

Oy Lillby Vind Ab

Kaitsarin tuulivoimahanke

Yhteismelun mallinnus

24.11.2023

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	1
2	LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT	1
2.1	Melu.....	1
2.1.1	ISO 9613-2	1
2.1.2	Matalataajuinen melumallinnus.....	4
2.2	Paikkatietoaineistot.....	5
2.3	Melun ohjeavot.....	5
3	YHTEISEMELUN MALLINNUKSEN TULOS	6
3.1	Melun laskentatulokset ISO 9613-2	6
3.2	Matalataajuinen melu	7

Liitteet

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

Liite 2: Matalataajuisen yhteismelun rakennuskohtaiset arvot

24.11.2023

Kaitsarin tuulivoimahanke

1 JOHDANTO

Kaitsarin suunnitteilla olevan tuulivoimahankkeen aiheuttamia melun yhteisvaikutuksia on arvioitu laatimalla mallinnus tuulivoimaloiden aiheuttamista äänenpainetasoista. Melun yhteisvaikutusmallinnus on laadittu osayleiskaava-aineiston täydennyksenä.

Tuulivoimaloiden aiheuttamia meluvaikutuksia on mallinnettu WindPro-ohjelmalla Kaitsarin ja Purmon tuulivoimahankkeiden alustavien voimalapaikkojen sijoitusten mukaisesti. Mallinnusten tavoitteena on osoittaa, kuinka laajalle alueelle melun yhteisvaikutukset ulottuvat ja arvioida vaikutukset Kaitsarin tuulivoimahankkeen läheiselle asutukselle tai loma-asutukselle.

Yhteismelun mallinnukset on laatinut Johanna Harju FCG Finnish Consulting Group Oy:stä.

2 LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT

2.1 Melu

2.1.1 ISO 9613-2

Mallinnusmenetelmä noudattaa Ympäristöministeriön Ohjetta 2/2014 Tuulivoimaloiden melun mallintaminen (Ympäristöministeriö 2014).

Tuulivoimaloiden aiheuttamat äänenpainetasot on mallinnettu WindPRO-laskentaohjelmalla ISO 9613-2 standardin mukaisesti, jossa tuulen nopeutena käytettiin 8 m/s, 10 m korkeudella mitattuna, ilman lämpötilana 15 °C, ilmanpaineena 101,325 kPa sekä ilman suhteellisena kosteutena 70 %. Maan- tai vedenpinnan absorptio ja heijastuksen vaikutuskerroin on maa-alueilla 0,4 ja vesialueella 0. Laskenta tehtiin ohjeen mukaisesti 4,0 m maapinta-tasosta.

Melumallinnuksessa on Kaitsarin tuulivoimaloiden osalta käytetty Vestaksen V172 voimalan melupäästöarvoja, joihin on lisätty + 2dB. Tällöin lähtömelutasoksi muodostuu 112,1 dB (110,1 + 2 dB). Laitosmallista on johdettu Generic RD 200-6.4 voimalaitos, jonka teho on 6,4 MW ja roottorin halkaisija 200 metriä. Voimalaitoksen napakorkeus on 200 metriä, joten kokonaiskorkeudeksi muodostuu 300 m (Taulukko 1).

Kaitsarin tuulivoimahankkeen itäpuolella sijaitsee Purmon tuulivoimahanke. Purmon hankkeen lähimmät tuulivoimalat sijaitsevat reilun viiden kilometrin etäisyydellä Kaitsarin hankkeen tuulivoimaloista. Purmon tuulivoimaloiden äänenpainetasot on Purmon tuulivoimapuiston YVA-selostuksen mukaisesti mallinnettu voimalaitostyyppillä Vestas V150-6,0MW. Voimalatornin korkeus on 225 metriä, joten voimalan kokonaiskorkeudeksi muodostuu 300 m. Voimalaitoksen lähtömelutaso on 107,7 dB(A) (Taulukko 2). Voimalaitosvalmistajan mukaan V150-6,0MW melutaso vastaa ylempää luottamusväliä 95 % ja on valmistajan mukaan melun takuuarvo.

Melumallinnuksen laskentatuloksia on havainnollistettu keskiäänitasokarttojen avulla. Keskiäänitasokartoissa on esitetty melun keskiäänitaso- eli ekvivalenttiäänitasokäyrät (LAeq) 5 dB välein. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

24.11.2023

Taulukko 1. Kaitsarin tuulivoimaloiden General RD200-6.4 tyyppitiedot, käytetty mallinnusohjelma ja tuulivoimaloiden äänitehotasot

MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT							
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO version 3.5.584				Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2			
TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT							
Tuulivoimalan valmistaja: Generic				Tyyppi: RD 200 – 6.4		Sarjanumero/t:-	
Nimellisteho: 6,4 MW		Napakorkeus: 200 m		Roottorin halkaisija: 200 m		Tornin tyyppi: teräs/hybridi	
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun							
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus		Muu, mikä:			
Kyllä	dB	Kyllä	dB	Noise mode säätö:			
Ei		Ei		Noise mode, lähtömelutaso		110,1 dB(A)	
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
Third octave noise emission V172-7.2MW 50/60 Hz Document no 0128-4336_00							
Lähtömelutasoon on lisätty epävarmuusarvoksi 2 dB(A), koska voimalaitosmallin roottorin halkaisijaa on muutettu.							
Oktaaveittain [Hz], dB(A)		1/3-oktaaveittain [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
112,1 dB(A)		100,0	94,6	1000,0	101	10000	72,1
Melun erityispiirteiden mittaus ja havainnot:							
Kapeakaistaisuus / Tonaa- lisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)		Muu, Mikä:	
kyllä	Ei	kyllä	Ei	kyllä	Ei	kyllä	Ei

24.11.2023

Taulukko 2. Purmon tuulivoimaloiden mallinnusohjelma ja tuulivoimaloiden äänitehotasot voimalaitoksella V150-6,0MW sekä melun erityispiirteet.

MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT							
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO version 3.5.584				Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2			
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)							
Tuulivoimalan valmistaja: Vestas				Tyyppi: V150-6,0MW		Sarjanu- mero/t:-	
Nimellisteho: 6,0 MW		Napakorkeus: 225 m		Roottorin halkaisija:150 m		Tornin tyyppi: te-	
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun							
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus		Muu, mikä			
Kyllä	-	dB	Kyllä	-	dB	Noise mode säätö: PO6000-0S, no STE	
Ei			Ei			Noise mode, lähtömelutaso	
107,7 dB							
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
Third octave noise emission DMS no.: 0095-3747_01, Date 2020-11-03 Voimalaitosvalmistajan mukaan V150-6,0MW melutaso vastaa ylempää luottamusväliä 95 % ja on valmistajan mukaan melun takuuarvo.							
Oktaaveittain [Hz],dB(A)		1/3-oktaaveittain [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
107,7 dB(A)		160	92,1				
Melun erityispiirteiden mittaust ja havainnot:							
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudimodu- laatio)		Muu, Mikä:	
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei

24.11.2023

Taulukko 3. Käytetyt mallinnusparametrit ISO 9613-2 laskelmissa

AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT			
Laskenta korkeus		Laskentaruudun koko [m·m]	
ISO 9613-2: 4,0 m		25x25 m	
Suhteellinen kosteus		Lämpötila	
70 %	Muu, mikä ja miksi:	ISO 9613-2: 15 C°	
Maastomallin lähde ja tarkkuus			
Maastomallin lähde: MML maastotietokanta		Vaakaresoluutio:1,0	Pystyresoluutio:0,5
Maan- ja vedenpinnan absorptio ja heijastuksen huomioiminen, käytetyt kertoimet			
ISO 9613-2	0,4 / vesialueilla 0		HUOM
Ilmakehän stabiilius laskennassa/meteorologinen korjaus			
Neutraali, (0): Neutraali		Muu, mikä ja miksi:	
Sääolosuhteiden huomiointi; laskennassa käytetty tuulen suunnat ja nopeus			
Tuulen suunta: 0-360°		Tuulen nopeus: 10 metrin korkeudella mitattuna 8 m/s	
Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen			
Vapaa avaruus: kyllä		Muu, mikä, miksi:	

2.1.2 Matalataajuinen melumallinnus

Matalataajuinen melu laskettiin Ympäristöministeriön ohjeen 2/2014 mukaisin menetelmin käyttäen voimalavalmistajalta saatuja arvioita niiden äänitehotasoista.

Ohje 2/2014 antaa menetelmän matalataajuisen melun laskentaan rakennusten ulkopuolelle. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetus 2015 antaa matalataajuiselle melulle toimenpiderajat asuinhuoneissa. Rakennusten sisälle kantautuva äänitaso arvioitiin Turun AMK:n (Keränen, Hakala ja Hongisto, 2018) julkistamien Anojanssi projektin tulosten mukaisten ääneneristävyysarvoin ja tuloksia verrattiin toimenpiderajoihin.

Anojanssi projektissa mitattiin ilmaääneneristävyys standardin ISO 16283-3:2016 mukaan. Projektissa valittiin 13 pientaloa ja 26 julkisivurakennetta niin, että edustettuina oli kevyitä, raskaita, uusia ja vanhoja julkisivurakenteita. Tuloksista johdettiin 84 % percentiili, joka kertoo arvon, joka ylittyi 84 % mitatuista suomalaisista pientaloista.

Taulukko 4. Suomalaisen pientalon julkisivun äänitasoeron alalikiarvo Anojanssi projektin tulosten mukaisesti.

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

Tulokset on esitetty taajuuskohtaisena taulukkona Kaitsarin tuulivoimaloiden läheisyydessä sijaitseville asuin- ja lomarakennuksille.

24.11.2023

2.2 Paikkatietoaineistot

Korkeustiedot perustuvat Maanmittauslaitoksen (MML) maastotietokannan korkeuskäyrät-aineistoon. Korkeusaseman intrapoloitimenetelmänä kohteille on käytetty WindPro TIN menetelmää. Rakennusten käyttötarkoitus on arvoitu MML:n maastotietokannan mukaan.

2.3 Melun ohjearvot

Valtioneuvoston asetuksessa (1107/2015) tuulivoimaloille on määritelty suunnitteluarvot päivä- ja yöajan keskiäänitasojen maksimiarvolle. Jos tuulivoimalan melu sisältää tonaalisia, kapeakaistaisia tai impulssimaisia komponentteja, tai se on selvästi amplitudimoduloitunutta, mallinnustuloksiin tulee ohjeen mukaan lisätä viisi desibeliä ennen ohjearvoon vertaamista. Koska ohjearvo sisältää jo tyypillisen tuulivoimamelun piirteet, edellä mainitut äänenpiirteiden tulee olla tuulivoimalalle epätyypillisen voimakkaita, jotta mallinnustuloksissa täytyy huomioida viiden desibelin lisä äänenvoimakkuuteen.

Taulukko 5. Valtioneuvoston asetuksen (1107/2015) mukaiset tuulivoimaloiden melutason ohjearvot.

Vaikutuskohde	Päivä (7-22)	Yö (22-7)
Pysyvä asutus	45 dB	40 dB
Loma-asutus	45 dB	40 dB
Hoitolaitokset	45 dB	40 dB
Oppilaitokset	45 dB	—
Virkistysalueet	45 dB	—
Leirintäalueet	45 dB	40 dB
Kansallispuistot	40 dB	40 dB

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa (545/2015) on annettu matalataajuiselle melulle toimenpiderajaja. Toimenpiderajat koskevat asuinhuoneita ja ne on annettu taajuuspainottamattomina yhden tunnin keskiäänitasoina tersseittäin. Toimenpiderajat koskevat yöaikaa ja päivällä sallitaan 5 dB suuremmat arvot. Ympäristöministeriön ohjeessa 4/2012 Tuulivoimarakentamisen suunnittelu viitataan näihin ohjearvoihin matalataajuisista melua koskien.

Taulukko 6. Matalataajuisen sisämelun tunnin keskiäänitason toimenpiderajat nukkumiseen tarkoitetuissa tiloissa.

Terssikaista Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Keskiäänitaso L _{Zeq} ,1h, dB	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Edellisestä laskettu keskiäänitaso A-painotettuna L _{Aeq} ,1h, dB	24	19	17	14	14	16	18	19	20	21	21

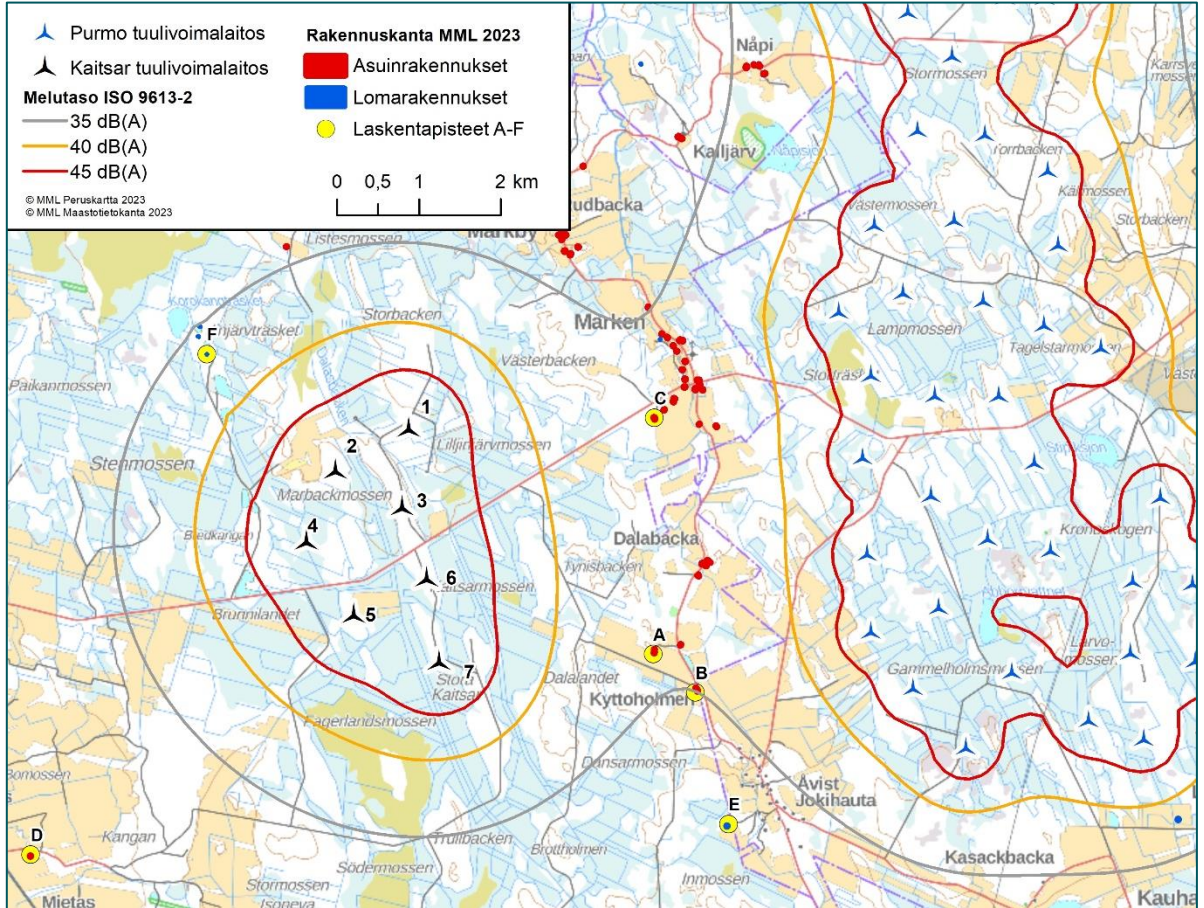
Lisäksi yöaikainen mahdollisesti unhäiriötä aiheuttava melu, joka erottuu selvästi taustamelusta, ei saa ylittää 25 dB yhden tunnin keskiäänitasona L_{Aeq},1h mitattuna niissä tiloissa, jotka on tarkoitettu nukkumiseen.

24.11.2023

3 YHTEISEMELUN MALLINNUKSEN TULOS

3.1 Melun laskentatulokset ISO 9613-2

Mallinnusten laskentatulosten perusteella lähimpien asuinrakennusten ja lomarakennusten pihapiirissä melutasot ovat alle 40 dB(A) kaikissa laskentakohteissa A-F (Liite 1).



Kuva 1. Kaitsarin tuulivoimaloiden laskennalliset melutasot

Taulukko 7. Laskennalliset yhteismelun tasot Kaitsarin tuulivoimahankkeen ympäristössä.

Laskentapiste	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskentakorkeus (m)	Melutaso dB(A)
Asuinrakennus A (Dalabackantie 188)	292968	7038468	38,1	4,0	35,7
Asuinrakennus B (Dalabackantie 124)	293486	7037997	37,5	4,0	35
Asuinrakennus C (Uudismaantie 1139)	292982	7041360	33,2	4,0	36
Asuinrakennus D (Svartbackantie 296)	285337	7036011	27,5	4,0	27,5
Lomarakennus E (Strandintie)	293895	7036387	45,8	4,0	32,5
Asuinrakennus F (~Korokangantie 334)	287498	7042142	32,5	4,0	36,3

24.11.2023

3.2 Matalataajuinen melu

Matalataajuisen melun laskentatulosten mukaan matalataajuinen melu ei ylitä asumisterveysasetuksessa määritettyä sisätilojen ohjearvoja laskentakohteissa A-F (taulukko 8 ja Liite 2).

Taulukko 8. Matalataajuisen melun mallinnustulokset kohteissa A-F, verrattuna Sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajaan.

Rakennus	Äänitaso sisällä	
	L eq,1h – Asumisterveysohje sisällä	Hz
Asuinrakennus A (Dalabackantie 188)	-8,8	63
Asuinrakennus B (Dalabackantie 124)	-9,5	63
Asuinrakennus C (Uudismaantie 1139)	-8,6	63
Asuinrakennus D (Svartbackantie 296)	-14,4	63
Lomarakennus E (Strandintie)	-11,3	50
Asuinrakennus F (~Korokangantie 334)	-8,6	63

FCG Finnish Consulting Group Oy

Johanna Harju, ins. AMK

Laatija

24.11.2023

Liite 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

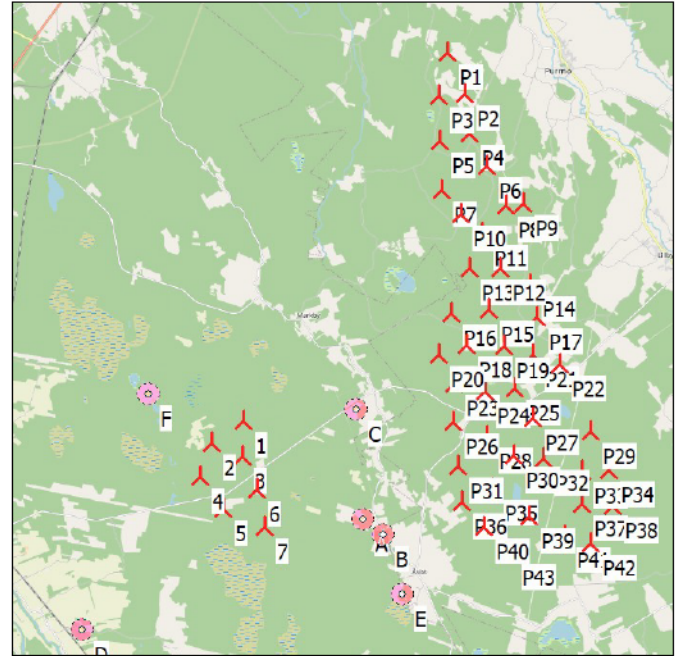
Deviation from "official" noise demands. Negative is more

restrictive, positive is less restrictive.:

0,0 dB(A)

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89



Scale 1:200 000

🚰 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		
				[m]										
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 [m]	Demands Noise [dB(A)]	Sound level From WTGs [dB(A)]	Distance to noise demand [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

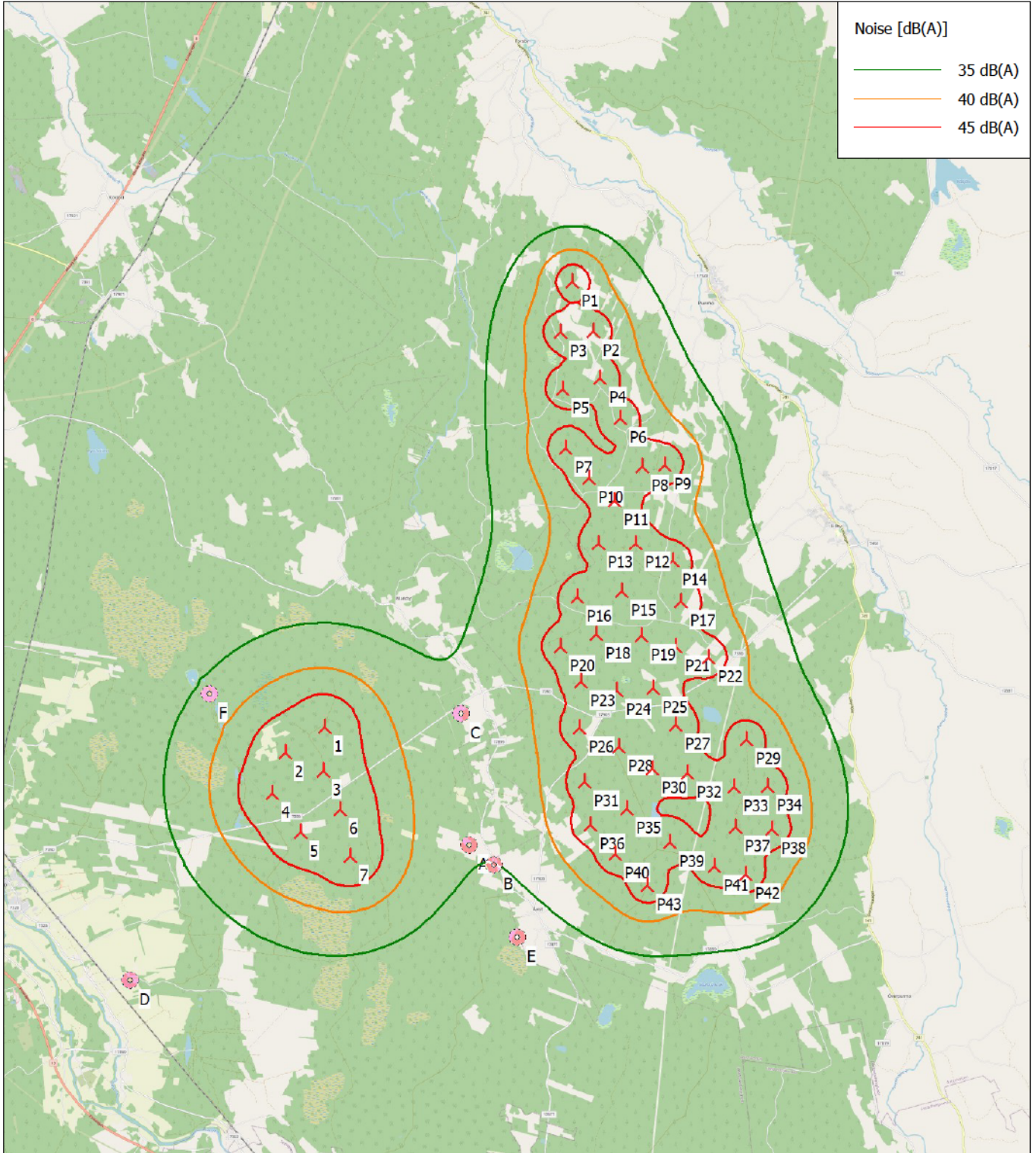
Noise demand: 40,0 dB(A)

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

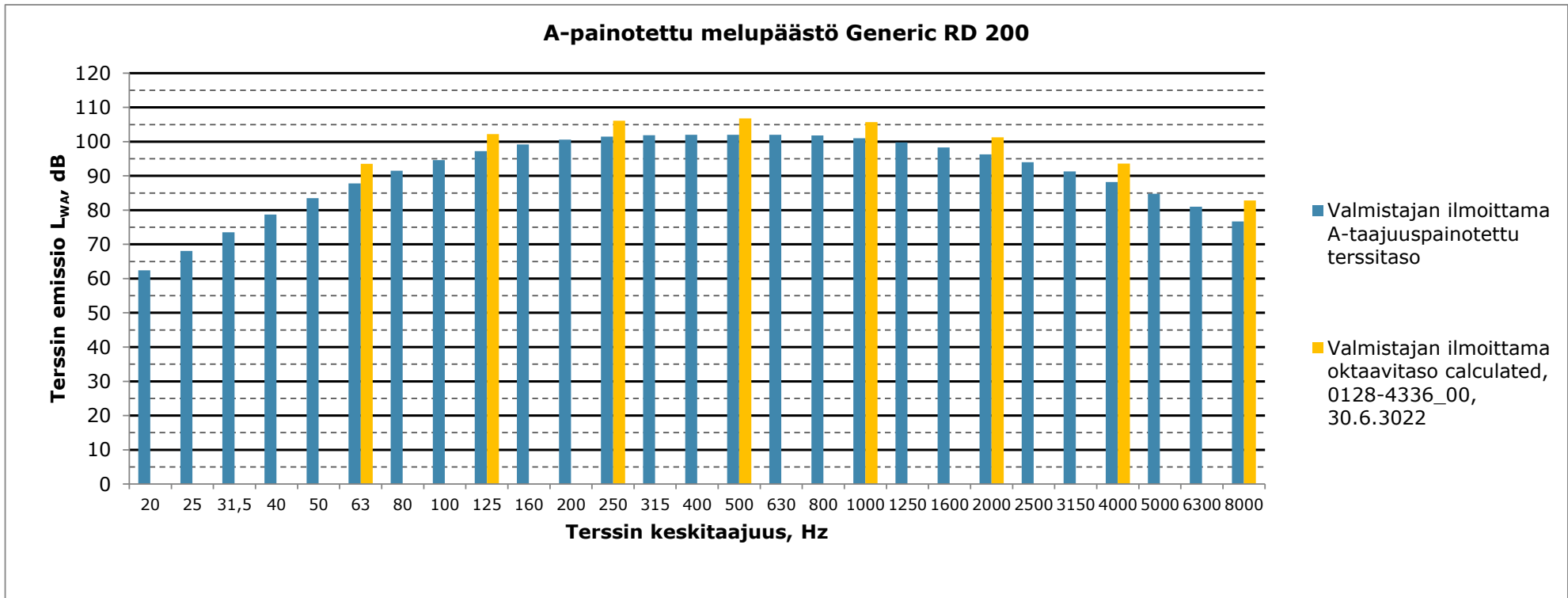
New WTG

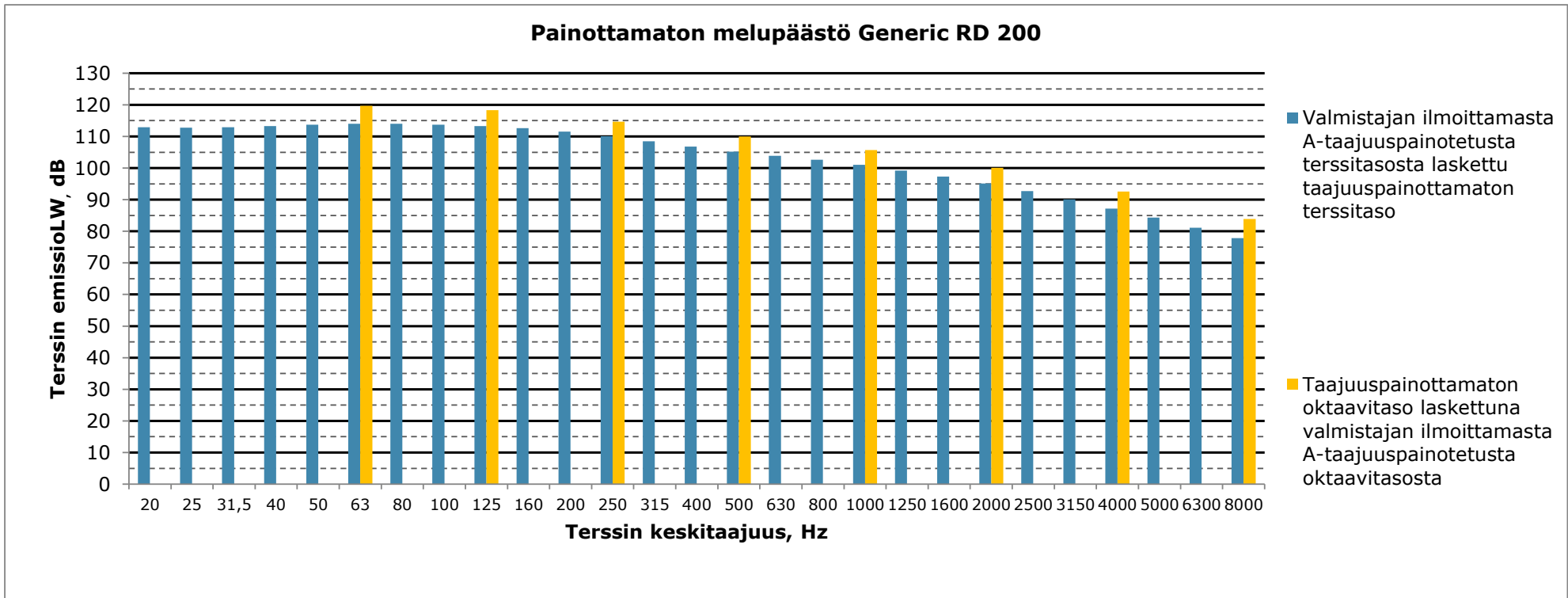
Noise sensitive area

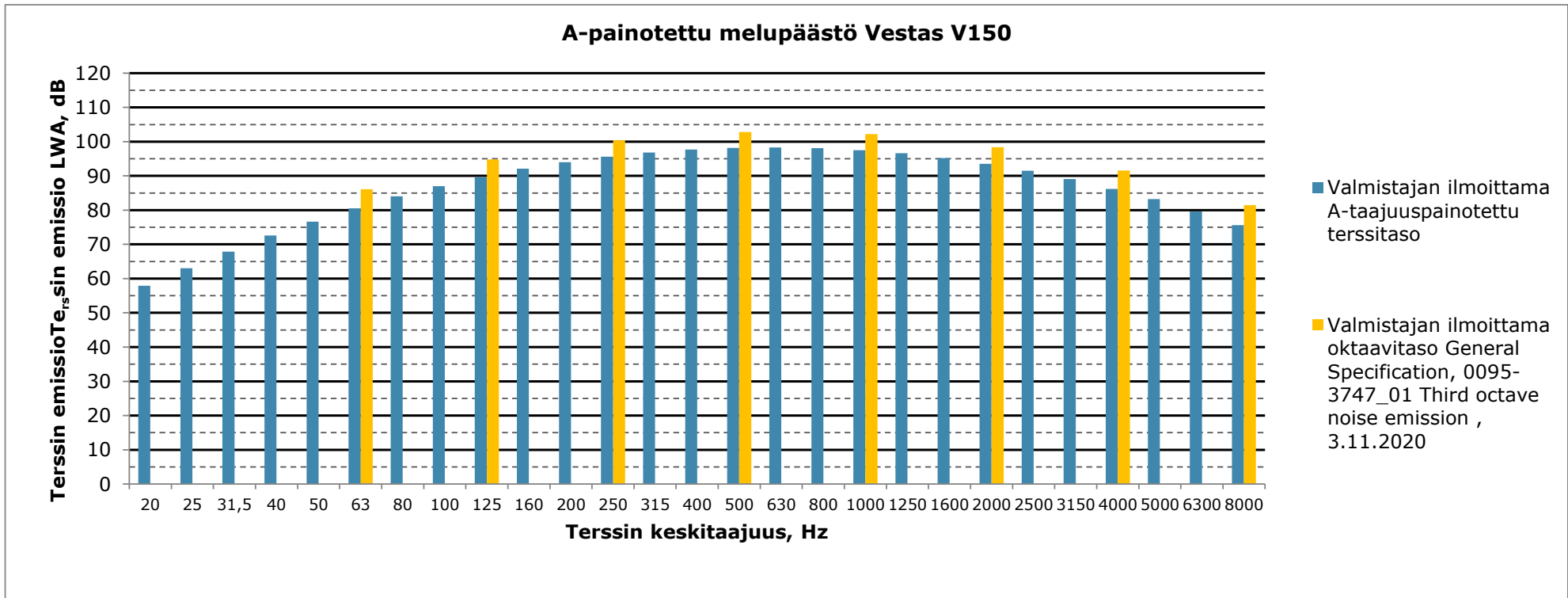
Noise calculation model: ISO 9613-2 General. Wind speed: 8,0 m/s
 Height above sea level from active line object

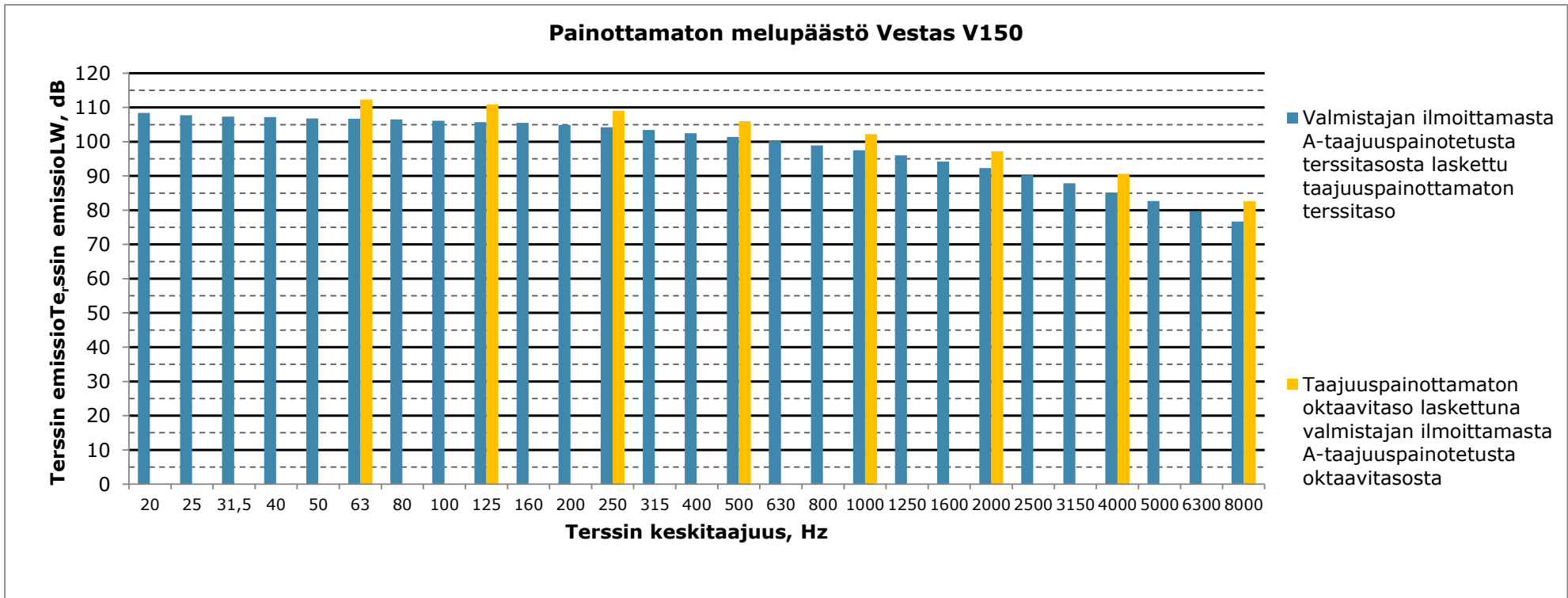
24.11.2023

Liite 2: Matalataajuisen melun rakennuskohtaiset arvot

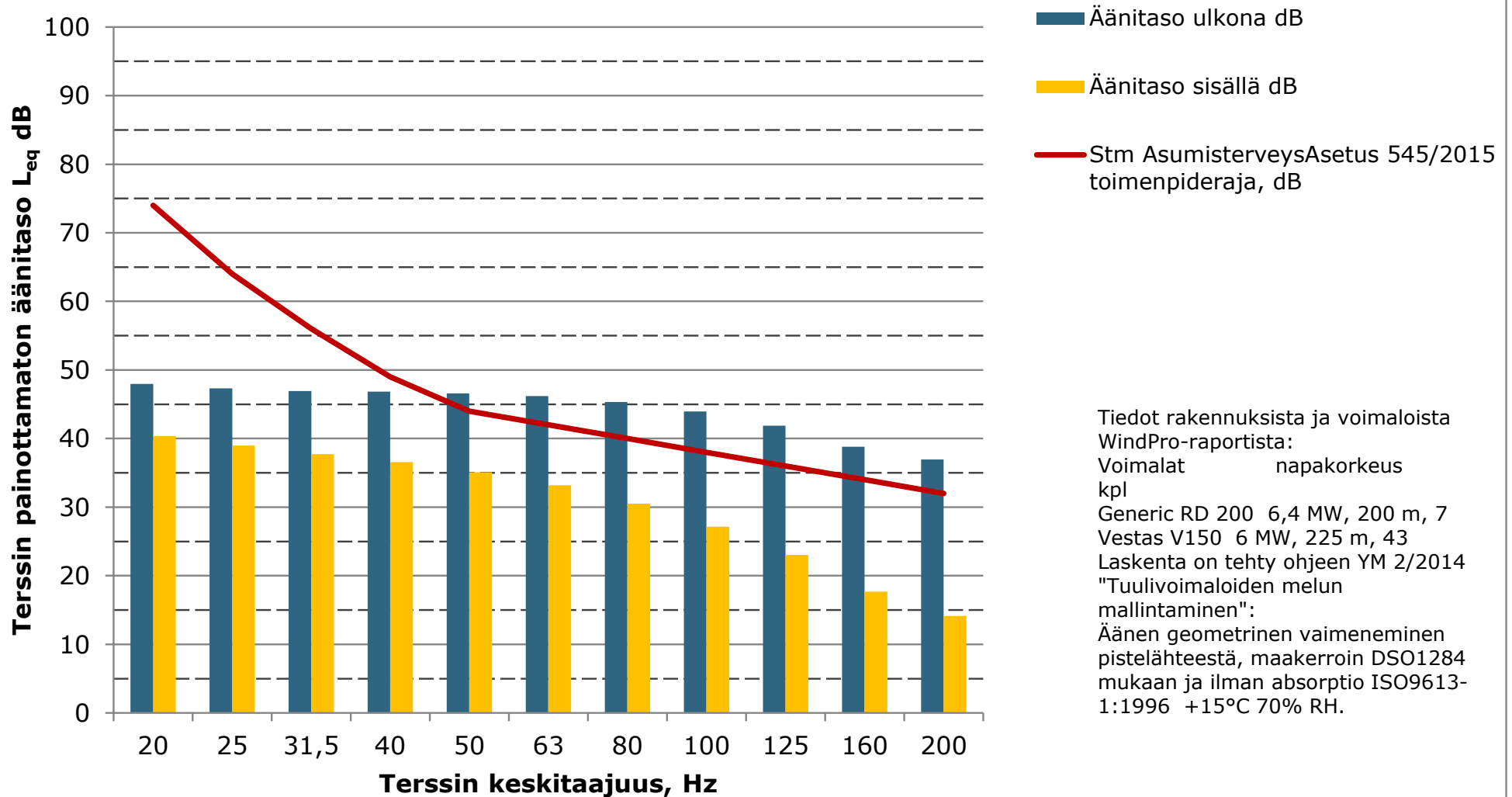




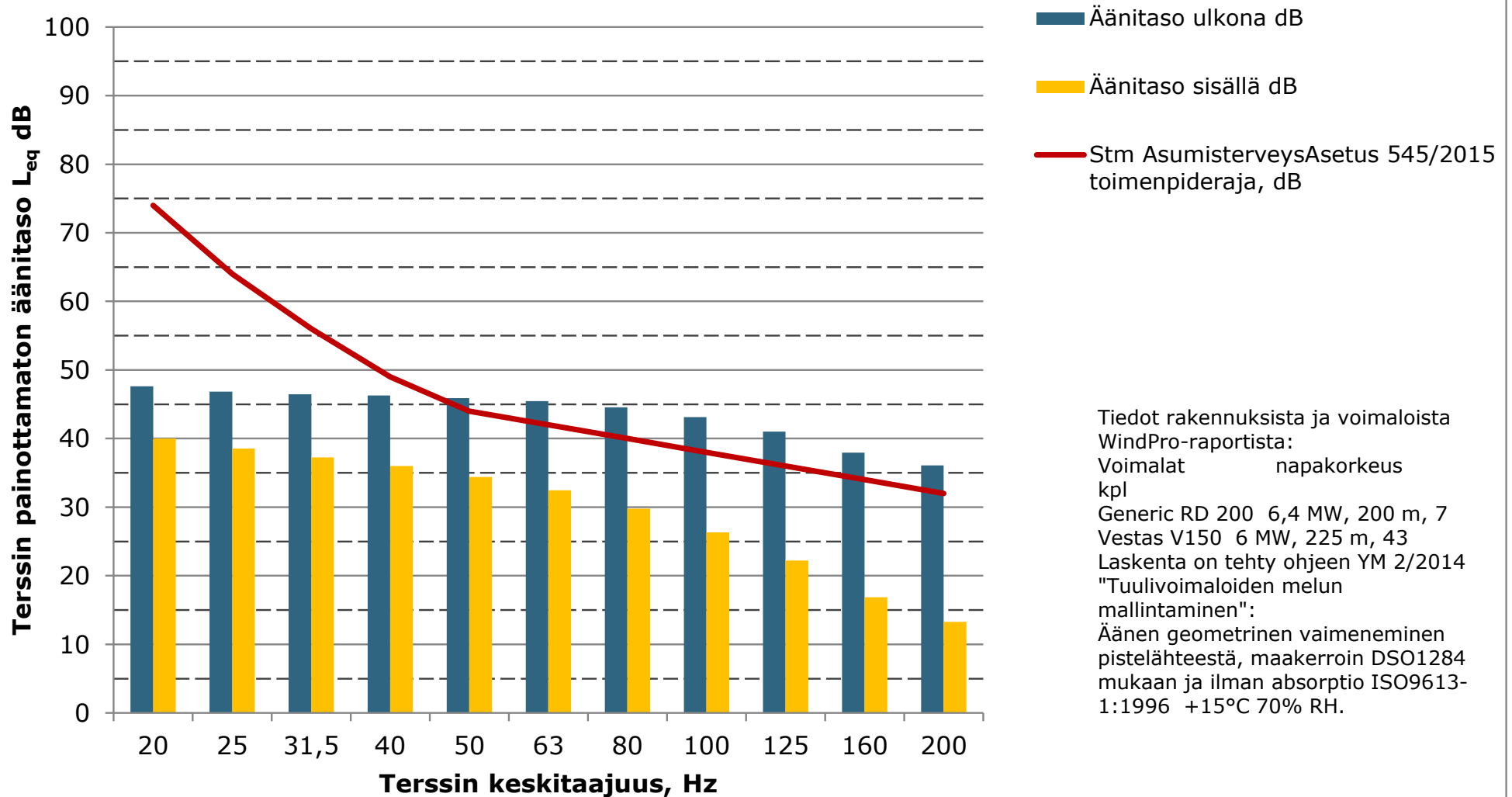




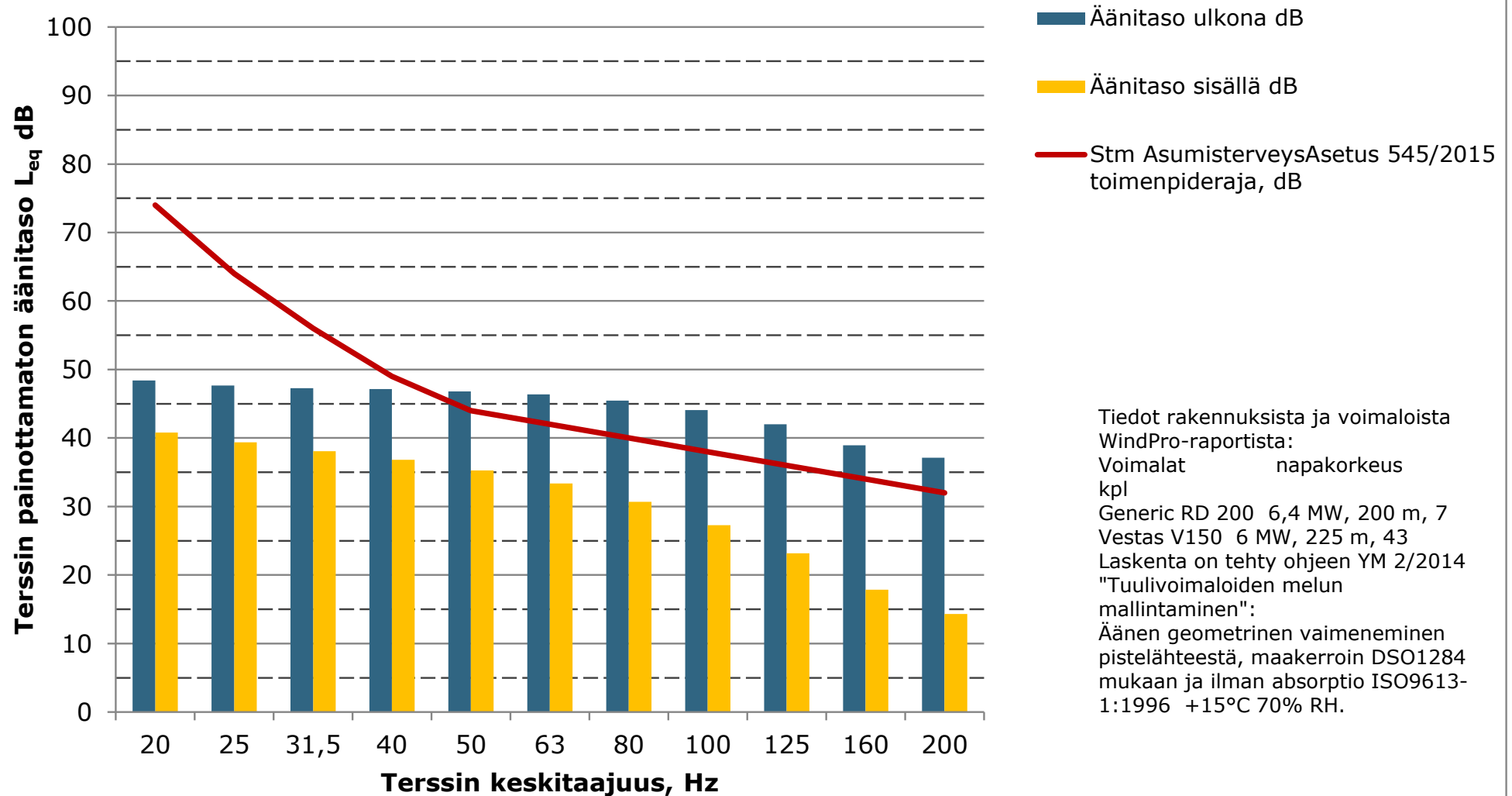
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus A
(Dalabackantie 188), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%
persentiili mukaan**



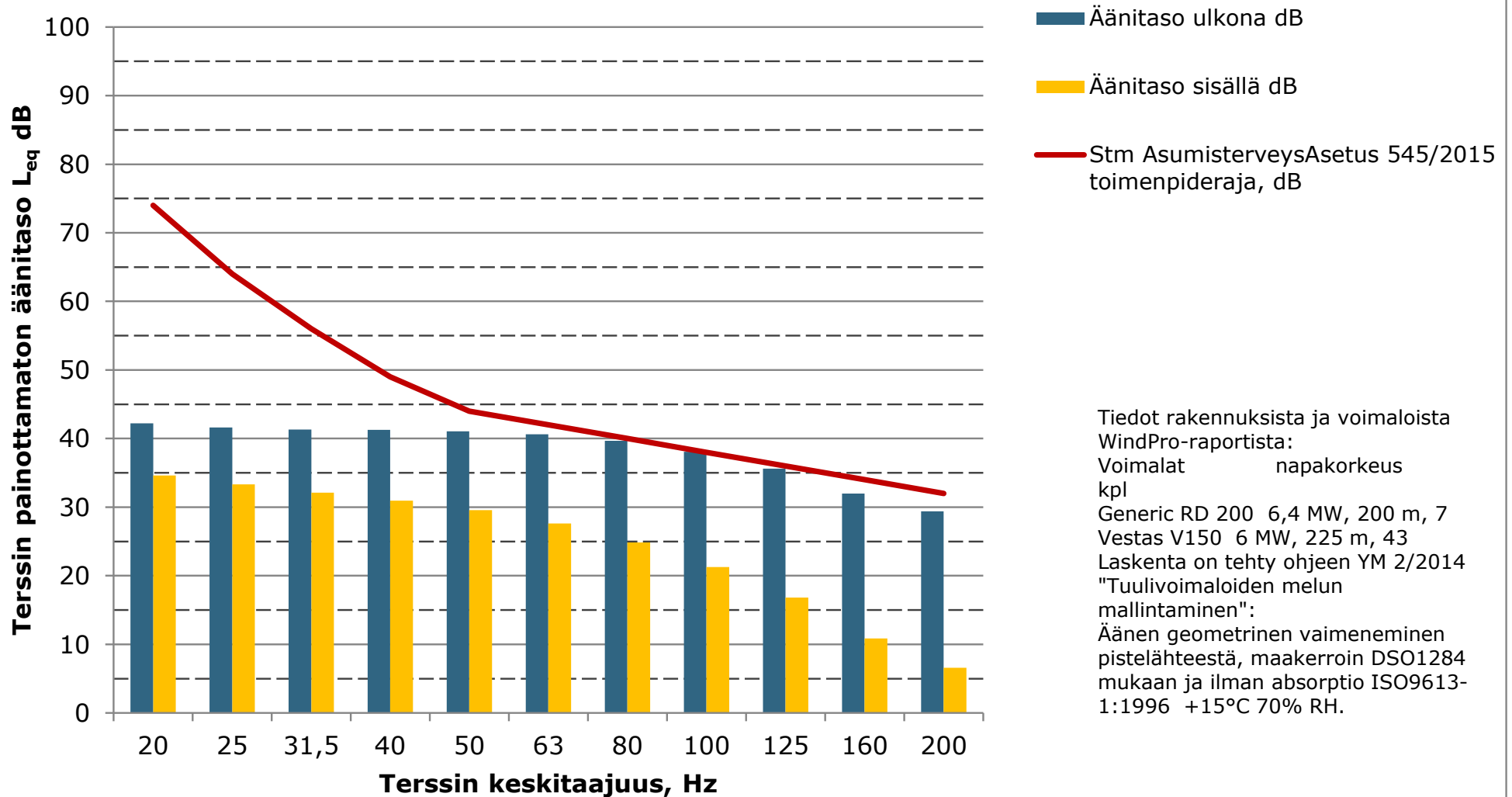
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus B
(Dalabackantie 124), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%
persentiili mukaan**



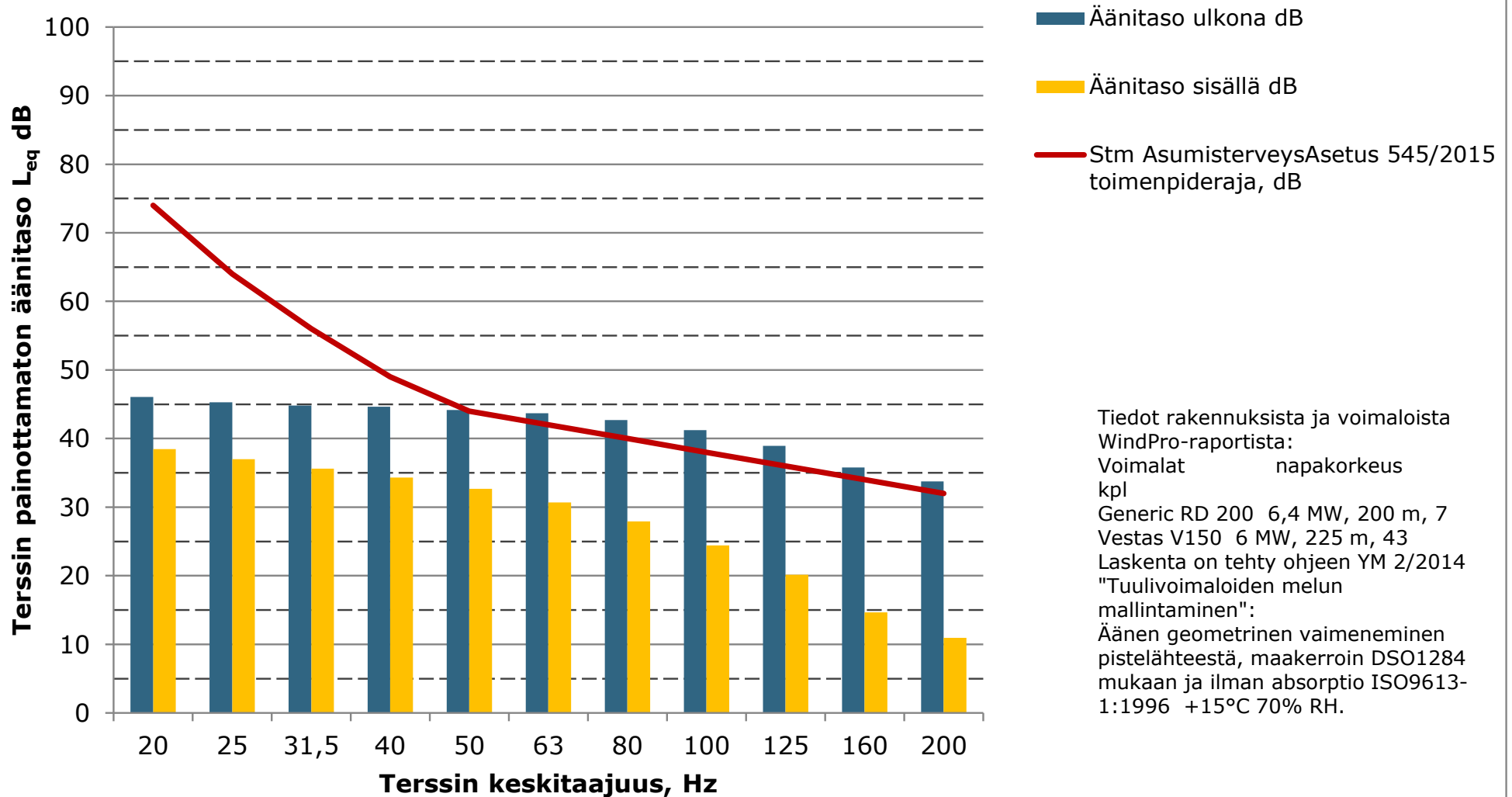
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus C
(Uudismaantie 1139), ääneneristävyys Keränen, Hakala, Hongisto 2019, 84%
persenttiili mukaan**



**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%
persentiili mukaan**

