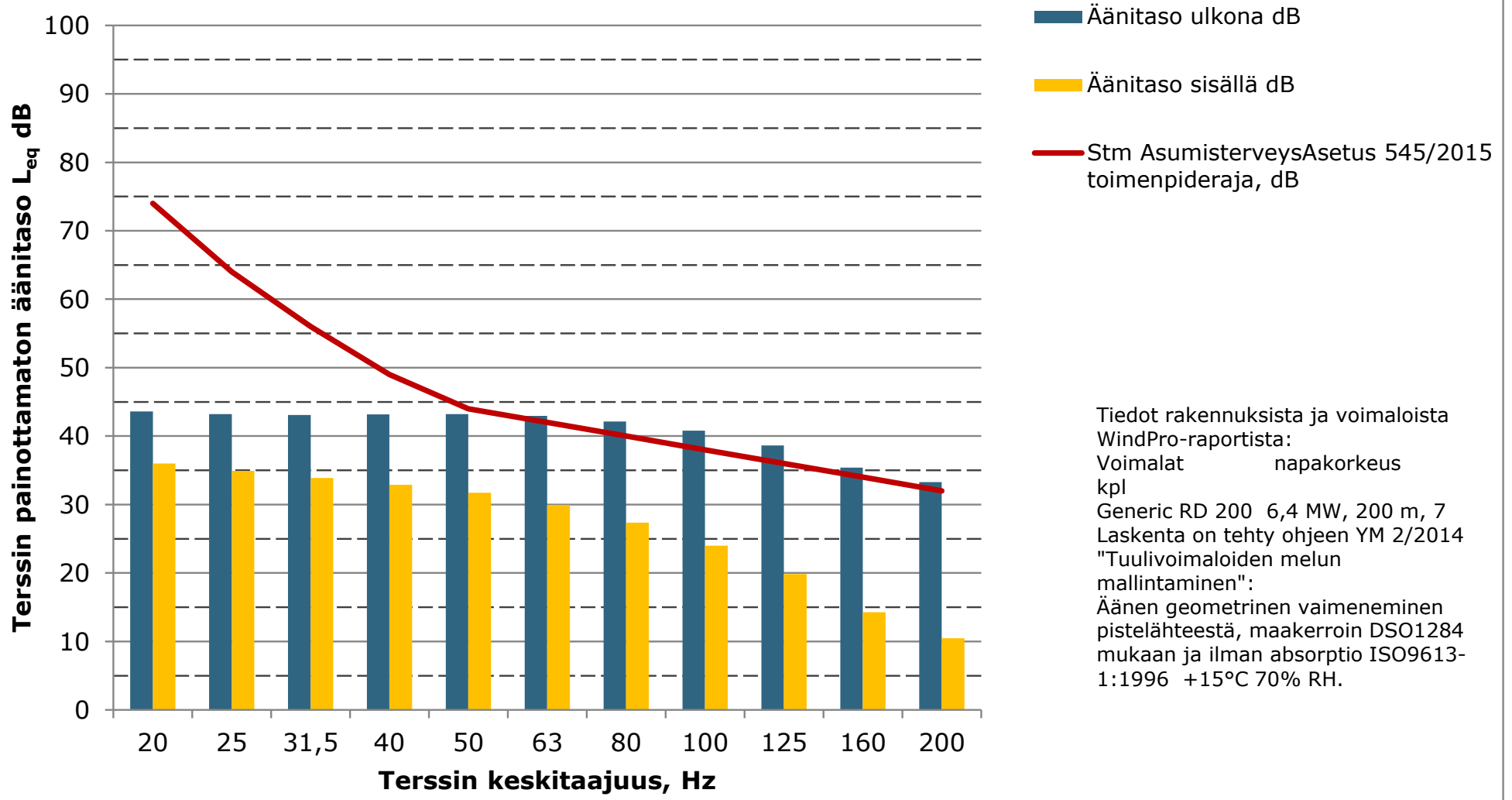




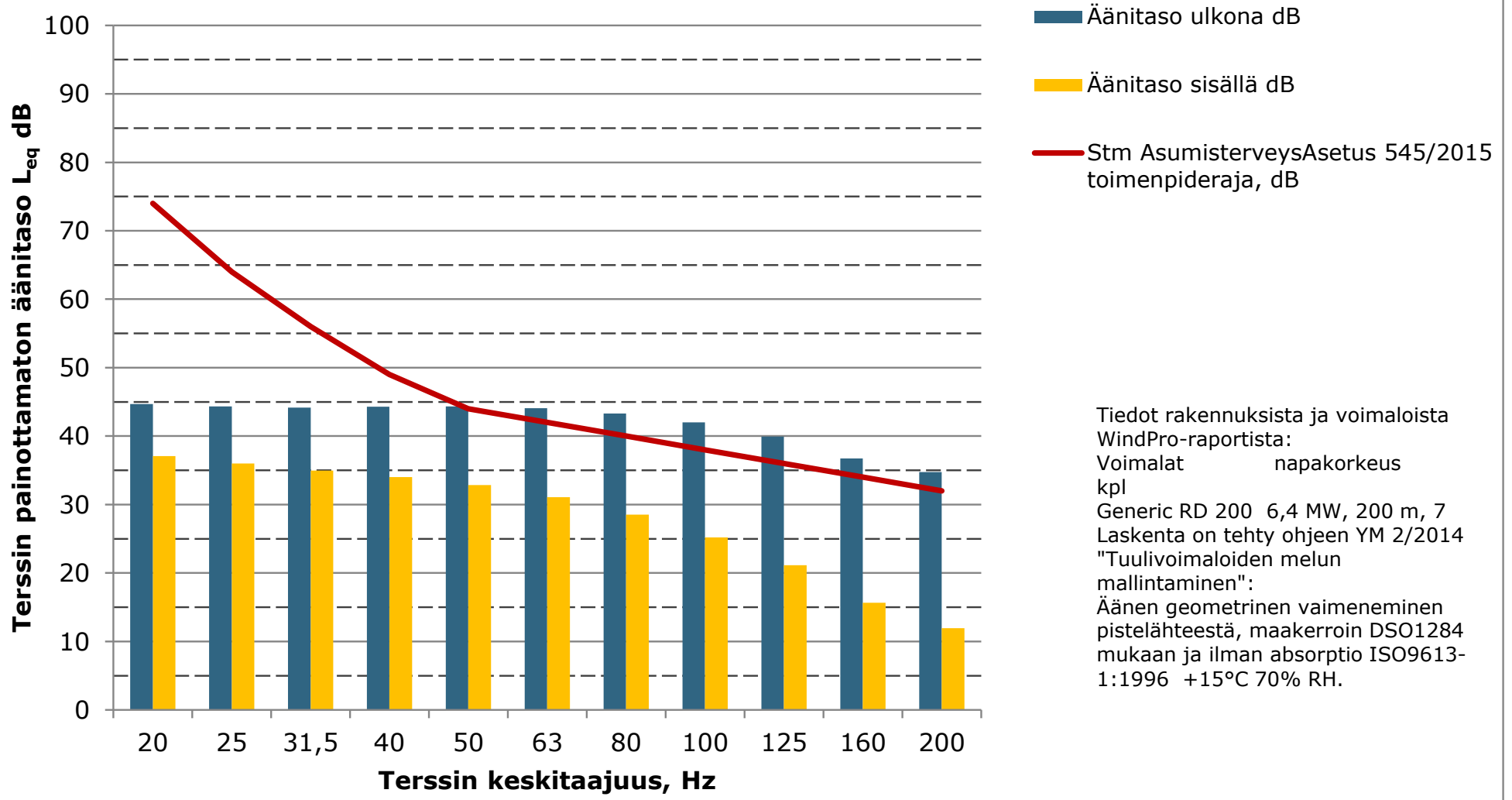
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus A  
(Dalabackantie 188), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%  
persentiili mukaan**



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

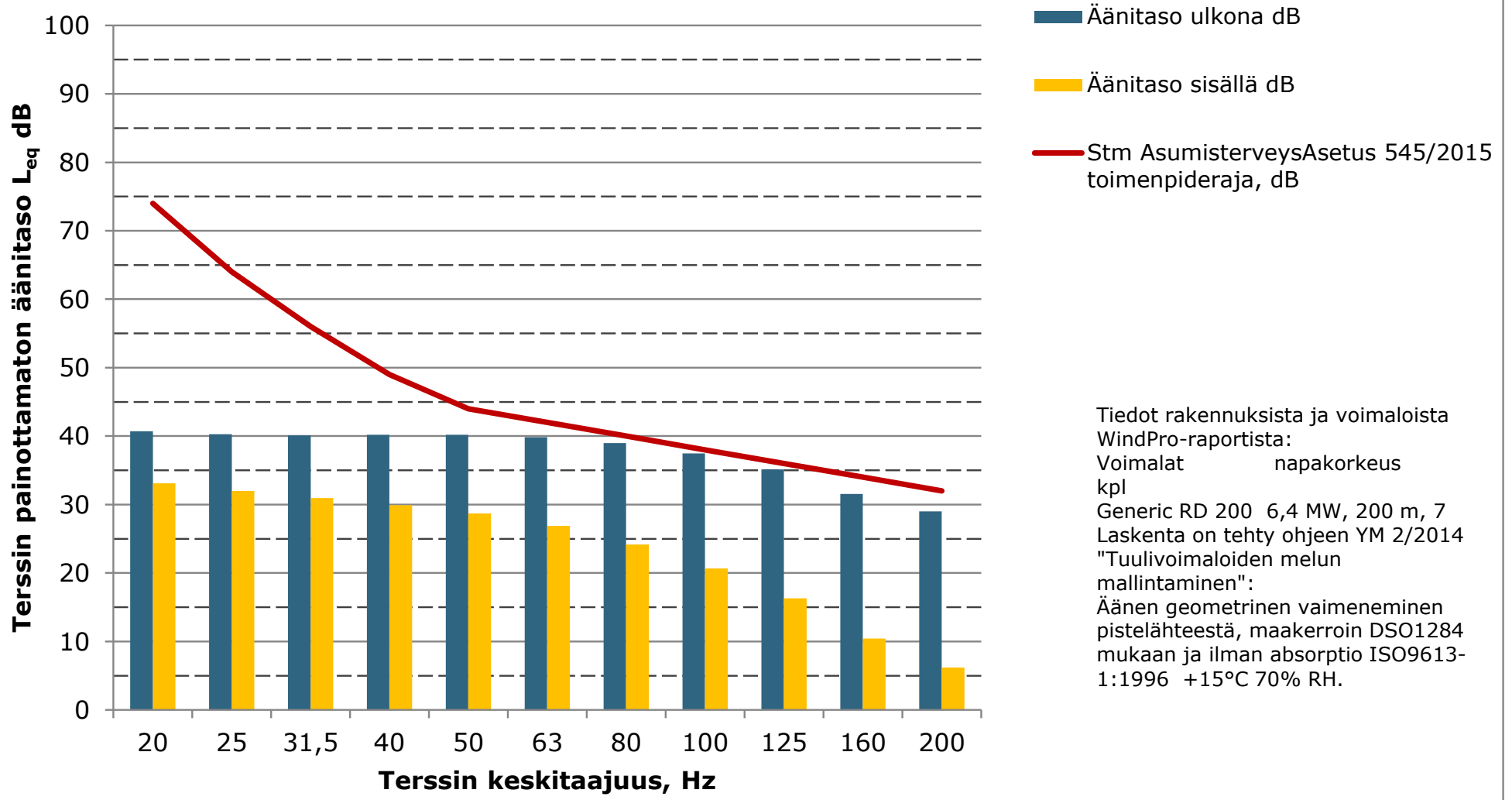


**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus C  
(Uudismaantie 1139), ääneneristävyys Keränen, Hakala, Hongisto 2019, 84%  
persentiili mukaan**



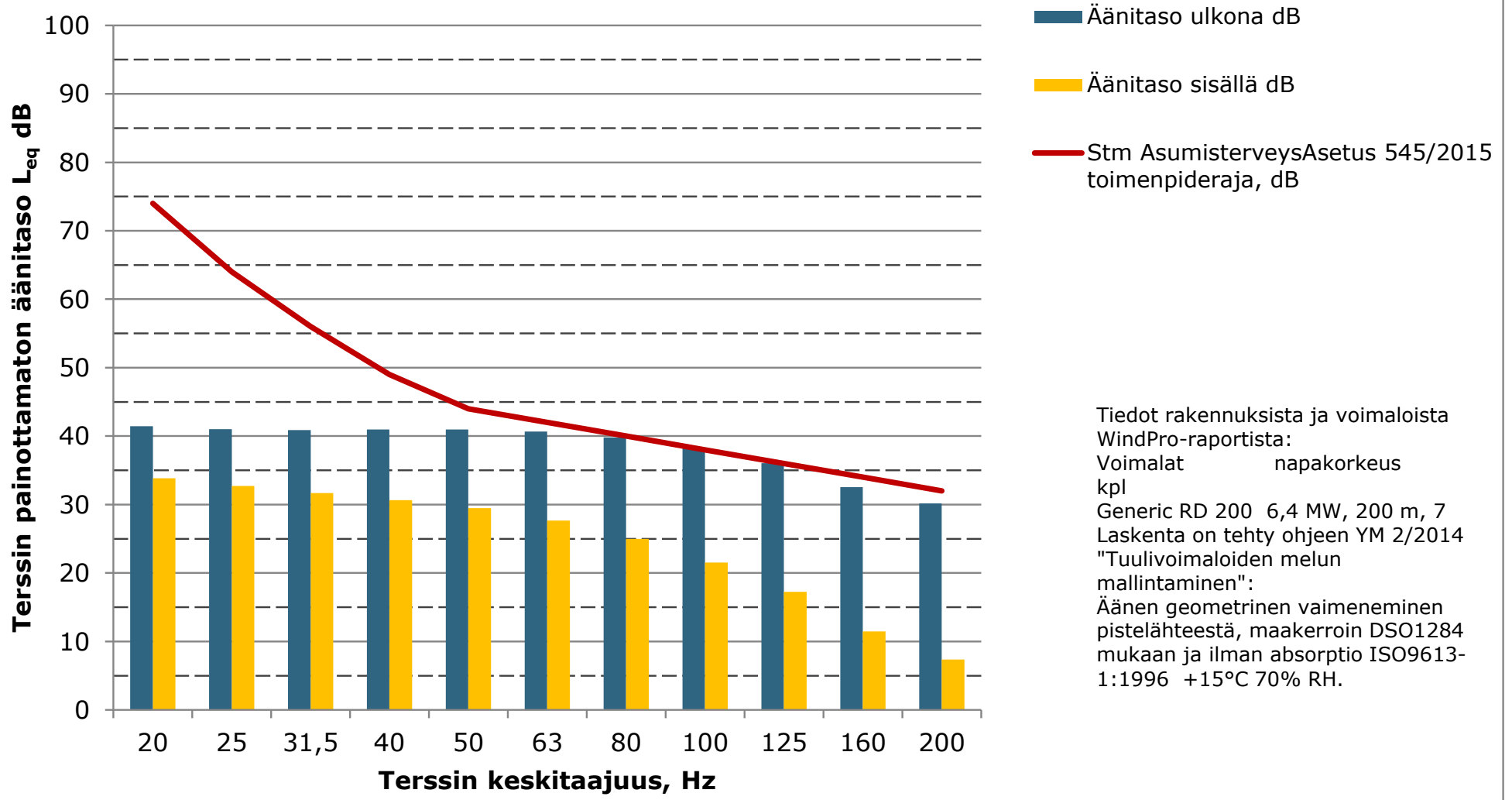
Tiedot rakennuksista ja voimaloista  
WindPro-raportista:  
Voimalat           napakorkeus  
kpl  
Generic RD 200 6,4 MW, 200 m, 7  
Laskenta on tehty ohjeen YM 2/2014  
"Tuulivoimaloiden melun  
mallintaminen":  
Äänen geometrinen vaimeneminen  
pistelähteestä, maakerroin DSO1284  
mukaan ja ilman absorptio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

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



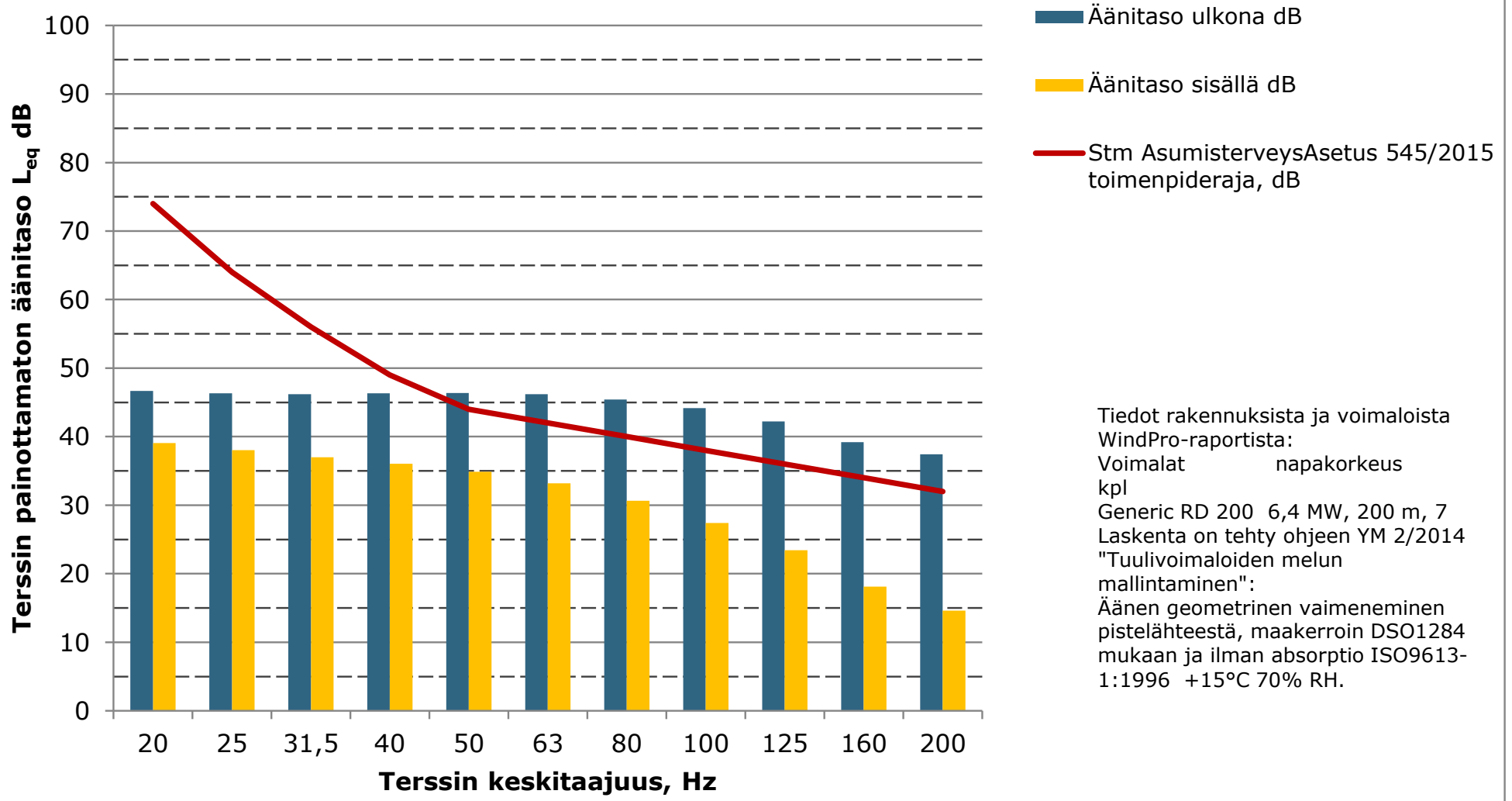
Tiedot rakennuksista ja voimaloista  
WindPro-raportista:  
Voimalat           napakorkeus  
kpl  
Generic RD 200 6,4 MW, 200 m, 7  
Laskenta on tehty ohjeen YM 2/2014  
"Tuulivoimaloiden melun  
mallintaminen":  
Äänen geometrinen vaimeneminen  
pistelähteestä, maakerroin DSO1284  
mukaan ja ilman absorptio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

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



Tiedot rakennuksista ja voimaloista WindPro-raportista:  
 Voimalat           napakorkeus  
 kpl  
 Generic RD 200 6,4 MW, 200 m, 7  
 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 F  
(Korokangantie 334), ääneneristävyys Keränen, Hakala, Hongisto 2019, 84%  
persentiili mukaan**

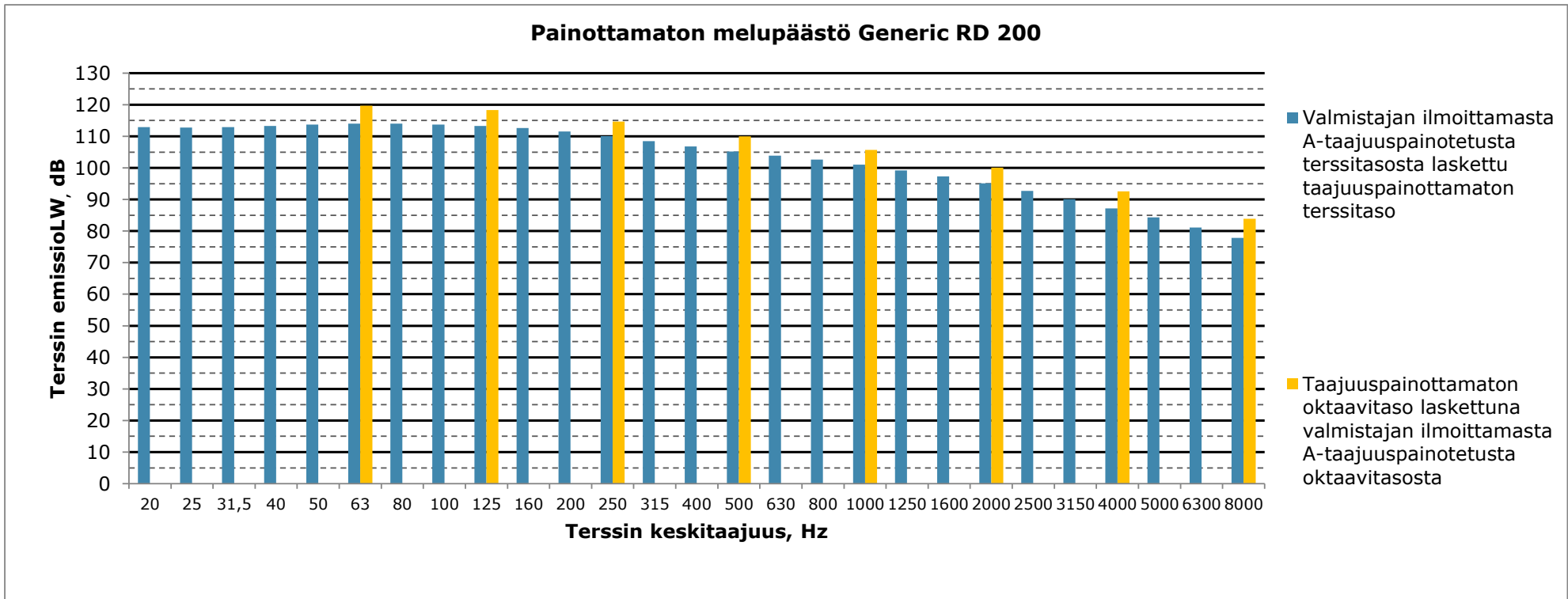


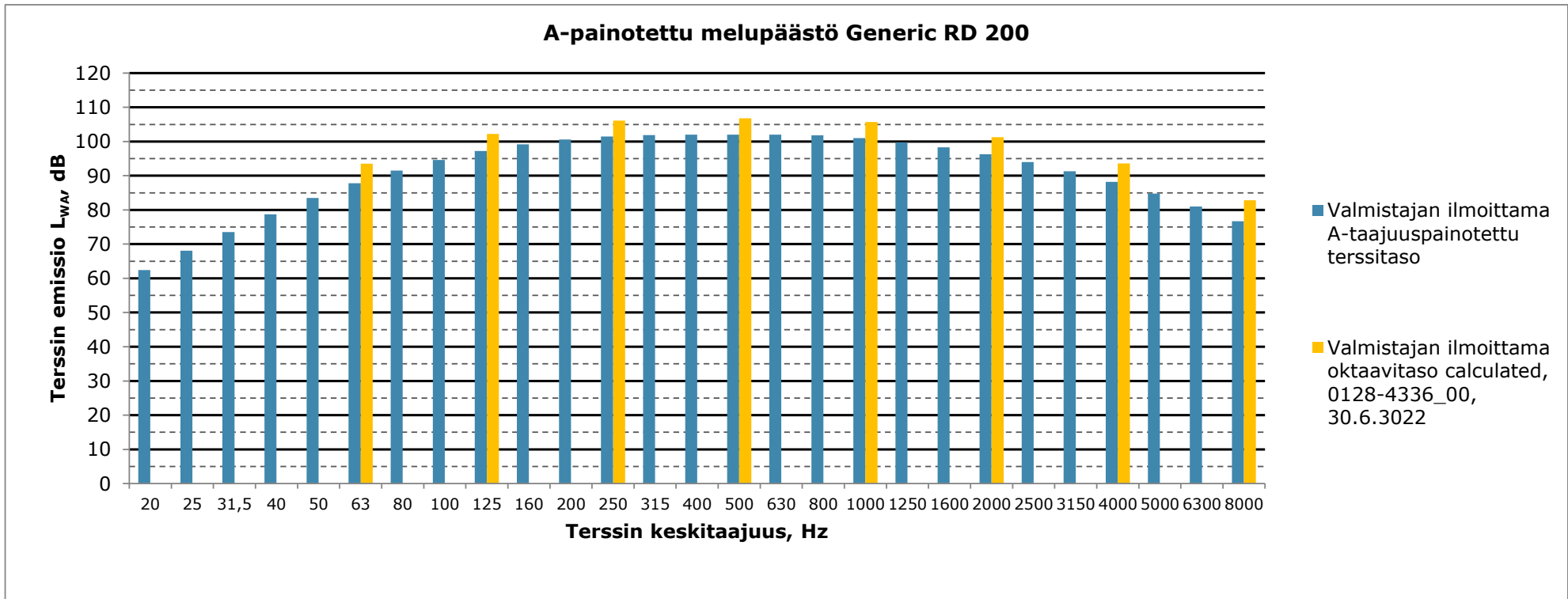
27.5.2024

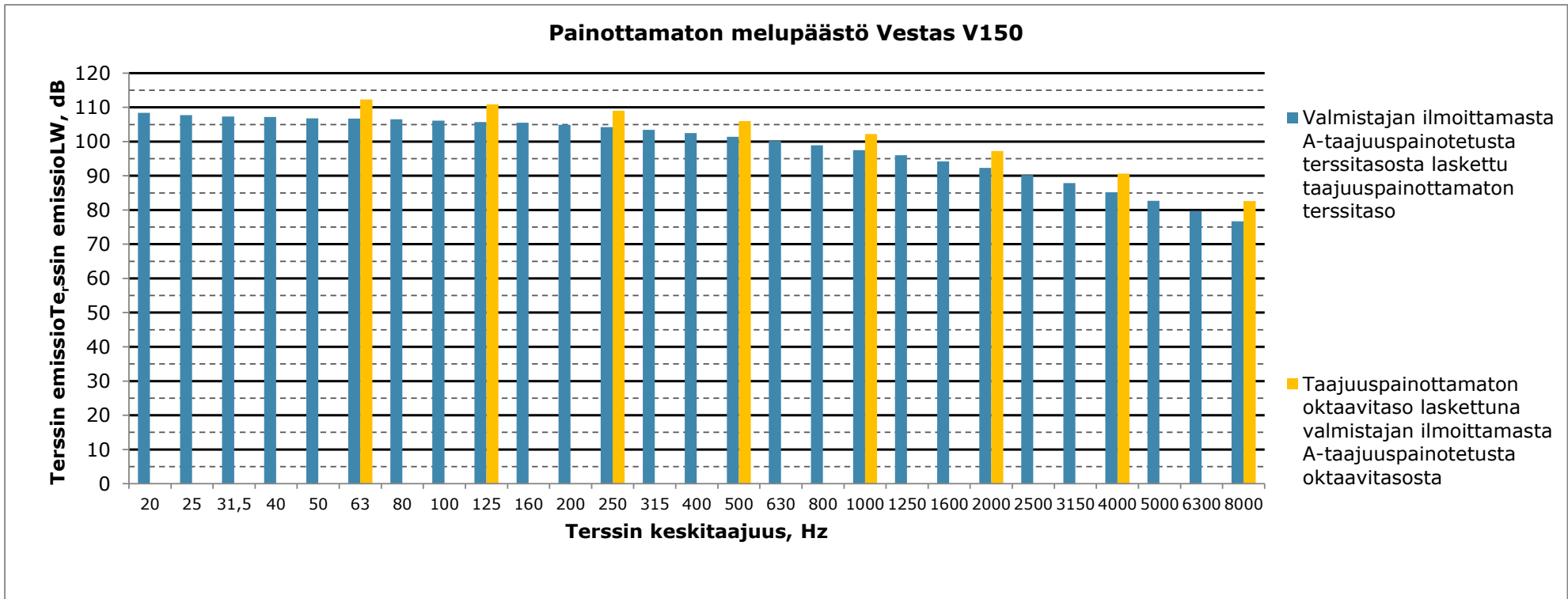
---

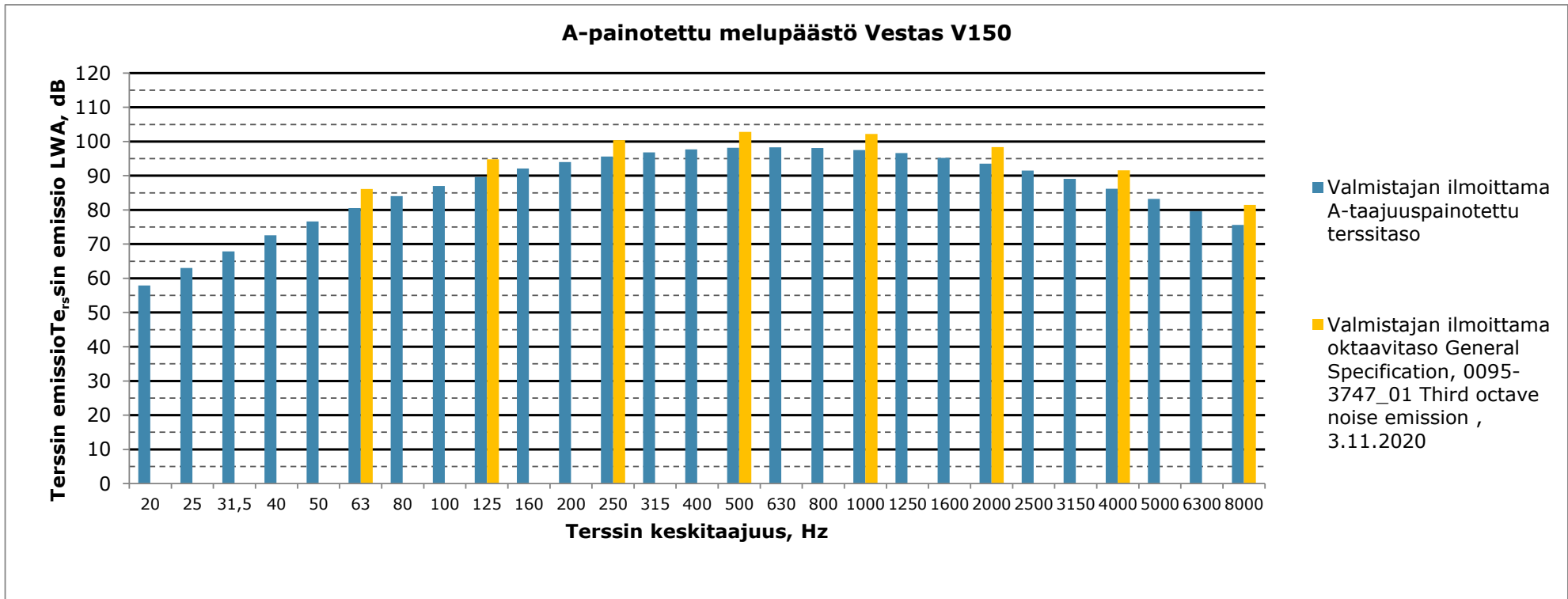
**Bilaga 4: Byggnadsspecifika värden för sammantaget lågfrekvent buller**



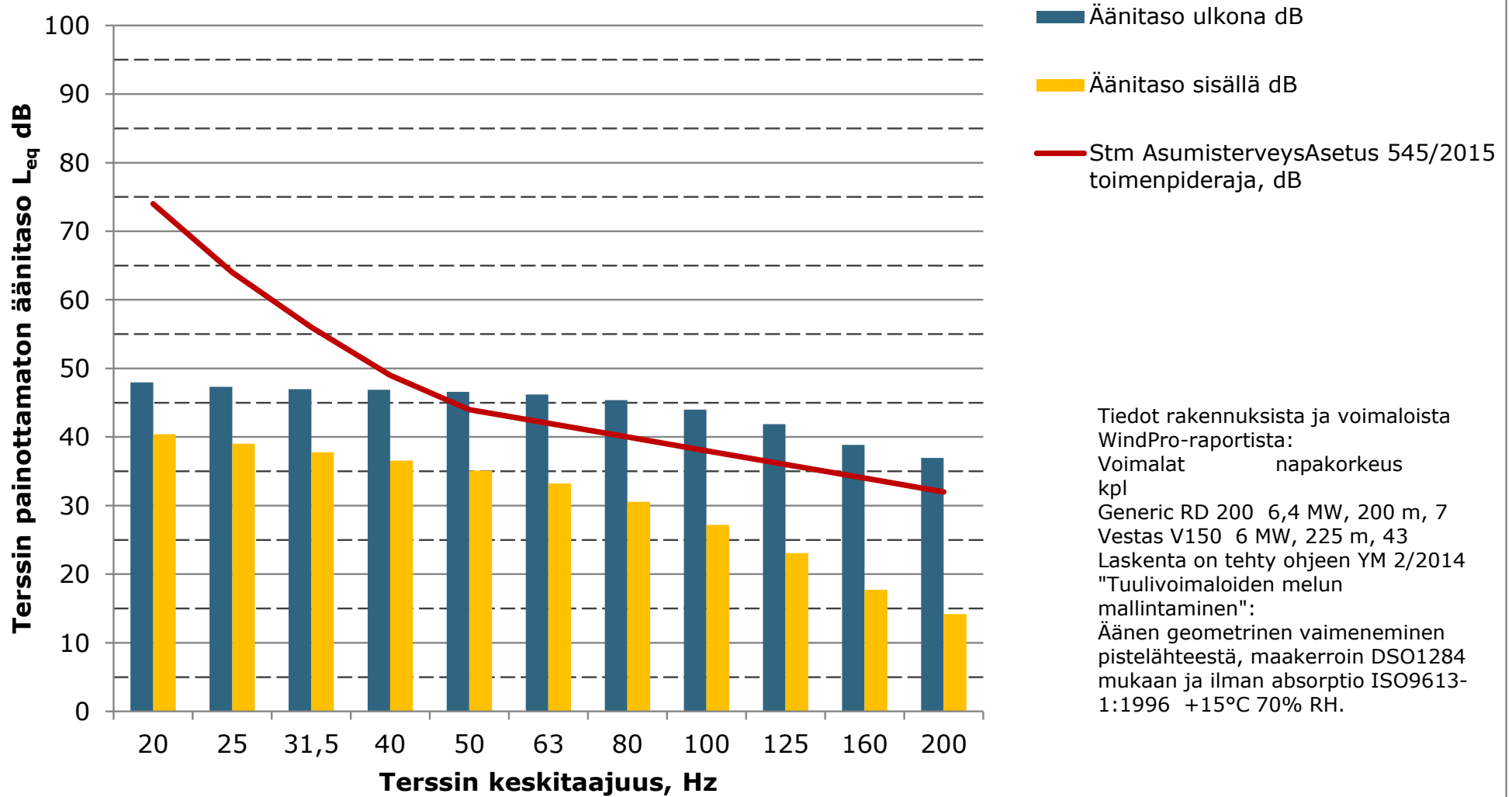




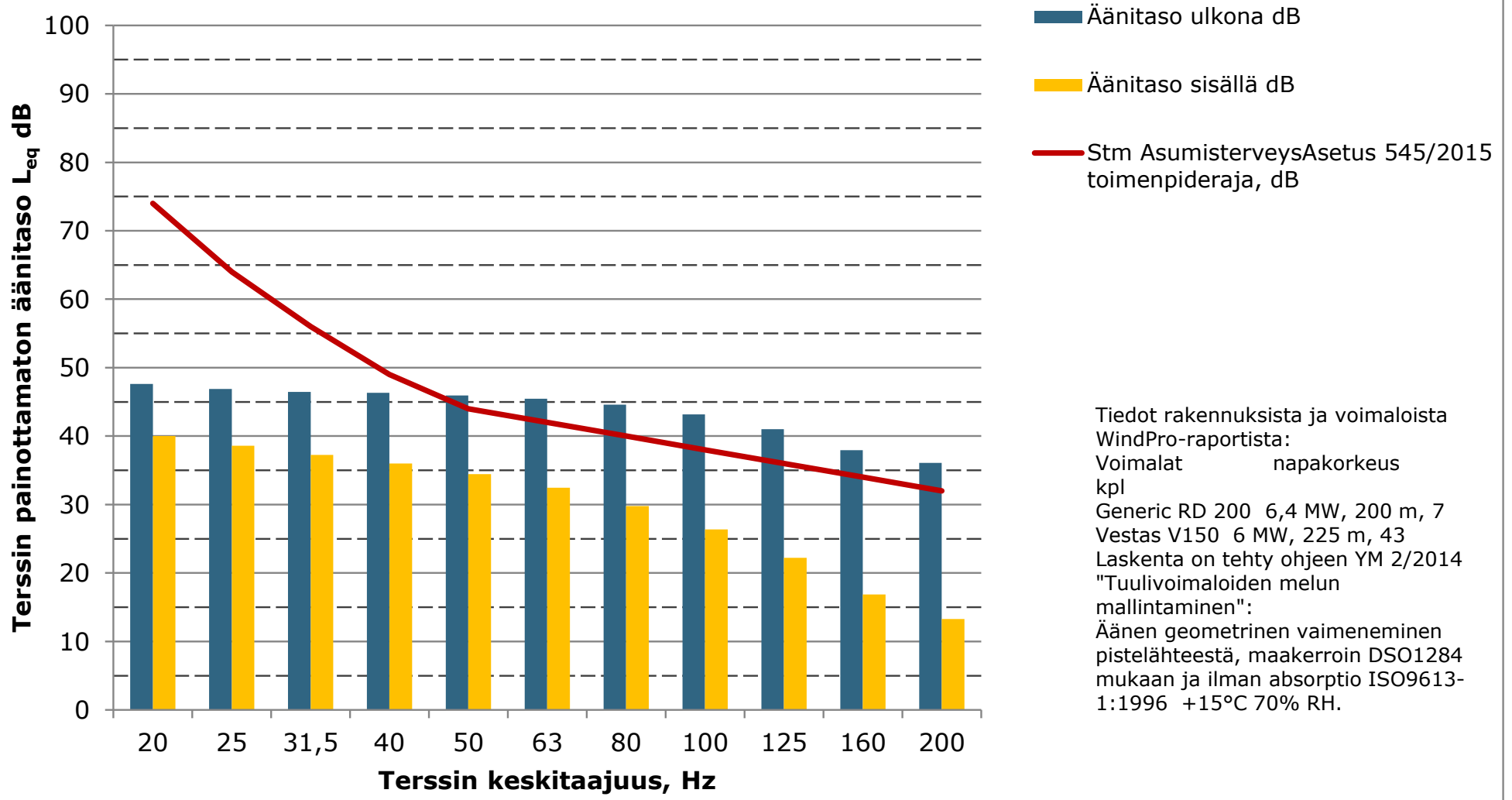




**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus A  
(Dalabackantie 188), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%  
persentiili mukaan**



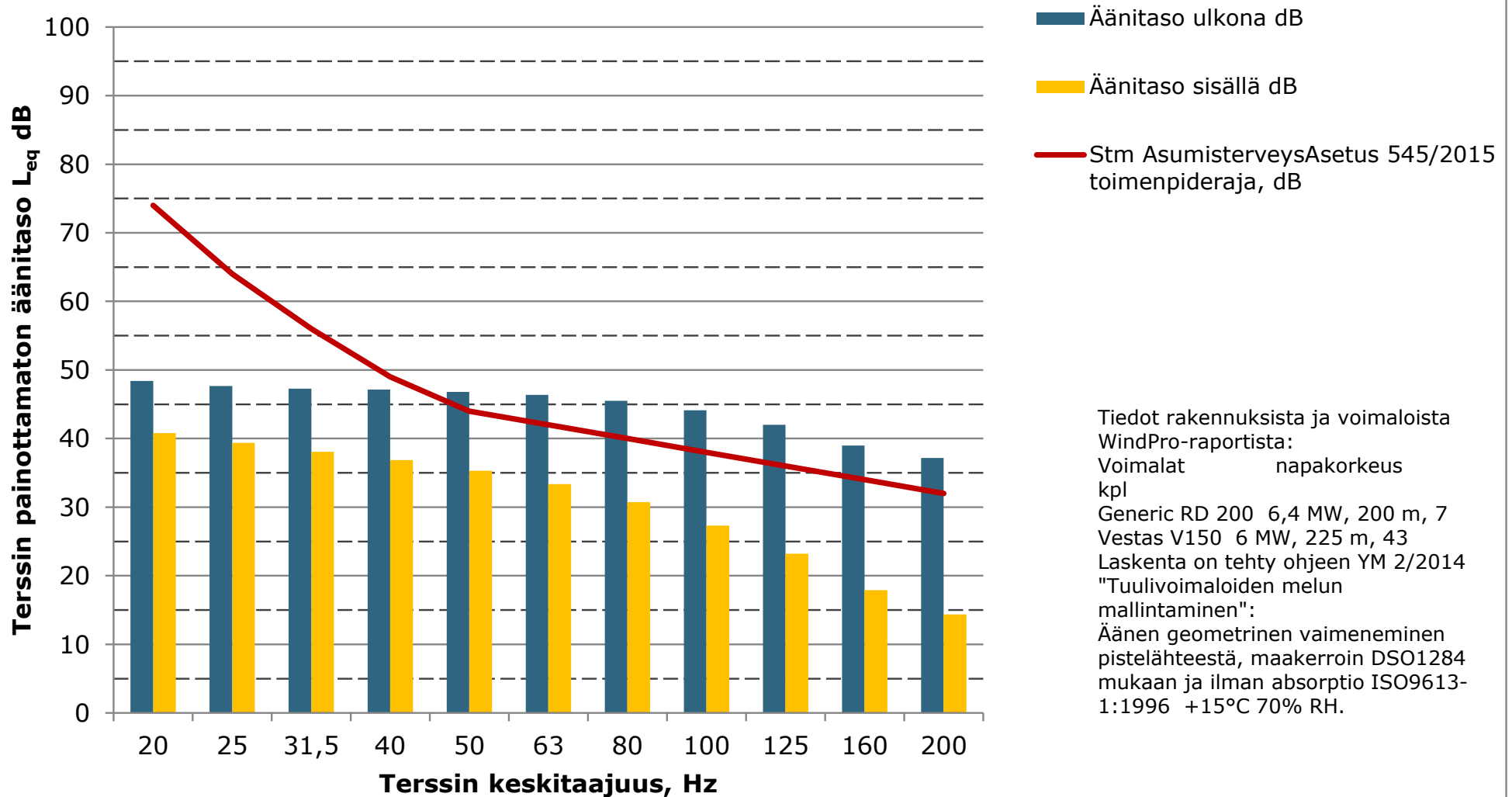
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus B  
(Dalabackantie 124), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%  
persentiili mukaan**



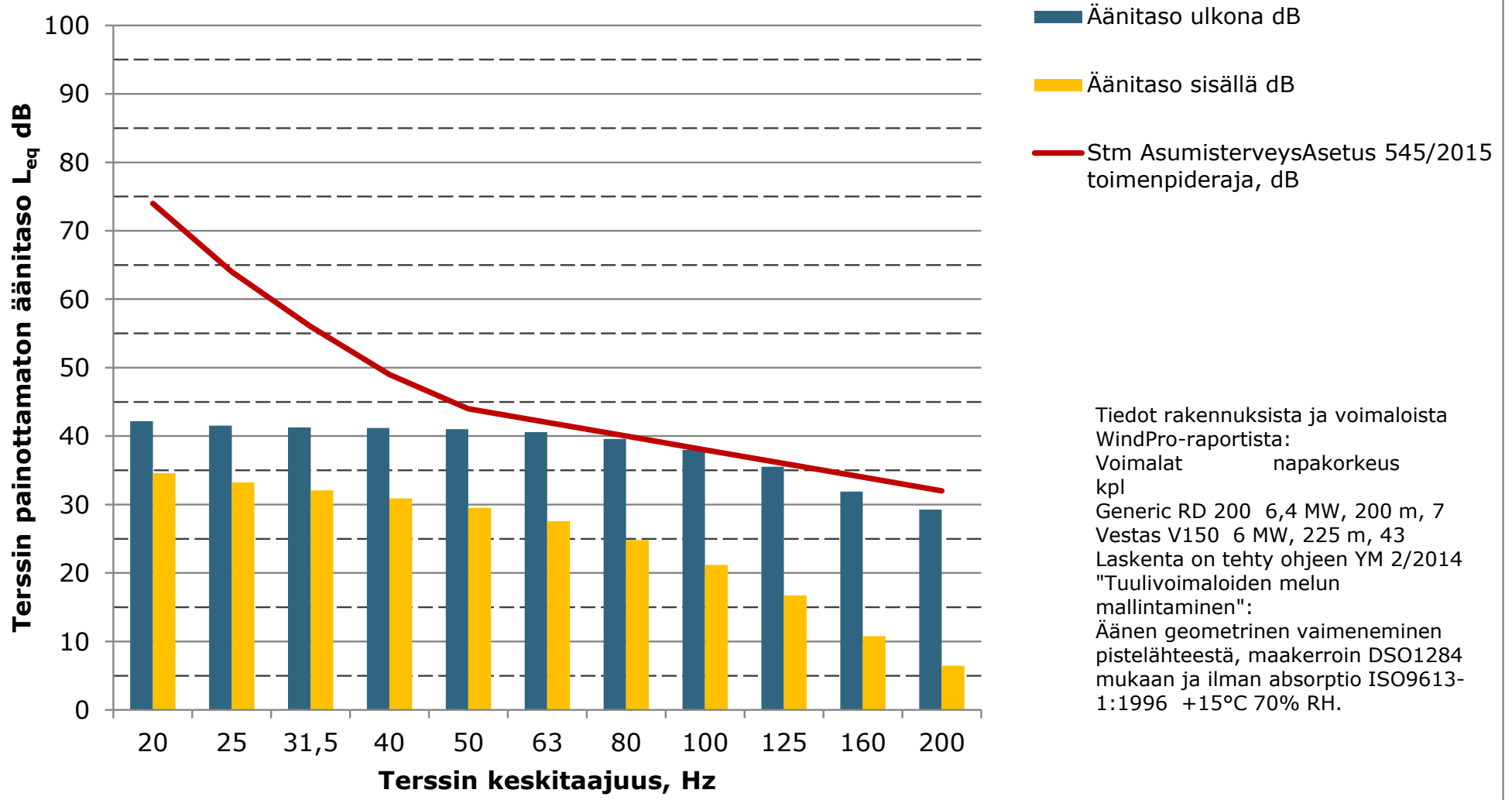
Tiedot rakennuksista ja voimaloista  
WindPro-raportista:  
Voimat napakorkeus  
kpl  
Generic RD 200 6,4 MW, 200 m, 7  
Vestas V150 6 MW, 225 m, 43  
Laskenta on tehty ohjeen YM 2/2014  
"Tuulivoimaloiden melun  
mallintaminen":  
Äänen geometrinen vaimeneminen  
pistelähteestä, maakerroin DSO1284 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



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

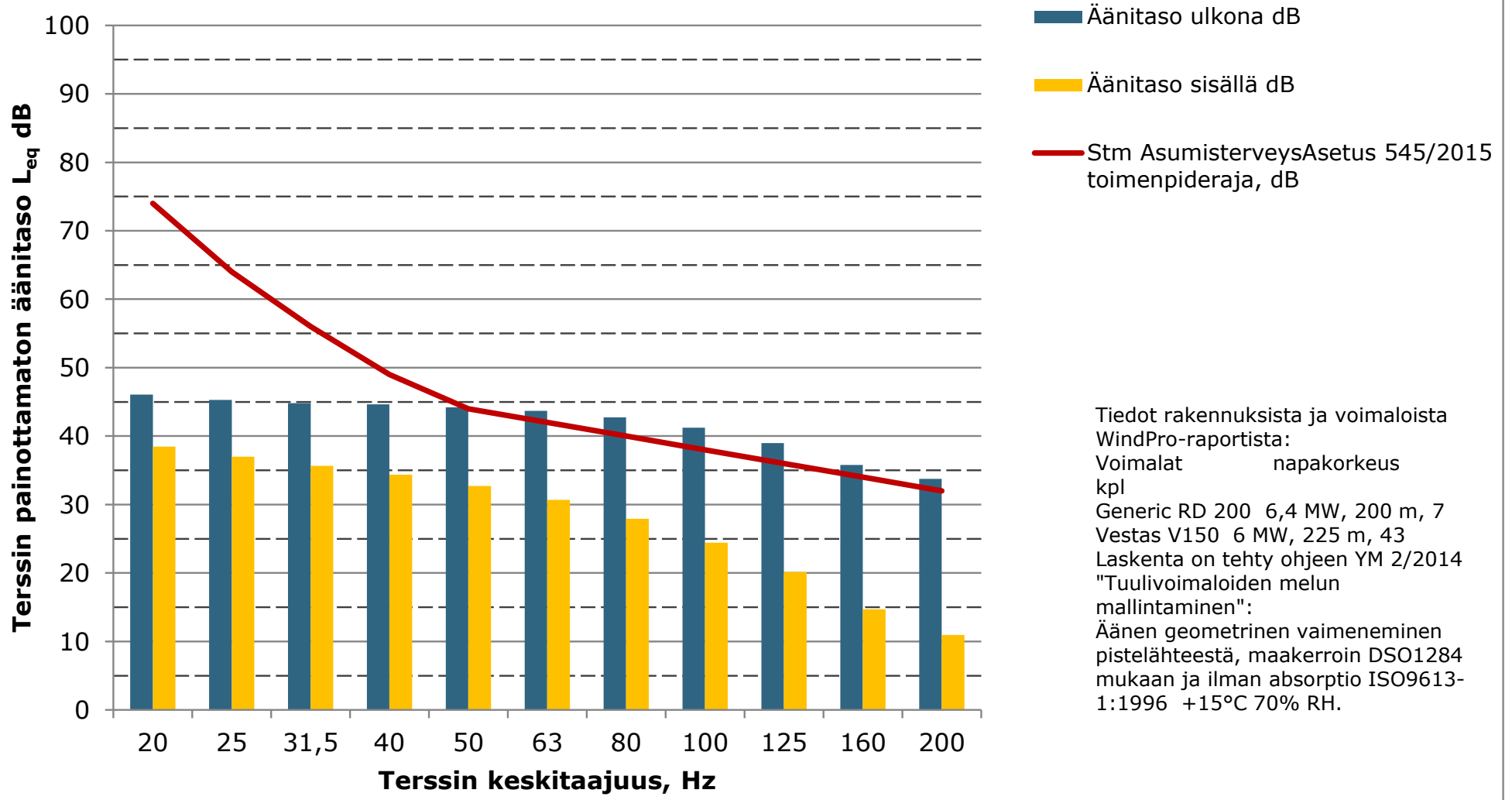


**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus D  
(Svartbackantie 296), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%  
persenttiili mukaan**



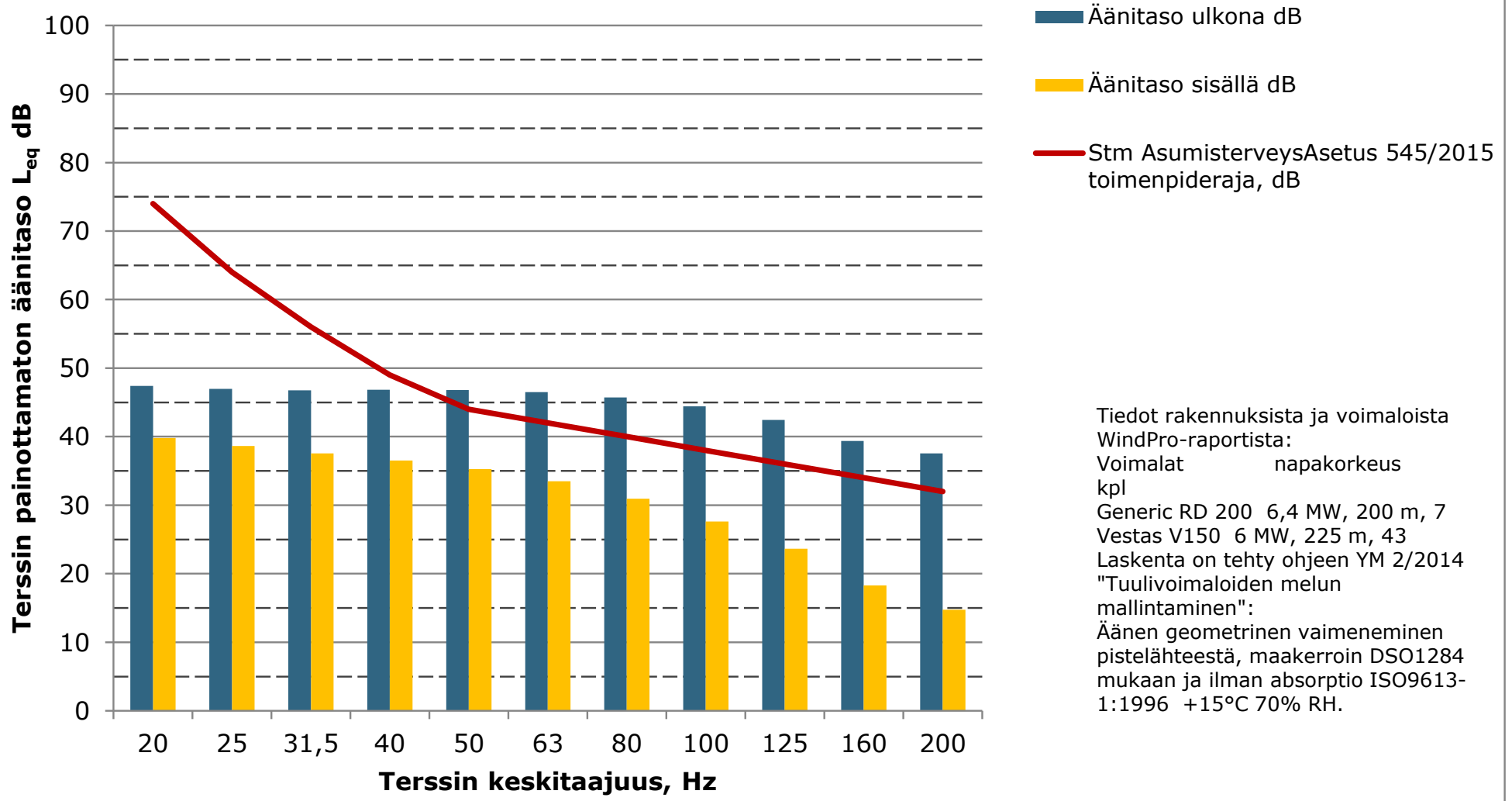
Tiedot rakennuksista ja voimaloista  
WindPro-raportista:  
Voimalat                  napakorkeus  
kpl  
Generic RD 200 6,4 MW, 200 m, 7  
Vestas V150 6 MW, 225 m, 43  
Laskenta on tehty ohjeen YM 2/2014  
"Tuulivoimaloiden melun  
mallintaminen":  
Äänen geometrinen vaimeneminen  
pistelähteestä, maakerroin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

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



27.5.2024

---

**Bilaga 5: Skuggmodelleringens resultat real case, no forest**

## SHADOW - Main Result

Calculation: Kaitsar\_Generic RD200x7xHH200\_21\_5\_2024\_No forest

### Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence  
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade  
Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
Day step for calculation 1 days  
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [UMEA]  
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec  
1,02 2,84 3,78 6,14 8,62 9,94 7,42 5,13 4,32 3,43 1,58 0,96

Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:

MERRA\_basic\_E22.668\_N63.500 (1)

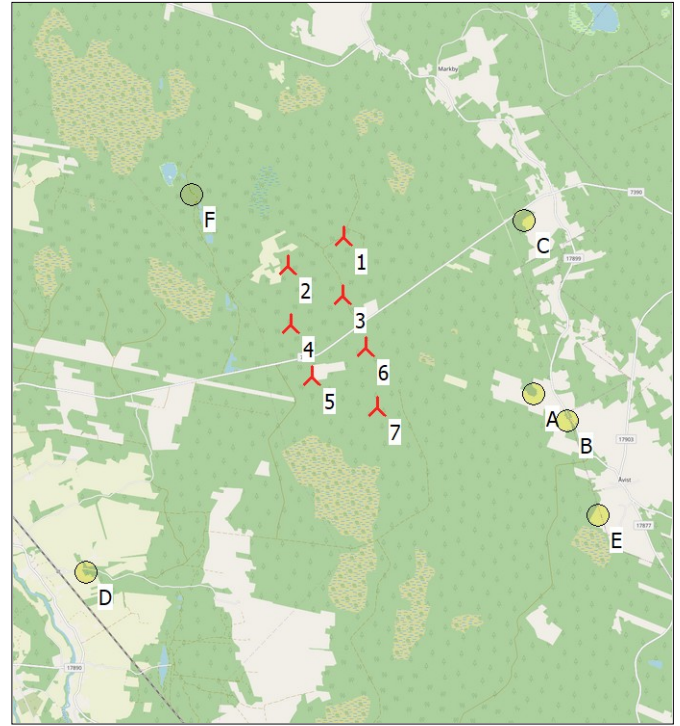
Operational time  
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum  
774 639 449 405 502 739 947 1 250 971 713 521 559 8 470

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve  
A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:  
Height contours used: Korkeuskäyrät  
Obstacles used in calculation  
Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in  
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

### WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM [RPM]
			[m]									
1	289 968	7 041 268	30,0	Generic RD200 HH200 6400 200...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	2 216	10,4
2	289 021	7 040 865	32,5	Generic RD200 HH200 6400 200...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	2 216	10,4
3	289 887	7 040 309	35,0	Generic RD200 HH200 6400 200...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	2 216	10,4
4	289 007	7 039 885	32,8	Generic RD200 HH200 6400 200...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	2 216	10,4
5	289 302	7 038 999	32,6	Generic RD200 HH200 6400 200...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	2 216	10,4
6	290 218	7 039 421	36,0	Generic RD200 HH200 6400 200...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	2 216	10,4
7	290 342	7 038 411	32,5	Generic RD200 HH200 6400 200...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	2 216	10,4



Scale 1:125 000  
New WTG Shadow receptor

### Shadow receptor-Input

No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Elevation	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
				[m]	[m]	[m]	a.g.l. [m]	[°]		[m]
A	Asuinrakennus A (Dalabackantie 188)	292 968	7 038 468	38,1	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
B	Asuinrakennus B (Dalabackantie 124)	293 486	7 037 997	37,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
C	Asuinrakennus C (Uudismaantie 1139)	292 982	7 041 360	33,2	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
D	Asuinrakennus D (Svartbackantie 296)	285 337	7 036 011	27,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
E	Lomarakennus E (Strandintie)	293 895	7 036 387	45,8	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
F	Lomarakennus F (~Korokangantie 334)	287 498	7 042 142	32,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0

### Calculation Results

#### Shadow receptor

No.	Name	Shadow, expected values
		Shadow hours per year [h/year]
A	Asuinrakennus A (Dalabackantie 188)	0:00
B	Asuinrakennus B (Dalabackantie 124)	0:00
C	Asuinrakennus C (Uudismaantie 1139)	0:00
D	Asuinrakennus D (Svartbackantie 296)	0:00

To be continued on next page...



## SHADOW - Main Result

Calculation: Kaitsar\_Generic RD200x7xHH200\_21\_5\_2024\_No forest

...continued from previous page

No.	Name	Shadow, expected values	
		Shadow hours	per year
			[h/year]
E	Lomarakennus E (Strandintie)	0:00	
F	Lomarakennus F (~Korokangantie 334)	2:00	

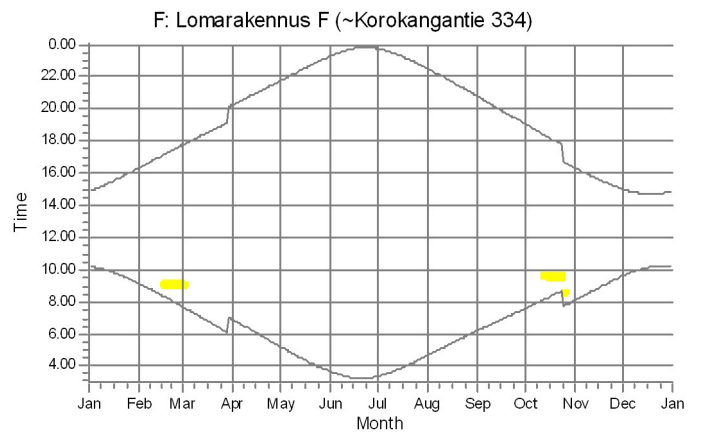
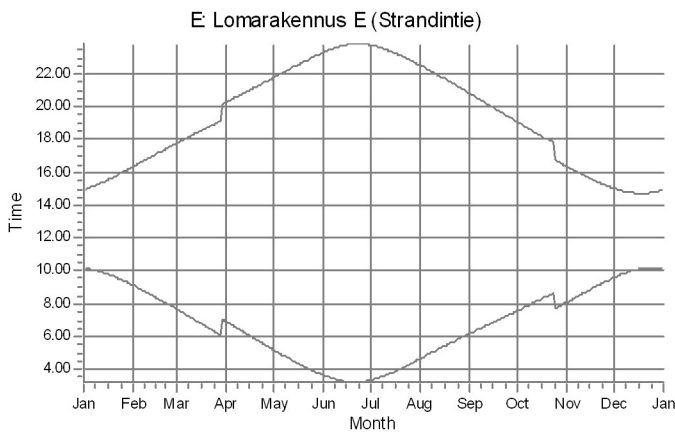
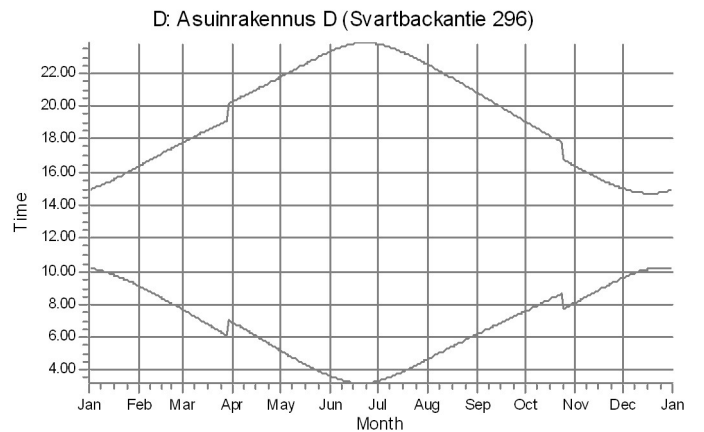
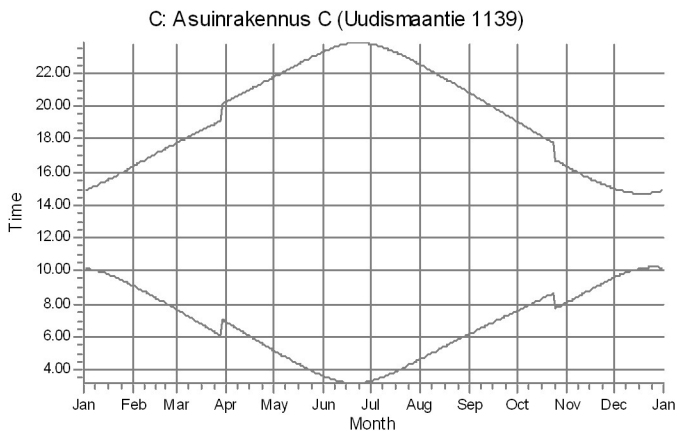
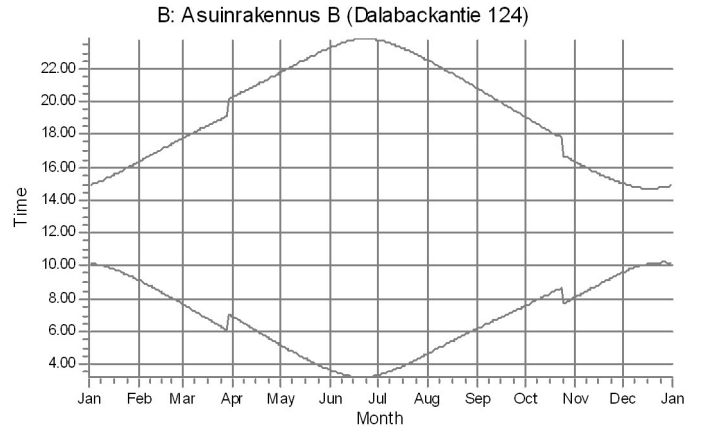
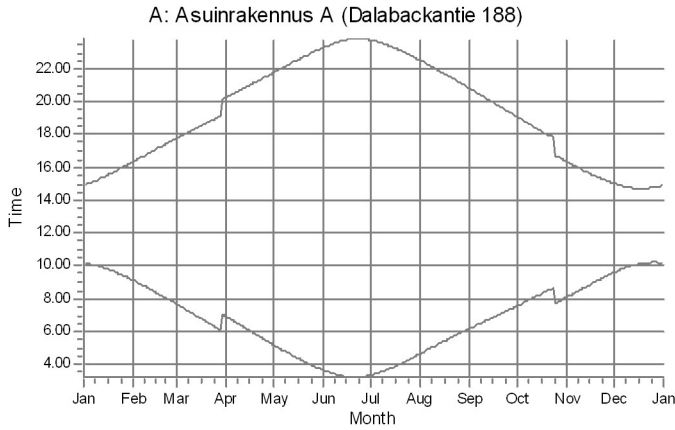
Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Expected [h/year]
1	Generic RD200 HH200 6400 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (96)	0:00
2	Generic RD200 HH200 6400 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (97)	2:00
3	Generic RD200 HH200 6400 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (98)	0:00
4	Generic RD200 HH200 6400 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (99)	0:00
5	Generic RD200 HH200 6400 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (100)	0:00
6	Generic RD200 HH200 6400 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (101)	0:00
7	Generic RD200 HH200 6400 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (102)	0:00

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Kaitsar\_Generic RD200x7xHH200\_21\_5\_2024\_No forest

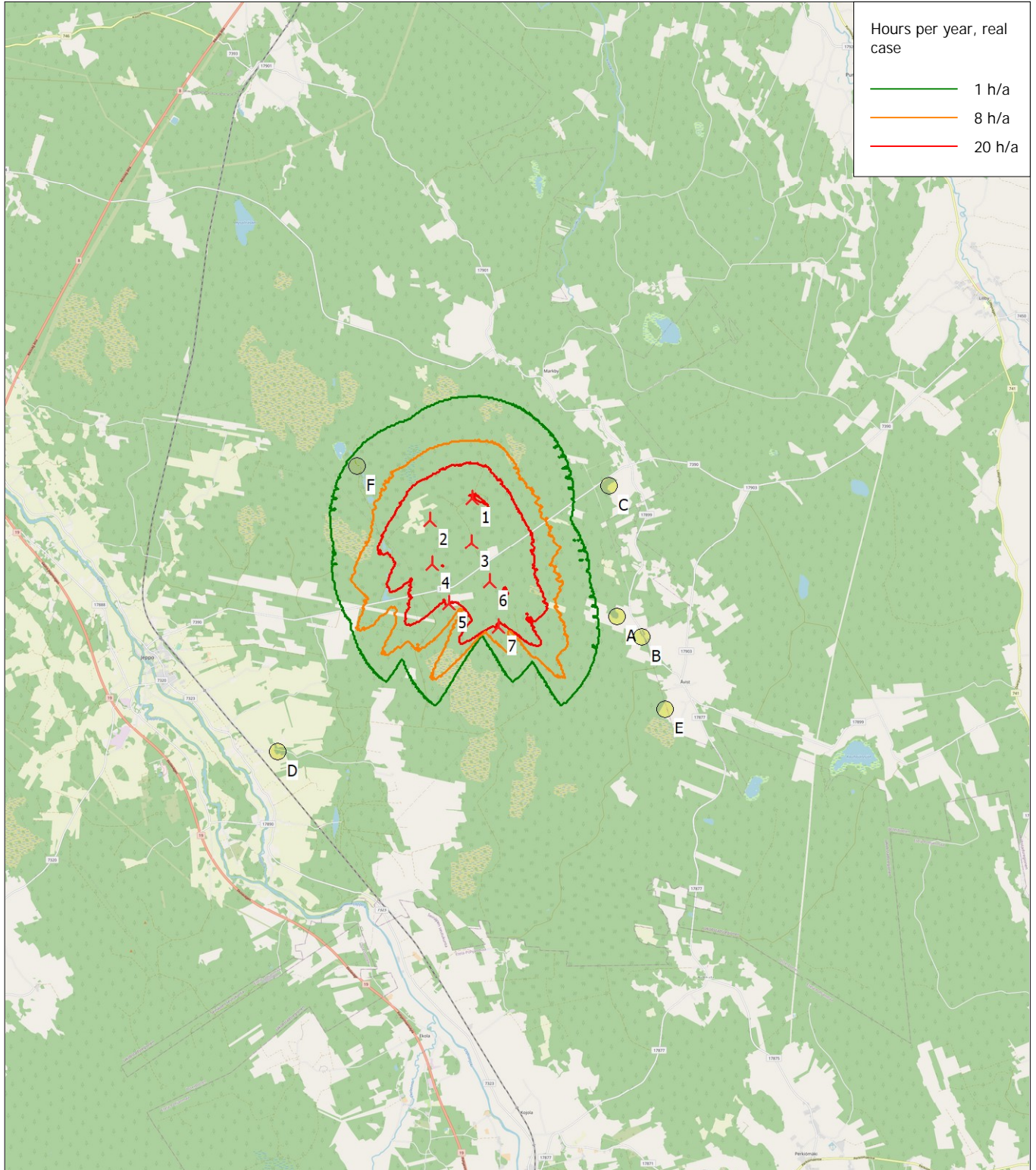


WTGs

2: Generic RD200 HH200 6400 200.0 IO! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (97)

## SHADOW - Map

Calculation: Kaitsar\_Generic RD200x7xHH200\_21\_5\_2024\_No forest



0 2,5 5 7,5 10km

Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:125 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 290 430 North: 7 039 020

New WTG Shadow receptor

Flicker map level: Korkeuskäyrät

Time step: 4 minutes, Day step: 14 days, Map resolution: 30 m, Visibility resolution: 15 m, Eye height: 1,5 m

27.5.2024

---

**Bilaga 6: Resultat av modellering av sammantagna skuggeffekter, Real Case, No Forest**



## SHADOW - Main Result

Calculation: Kaitsar\_Generic RD200x7xHH200\_21\_5\_2024+Purmo\_No forest

### Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence  
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade  
Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
Day step for calculation 1 days  
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [UMEA]  
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec  
1,02 2,84 3,78 6,14 8,62 9,94 7,42 5,13 4,32 3,43 1,58 0,96

Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:

MERRA\_basic\_E22.668\_N63.500 (1)

Operational time  
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum  
774 639 449 405 502 739 947 1 250 971 713 521 559 8 470

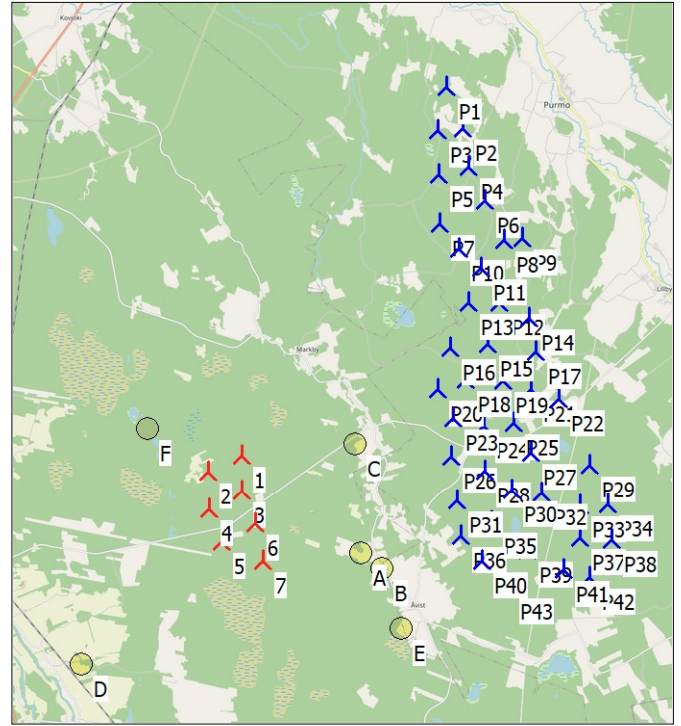
Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve  
A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:  
Height contours used: Korkeuskäyrät  
Obstacles used in calculation  
Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in  
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

### WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM [RPM]
			[m]									
1	289 968	7 041 268	30,0	Generic RD200 HH200 6400 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	2 216	10,4
2	289 021	7 040 865	32,5	Generic RD200 HH200 6400 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	2 216	10,4
3	289 887	7 040 309	35,0	Generic RD200 HH200 6400 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	2 216	10,4
4	289 007	7 039 885	32,8	Generic RD200 HH200 6400 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	2 216	10,4
5	289 302	7 038 999	32,6	Generic RD200 HH200 6400 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	2 216	10,4
6	290 218	7 039 421	36,0	Generic RD200 HH200 6400 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	2 216	10,4
7	290 342	7 038 411	32,5	Generic RD200 HH200 6400 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 400	6 400	200,0	200,0	2 216	10,4
P1	296 015	7 050 633	25,0	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P10	296 092	7 046 333	36,3	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P11	296 633	7 045 796	35,0	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P12	297 035	7 044 832	37,2	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P13	296 211	7 044 887	36,9	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P14	297 806	7 044 390	40,6	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P15	296 659	7 043 785	40,0	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P16	295 680	7 043 726	37,7	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P17	297 935	7 043 485	36,3	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P18	296 033	7 042 892	40,0	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P19	297 013	7 042 798	42,5	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P2	296 402	7 049 512	28,3	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P20	295 245	7 042 663	37,1	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P21	297 759	7 042 500	40,9	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P22	298 459	7 042 222	42,5	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P23	295 639	7 041 888	35,0	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P24	296 420	7 041 636	37,3	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P25	297 207	7 041 637	45,0	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P26	295 536	7 040 877	38,3	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P27	297 642	7 040 813	45,0	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P28	296 377	7 040 414	45,4	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P29	299 185	7 040 392	48,4	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P3	295 688	7 049 533	25,8	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P30	297 071	7 039 883	46,8	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-

To be continued on next page...



Scale 1:200 000  
New WTG Shadow receptor

## SHADOW - Main Result

Calculation: Kaitsar\_Generic RD200x7xHH200\_21\_5\_2024+Purmo\_No forest

...continued from previous page

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM
			[m]									
P31	295 591	7 039 695	42,5	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P32	297 841	7 039 740	47,5	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P33	298 849	7 039 361	49,5	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P34	299 581	7 039 334	54,3	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P35	296 466	7 039 042	47,5	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P36	295 636	7 038 744	41,4	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P37	298 820	7 038 484	52,5	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P38	299 616	7 038 389	54,4	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P39	297 367	7 038 247	47,5	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P4	296 468	7 048 488	31,2	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P40	296 153	7 038 054	45,0	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P41	298 305	7 037 658	51,0	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P42	298 984	7 037 431	54,8	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P43	296 802	7 037 326	47,5	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P5	295 661	7 048 308	32,5	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P6	296 860	7 047 573	35,0	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P7	295 626	7 047 011	32,2	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P8	297 281	7 046 511	32,7	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-
P9	297 768	7 046 509	36,2	Generic RD200 HH200 6000 2...Yes	Yes	Generic	RD200 HH200-6 000	6 000	200,0	200,0	2 530	-

## Shadow receptor-Input

No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window [°]	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l. [m]
A	Asuinrakennus A (Dalabackantie 188)	292 968	7 038 468	38,1	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
B	Asuinrakennus B (Dalabackantie 124)	293 486	7 037 997	37,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
C	Asuinrakennus C (Uudismaantie 1139)	292 982	7 041 360	33,2	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
D	Asuinrakennus D (Svartbackantie 296)	285 337	7 036 011	27,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
E	Lomarakennus E (Strandintie)	293 895	7 036 387	45,8	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
F	Lomarakennus F (~Korokangantie 334)	287 498	7 042 142	32,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0

## Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, expected values
		Shadow hours per year [h/year]
A	Asuinrakennus A (Dalabackantie 188)	0:00
B	Asuinrakennus B (Dalabackantie 124)	1:59
C	Asuinrakennus C (Uudismaantie 1139)	0:00
D	Asuinrakennus D (Svartbackantie 296)	0:00
E	Lomarakennus E (Strandintie)	0:00
F	Lomarakennus F (~Korokangantie 334)	2:00

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Expected [h/year]
1	Generic RD200 HH200 6400 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (96)	0:00
2	Generic RD200 HH200 6400 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (97)	2:00
3	Generic RD200 HH200 6400 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (98)	0:00
4	Generic RD200 HH200 6400 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (99)	0:00
5	Generic RD200 HH200 6400 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (100)	0:00
6	Generic RD200 HH200 6400 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (101)	0:00
7	Generic RD200 HH200 6400 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (102)	0:00
P1	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (103)	0:00
P10	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (112)	0:00
P11	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (113)	0:00
P12	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (114)	0:00
P13	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (115)	0:00
P14	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (116)	0:00

To be continued on next page...



## SHADOW - Main Result

Calculation: Kaitsar\_Generic RD200x7xHH200\_21\_5\_2024+Purmo\_No forest

...continued from previous page

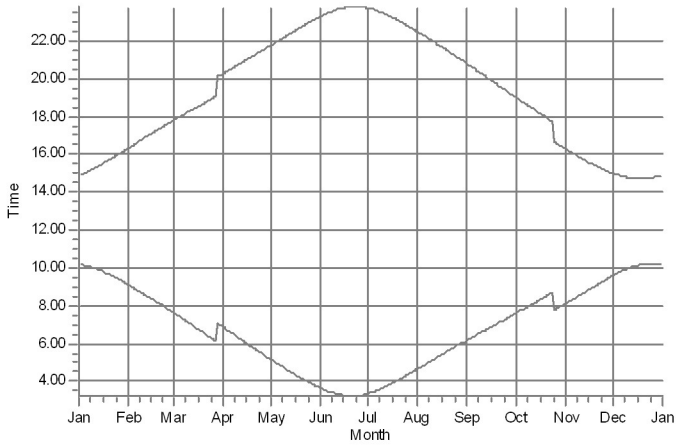
No.	Name	Expected [h/year]
P15	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (117)	0:00
P16	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (118)	0:00
P17	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (119)	0:00
P18	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (121)	0:00
P19	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (120)	0:00
P2	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (104)	0:00
P20	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (122)	0:00
P21	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (124)	0:00
P22	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (123)	0:00
P23	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (125)	0:00
P24	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (127)	0:00
P25	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (126)	0:00
P26	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (129)	0:00
P27	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (128)	0:00
P28	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (131)	0:00
P29	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (130)	0:00
P3	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (105)	0:00
P30	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (132)	0:00
P31	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (133)	0:00
P32	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (137)	0:00
P33	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (134)	0:00
P34	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (135)	0:00
P35	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (136)	0:00
P36	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (138)	1:59
P37	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (140)	0:00
P38	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (139)	0:00
P39	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (142)	0:00
P4	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (106)	0:00
P40	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (141)	0:00
P41	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (143)	0:00
P42	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (144)	0:00
P43	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (145)	0:00
P5	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (107)	0:00
P6	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (108)	0:00
P7	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (109)	0:00
P8	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (110)	0:00
P9	Generic RD200 HH200 6000 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (111)	0:00

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

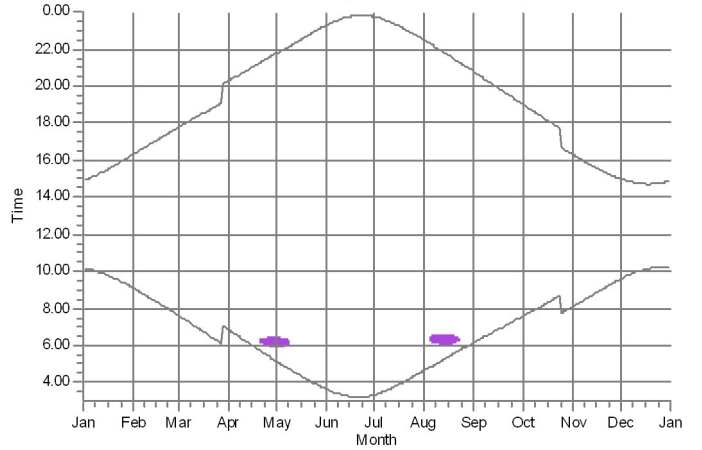
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Kaitsar\_Generic RD200x7xHH200\_21\_5\_2024+Purmo\_No forest

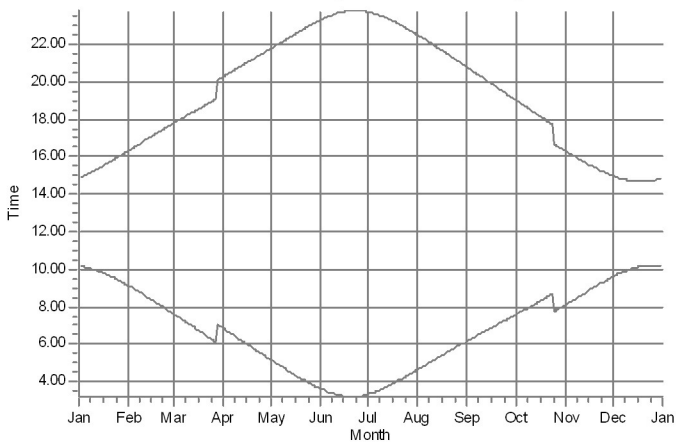
A: Asuinrakennus A (Dalabackantie 188)



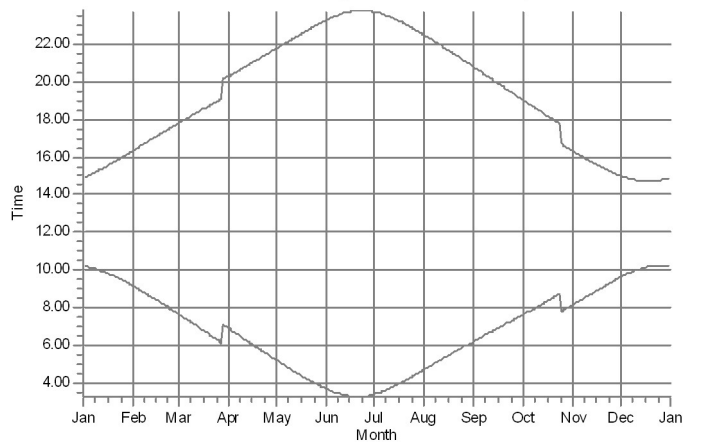
B: Asuinrakennus B (Dalabackantie 124)



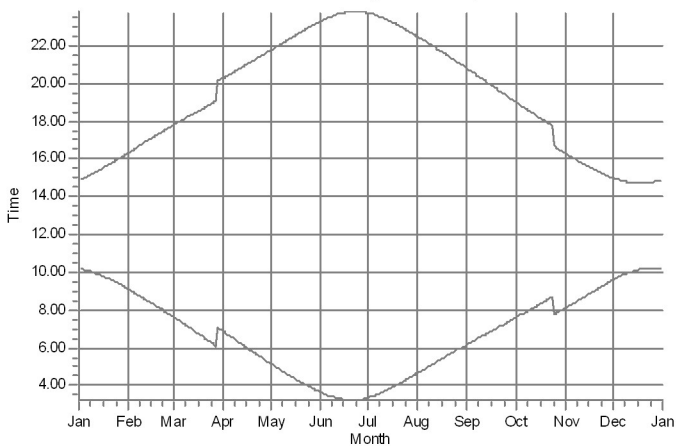
C: Asuinrakennus C (Uudismaantie 1139)



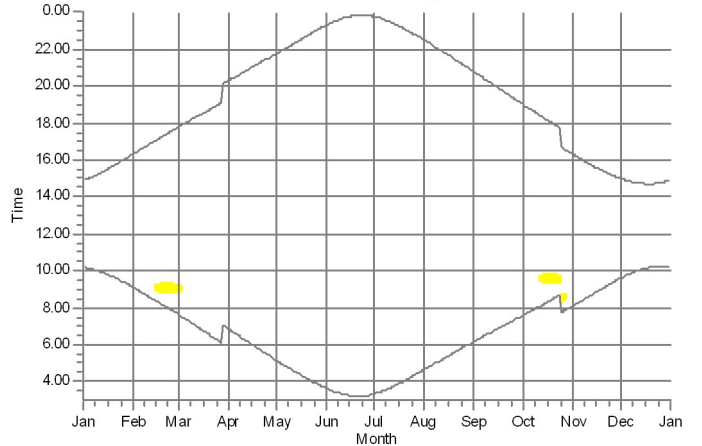
D: Asuinrakennus D (Svartbackantie 296)



E: Lomarakennus E (Strandintie)



F: Lomarakennus F (~Korokangantie 334)



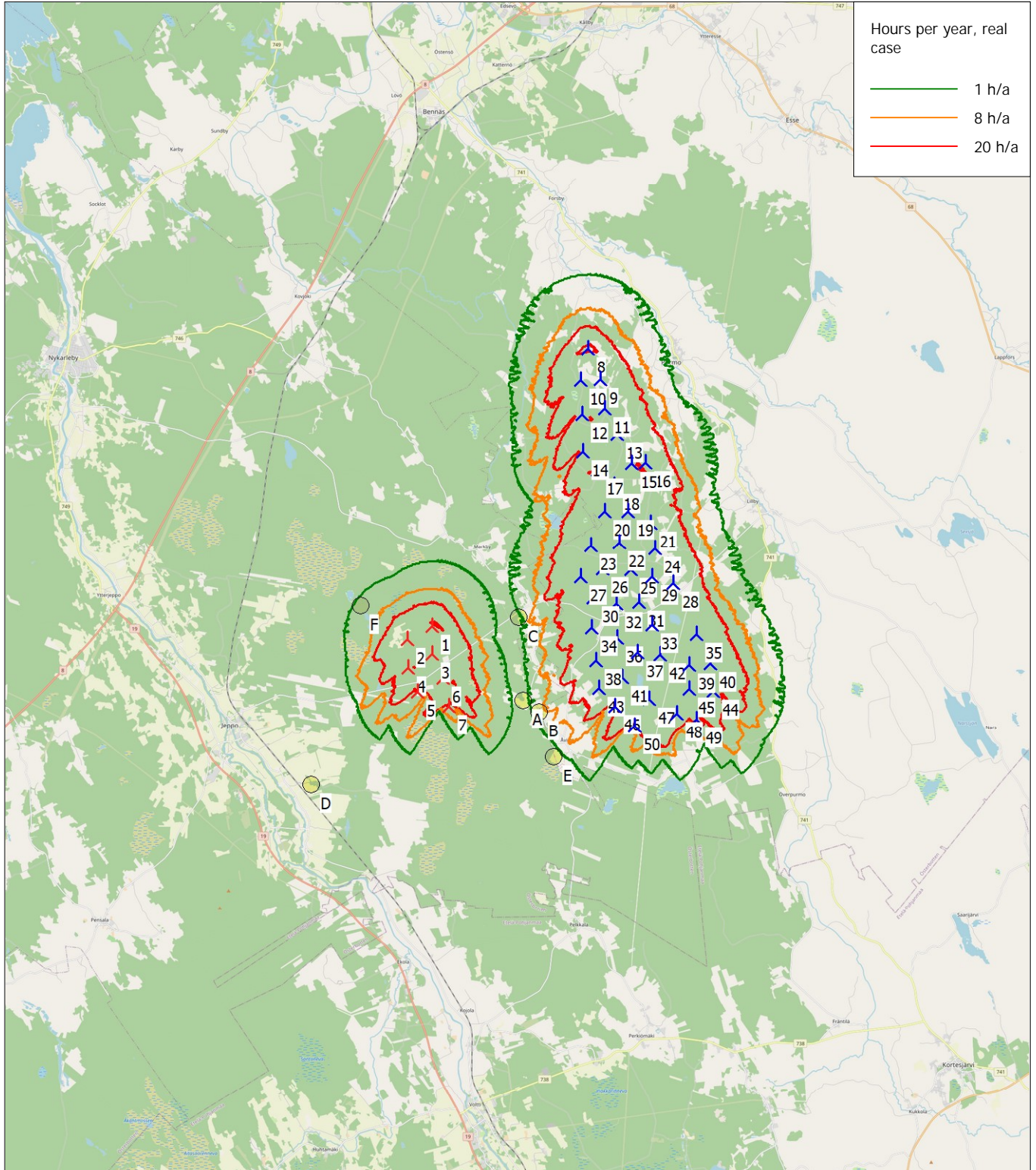
WTGs

2: Generic RD200 HH200 6400 200.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (97)

P36: Generic RD200 HH200 6000 200.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (138)

## SHADOW - Map

Calculation: Kaitsar\_Generic RD200x7xHH200\_21\_5\_2024+Purmo\_No forest



Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:200 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 292 410 North: 7 042 020

New WTG Shadow receptor

Flicker map level: Korkeuskäyrät

Time step: 4 minutes, Day step: 14 days, Map resolution: 30 m, Visibility resolution: 15 m, Eye height: 1,5 m