

Eurowind Energy Oy

## Valkeisvaaran tuulivoimahanke, Paltamo

Melu- ja varjostusmallinnusraportti

2.12.2024

## Sisällysluettelo

<b>1</b>	<b>MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUKSEN TAVOITTEET .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT .....</b>	<b>1</b>
2.1	Melu.....	1
2.1.1	Melumallinnus ISO 9613-2.....	1
2.1.2	Matalataajuinen melu .....	3
2.2	Varjostusmallinnus .....	4
2.3	Raja- ja ohjearvot.....	5
2.3.1	Melu.....	5
2.3.2	Varjostus .....	6
<b>3</b>	<b>MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUSTEN TULOKSET .....</b>	<b>7</b>
3.1	Melu.....	7
3.1.1	Melun laskentatulokset ISO 9613-2 voimalaitoksella Siemens Gamesa SG170-6.0 MW (106,0 dB + 2,0 dB) .....	7
3.1.2	Matalataajuinen melu .....	8
3.2	Varjostus.....	9
3.2.1	Varjostus ”Real Case, No forest” .....	9
3.2.2	Varjostus ”Real Case, Luke forest” .....	11
LIITTEET		
Liite 1. Valkeisvaaran tuulivoimahanke - Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2, YM 2 /2014		
Liite 2. Valkeisvaaran tuulivoimahanke – matalataajuisen melun rakennuskohtaiset arvot		
Liite 3. Valkeisvaaran tuulivoimahanke – varjostusmallinnuksen tulokset ”real case, no forest”		
Liite 4. Valkeisvaaran tuulivoimahanke – varjostusmallinnuksen tulokset ”real case, Luke forest”		

2.12.2024

## Valkeisvaaran tuulivoimahanke, Paltamo

### 1 MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUKSEN TAVOITTEET

Paltamon Valkeisvaaran tuulivoimahankkeen hankeomistaja Eurowind Energy Oy suunnittelee kuu- den voimalan rakentamista Paltamon ja Ristijärven väliselle alueelle. Tämä melu- ja varjostusmallin- nusraportti on laadittu Valkeisvaaran tuulivoimahankkeen kaavaluonnosvaiheen sijoitussuunnitel- mien perusteella.

Tuulivoimaloiden aiheuttamia meluvaikutuksia on arvioitu WindPRO-ohjelman DECIBEL-moduulilla. Tuulivoimaloiden aiheuttamat varjostusvaikutukset on mallinnettu WindPro-ohjelman SHADOW-mo- duulilla. Melu- ja varjostusmallinnukset on laatinut Joona Kyhyräinen ja laaduntarkastuksen on tehnyt Johanna Harju FCG Finnish Consulting Group Oy:stä.

### 2 LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT

#### 2.1 Melu

##### 2.1.1 Melumallinnus ISO 9613-2

Tuulivoimaloiden aiheuttamat äänenpainetasot on mallinnettu WindPRO-laskentaohjelman Decibel- moduulilla ISO 9613-2 standardin mukaisesti. Ympäristöhallinnon tuulivoimaloiden melun mallinta- mista koskevan ohjeen 2/2014 mukaisesti tuulen nopeutena käytettiin 10 m korkeudella mitattuna 8 m/s, ilman lämpötilana 15 °C, ilmanpaineena 101,325 kPa, ilman suhteellisenä kosteutena 70 % ja maanpinnan kovuutena arvoa 0,4. Laskenta on tehty 4,0 m maan pinnan tasosta.

Valkeisvaaran tuulivoimaloiden äänenpainetasot on mallinnettu voimalaitostyyppillä Siemens Gamesa SG170-6.0MW. Voimalaitoksen Siemens Gamesa SG170-6.0MW lähtömelutaso on 106,0 dB(A). Me- lun lähtöarvot perustuvat kyseisen voimalamallin meluspektriin. Lähtömelutasoon on lisätty 2 dB(A):n epävarmuusarvo ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti, jolloin lähtömelutasoksi muodostuu 108,0 dB(A). Mallinnuksessa käytetyn voimalaitoksen napakorkeus on 165 metriä ja root- torin halkaisija 170 metriä, joten kokonaiskorkeudeksi muodostuu 250 metriä.

Melumallinnusten laskentatuloksia on havainnollistettu ns. keskiäänitasokarttojen avulla. Keskiääni- tasokartoissa on melun keskiäänitaso- eli ekvivalenttiäänitasokäyrät (LAeq) 5 dB välein.

2.12.2024

Taulukko 1. Valkeisvaaran tuulivoimahankkeen mallinnusohjelma ja tuulivoimaloiden äänitehotasot voimalaitoksella Siemens Gamesa SG170-6.0MW sekä melun erityispiirteet.

MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT							
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO version 4.0.540				Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2			
TUULIVOIMALAN TIEDOT							
Tuulivoimalan valmistaja: Siemens Gamesa				Tyyppi: SG170-6.0MW		Sarjanumero/t: -	
Nimellisteho: 6.0 MW		Napakorkeus: 165 m		Roottorin halkaisija: 170 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:	Kyllä
Ei			Ei			Noise mode, lähtömelutaso	106,0 dB(A)
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
Standard Acoustic Emission, SG6.0-170, Rev. 0 2020-03-18.							
Oktaaveittain [Hz],dB(A)		1/3-oktaaveittain [Hz] LWA dB					
		20	65,7	200	92,0	1600	99,3
63	88,5	25	69,7	250	93,5	2000	96,4
125	95,4	31,5	73,7	315	94,1	2500	94,0
250	98,1	40	77,5	400	93,0	3150	92,7
500	99,9	50	80,3	500	94,8	4000	90,3
1000	103,8	63	83,1	630	96,8	5000	86,8
2000	101,9	80	85,9	800	98,1	6300	82,9
4000	95,3	100	89,8	1000	99,3	8000	79,2
8000	85,0	125	90,2	1250	99,5	10000	75,5
<b>108,0 dB(A)</b>		160	91,7				
Melun erityispiirteiden mittausta ja havainnot:							
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)		Muu, Mikä:	
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei

2.12.2024

Taulukko 2. Käytetyt mallinnusparametrit ISO 9613-2 laskelmissa sekä melulle altistuvat kohteet.

AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT			
Laskentakorkeus		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 absorption ja heijastuksen huomioiminen, käytetyt kertoimet			
ISO 9613-2	maa-alueet= 0,4; vesialueet= 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 melu

Matalataajuinen melu laskettiin Ympäristöministeriön ohjeen 2/2014 mukaisin menetelmin käyttäen voimalavalmistajilta 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.

Taulukko 3. Suomalaisen pientalon julkisivun äänitasoeron alalikiarvo Anojanssi-projektin tulosten mukaisesti.

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

Matalataajuisen melun laskelmassa huomioitiin maanpinnan muodon vaikutus ohjeen 4/2014 mukaisesti. Tulokset on esitetty taajuuskohtaisena taulukkona hankealuetta ympäröiville asuin- ja lomarakennuksille.

2.12.2024

## 2.2 Varjostusmallinnus

*Taulukko 4. Valkeisvaaran tuulivoimahankkeen mallinnusohjelma ja tuulivoimaloiden koko varjostusmallinuksissa.*

MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT			
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO version 4.0.540		Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2	
TUULIVOIMALAN TIEDOT			
Tuulivoimalan valmistaja: Siemens Gamesa		Tyyppi: SG170-6.0MW	Sarjanu- mero/t:-
Nimellisteho: 6.0 MW	Napakorkeus: 165 m	Roottorin halkaisija: 170 m	Tornin tyyppi: teräs/hybridi

Tuulivoimaloiden varjostusvaikutukset on mallinnettu Valkeisvaaran hankkeessa käyttäen voimalaistyyppiä Siemens Gamesa SG170-6.0MW. Roottorinhalkaisijaltaan voimala on 170 metriä ja tornin korkeus (napakorkeus) on 165 metriä. Kokonaiskorkeudeltaan voimalat ovat näin ollen mallinuksissa 250 metriä.

Varjostusmallinnukset tehtiin tilanteelle, jossa huomioitiin Valkeisvaaran kaavaluonnosvaiheen mukaiset voimalat. Varjostusvaikutuksia mallinnettiin WindPRO-ohjelman Shadow-moduulilla. Laskennassa varjot huomioidaan, kun aurinko on yli 3 astetta horisontin yläpuolella. Varjoksi lasketaan tilanne, jossa siipi peittää vähintään 20 % auringosta.

Varjostusmallinnuksessa huomioidaan siiven lavan maksimileveys sekä siiven kärjen leveys 90 % etäisyydellä turbiinista. Valkeisvaaran tuulivoimaloiden osalta varjostusmallinnuksessa on käytetty siiven lavan maksimileveytenä 4,50 metriä ja siiven kärjen leveytenä 90 % etäisyydellä turbiinista 1,50 metriä.

Varjostusmallin laskennassa on huomioitu hankealueen korkeustiedot, tuulivoimaloiden sijainnit, tuulivoimalan napakorkeudet ja roottorin halkaisija sekä hankealueen aikavyöhyke. Mallinnuksessa otettiin huomioon auringon asema horisontissa eri kellon- ja vuodenaikoina, pilvisuus kuukausittain eli kuinka paljon aurinko paistaa ollessaan horisontin yläpuolella sekä tuulivoimalaitosten arvioitu vuotuinen käyntiaika.

Varjostuksen tarkastelukorkeutena käytettiin 1,0 metriä ja laskenta-alueen kokoa 5,0 x 5,0 metriä. Laskentaikkunoiden suunnat asennettiin voimaloita kohti ns. "greenhouse mode".

Mallinnus tehtiin niin sanotulle todelliselle tilanteelle (real case). Mallinnus tehtiin kahdelle eri laskentatilanteelle.

- 1) Todellinen tilanne, jossa puuston suojaava vaikutusta ei huomioitu (real case, no forest)
- 2) Todellinen tilanne, jossa puuston suojaava vaikutus on huomioitu (real case, luke forest). Puuston korkeustiedot perustuvat Luonnonvarakeskus (Luke) vuoden 2021 monilähteiseen valtakunnan metsien inventointiin (MVMI), jossa käytetään valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) maastomittausten lisäksi satelliittikuvia ja muita tietolähteitä, kuten Maanmittauslaitoksen numeerista maastotietokantaa ja korkeusmallia.

2.12.2024

Auringon keskimääräiset paistetunnit perustuvat Ilmatieteenlaitoksen Jyväskylän sääaseman mitattuihin säätietoihin 1991–2020 (lähimpänä hankealuetta sijaitseva sääasema). Laskentojen tuulen suunta ja nopeusjakamana käytettiin NASA:n MERRA-dataa (Modern Era Retrospective-analysis for Research and Applications) hankealueen läheisyydestä.

Varjostusmallinnuksen tuloksia on havainnollistettu karttojen avulla. Kartoilla esitetään varjostusvaikutuksen (1, 8 ja 20 tuntia vuodessa) laajuus. Sen lisäksi mallinnuksessa on erikseen laskettu vaikutus tuulivoimahankealueen ympäristössä oleviin herkkiin kohteisiin.

## 2.3 Raja- ja ohjearvot

### 2.3.1 Melu

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 täytyisi huomioida viiden desibelin lisä äänenvoimakkuuteen (Ympäristöhallinnon ohje 2/2014).

*Taulukko 5. Valtioneuvoston asetuksen mukaiset tuulivoimaloiden melutason ohjearvot (Valtioneuvoston asetus 27.8.2015).*

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 toimenpiderajoja. Toimenpiderajat koskevat asuinhuoneita ja ne on annettu taajuuspainottamattomina yhden tunnin keskiäänitasoina tersseittäin. Toimenpiderajat koskevat yöaikaa ja päivällä sallitaan 5 dB suuremmat arvot.

2.12.2024

*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 <sub>Zeq</sub> ,1h, dB	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Edellisestä laskettu keskiäänitaso A-painotettuna L <sub>Aeq</sub> ,1h, dB	24	19	17	14	14	16	18	19	20	21	21

Lisäksi yöaikainen mahdollisesti unihäiriötä aiheuttava melu, joka erottuu selvästi taustamelusta, ei saa ylittää 25 dB yhden tunnin keskiäänitasona L<sub>Aeq</sub>, 1h mitattuna niissä tiloissa, jotka on tarkoitettu nukkumiseen.

### 2.3.2 Varjostus

Suomessa ei ole viranomaisten antamia yleisiä määräyksiä tuulivoimaloiden muodostaman varjostuksen enimmäiskestoista eikä varjonmuodostuksen arviointiperusteista. Ympäristöministeriön tuulivoimarakentamisen suunnitteluohjeistuksessa esitetään käytettäväksi muiden maiden suosituksia välkkeen rajoittamisesta (Ympäristöministeriö 2012).

Useissa maissa on annettu raja-arvoja tai suosituksia hyväksyttävän välkevaikutuksen määrästä. Esimerkiksi Ruotsissa suositus on kahdeksan tuntia vuodessa ja 30 minuuttia päivässä.

Arvioinnissa on tarkasteltu vaikutuksia alueella, jossa varjoja tai välkettä mallinnuksen mukaisessa todellisessa tilanteessa ("real case") esiintyy vähintään kahdeksan tuntia vuodessa.



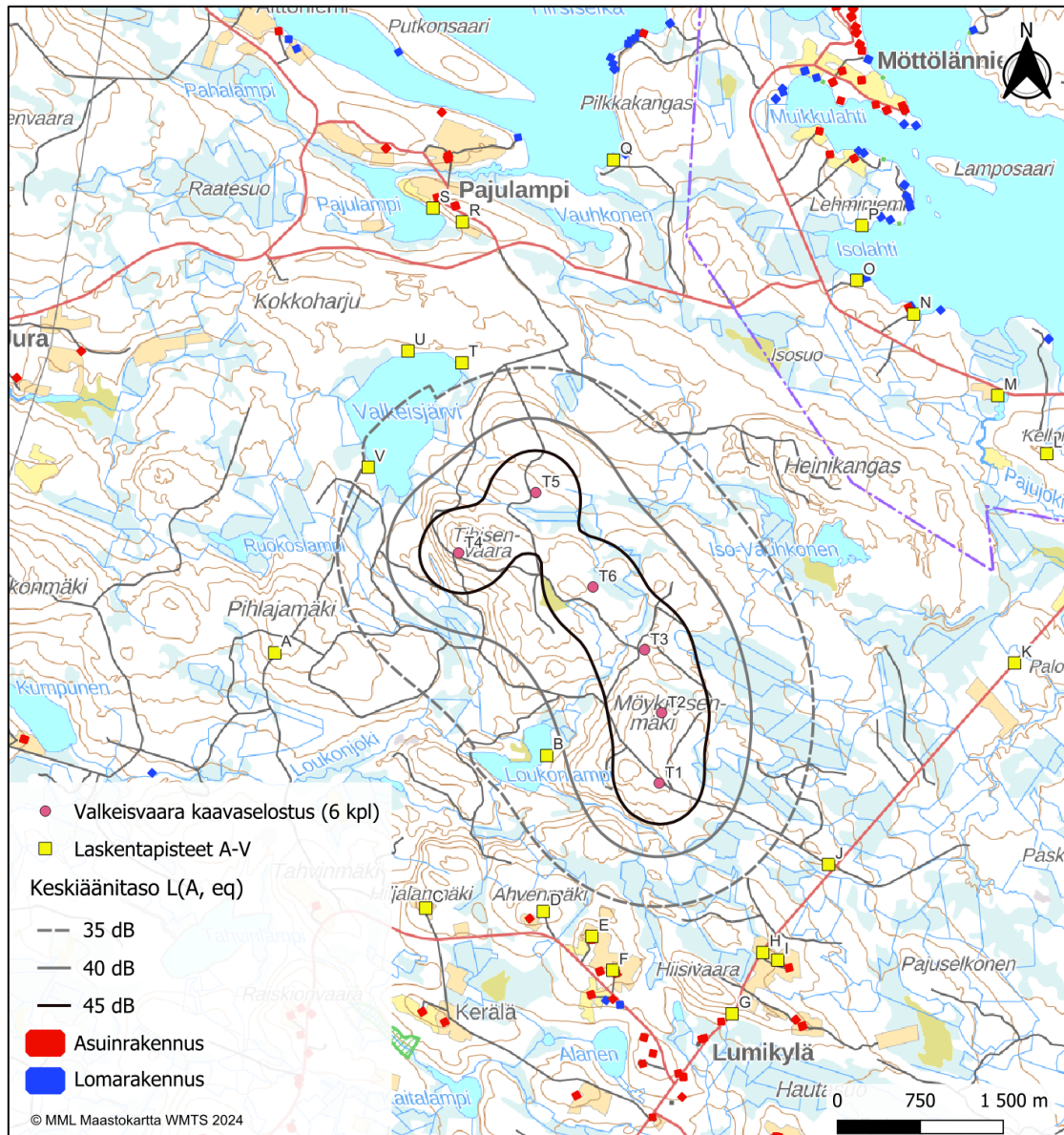
2.12.2024

### 3 MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUSTEN TULOKSET

#### 3.1 Melu

##### 3.1.1 Melun laskentatulokset ISO 9613-2 voimalaitoksella Siemens Gamesa SG170-6.0 MW (106,0 dB + 2,0 dB)

Melumallinnuksen tulosten mukaan melutaso 40 dB(A) ei ylitä tarkastelluissa rakennuksissa A-V (Kuva 1 ja taulukko 7). Suurin melutaso laskettiin pisteessä B (lomarakennus B), jossa melutaso nousi 38,8 desibeliin. Katso tarkemmat laskentatulokset liitteestä 1.



Kuva 1. Melumallinnuksen tulos

2.12.2024

Taulukko 7. Laskennalliset melutasot Valkeisvaaran tuulivoimahankkeen ympäristössä

	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskenta- korkeus (m)	Melutaso dB(A)
Lomarakennus A (Pihlajamäki)	546 679	7 148 260	209,5	4,0	29,7
Lomarakennus B (Loukonlampi)	549 139	7 147 331	178,0	4,0	38,8
Asuinrakennus C (Hiljalantie 62)	548 045	7 145 952	219,3	4,0	28,5
Asuinrakennus D (Tahvintie 76b)	549 107	7 145 922	235,0	4,0	32,1
Asuinrakennus E (Tahvintie 80b)	549 547	7 145 697	239,1	4,0	32,0
Asuinrakennus F (Tahvintie 84b)	549 735	7 145 390	225,5	4,0	30,4
Asuinrakennus G (Heikkisenjoentie 55)	550 815	7 144 996	219,1	4,0	27,9
Asuinrakennus H (Heikkisenjoentie 61)	551 093	7 145 551	222,1	4,0	30,1
Asuinrakennus I (Heikkisenjoentie 59a)	551 228	7 145 482	217,0	4,0	29,4
Lomarakennus J (Heikkisenjoentie 64)	551 687	7 146 347	190,0	4,0	31,3
Asuinrakennus K (Heikkisenjoentie 95)	553 369	7 148 169	154,2	4,0	25,4
Asuinrakennus L (Mieslahdentie 15)	553 660	7 150 062	150,0	4,0	22,9
Asuinrakennus M (Möttölänniementie 20)	553 217	7 150 588	135,0	4,0	23,4
Lomarakennus N (Möttölänniementie 35b)	552 456	7 151 323	138,9	4,0	24,0
Lomarakennus O (Möttölänniementie 39a)	551 942	7 151 630	136,9	4,0	24,4
Lomarakennus P (Lehminiementie 3)	551 990	7 152 126	138,0	4,0	23,6
Lomarakennus Q (Syvälahdentie)	549 743	7 152 717	138,0	4,0	24,5
Asuinrakennus R (Pajulammentie 21)	548 377	7 152 158	146,7	4,0	26,6
Lomarakennus S (Pajulammentie 19)	548 110	7 152 283	138,4	4,0	26,6
Lomarakennus T (Valkeisjärvi, koillinen)	548 373	7 150 883	153,0	4,0	33,6
Lomarakennus U (Valkeisjärvi, pohjoinen)	547 884	7 150 991	154,3	4,0	32,2
Lomarakennus V (Valkeisjärvi, lounas)	547 524	7 149 939	153,0	4,0	35,6

### 3.1.2 Matalataajuinen melu

Tuulivoimaloiden tuottamien matalien äänien eli matalataajuisen (=pienitaajuisen) melun laskennallisia tuloksia on verrattu Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) Asumisterveysasetuksessa (545/2015) annettuihin toimenpiderajoihin. Nämä ovat enimmäisarvoja, jotka on laadittu yöaikaiselle melulle nukkumiseen tarkoitettuihin tiloihin. Toimenpiderajaa on verrattu myös äänitasoon tarkasteltujen rakennusten ulkopuolella.

Valkeisvaaran tuulivoimahankkeen aiheuttama matalataajuinen melu ei ylitä Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveyssohjearvoa laskentapisteissä A–V.

Taulukossa 8 on esitetty matalataajuisen melun laskentatulokset. Taulukossa näkyy toimenpiderajan alitus (negatiivinen arvo) tai ylitys (positiivinen arvo). Taulukossa on esitetty myös terssikaista (Hz), jolla ero toimenpiderajaan on pienin. Rakennusten sisätiloissa melu on enimmillään 6,5 dB alle toimenpiderajan taajuudella 50 Hz (Lomarakennus B). Katso tarkemmat laskentatulokset liitteestä 2.

2.12.2024

Taulukko 8. Matalataajuisen melun laskentatulokset.

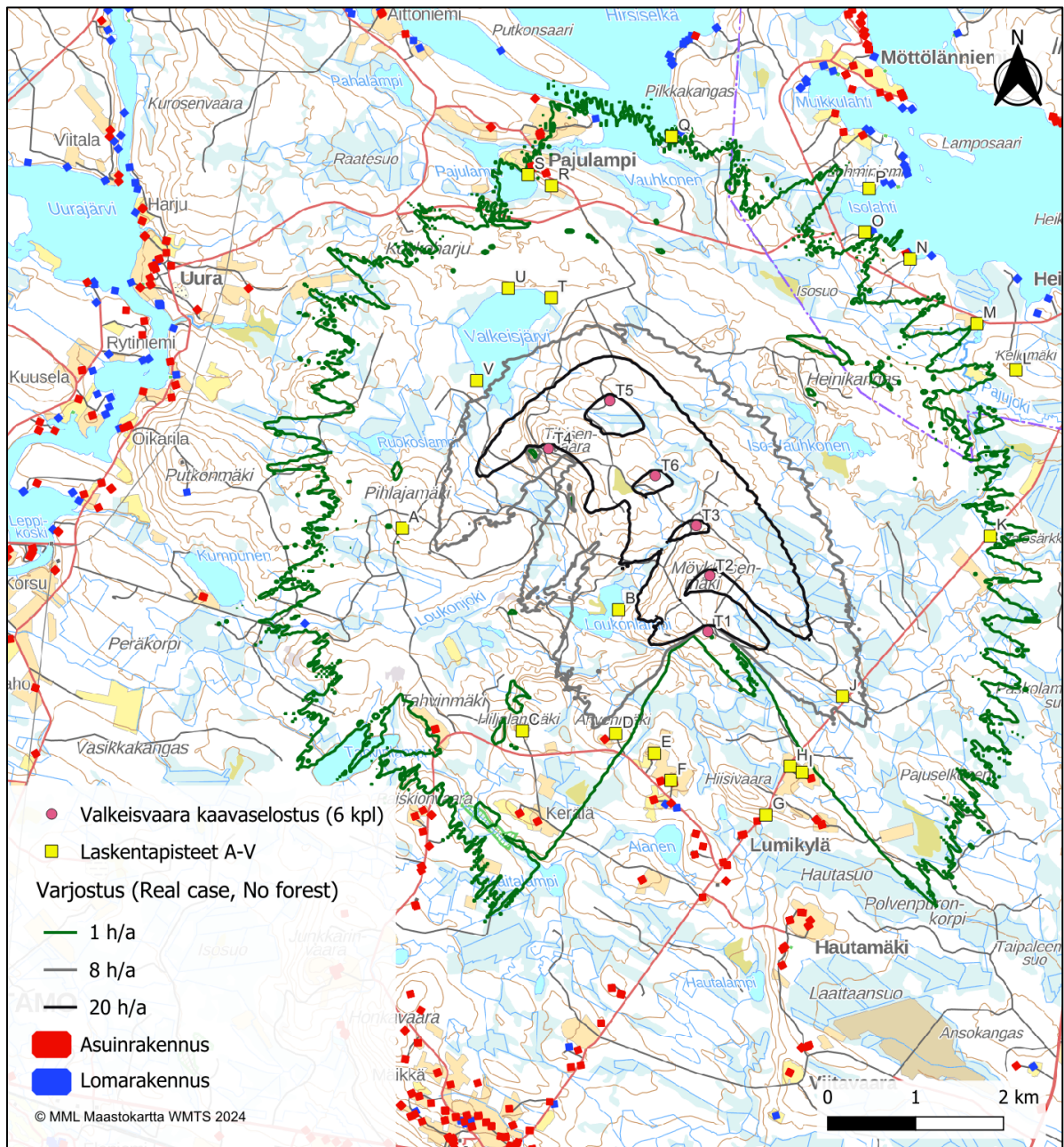
Rakennus	Äänitaso ulkona		Äänitaso sisällä	
	L eq,1h – Asu- misterveysase- tus sisällä	Hz	L eq,1h – Asu- misterveysase- tus sisällä	Hz
Lomarakennus A (Pihlajamäki)	1,1	100	-12,7	50
Lomarakennus B (Loukonlampi)	7,5	100	-6,5	50
Asuinrakennus C (Hiljalantie 62)	0,4	100	-13,3	50
Asuinrakennus D (Tahvintie 76b)	2,6	100	-11,2	50
Asuinrakennus E (Tahvintie 80b)	2,5	100	-11,3	50
Asuinrakennus F (Tahvintie 84b)	1,4	100	-12,4	50
Asuinrakennus G (Heikkisenjoentie 55)	-0,4	100	-14,0	50
Asuinrakennus H (Heikkisenjoentie 61)	1,1	100	-12,6	50
Asuinrakennus I (Heikkisenjoentie 59a)	0,6	100	-13,1	50
Lomarakennus J (Heikkisenjoentie 64)	2,0	100	-11,8	50
Asuinrakennus K (Heikkisenjoentie 95)	-1,8	100	-15,3	50
Asuinrakennus L (Mieslahdentie 15)	-3,4	100	-16,8	50
Asuinrakennus M (Möttölänniementie 20)	-3,1	100	-16,5	50
Lomarakennus N (Möttölänniementie 35b)	-2,7	100	-16,2	50
Lomarakennus O (Möttölänniementie 39a)	-2,4	100	-15,9	50
Lomarakennus P (Lehminiementie 3)	-3,3	100	-16,7	50
Lomarakennus Q (Syvälahdentie)	-2,5	100	-16,0	50
Asuinrakennus R (Pajulammentie 21)	-0,6	100	-14,2	50
Lomarakennus S (Pajulammentie 19)	-1,7	100	-15,2	50
Lomarakennus T (Valkeisjärvi, koillinen)	4,4	100	-9,4	50
Lomarakennus U (Valkeisjärvi, pohjoinen)	3,1	100	-10,7	50
Lomarakennus V (Valkeisjärvi, lounas)	5,9	100	-8,0	50

## 3.2 Varjostus

### 3.2.1 Varjostus ”Real Case, No forest”

Mallinnusten mukaan lähimpien asuin- ja lomarakennusten pihapiirissä varjostusvaikutus ylittää 8 h/a laskentapisteissä Lomarakennus B (14 h 25 min/vuosi) ja J (10 h 52 min/vuosi), kun puuston suojaava vaikutusta ei ole huomioitu (Kuva 2, Taulukko 9). Katso tarkemmat laskentatulokset liitteestä 3.

2.12.2024



Kuva 2. Varjostusmallinnuksen tulos, kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu.

2.12.2024

Taulukko 9. Varjostusmallinnuksen tulos, kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu "real case, no forest".

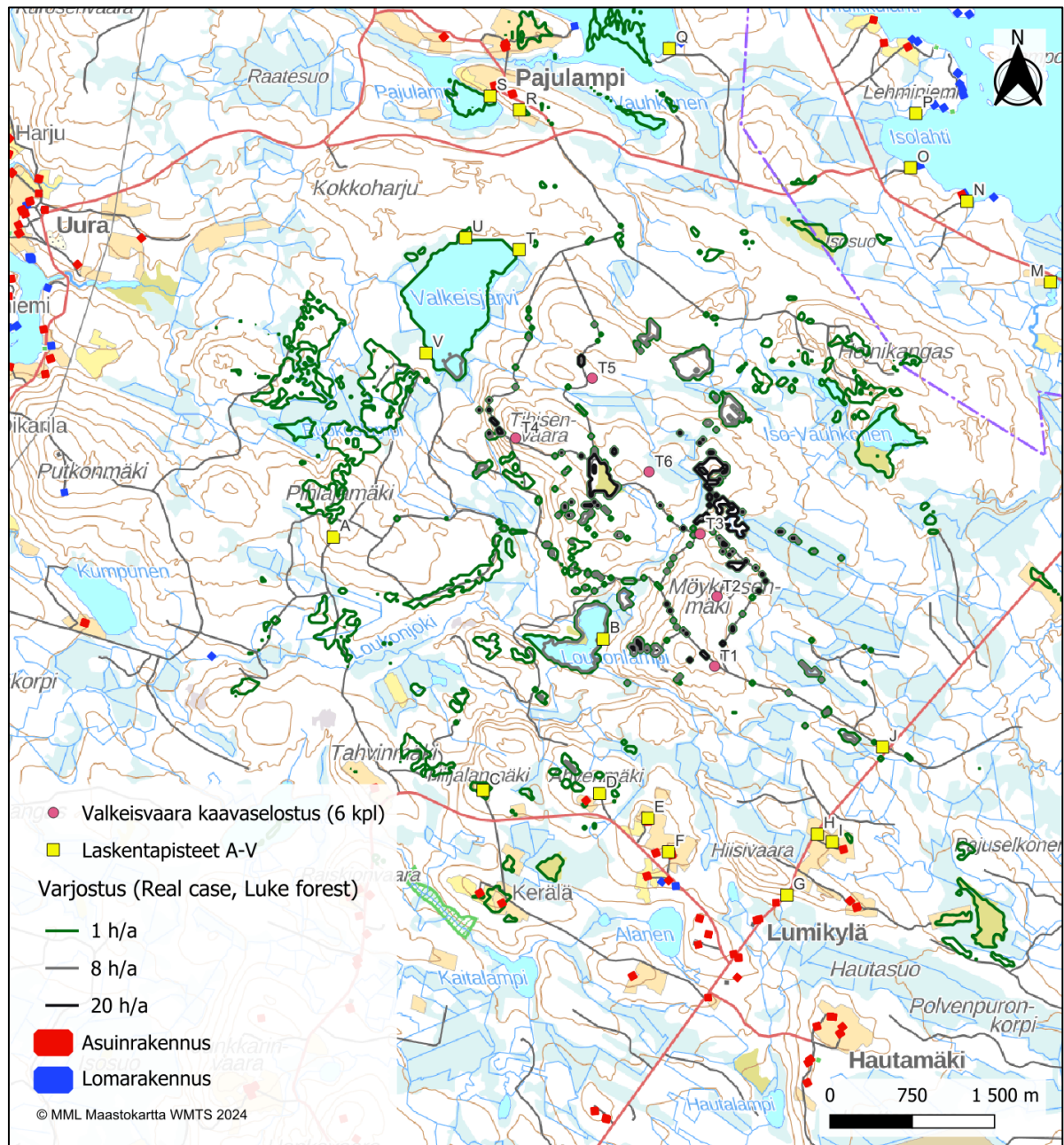
Rakennus	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskenta-korkeus (m)	Varjostus h/a
Lomarakennus A (Pihlajamäki)	546 679	7 148 260	209,5	4,0	3:37
Lomarakennus B (Loukonlampi)	549 139	7 147 331	178,0	4,0	14:25
Asuinrakennus C (Hiljalantie 62)	548 045	7 145 952	219,3	4,0	3:29
Asuinrakennus D (Tahvintie 76b)	549 107	7 145 922	235,0	4,0	5:02
Asuinrakennus E (Tahvintie 80b)	549 547	7 145 697	239,1	4,0	0:00
Asuinrakennus F (Tahvintie 84b)	549 735	7 145 390	225,5	4,0	0:00
Asuinrakennus G (Heikkisenjoentie 55)	550 815	7 144 996	219,1	4,0	0:00
Asuinrakennus H (Heikkisenjoentie 61)	551 093	7 145 551	222,1	4,0	0:00
Asuinrakennus I (Heikkisenjoentie 59a)	551 228	7 145 482	217,0	4,0	0:00
Lomarakennus J (Heikkisenjoentie 64)	551 687	7 146 347	190,0	4,0	10:52
Asuinrakennus K (Heikkisenjoentie 95)	553 369	7 148 169	154,2	4,0	1:20
Asuinrakennus L (Mieslahdentie 15)	553 660	7 150 062	150,0	4,0	0:31
Asuinrakennus M (Möttölänniementie 20)	553 217	7 150 588	135,0	4,0	0:46
Lomarakennus N (Möttölänniementie 35b)	552 456	7 151 323	138,9	4,0	0:49
Lomarakennus O (Möttölänniementie 39a)	551 942	7 151 630	136,9	4,0	0:51
Lomarakennus P (Lehminiementie 3)	551 990	7 152 126	138,0	4,0	0:33
Lomarakennus Q (Syvälahdentie)	549 743	7 152 717	138,0	4,0	1:05
Asuinrakennus R (Pajulammentie 21)	548 377	7 152 158	146,7	4,0	1:36
Lomarakennus S (Pajulammentie 19)	548 110	7 152 283	138,4	4,0	1:20
Lomarakennus T (Valkeisjärvi, koillinen)	548 373	7 150 883	153,0	4,0	4:19
Lomarakennus U (Valkeisjärvi, pohjoinen)	547 884	7 150 991	154,3	4,0	3:12
Lomarakennus V (Valkeisjärvi, lounas)	547 524	7 149 939	153,0	4,0	6:52

### 3.2.2 Varjostus "Real Case, Luke forest"

Mallinnus "Real Case, No Forest" ei ota huomioon puustosta aiheutuvia katvevaikutuksia, joten todellisuudessa aiheutuvat vaikutukset ovat pienempiä. Tästä syystä tehtiin myös puuston huomioivat varjostusmallinnukset (Real Case, Luke Forest).

Mallinnuksen tulosten mukaan lähimpien asuin- ja lomarakennusten pihapiirissä varjostusvaikutus ei ylitä puuston huomioivassa mallinnuksessa 8 h/a laskentapisteissä A-V (Kuva 3 ja taulukko 10). Suurin varjostusvaikutus on asuinrakennukselle C, jonne tuulivoimalat aiheuttavat varjostusta 3 h 29 min vuodessa. Puusto ei asuinrakennuksen C tapauksessa rajoita varjostusvaikutuksia, koska varjostuksen määrä on yhtä suuri myös ilman puustoa. Lisäksi tuulivoimalat eivät aiheuta lomarakennuksille B ja J ollenkaan varjostusta, kun puusto huomioidaan, vaikka kyseisten lomarakennusten vaikutukset olivat suurimpia ilman puustoa tehdyissä mallinnuksissa, koska lomarakennukset sijaitsevat vahvasti puuston katveessa.

2.12.2024



Kuva 3. Varjostusmallinnuksen tulos, kun puuston suojaava vaikutus on huomioitu.

2.12.2024

Taulukko 10. Varjostusmallinnuksen tulos, kun puuston suojaava vaikutus on huomioitu "real case, Luke forest".

Rakennus	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskenta-korkeus (m)	Varjostus h/a
Lomarakennus A (Pihlajamäki)	546 679	7 148 260	209,5	4,0	2:38
Lomarakennus B (Loukonlampi)	549 139	7 147 331	178,0	4,0	0:00
Asuinrakennus C (Hiljalantie 62)	548 045	7 145 952	219,3	4,0	3:29
Asuinrakennus D (Tahvintie 76b)	549 107	7 145 922	235,0	4,0	0:00
Asuinrakennus E (Tahvintie 80b)	549 547	7 145 697	239,1	4,0	0:00
Asuinrakennus F (Tahvintie 84b)	549 735	7 145 390	225,5	4,0	0:00
Asuinrakennus G (Heikkisenjoentie 55)	550 815	7 144 996	219,1	4,0	0:00
Asuinrakennus H (Heikkisenjoentie 61)	551 093	7 145 551	222,1	4,0	0:00
Asuinrakennus I (Heikkisenjoentie 59a)	551 228	7 145 482	217,0	4,0	0:00
Lomarakennus J (Heikkisenjoentie 64)	551 687	7 146 347	190,0	4,0	0:00
Asuinrakennus K (Heikkisenjoentie 95)	553 369	7 148 169	154,2	4,0	0:00
Asuinrakennus L (Mieslahdentie 15)	553 660	7 150 062	150,0	4,0	0:31
Asuinrakennus M (Möttölänniementie 20)	553 217	7 150 588	135,0	4,0	0:43
Lomarakennus N (Möttölänniementie 35b)	552 456	7 151 323	138,9	4,0	0:00
Lomarakennus O (Möttölänniementie 39a)	551 942	7 151 630	136,9	4,0	0:27
Lomarakennus P (Lehminiementie 3)	551 990	7 152 126	138,0	4,0	0:00
Lomarakennus Q (Syvälahdentie)	549 743	7 152 717	138,0	4,0	0:00
Asuinrakennus R (Pajulammentie 21)	548 377	7 152 158	146,7	4,0	1:36
Lomarakennus S (Pajulammentie 19)	548 110	7 152 283	138,4	4,0	0:00
Lomarakennus T (Valkeisjärvi, koillinen)	548 373	7 150 883	153,0	4,0	0:00
Lomarakennus U (Valkeisjärvi, pohjoinen)	547 884	7 150 991	154,3	4,0	3:12
Lomarakennus V (Valkeisjärvi, lounas)	547 524	7 149 939	153,0	4,0	3:12

### FCG Finnish Consulting Group Oy

Joona Kyhyräinen, FM Ympäristötieteet

Laatija

Johanna Harju, ins. AMK

Tarkastaja

2.12.2024

---

## **LIITTEET**

**Liite 1. Valkeisvaaran tuulivoimahanke - Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2, YM 2 /2014**



## DECIBEL - Main Result

Calculation: Valkeisvaara SG170x6xHH165

Noise calculation model:

ISO 9613-2 General

Wind speed (at 10 m height):

8,0 m/s

Ground attenuation:

General, terrain specific

Ground factor for porous ground: 0,4

Area object with hard ground: Area object (Roughness): REGIONS\_Melu ja va

Area type with hard ground: Vesistöt

Ground factor for hard ground: 0,0

Meteorological coefficient, CO:

Selected option: Fixed value: 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

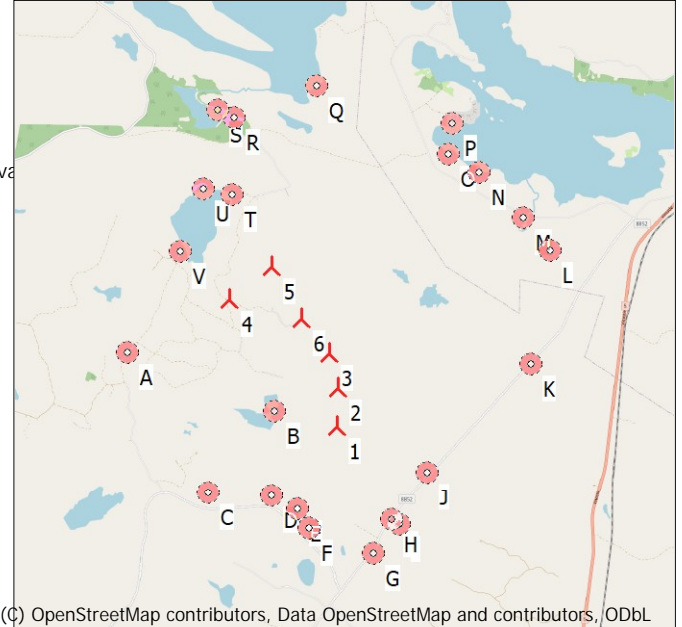
Uncertainty margin:

0,0 dB; Uncertainty margin in NSA has priority

Deviation from "official" noise demands. Negative is more

restrictive, positive is less restrictive.:

0,0 dB(A)



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Scale 1:125 000

🚰 New WTG

🏠 Noise sensitive area

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)]	Pure tones
					Valid	Manufact.				Type-generator	Creator			
1	550 156	7 147 083	230,0	Siemens Gamesa SG 6.0-170 H...	Yes	Siemens Gamesa	6 000	170,0	165,0	USER	Siemens Gamesa SG170-6.0MW HH165	8,0	108,0	No
2	550 177	7 147 719	224,4	Siemens Gamesa SG 6.0-170 H...	Yes	Siemens Gamesa	6 000	170,0	165,0	USER	Siemens Gamesa SG170-6.0MW HH165	8,0	108,0	No
3	550 023	7 148 289	212,2	Siemens Gamesa SG 6.0-170 H...	Yes	Siemens Gamesa	6 000	170,0	165,0	USER	Siemens Gamesa SG170-6.0MW HH165	8,0	108,0	No
4	548 342	7 149 164	217,3	Siemens Gamesa SG 6.0-170 H...	Yes	Siemens Gamesa	6 000	170,0	165,0	USER	Siemens Gamesa SG170-6.0MW HH165	8,0	108,0	No
5	549 039	7 149 710	191,2	Siemens Gamesa SG 6.0-170 H...	Yes	Siemens Gamesa	6 000	170,0	165,0	USER	Siemens Gamesa SG170-6.0MW HH165	8,0	108,0	No
6	549 557	7 148 856	215,0	Siemens Gamesa SG 6.0-170 H...	Yes	Siemens Gamesa	6 000	170,0	165,0	USER	Siemens Gamesa SG170-6.0MW HH165	8,0	108,0	No

## Calculation Results

### Sound level

Noise sensitive area

No.	Name	East	North	Z	Immission height [m]	Demands		Sound level [dB(A)]	Distance to noise demand [m]
						Noise [dB(A)]	From WTGs [dB(A)]		
A	Lomarakennus A (Pihlajamäki)	546 679	7 148 260	209,5	4,0	40,0	29,7	1 247	
B	Lomarakennus B (Loukonlampi)	549 139	7 147 331	178,0	4,0	40,0	38,8	159	
C	Asuinrakennus C (Hiljalantie 62)	548 045	7 145 952	219,3	4,0	40,0	28,5	1 689	
D	Asuinrakennus D (Tahvintie 76b)	549 107	7 145 922	235,0	4,0	40,0	32,1	879	
E	Asuinrakennus E (Tahvintie 80b)	549 547	7 145 697	239,1	4,0	40,0	32,0	841	
F	Asuinrakennus F (Tahvintie 84b)	549 735	7 145 390	225,5	4,0	40,0	30,4	1 076	
G	Asuinrakennus G (Heikkisenjoentie 55)	550 815	7 144 996	219,1	4,0	40,0	27,9	1 522	
H	Asuinrakennus H (Heikkisenjoentie 61)	551 093	7 145 551	222,1	4,0	40,0	30,1	1 125	
I	Asuinrakennus I (Heikkisenjoentie 59a)	551 228	7 145 482	217,0	4,0	40,0	29,4	1 255	
J	Lomarakennus J (Heikkisenjoentie 64)	551 687	7 146 347	190,0	4,0	40,0	31,3	997	
K	Asuinrakennus K (Heikkisenjoentie 95)	553 369	7 148 169	154,2	4,0	40,0	25,4	2 408	
L	Asuinrakennus L (Mieslahdentie 15)	553 660	7 150 062	150,0	4,0	40,0	22,9	3 236	
M	Asuinrakennus M (Möttölänniementie 20)	553 217	7 150 588	135,0	4,0	40,0	23,4	3 122	
N	Lomarakennus N (Möttölänniementie 35b)	552 456	7 151 323	138,9	4,0	40,0	24,0	2 987	
O	Lomarakennus O (Möttölänniementie 39a)	551 942	7 151 630	136,9	4,0	40,0	24,4	2 770	
P	Lomarakennus P (Lehminiementie 3)	551 990	7 152 126	138,0	4,0	40,0	23,6	3 117	
Q	Lomarakennus Q (Syvälahdentie)	549 743	7 152 717	138,0	4,0	40,0	24,5	2 418	
R	Asuinrakennus R (Pajulammentie 21)	548 377	7 152 158	146,7	4,0	40,0	26,6	1 857	
S	Lomarakennus S (Pajulammentie 19)	548 110	7 152 283	138,4	4,0	40,0	26,6	2 053	
T	Lomarakennus T (Valkeisjärvi, koillinen)	548 373	7 150 883	153,0	4,0	40,0	33,6	657	
U	Lomarakennus U (Valkeisjärvi, pohjoinen)	547 884	7 150 991	154,3	4,0	40,0	32,2	1 012	
V	Lomarakennus V (Valkeisjärvi, lounas)	547 524	7 149 939	153,0	4,0	40,0	35,6	458	

Project:

Melu ja varjo

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Joona Kyhryäinen / joona.kyhryainen@fcg.fi

Calculated:

21.11.2024 9.57/4.0.540

## DECIBEL - Main Result

Calculation: Valkeisvaara SG170x6xHH165

Distances (m)

NSA	WTG					
	1	2	3	4	5	6
A	3671	3539	3344	1892	2770	2939
B	1047	1108	1303	1999	2381	1581
C	2395	2770	3062	3226	3888	3275
D	1564	2092	2538	3331	3788	2968
E	1514	2118	2635	3671	4045	3160
F	1744	2371	2913	4023	4376	3471
G	2189	2798	3387	4847	5038	4060
H	1796	2354	2939	4542	4638	3645
I	1927	2472	3055	4679	4761	3766
J	1699	2041	2557	4374	4280	3292
K	3392	3223	3348	5125	4596	3873
L	4599	4197	4046	5394	4634	4277
M	4653	4179	3935	5079	4269	4049
N	4824	4264	3890	4647	3779	3807
O	4885	4290	3853	4364	3480	3658
P	5366	4764	4312	4699	3813	4075
Q	5649	5017	4437	3819	3088	3865
R	5378	4790	4205	2994	2536	3506
S	5588	5010	4429	3127	2735	3719
T	4198	3642	3075	1719	1349	2348
U	4520	3995	3446	1883	1725	2712
V	3884	3459	2994	1126	1532	2303

Project:

Melu ja varjo

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Joona Kyhyräinen / joona.kyhyrainen@fcg.fi

Calculated:

21.11.2024 9.57/4.0.540

## DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Valkeisvaara SG170x6xHH165

Noise calculation model:

ISO 9613-2 General

Wind speed (at 10 m height):

8,0 m/s

Ground attenuation:

General, terrain specific

Ground factor for porous ground: 0,4

Area object with hard ground: Area object (Roughness): REGIONS\_Melu ja varjo\_1.w2r (2)

Area type with hard ground: Vesistöt

Ground factor for hard ground: 0,0

Meteorological coefficient, CO:

Selected option: Fixed value: 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 NSA 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: Siemens Gamesa SG 6.0-170 HH165 6000 170.0 !O!

Noise: Siemens Gamesa SG170-6.0MW HH165

Source Source/Date Creator Edited

SGRE 19.3.2020 USER 20.11.2024 15.16

Siemens Gamesa Renewable Energy and its affiliates reserve the right to change the above specifications without prior notice.

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	165,0	8,0	108,0	No	88,5	95,4	98,1	99,9	103,8	101,9	95,3	85,0	

Noise sensitive area: A Lomarakennus A (Pihlajamäki)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: B Lomarakennus B (Loukonlampi)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: C Asuinrakennus C (Hiljalantie 62)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Project:

Melu ja varjo

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy  
Osmontie 34, PO Box 950  
FI-00601 Helsinki  
+358104095666  
Joona Kyhyräinen / joona.kyhyrainen@fcg.fi  
Calculated:  
21.11.2024 9.57/4.0.540

## DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Valkeisvaara SG170x6xHH165

Noise sensitive area: D Asuinrakennus D (Tahvintie 76b)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: E Asuinrakennus E (Tahvintie 80b)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: F Asuinrakennus F (Tahvintie 84b)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: G Asuinrakennus G (Heikkisenjoentie 55)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: H Asuinrakennus H (Heikkisenjoentie 61)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: I Asuinrakennus I (Heikkisenjoentie 59a)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: J Lomarakennus J (Heikkisenjoentie 64)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: K Asuinrakennus K (Heikkisenjoentie 95)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: L Asuinrakennus L (Mieslahdentie 15)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Project:

Melu ja varjo

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Joona Kyhryäinen / joona.kyhryainen@fcg.fi

Calculated:

21.11.2024 9.57/4.0.540

## DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Valkeisvaara SG170x6xHH165

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: M Asuinrakennus M (Möttölänniementie 20)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: N Lomarakennus N (Möttölänniementie 35b)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: O Lomarakennus O (Möttölänniementie 39a)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: P Lomarakennus P (Lehminiementie 3)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: Q Lomarakennus Q (Syvälahdentie)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: R Asuinrakennus R (Pajulammentie 21)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: S Lomarakennus S (Pajulammentie 19)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: T Lomarakennus T (Valkeisjärvi, koillinen)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Project:

Melu ja varjo

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Joona Kyhryäinen / joona.kyhryainen@fcg.fi

Calculated:

21.11.2024 9.57/4.0.540

## DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Valkeisvaara SG170x6xHH165

Noise sensitive area: U Lomarakennus U (Valkeisjärvi, pohjoinen)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: V Lomarakennus V (Valkeisjärvi, lounas)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

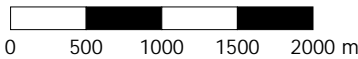
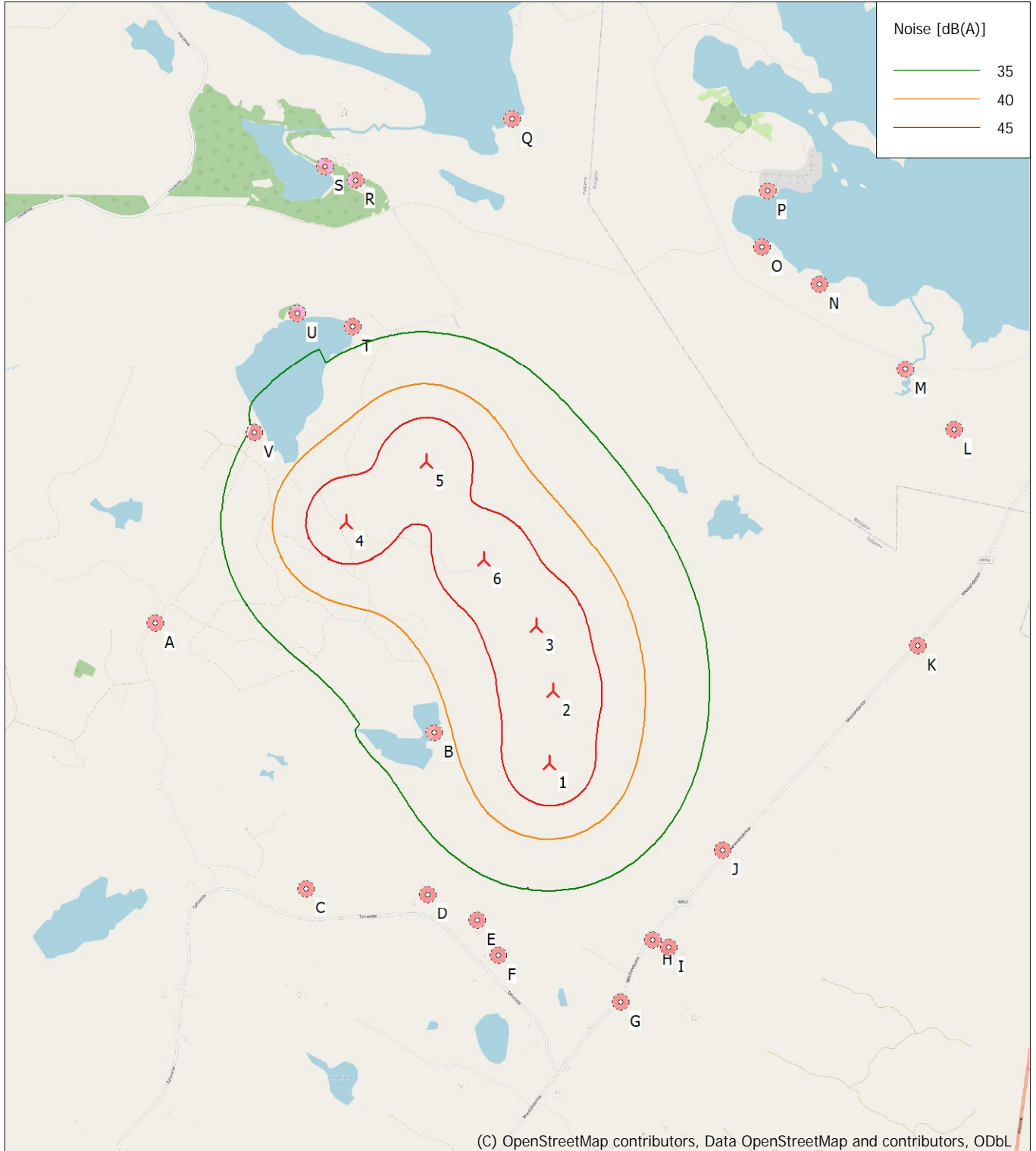
No temporal binning

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

### DECIBEL - Map 8,0 m/s

Calculation: Valkeisvaara SG170x6xHH165



Map: EMD OpenStreetMap, Print scale 1:50 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 549 751 North: 7 148 650

New WTG

Noise sensitive area

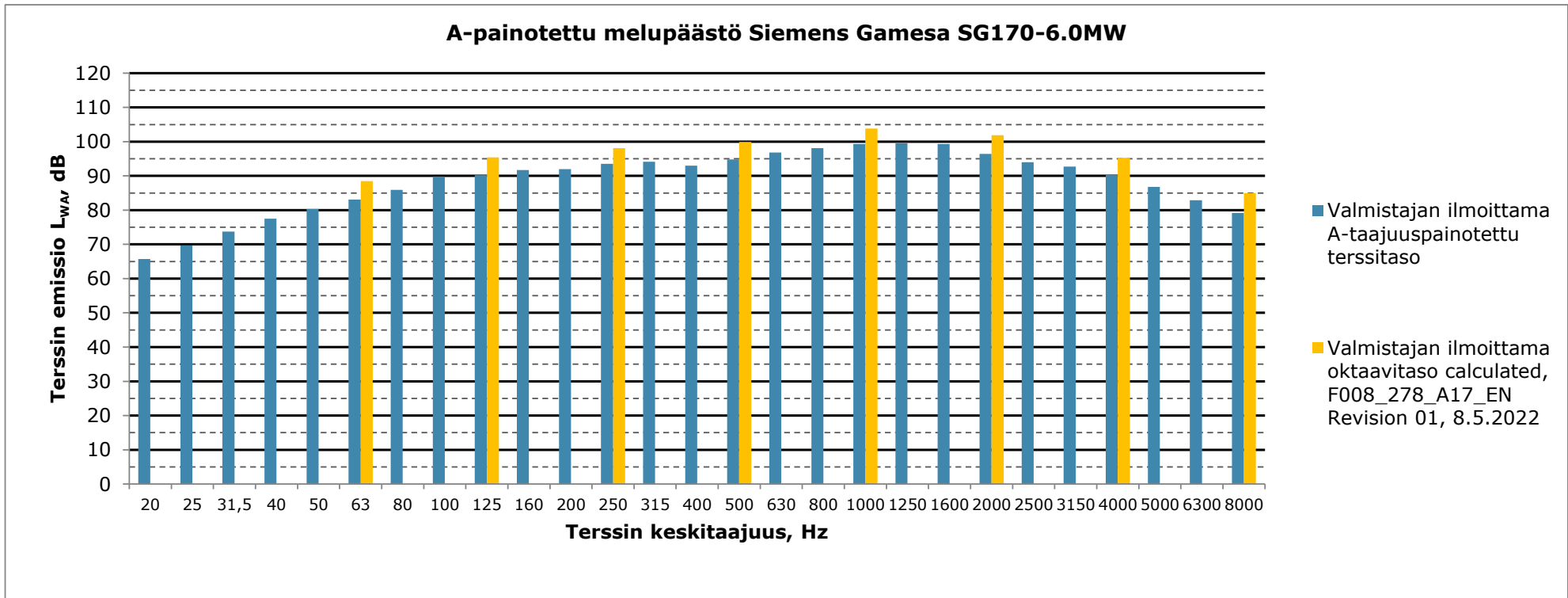
Noise calculation model: ISO 9613-2 General. Wind speed: 8,0 m/s  
Height above sea level from active line object

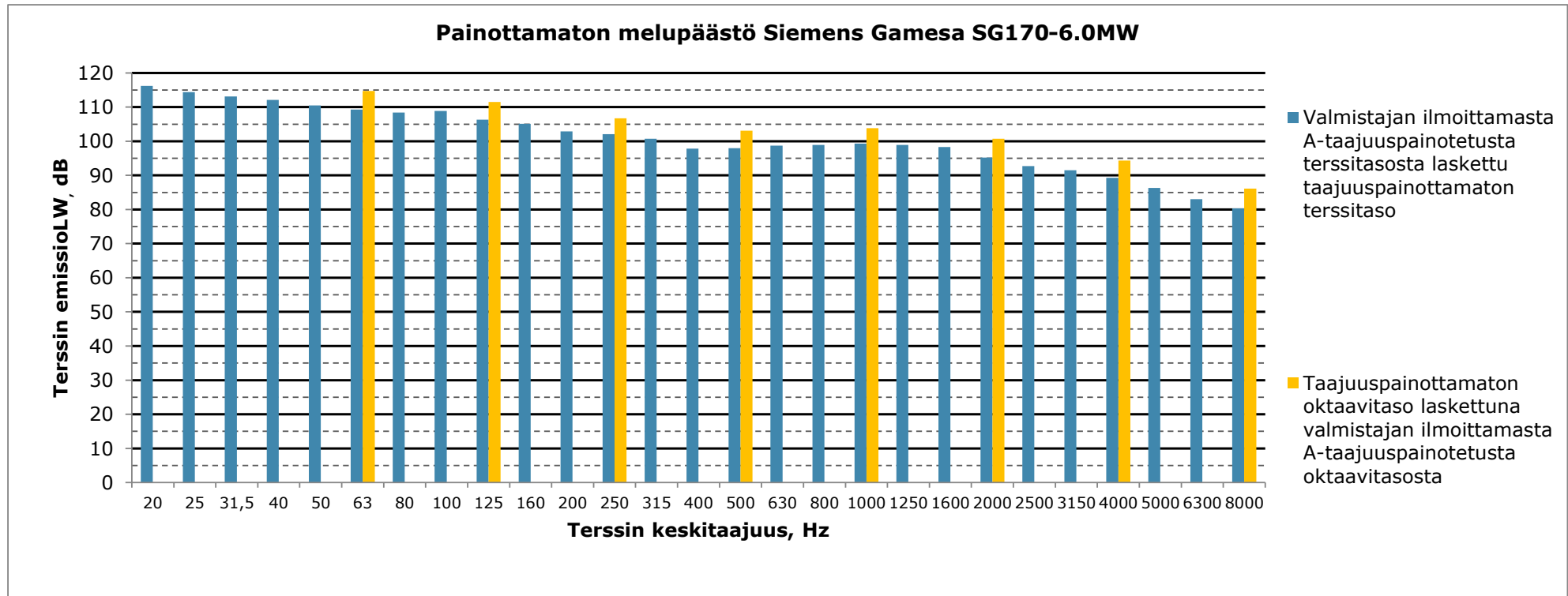
2.12.2024

---

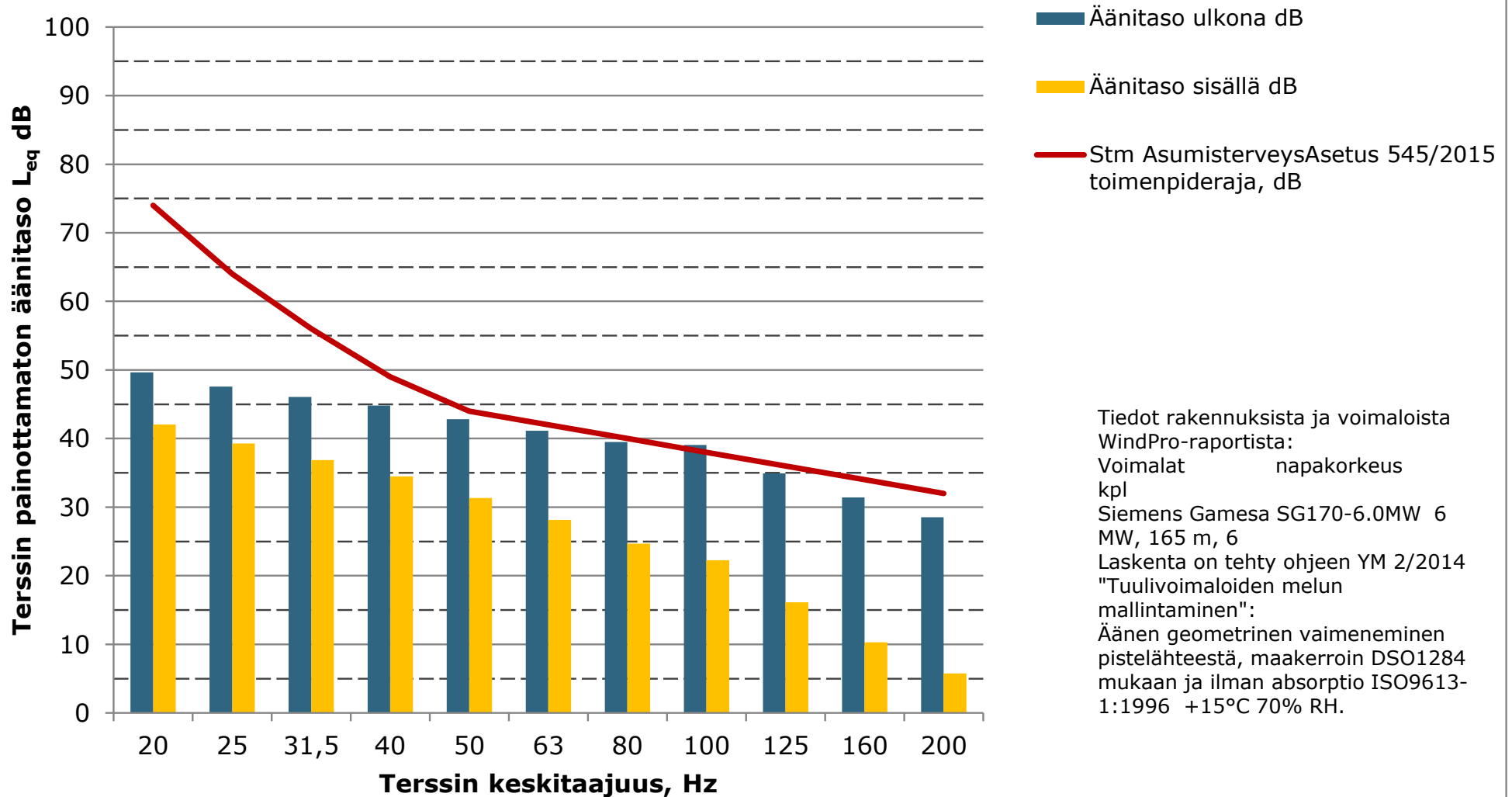
**Liite 2. Valkeisvaaran tuulivoimahanke – matalataajuisen melun rakennuskohtaiset arvot**



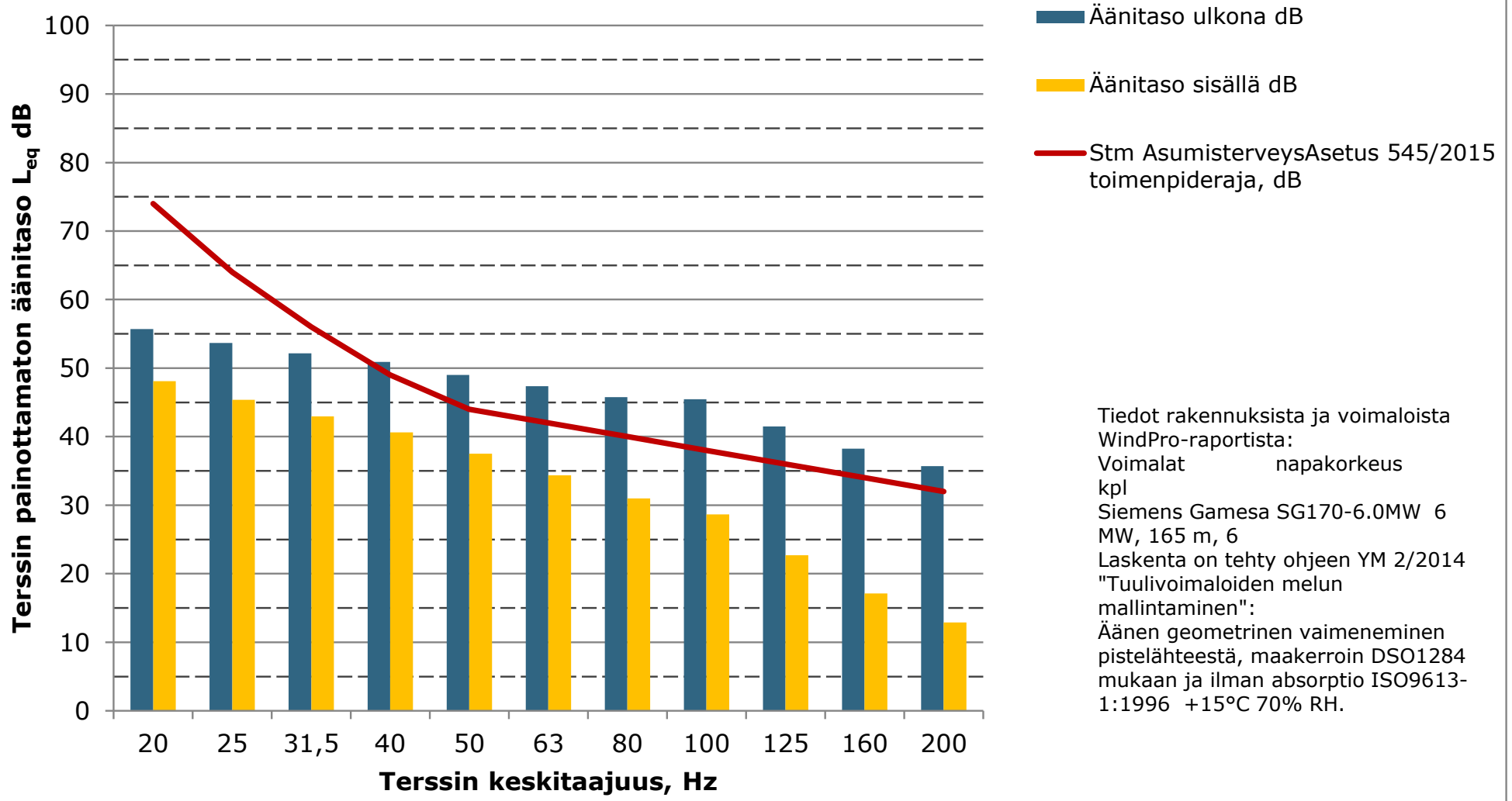




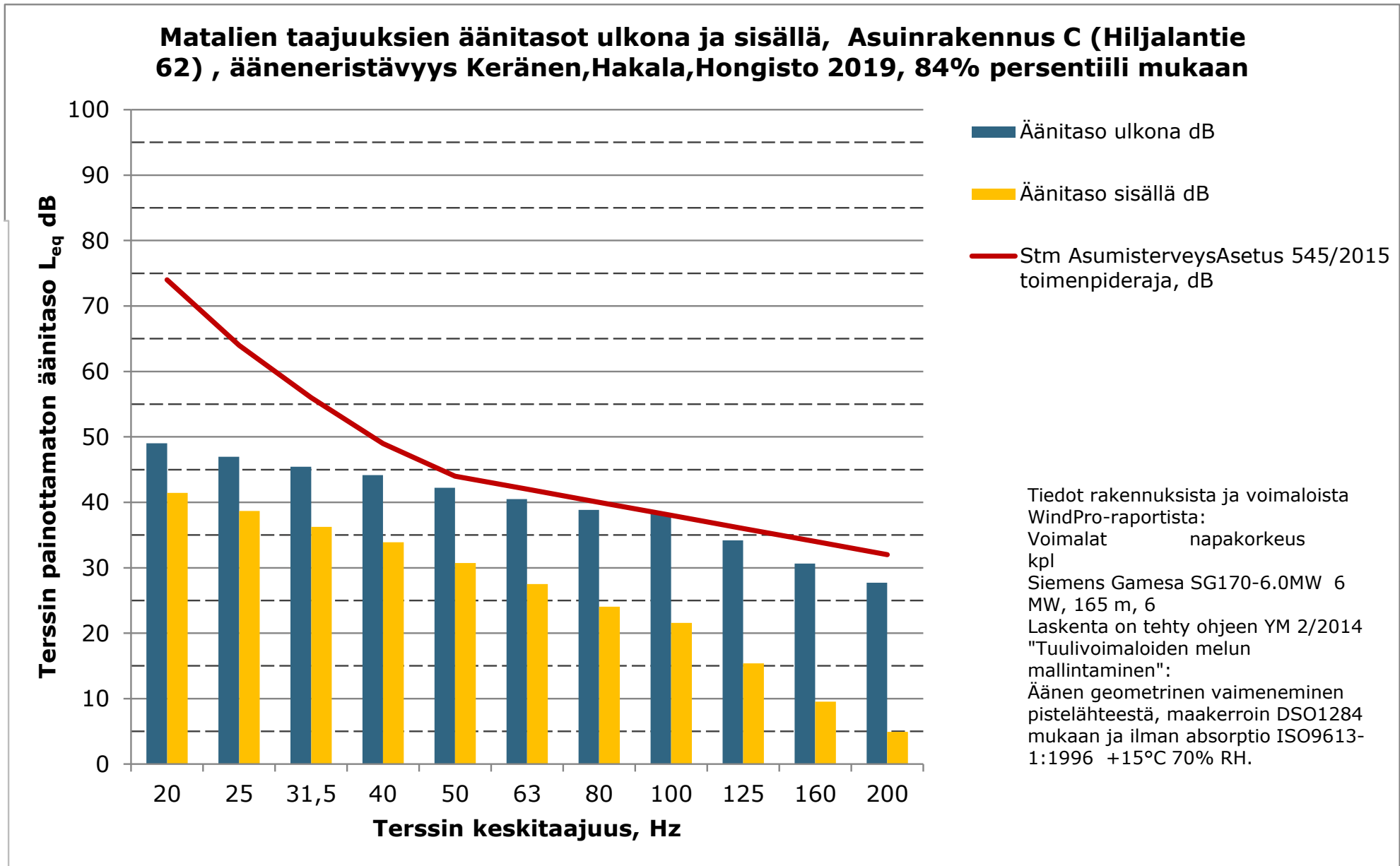
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Lomarakennus A  
(Pihlajamäki) , ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%  
persentiili mukaan**

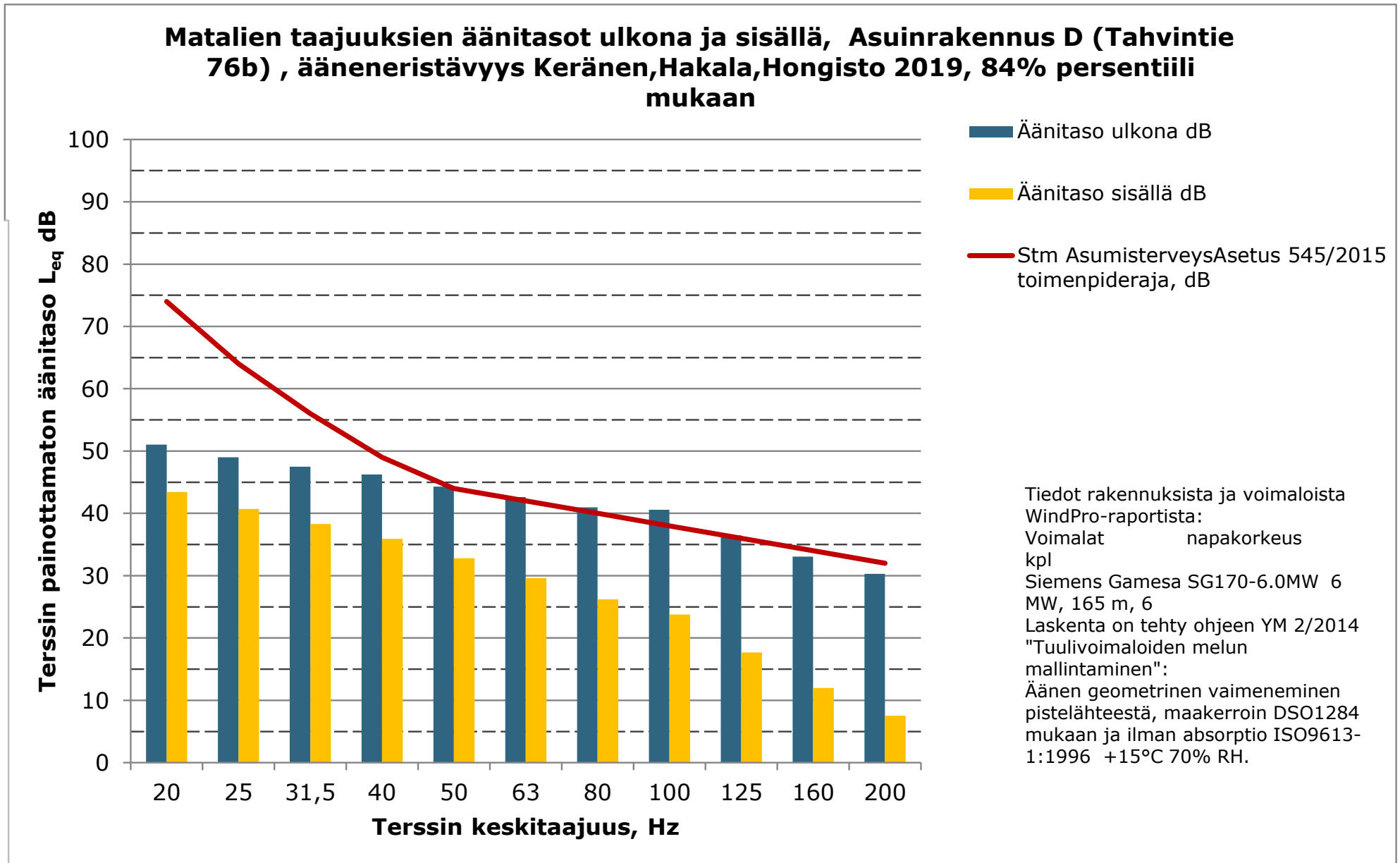


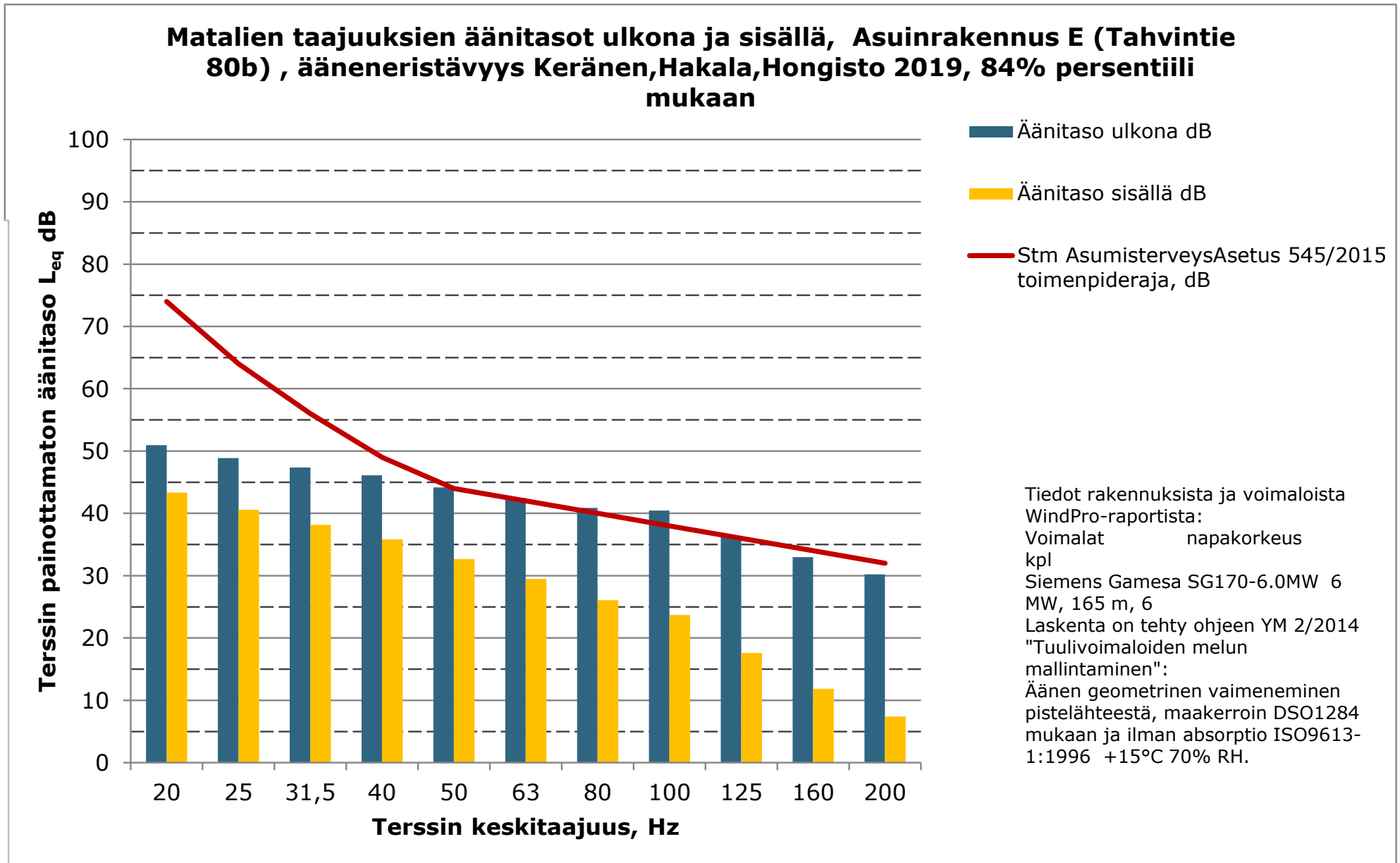
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Lomarakennus B (Loukonlampi) , ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84% persentiili mukaan**

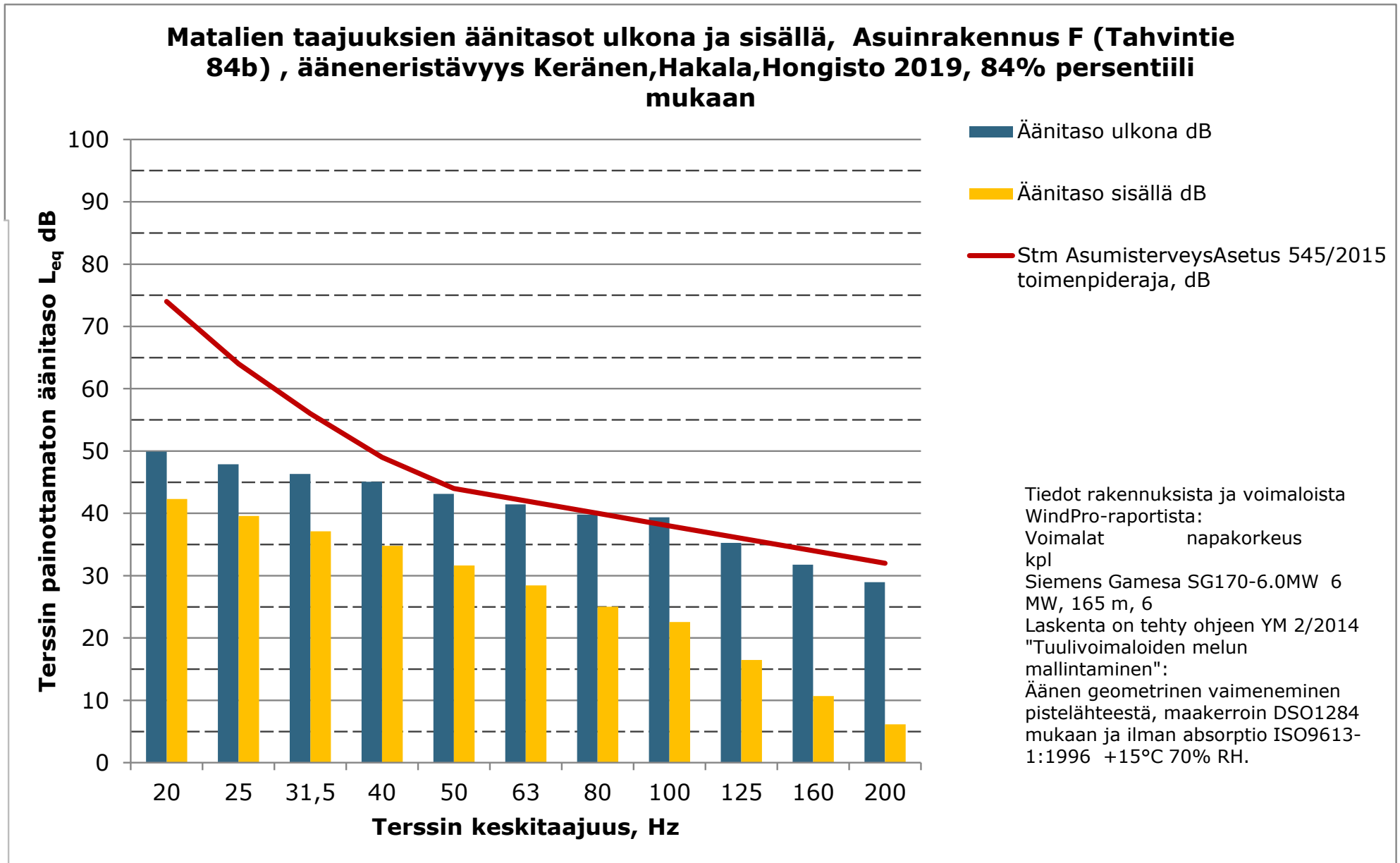


Tiedot rakennuksista ja voimaloista WindPro-raportista:  
 Voimalat napakorkeus  
 kpl  
 Siemens Gamesa SG170-6.0MW 6 MW, 165 m, 6  
 Laskenta on tehty ohjeen YM 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen":  
 Äänen geometrinen vaimeneminen pistelähteestä, maakerroin DSO1284 mukaan ja ilman absorptio ISO9613-1:1996 +15°C 70% RH.



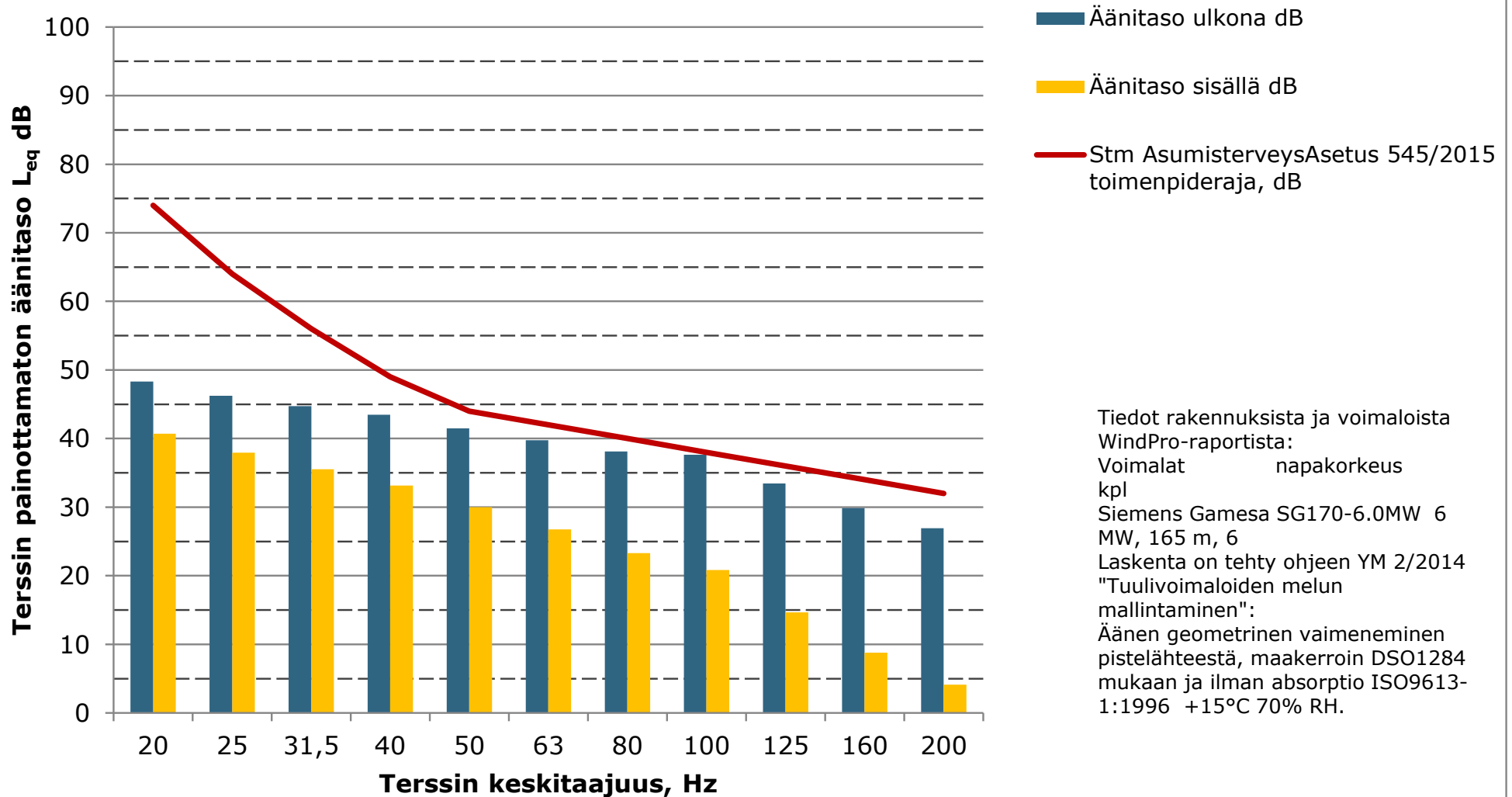




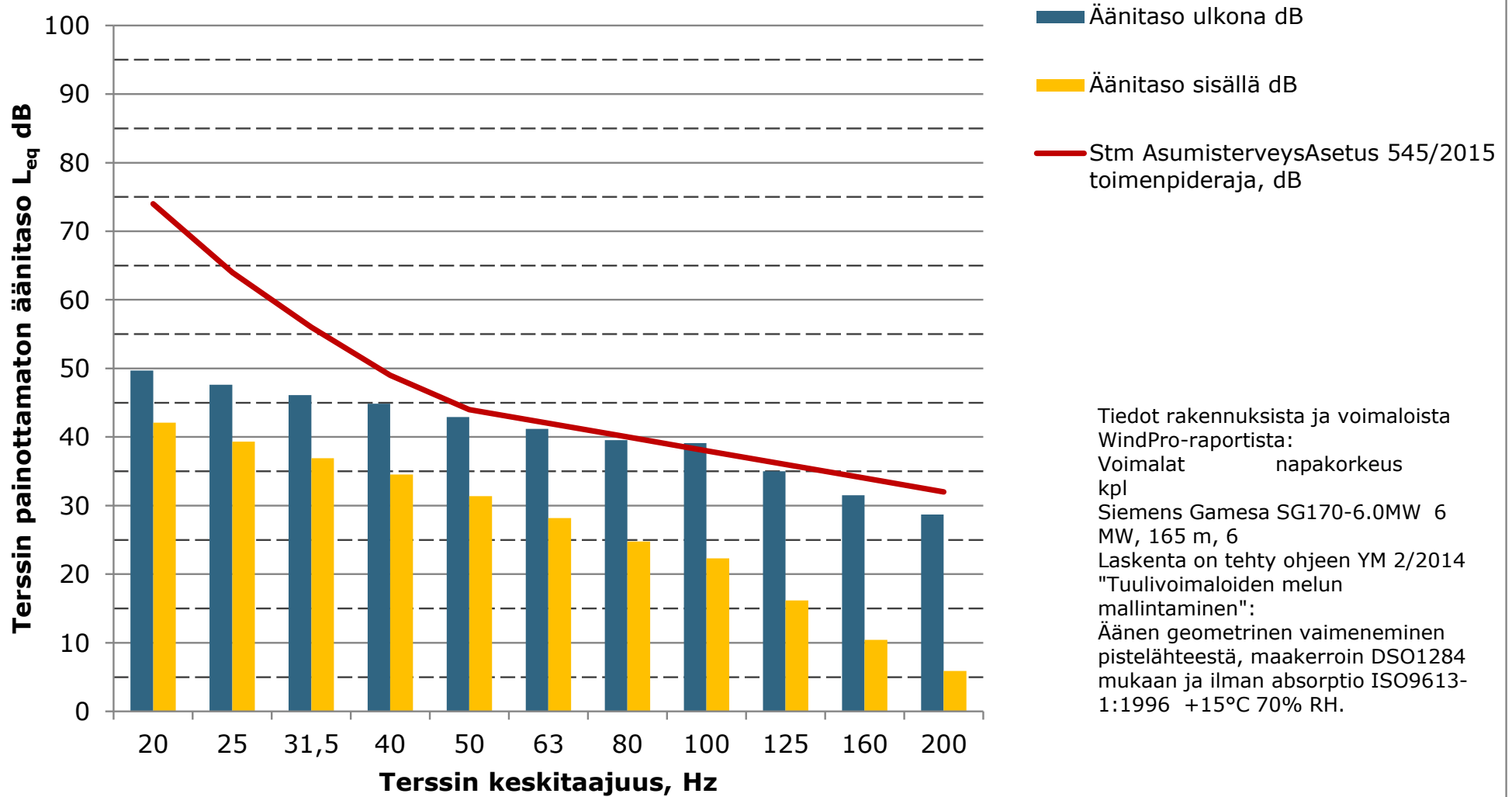




### Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus G (Heikkisenjoentie 55) , ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84% persenttiili mukaan

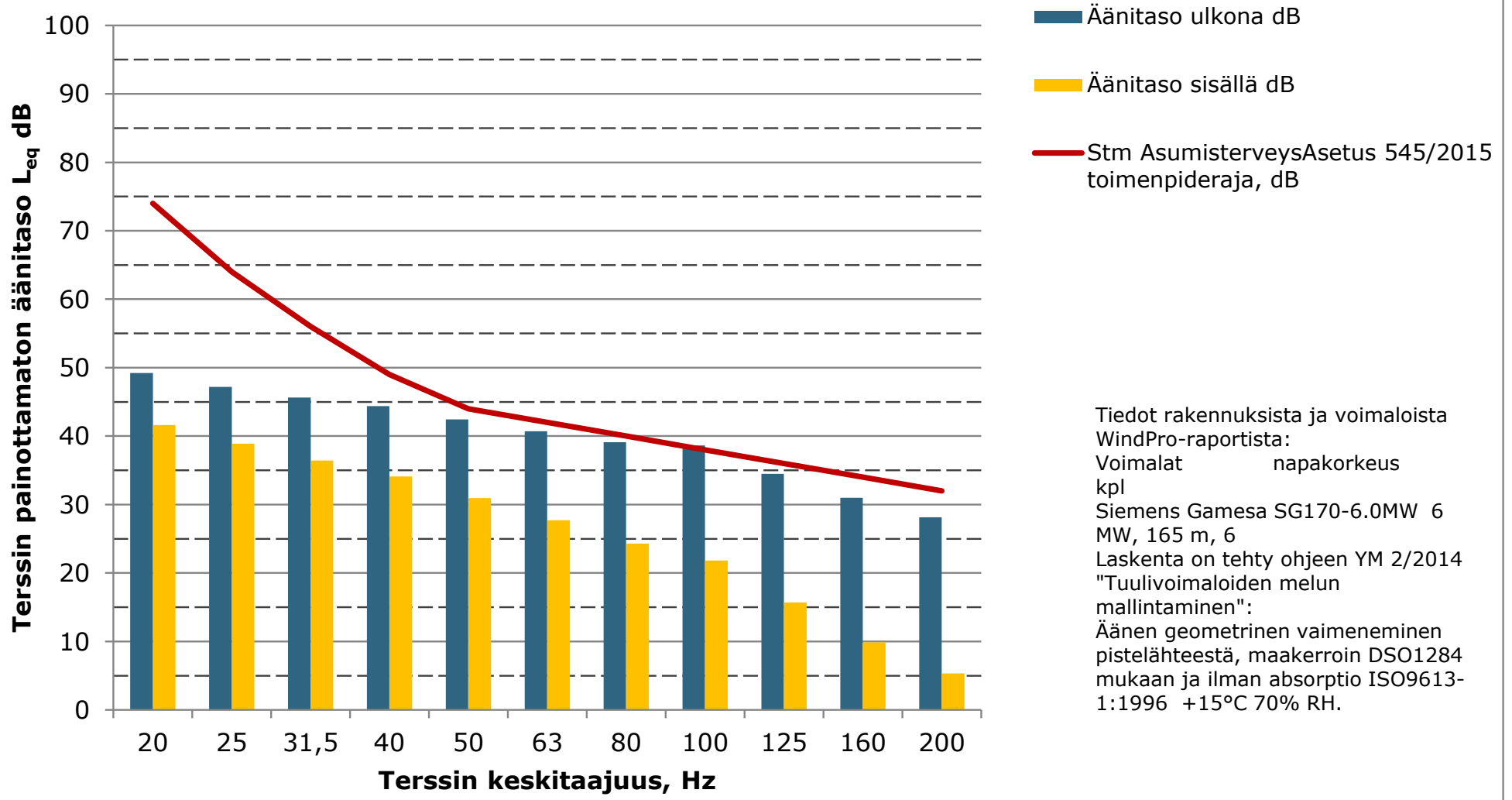


**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus H  
(Heikkisenjoentie 61) , ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%  
persenttiili mukaan**



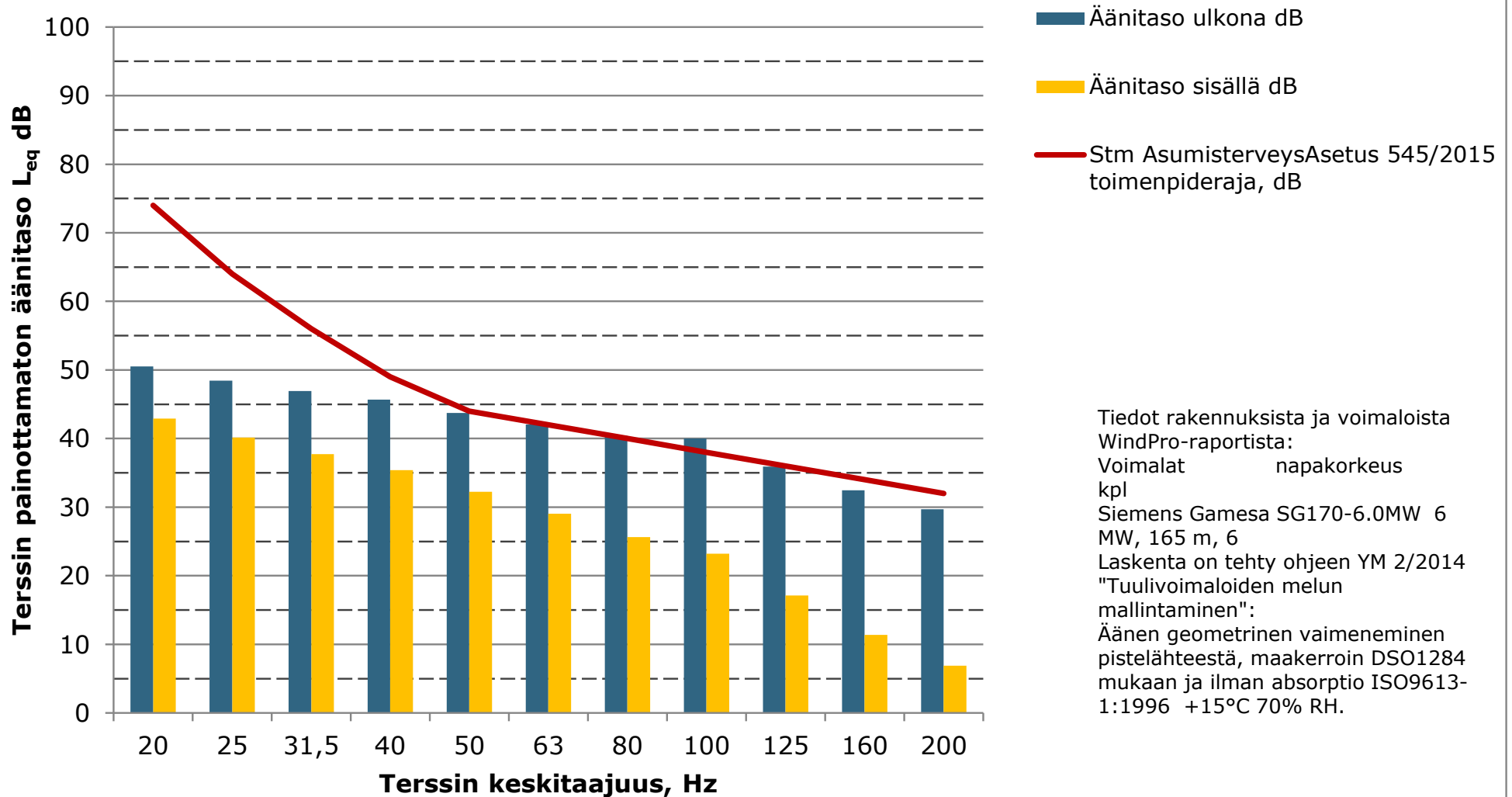
Tiedot rakennuksista ja voimaloista  
WindPro-raportista:  
Voimalat                  napakorkeus  
kpl  
Siemens Gamesa SG170-6.0MW 6  
MW, 165 m, 6  
Laskenta on tehty ohjeen YM 2/2014  
"Tuulivoimaloiden melun  
mallintaminen":  
Äänen geometrinen vaimeneminen  
pistelähteestä, maakerroin DSO1284  
mukaan ja ilman absorptio ISO9613-  
1:1996 +15°C 70% RH.

**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus I  
(Heikkisenjoentie 59a) , ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%  
persenttiili mukaan**

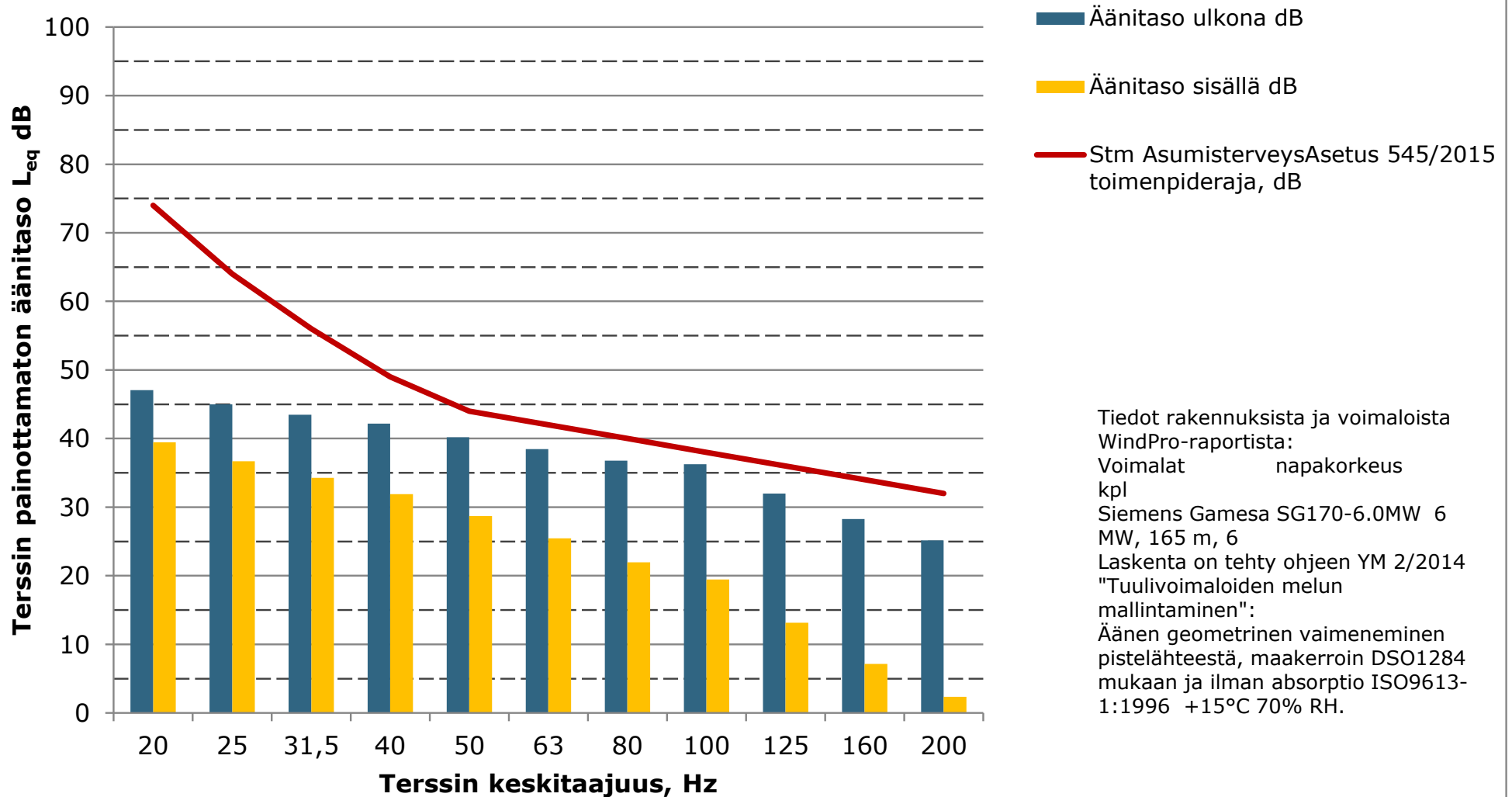


Tiedot rakennuksista ja voimaloista  
WindPro-raportista:  
Voimalat                  napakorkeus  
kpl  
Siemens Gamesa SG170-6.0MW 6  
MW, 165 m, 6  
Laskenta on tehty ohjeen YM 2/2014  
"Tuulivoimaloiden melun  
mallintaminen":  
Äänen geometrinen vaimeneminen  
pistelähteestä, maakerroin DSO1284  
mukaan ja ilman absorptio ISO9613-  
1:1996 +15°C 70% RH.

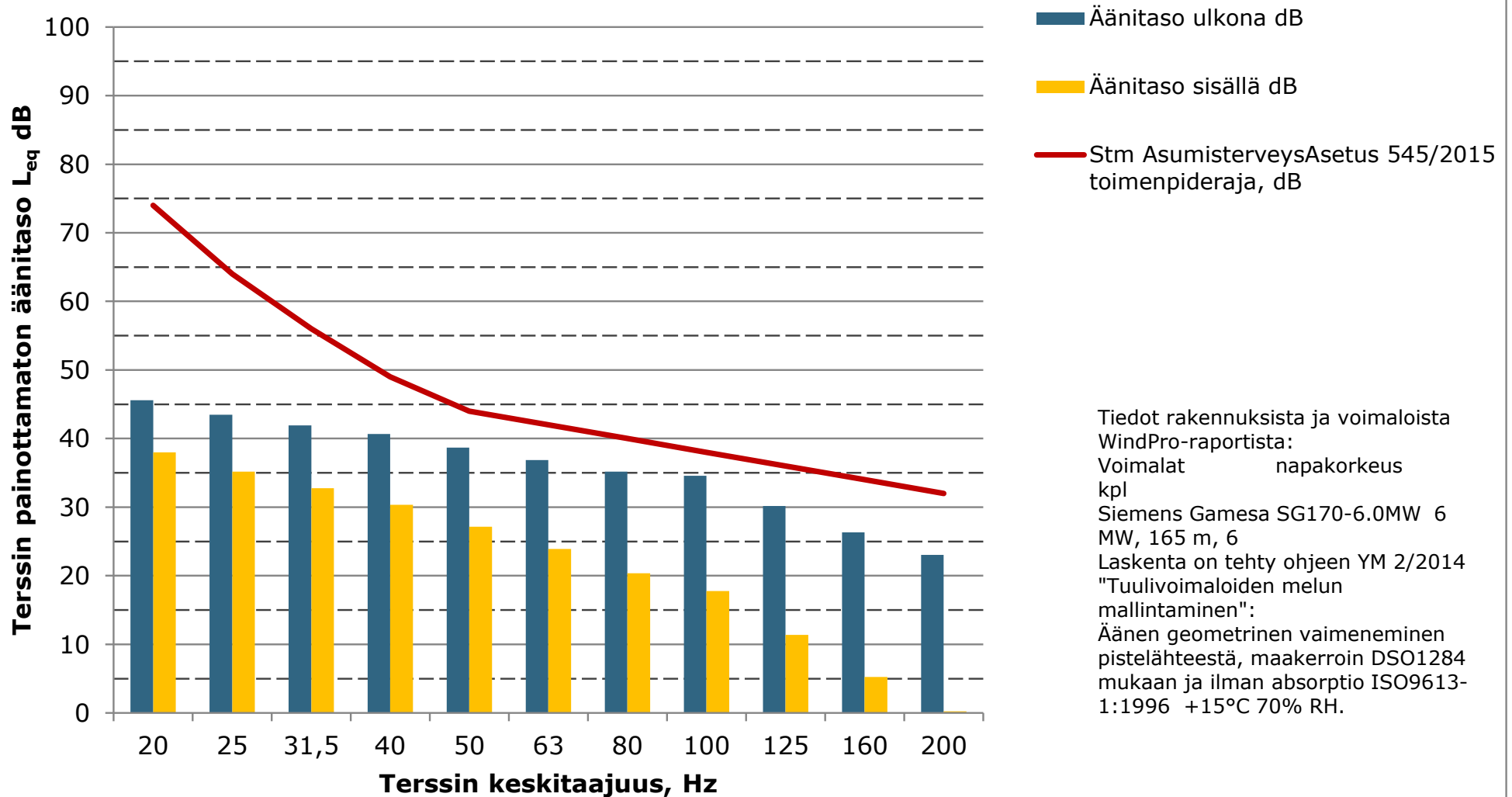
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Lomarakenus J  
(Heikkisenjoentie 64) , ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%  
persenttiili mukaan**



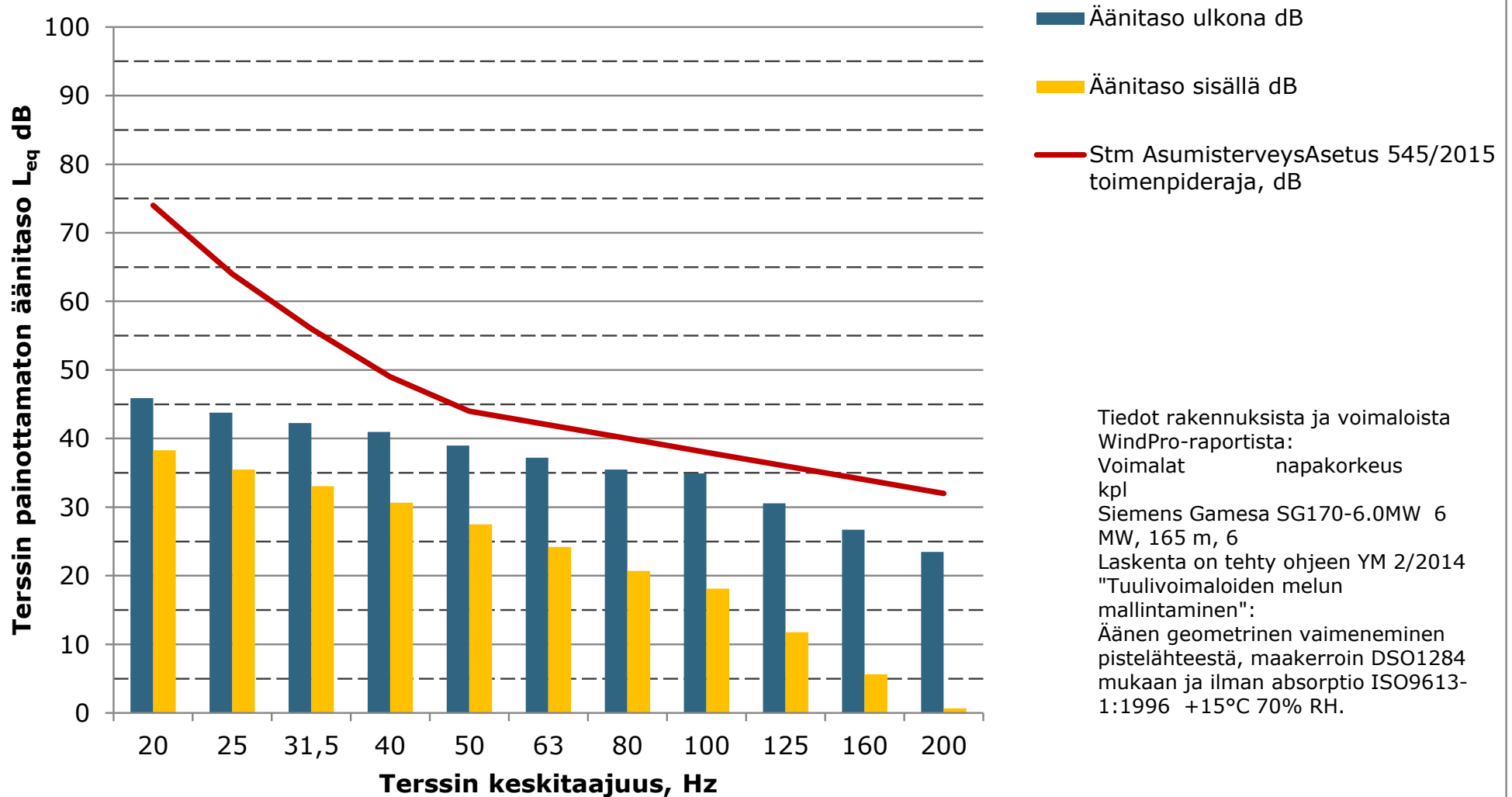
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus K  
(Heikkisenjoentie 95) , ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%  
persenttiili mukaan**



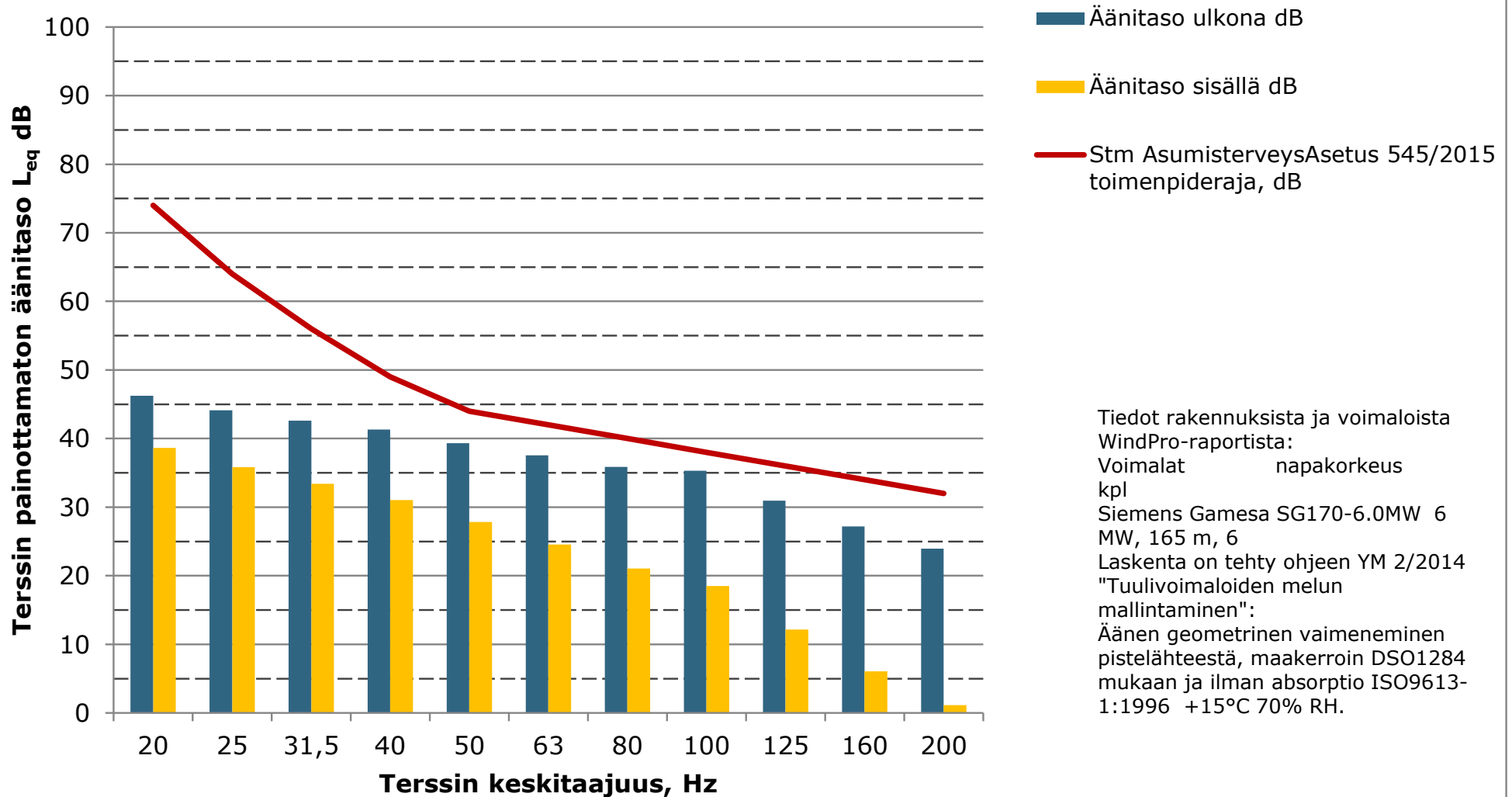
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus L  
(Mieslahdentie 15) , ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%  
persentiili mukaan**



**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus M  
(Möttölänniementie 20) , ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019,  
84% persenttiili mukaan**

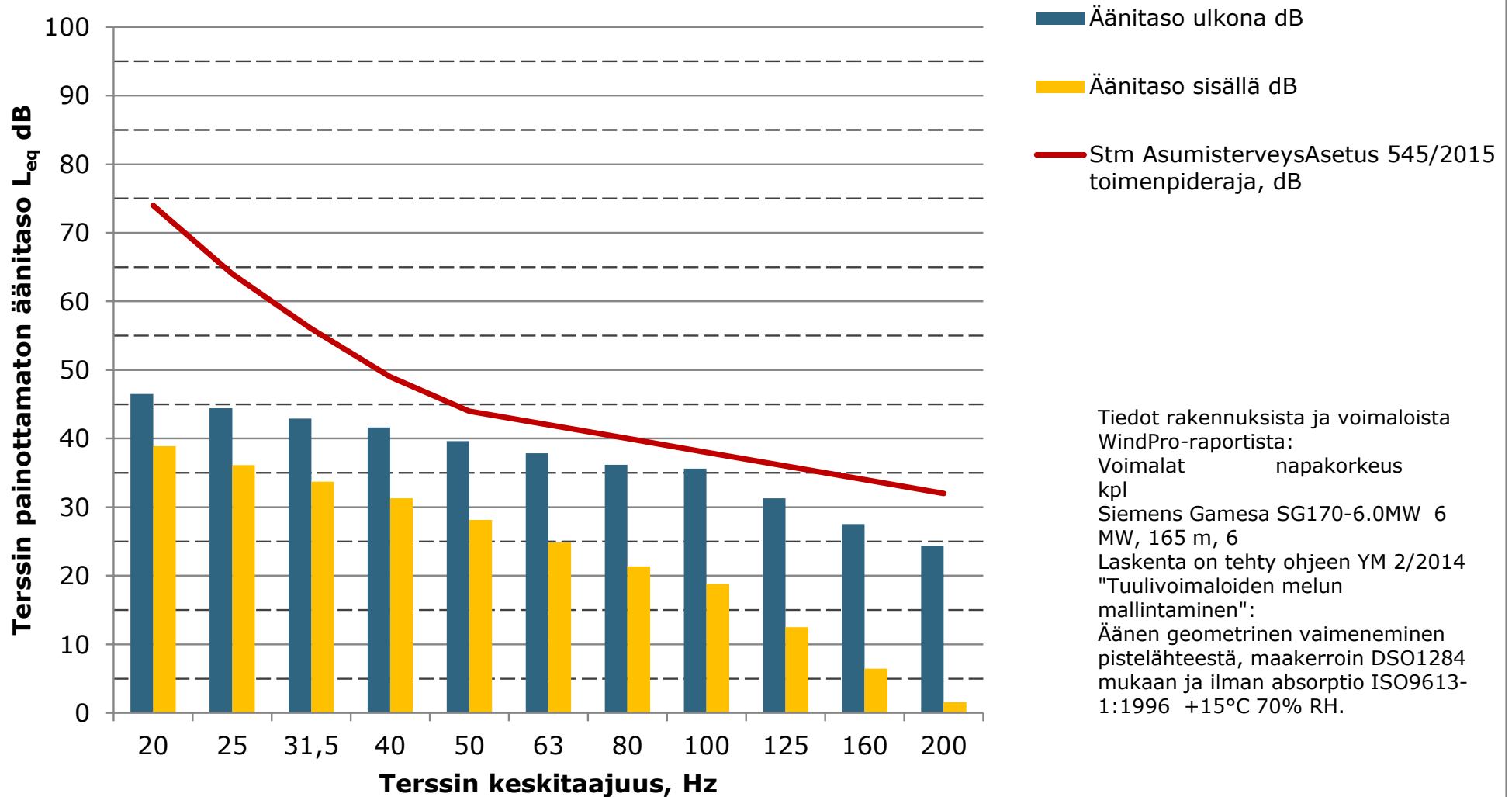


**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Lomarakennus N  
(Möttölännientie 35b), ääneneristävyys Keränen, Hakala, Hongisto 2019,  
84% persenttiili mukaan**

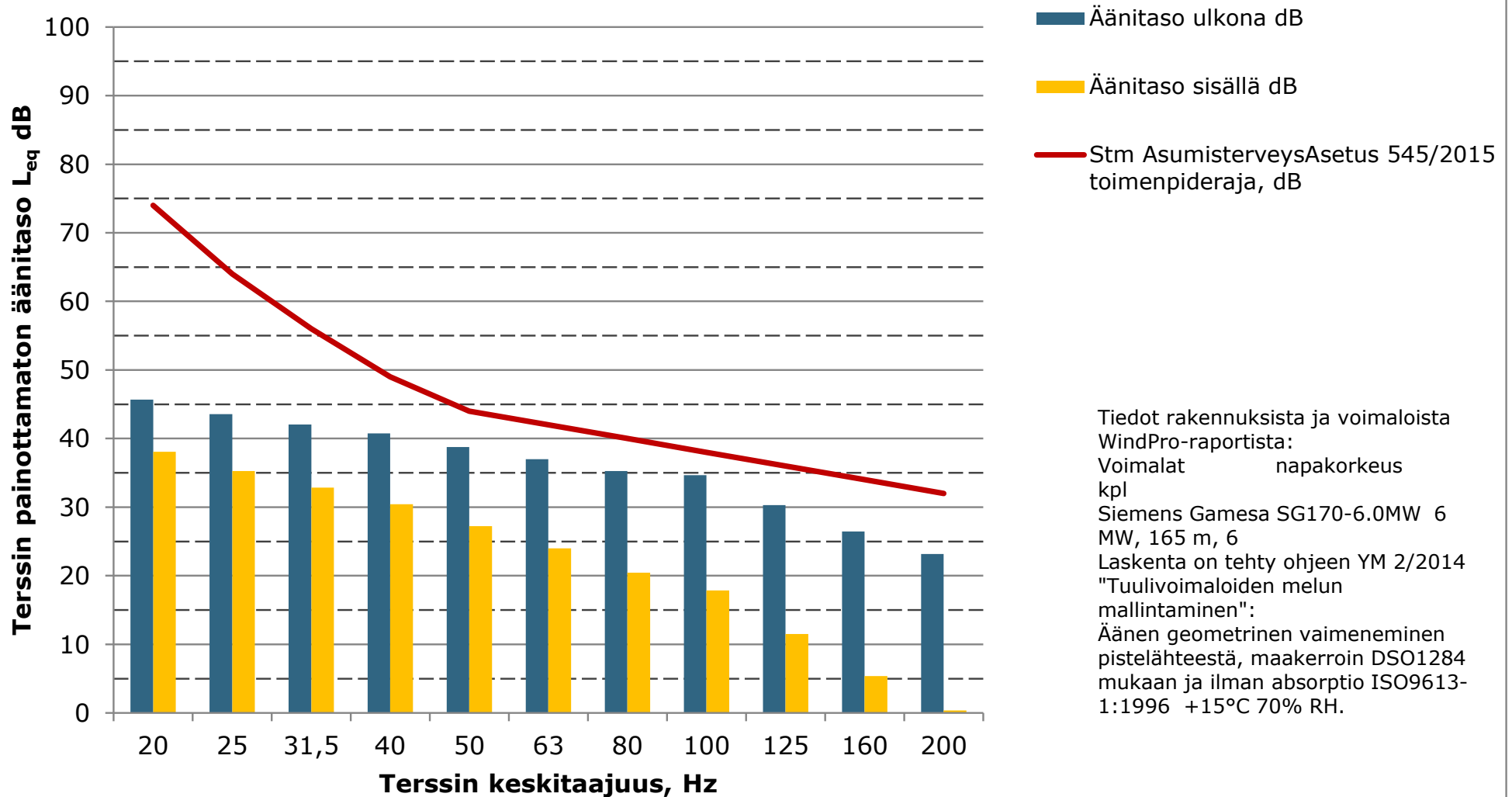




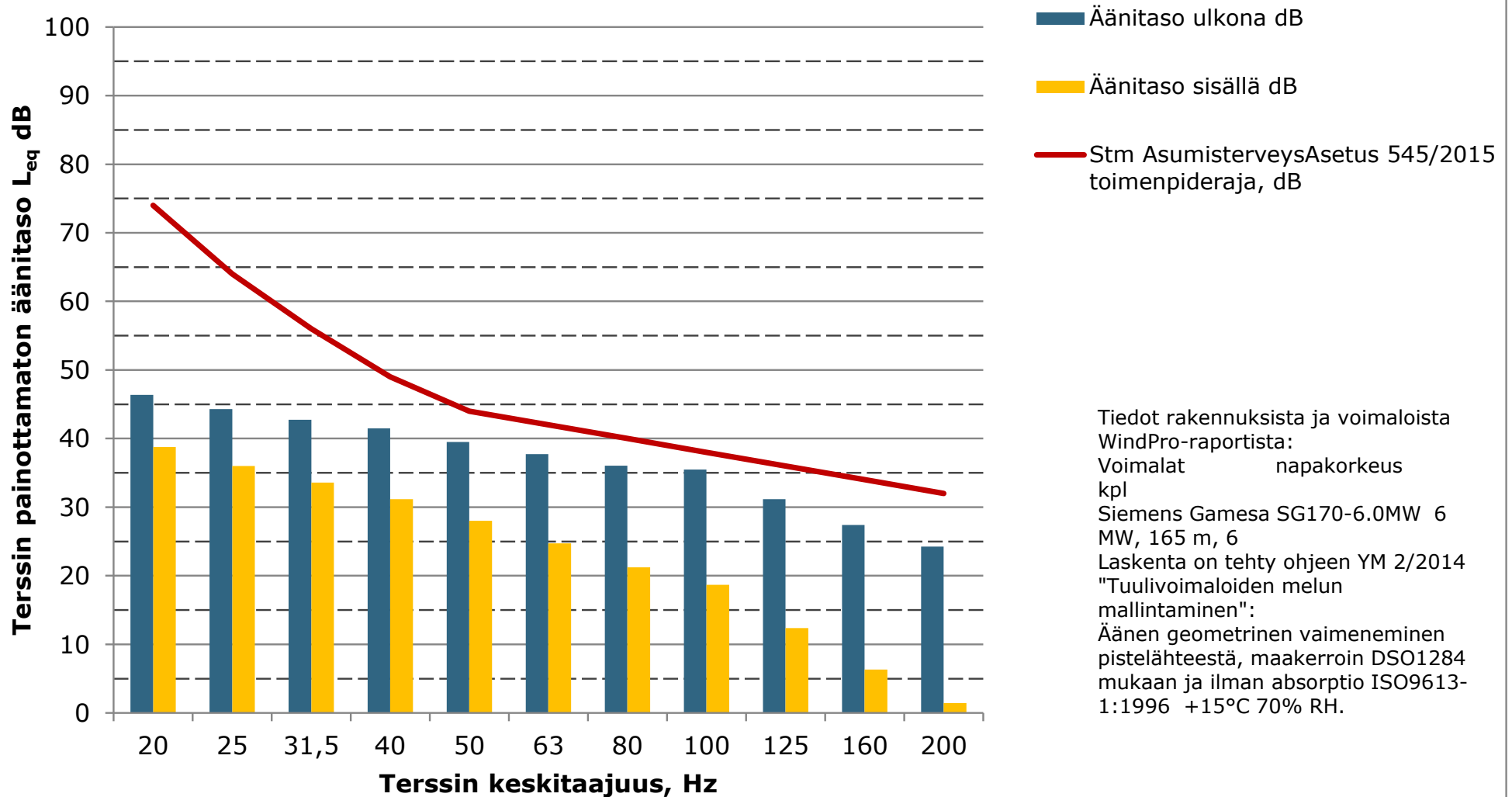
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Lomarakennus O  
(Möttölännientie 39a), ääneneristävyys Keränen, Hakala, Hongisto 2019,  
84% persenttiili mukaan**



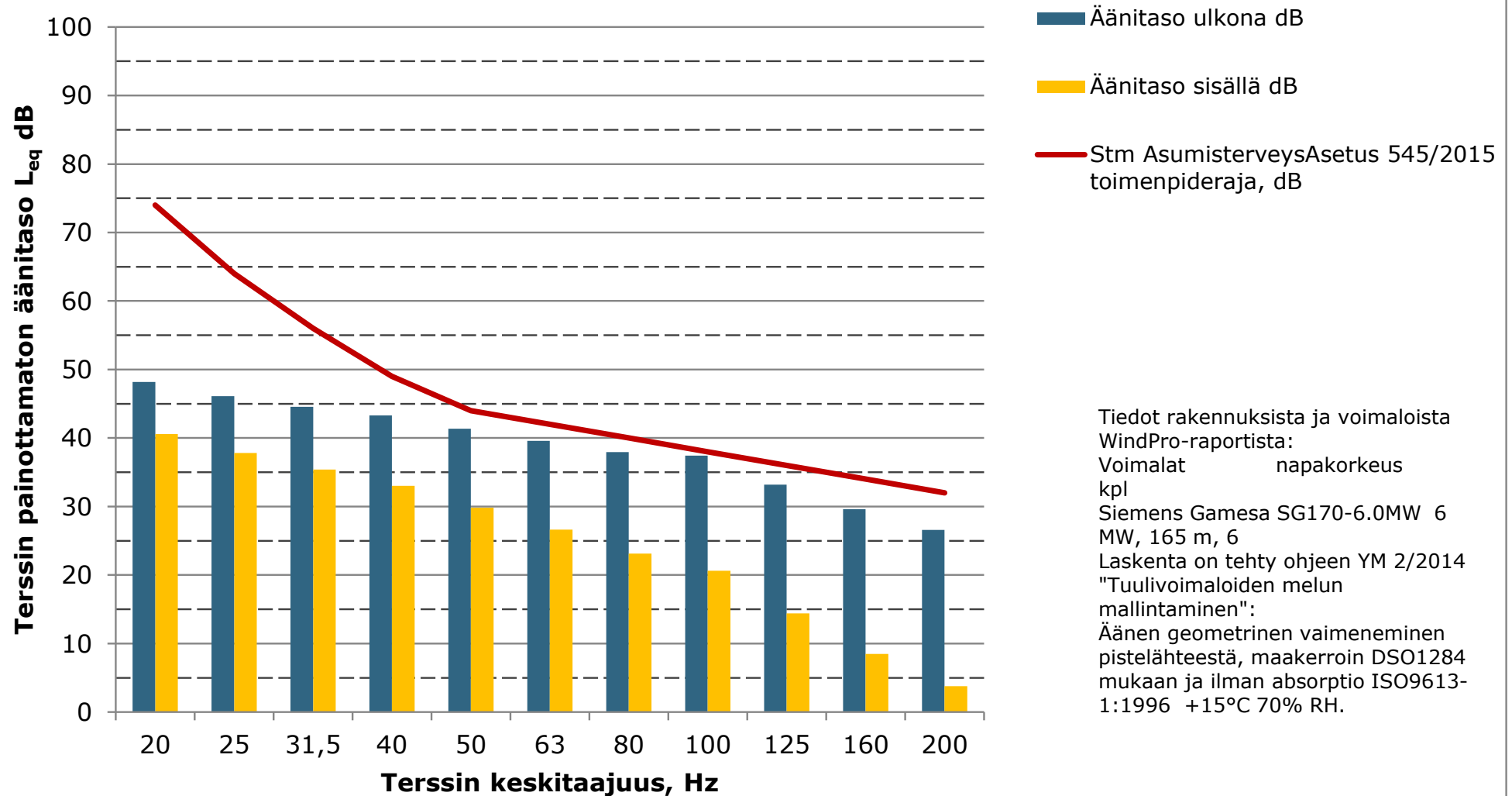
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Lomarakenus P  
(Lehminiementie 3) , ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%  
persenttiili mukaan**



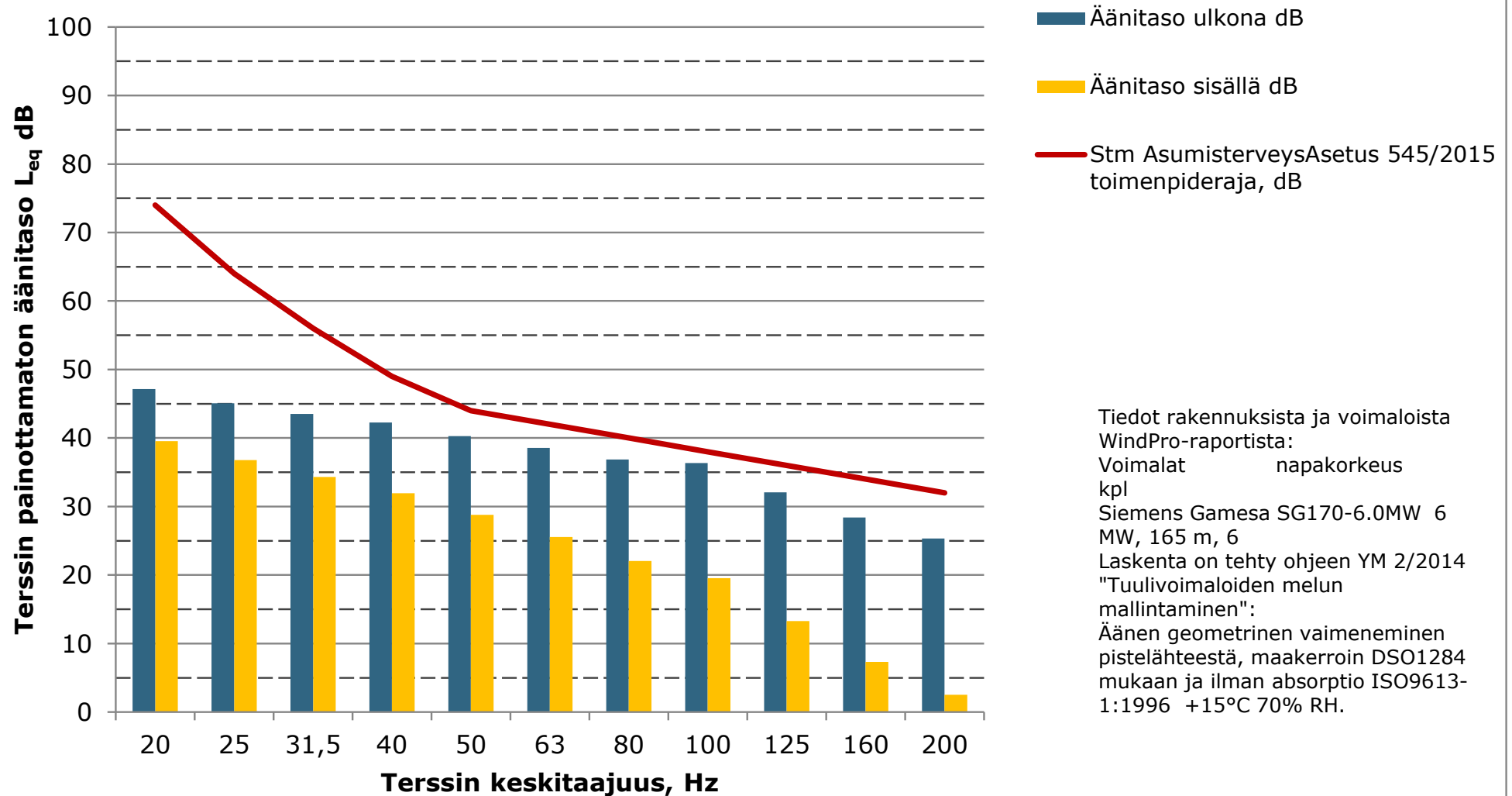
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Lomarakenus Q  
(Syvälahdentie) , ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%  
persentiili mukaan**



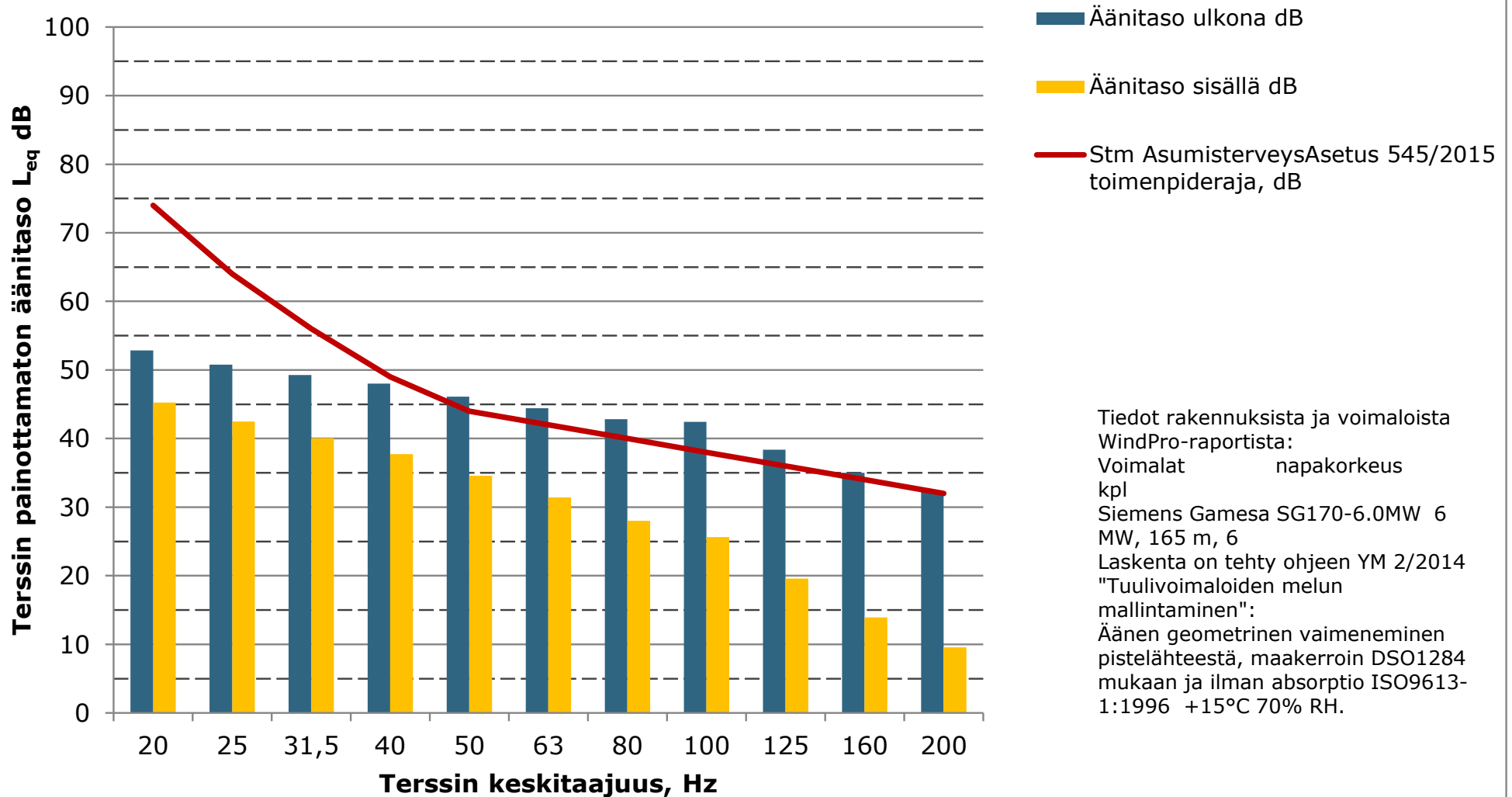
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus R  
(Pajulammentie 21) , ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%  
persenttiili mukaan**



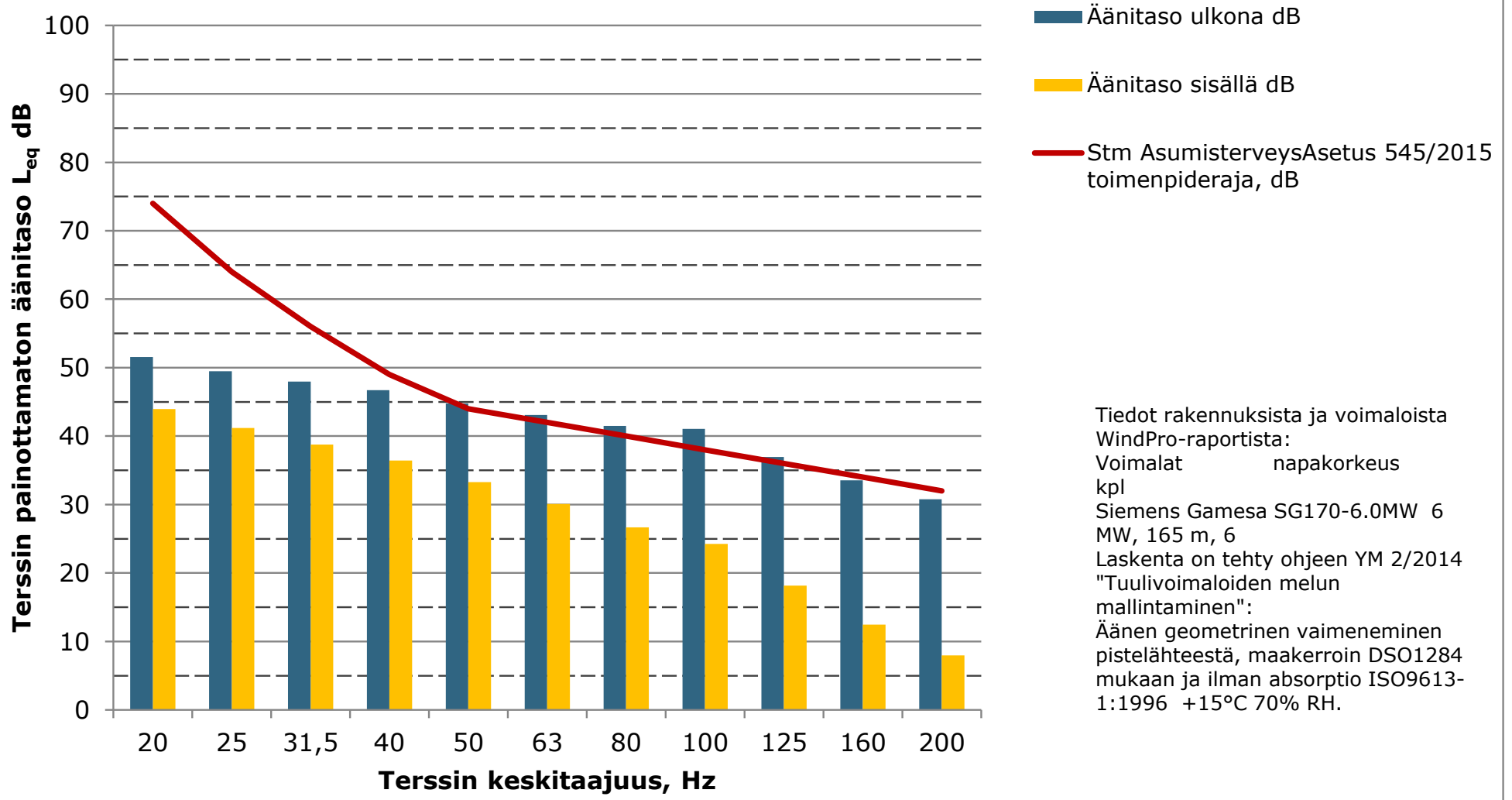
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Lomarakenus S  
(Pajulammentie 19) , ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%  
persenttiili mukaan**



**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Lomarakennus T  
(Valkeisjärvi, koillinen), ääneneristävyys Keränen, Hakala, Hongisto 2019,  
84% persenttiili mukaan**

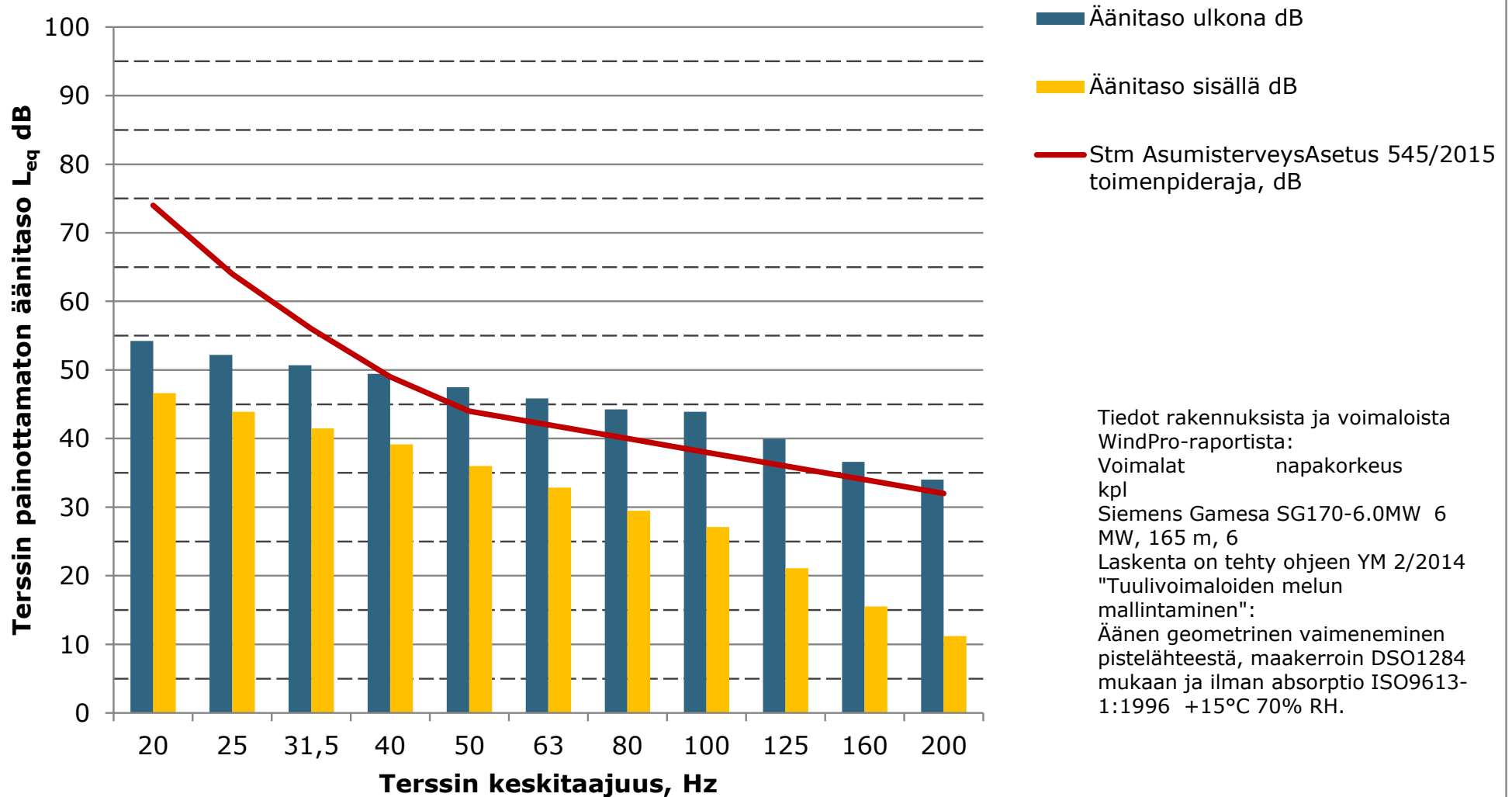


**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Lomarakennus U (Valkeisjärvi, pohjoinen), ääneneristävyys Keränen, Hakala, Hongisto 2019, 84% persenttiili mukaan**



Tiedot rakennuksista ja voimaloista WindPro-raportista:  
 Voimalat napakorkeus  
 kpl  
 Siemens Gamesa SG170-6.0MW 6 MW, 165 m, 6  
 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, Lomarakenus V  
(Valkeisjärvi, lounas) , ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%  
persenttiili mukaan**





2.12.2024

---

**Liite 3. Valkeisvaaran tuulivoimahanke – varjostusmallinnuksen tulokset ”real case, no forest”**

## SHADOW - Main Result

Calculation: Valkeisvaara RD170x6HH165 "No Forest" 6.0 MW

### Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence	No limit
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) []

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,81	2,25	4,39	5,97	8,13	8,13	8,42	6,71	4,10	1,90	0,67	0,32

Operational time

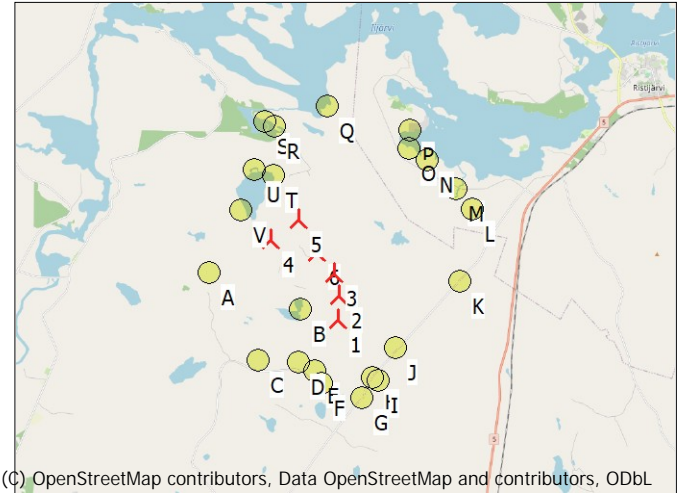
N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
737	644	459	379	435	648	1 036	1 176	617	552	592	572	7 847

Monthly aggregation of real case reduction

Line-of-sight calculation has been deactivated. This means that sheltering from obstacles, areas or hills are not taken into account.

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Scale 1:200 000

▲ New WTG

● Shadow receptor

### WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type		Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.					Calculation distance [m]	RPM [RPM]
			[m]									
1	550 156	7 147 083	230,0	Siemens Gamesa SG 6.0-...	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 000	6 000	170,0	165,0	100 000	8,8
2	550 177	7 147 719	224,4	Siemens Gamesa SG 6.0-...	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 000	6 000	170,0	165,0	100 000	8,8
3	550 023	7 148 289	212,2	Siemens Gamesa SG 6.0-...	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 000	6 000	170,0	165,0	100 000	8,8
4	548 342	7 149 164	217,3	Siemens Gamesa SG 6.0-...	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 000	6 000	170,0	165,0	100 000	8,8
5	549 039	7 149 710	191,2	Siemens Gamesa SG 6.0-...	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 000	6 000	170,0	165,0	100 000	8,8
6	549 557	7 148 856	215,0	Siemens Gamesa SG 6.0-...	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 000	6 000	170,0	165,0	100 000	8,8

### Shadow receptor-Input

No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Elevation	Slope of a.g.l.	Direction mode
A	Lomarakennus A (Pihlajamäki)	546 679	7 148 260	209,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
B	Lomarakennus B (Loukonlampi)	549 139	7 147 331	178,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
C	Asuinrakennus C (Hiljalantie 62)	548 045	7 145 952	219,3	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
D	Asuinrakennus D (Tahvintie 76b)	549 107	7 145 922	235,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
E	Asuinrakennus E (Tahvintie 80b)	549 547	7 145 697	239,1	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
F	Asuinrakennus F (Tahvintie 84b)	549 735	7 145 390	225,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
G	Asuinrakennus G (Heikkisenjoentie 55)	550 815	7 144 996	219,1	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
H	Asuinrakennus H (Heikkisenjoentie 61)	551 093	7 145 551	222,1	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
I	Asuinrakennus I (Heikkisenjoentie 59a)	551 228	7 145 482	217,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
J	Lomarakennus J (Heikkisenjoentie 64)	551 687	7 146 347	190,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
K	Asuinrakennus K (Heikkisenjoentie 95)	553 369	7 148 169	154,2	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
L	Asuinrakennus L (Mieslahdentie 15)	553 660	7 150 062	150,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
M	Asuinrakennus M (Möttölänniementie 20)	553 217	7 150 588	135,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
N	Lomarakennus N (Möttölänniementie 35b)	552 456	7 151 323	138,9	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
O	Lomarakennus O (Möttölänniementie 39a)	551 942	7 151 630	136,9	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
P	Lomarakennus P (Lehmiementie 3)	551 990	7 152 126	138,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
Q	Lomarakennus Q (Syvälahdentie)	549 743	7 152 717	138,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
R	Asuinrakennus R (Pajulammentie 21)	548 377	7 152 158	146,7	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
S	Lomarakennus S (Pajulammentie 19)	548 110	7 152 283	138,4	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
T	Lomarakennus T (Valkeisjärvi, koillinen)	548 373	7 150 883	153,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
U	Lomarakennus U (Valkeisjärvi, pohjoinen)	547 884	7 150 991	154,3	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"
V	Lomarakennus V (Valkeisjärvi, lounas)	547 524	7 149 939	153,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"

Project:

Melu ja varjo

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Joona Kyhyräinen / joona.kyhyrainen@fcg.fi

Calculated:

2.12.2024 9:15/4.0.540

## SHADOW - Main Result

Calculation: Valkeisvaara RD170x6HH165 "No Forest" 6.0 MW

### Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, expected values	
		Shadow hours	per year
		[h/year]	
A	Lomarakennus A (Pihlajamäki)	3:37	
B	Lomarakennus B (Loukonlampi)	14:25	
C	Asuinrakennus C (Hiljalantie 62)	3:29	
D	Asuinrakennus D (Tahvintie 76b)	5:02	
E	Asuinrakennus E (Tahvintie 80b)	0:00	
F	Asuinrakennus F (Tahvintie 84b)	0:00	
G	Asuinrakennus G (Heikkisenjoentie 55)	0:00	
H	Asuinrakennus H (Heikkisenjoentie 61)	0:00	
I	Asuinrakennus I (Heikkisenjoentie 59a)	0:00	
J	Lomarakennus J (Heikkisenjoentie 64)	10:52	
K	Asuinrakennus K (Heikkisenjoentie 95)	1:20	
L	Asuinrakennus L (Mieslahdentie 15)	0:31	
M	Asuinrakennus M (Möttölänniementie 20)	0:46	
N	Lomarakennus N (Möttölänniementie 35b)	0:49	
O	Lomarakennus O (Möttölänniementie 39a)	0:51	
P	Lomarakennus P (Lehminiementie 3)	0:33	
Q	Lomarakennus Q (Syvälahdentie)	1:05	
R	Asuinrakennus R (Pajulammentie 21)	1:36	
S	Lomarakennus S (Pajulammentie 19)	1:20	
T	Lomarakennus T (Valkeisjärvi, koillinen)	4:19	
U	Lomarakennus U (Valkeisjärvi, pohjoinen)	3:12	
V	Lomarakennus V (Valkeisjärvi, lounas)	6:52	

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

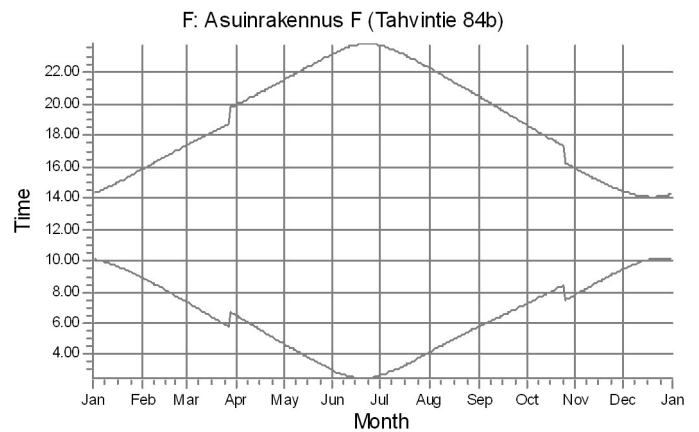
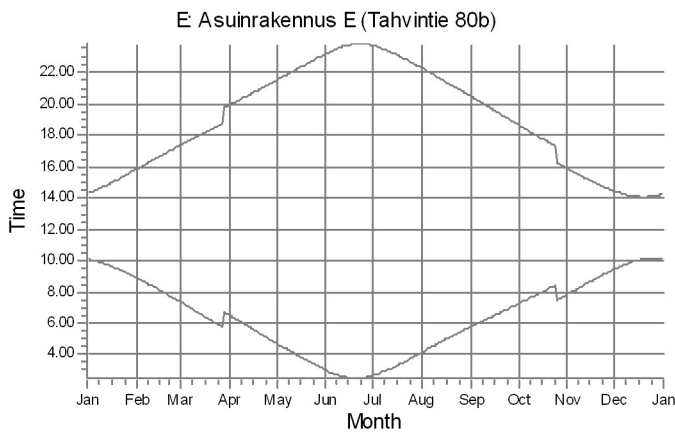
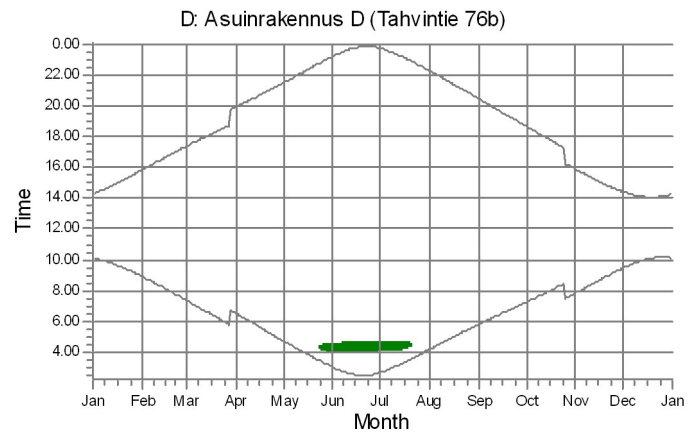
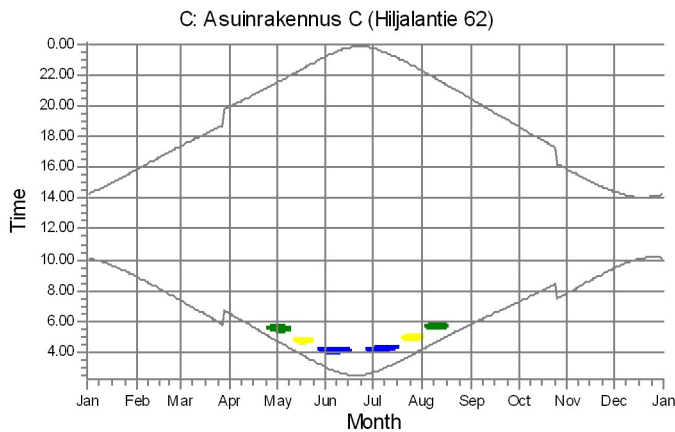
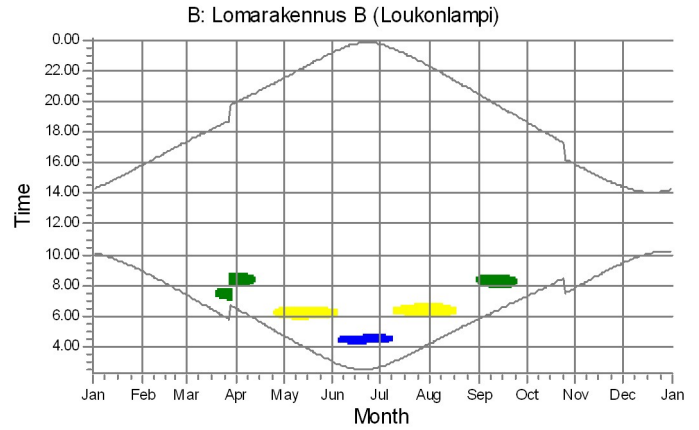
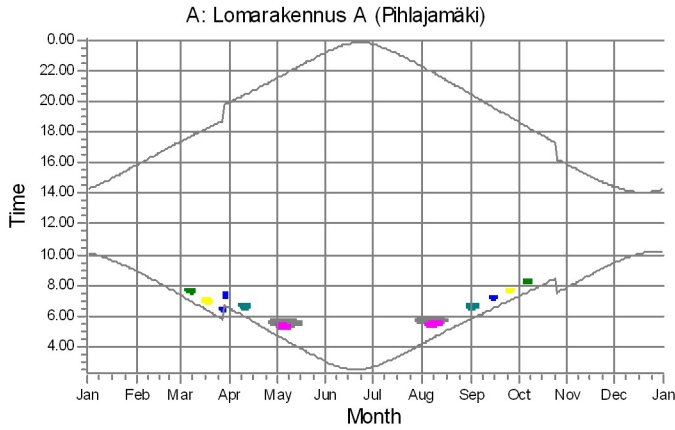
No.	Name	Expected
		[h/year]
1	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (1)	15:04
2	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (2)	15:53
3	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (3)	8:38
4	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (4)	9:31
5	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (5)	8:43
6	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (6)	5:54

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.

The calculation of the total expected values for a given receptor assumes a weighted average directional reduction for all WTGs contributing to shadow flicker within the same day. In the case where shadow flicker from different WTGs is not concurrent within the day, the total expected time at a given receptor may deviate marginally from the individual flicker time caused by each turbine separately.

## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Valkeisvaara RD170x6HH165 "No Forest" 6.0 MW



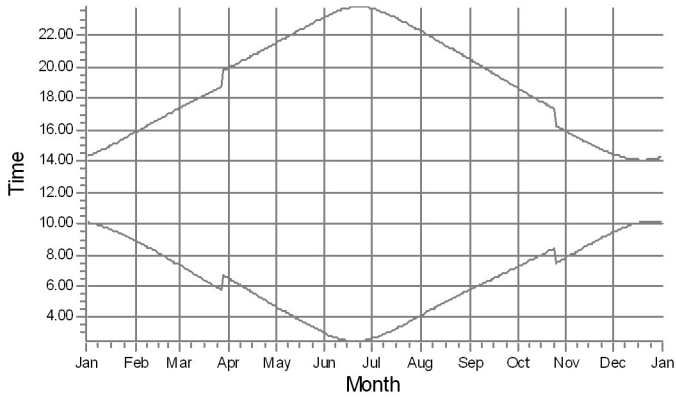
### WTGs

- 1: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (1)
- 2: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (2)
- 3: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (3)
- 4: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (4)
- 5: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (5)
- 6: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (6)

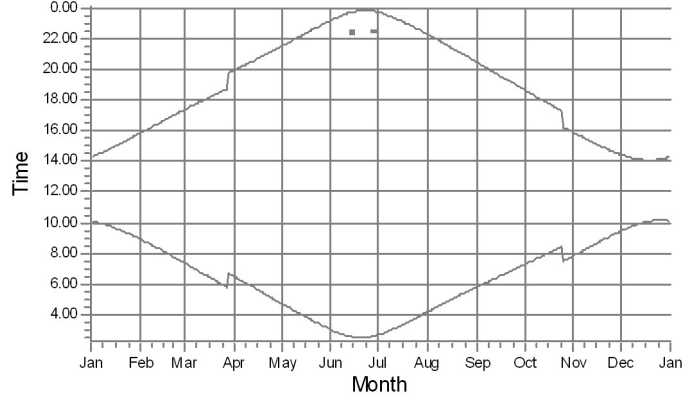
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Valkeisvaara RD170x6HH165 "No Forest" 6.0 MW

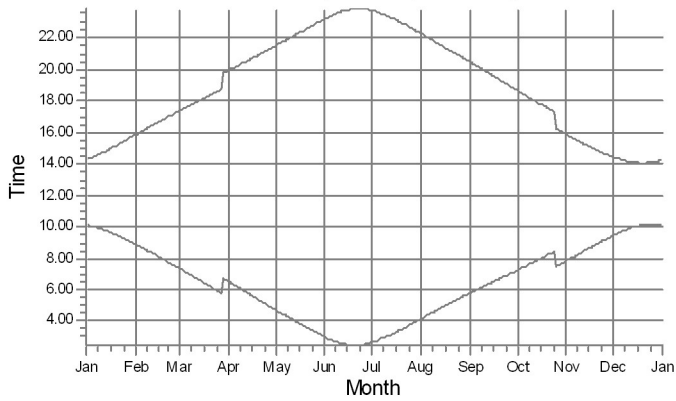
G: Asuinrakennus G (Heikkisenjoentie 55)



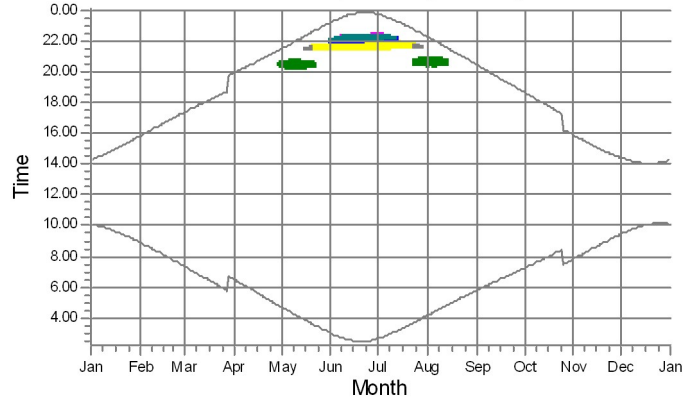
H: Asuinrakennus H (Heikkisenjoentie 61)



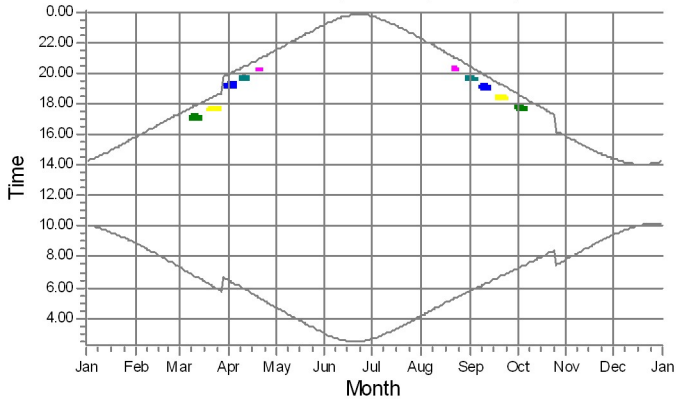
I: Asuinrakennus I (Heikkisenjoentie 59a)



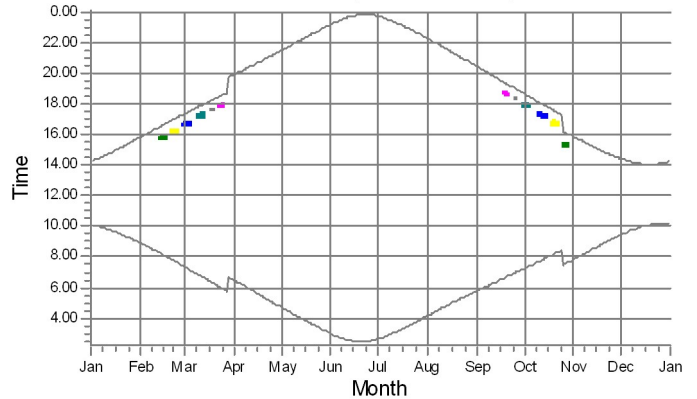
J: Lomarakennus J (Heikkisenjoentie 64)



K: Asuinrakennus K (Heikkisenjoentie 95)



L: Asuinrakennus L (Meslahdentie 15)

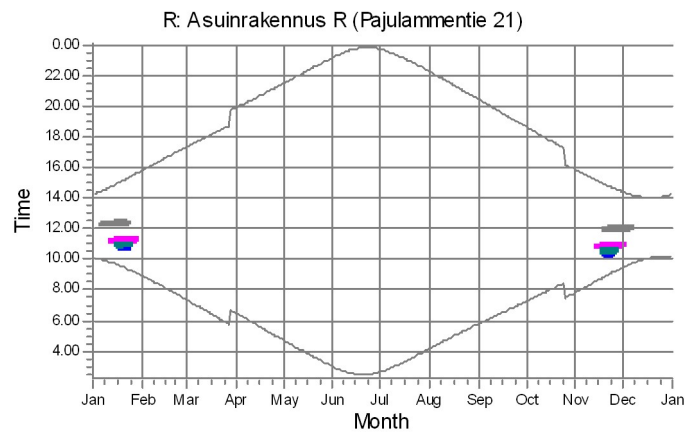
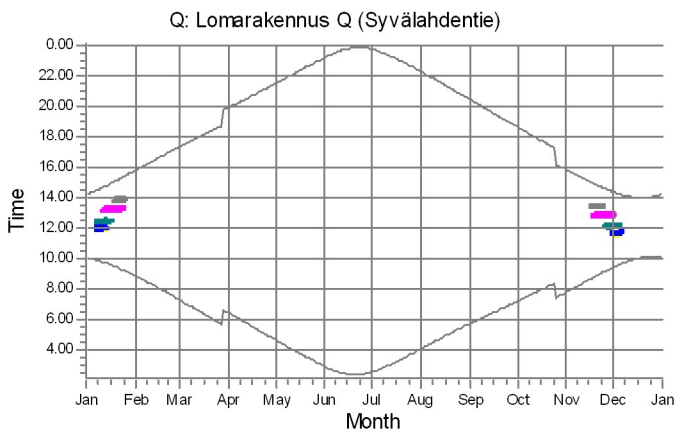
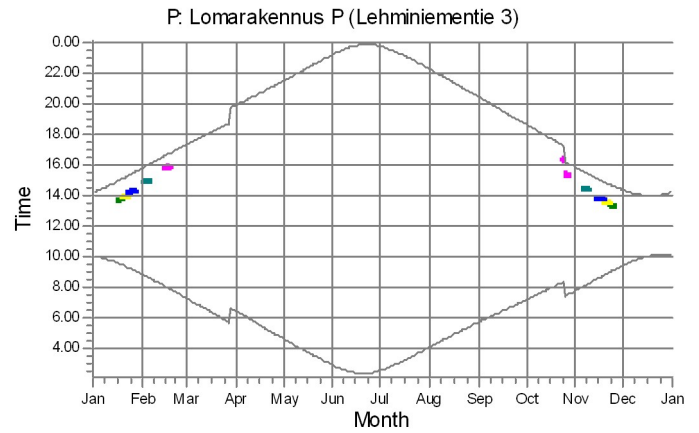
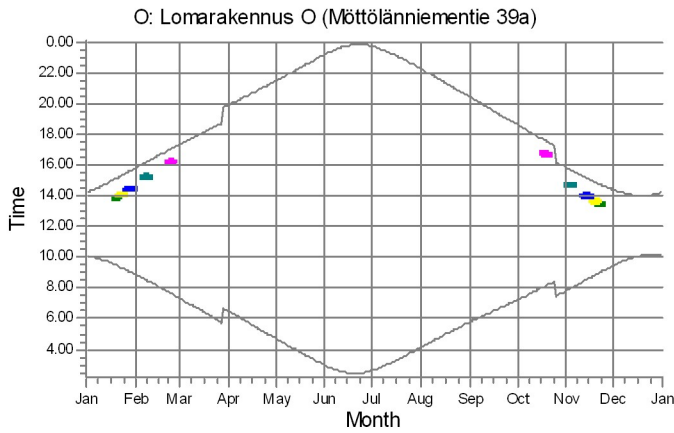
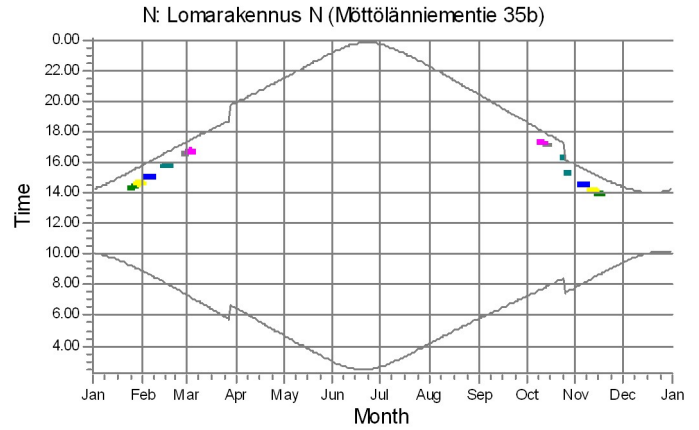
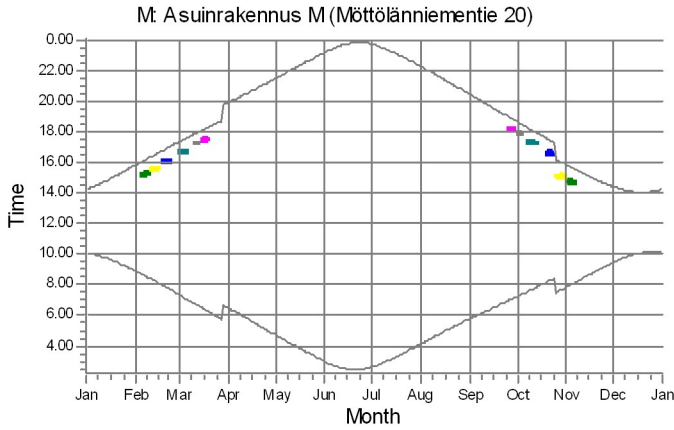


### WTGs

- 1: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (1)
- 2: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (2)
- 3: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (3)
- 4: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (4)
- 5: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (5)
- 6: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (6)

## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Valkeisvaara RD170x6HH165 "No Forest" 6.0 MW

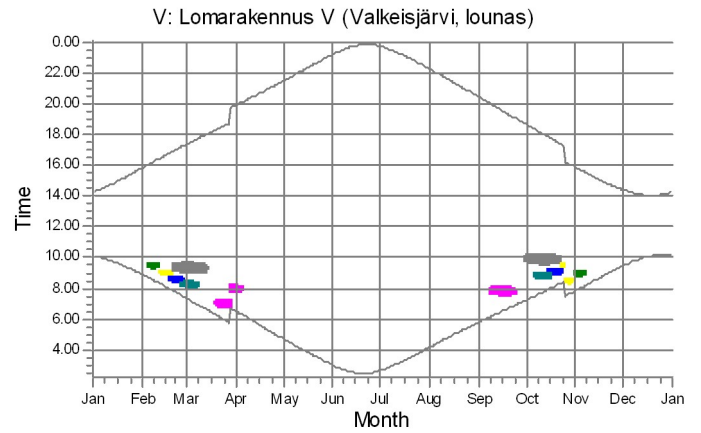
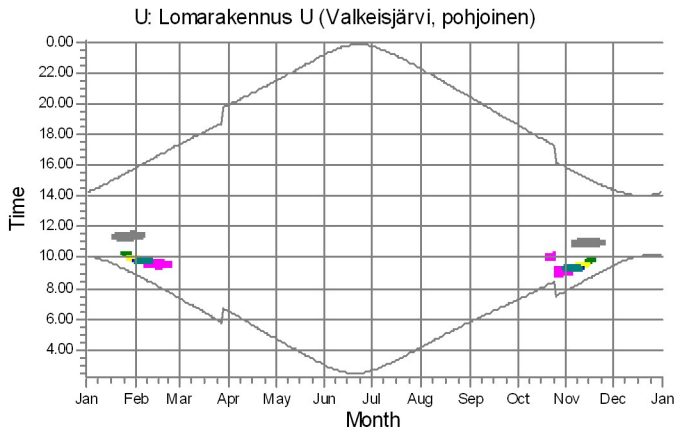
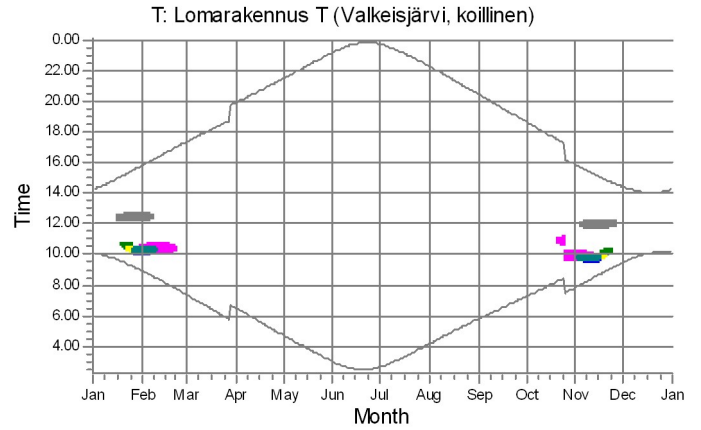
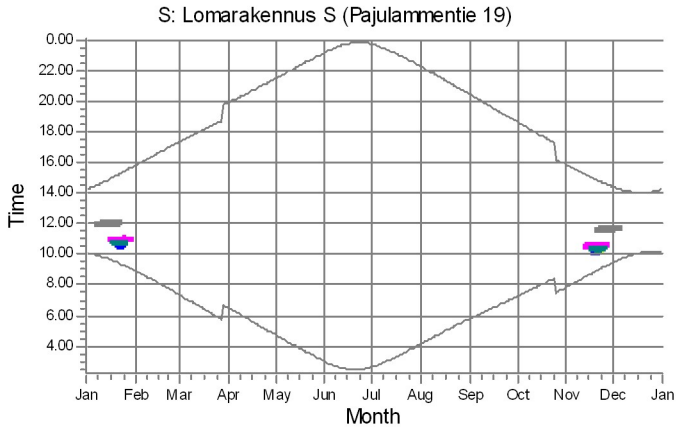


### WTGs







- 1: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (1)
- 2: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (2)
- 3: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (3)
- 4: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (4)
- 5: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (5)
- 6: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (6)

## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Valkeisvaara RD170x6HH165 "No Forest" 6.0 MW

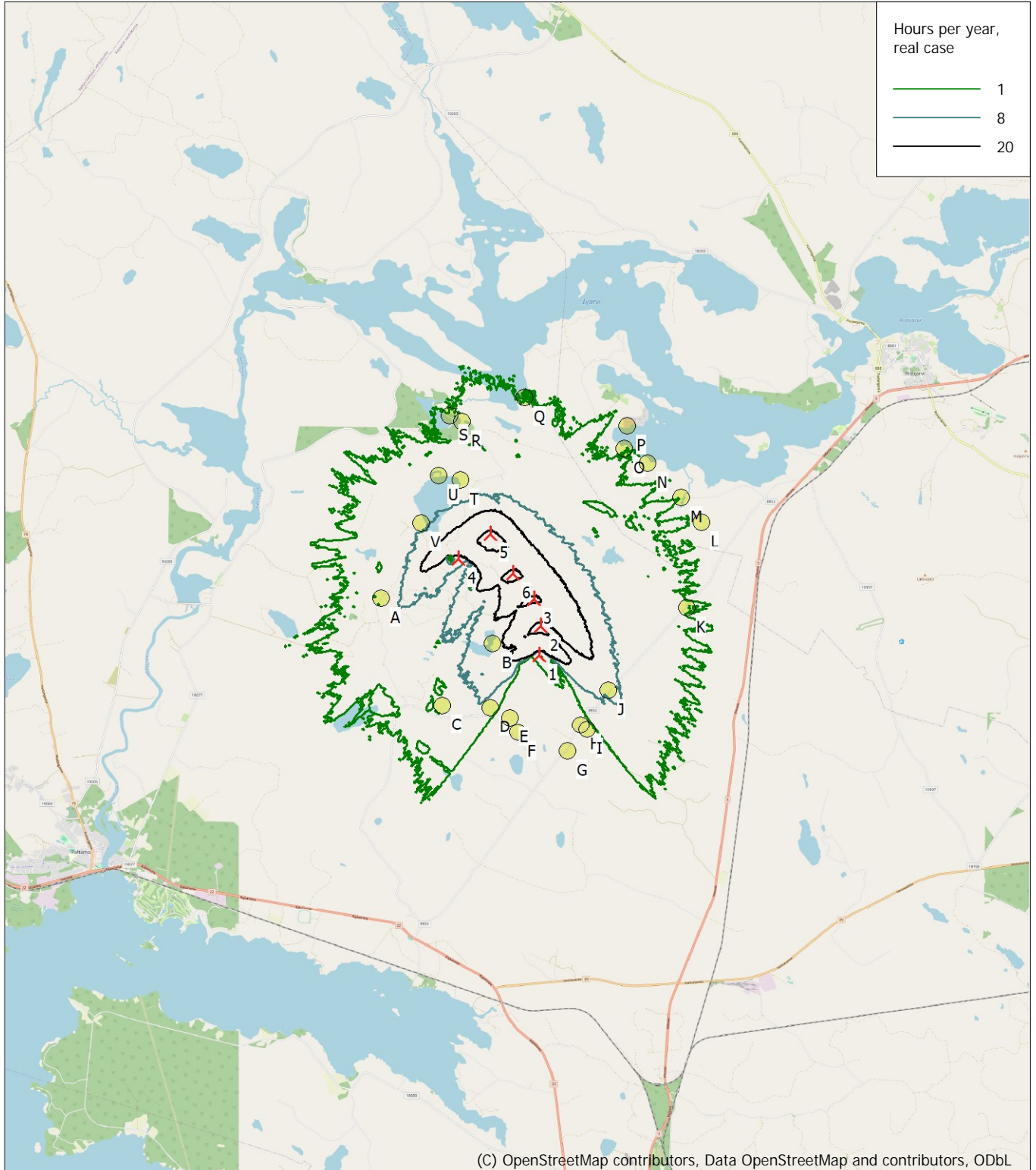


### WTGs

-  1: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (1)
-  2: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (2)
-  3: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (3)
-  4: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (4)
-  5: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (5)
-  6: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (6)

## SHADOW - Map

Calculation: Valkeisvaara RD170x6HH165 "No Forest" 6.0 MW



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

0 2,5 5 7,5 10km

Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:125 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 549 450 North: 7 148 400

New WTG Shadow receptor

Flicker map level: Height Contours: CONTOURLINE\_Melu ja varjo\_0.wpo (1)  
Time step: 4 minutes, Day step: 14 days, Map resolution: 30 m, Visibility resolution: 15 m, Eye height: 1,5 m



2.12.2024

---

**Liite 4. Valkeisvaaran tuulivoimahanke – varjostusmallinnuksen tulokset ”real case, Luke forest”**

## SHADOW - Main Result

Calculation: Valkeisvaara RD170x6HH165 "Luke Forest" 6.0 MW

### Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence	No limit
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) []

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,81	2,25	4,39	5,97	8,13	8,13	8,42	6,71	4,10	1,90	0,67	0,32

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
737	644	459	379	435	648	1 036	1 176	617	552	592	572	7 847

Monthly aggregation of real case reduction

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: Height Contours: CONTOURLINE\_Melu ja varjo\_0.wpo  
 Area object(s) used in calculation:  
 Area object (Heights a.g.l. for e.g. Forest (ORA tool) or ZVI obstructions): REG  
 Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in

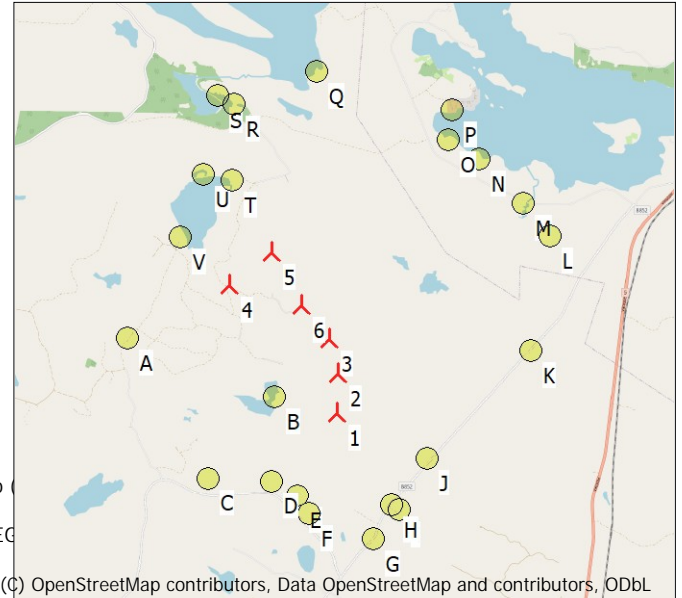
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

### WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type		Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.					Calculation distance [m]	RPM [RPM]
			[m]									
1	550 156	7 147 083	230,0	Siemens Gamesa SG 6.0-...	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 000	6 000	170,0	165,0	100 000	8,8
2	550 177	7 147 719	224,4	Siemens Gamesa SG 6.0-...	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 000	6 000	170,0	165,0	100 000	8,8
3	550 023	7 148 289	212,2	Siemens Gamesa SG 6.0-...	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 000	6 000	170,0	165,0	100 000	8,8
4	548 342	7 149 164	217,3	Siemens Gamesa SG 6.0-...	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 000	6 000	170,0	165,0	100 000	8,8
5	549 039	7 149 710	191,2	Siemens Gamesa SG 6.0-...	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 000	6 000	170,0	165,0	100 000	8,8
6	549 557	7 148 856	215,0	Siemens Gamesa SG 6.0-...	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 000	6 000	170,0	165,0	100 000	8,8

### 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	Lomarakennus A (Pihlajamäki)	546 679	7 148 260	209,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
B	Lomarakennus B (Loukonlampi)	549 139	7 147 331	178,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
C	Asuinrakennus C (Hiljalantie 62)	548 045	7 145 952	219,3	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
D	Asuinrakennus D (Tahvintie 76b)	549 107	7 145 922	235,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
E	Asuinrakennus E (Tahvintie 80b)	549 547	7 145 697	239,1	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
F	Asuinrakennus F (Tahvintie 84b)	549 735	7 145 390	225,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
G	Asuinrakennus G (Heikkisenjoentie 55)	550 815	7 144 996	219,1	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
H	Asuinrakennus H (Heikkisenjoentie 61)	551 093	7 145 551	222,1	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
I	Asuinrakennus I (Heikkisenjoentie 59a)	551 228	7 145 482	217,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
J	Lomarakennus J (Heikkisenjoentie 64)	551 687	7 146 347	190,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
K	Asuinrakennus K (Heikkisenjoentie 95)	553 369	7 148 169	154,2	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
L	Asuinrakennus L (Mieslahdentie 15)	553 660	7 150 062	150,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
M	Asuinrakennus M (Möttölänniementie 20)	553 217	7 150 588	135,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
N	Lomarakennus N (Möttölänniementie 35b)	552 456	7 151 323	138,9	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
O	Lomarakennus O (Möttölänniementie 39a)	551 942	7 151 630	136,9	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
P	Lomarakennus P (Lehminiementie 3)	551 990	7 152 126	138,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
Q	Lomarakennus Q (Syvälahdentie)	549 743	7 152 717	138,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
R	Asuinrakennus R (Pajulammentie 21)	548 377	7 152 158	146,7	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
S	Lomarakennus S (Pajulammentie 19)	548 110	7 152 283	138,4	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
T	Lomarakennus T (Valkeisjärvi, koillinen)	548 373	7 150 883	153,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
U	Lomarakennus U (Valkeisjärvi, pohjoinen)	547 884	7 150 991	154,3	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
V	Lomarakennus V (Valkeisjärvi, lounas)	547 524	7 149 939	153,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Scale 1:125 000

▲ New WTG

● Shadow receptor

Project:

Melu ja varjo

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Joona Kyhyräinen / joona.kyhyrainen@fcg.fi

Calculated:

2.12.2024 9.20/4.0.540

## SHADOW - Main Result

Calculation: Valkeisvaara RD170x6HH165 "Luke Forest" 6.0 MW

### Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, expected values	
		Shadow hours	per year
		[h/year]	
A	Lomarakennus A (Pihlajamäki)	2:38	
B	Lomarakennus B (Loukonlampi)	0:00	
C	Asuinrakennus C (Hiljalantie 62)	3:29	
D	Asuinrakennus D (Tahvintie 76b)	0:00	
E	Asuinrakennus E (Tahvintie 80b)	0:00	
F	Asuinrakennus F (Tahvintie 84b)	0:00	
G	Asuinrakennus G (Heikkisenjoentie 55)	0:00	
H	Asuinrakennus H (Heikkisenjoentie 61)	0:00	
I	Asuinrakennus I (Heikkisenjoentie 59a)	0:00	
J	Lomarakennus J (Heikkisenjoentie 64)	0:00	
K	Asuinrakennus K (Heikkisenjoentie 95)	0:00	
L	Asuinrakennus L (Mieslahdentie 15)	0:31	
M	Asuinrakennus M (Möttölänniementie 20)	0:43	
N	Lomarakennus N (Möttölänniementie 35b)	0:00	
O	Lomarakennus O (Möttölänniementie 39a)	0:27	
P	Lomarakennus P (Lehminiementie 3)	0:00	
Q	Lomarakennus Q (Syvälahdentie)	0:00	
R	Asuinrakennus R (Pajulammentie 21)	1:36	
S	Lomarakennus S (Pajulammentie 19)	0:00	
T	Lomarakennus T (Valkeisjärvi, koillinen)	0:00	
U	Lomarakennus U (Valkeisjärvi, pohjoinen)	3:12	
V	Lomarakennus V (Valkeisjärvi, lounas)	3:12	

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

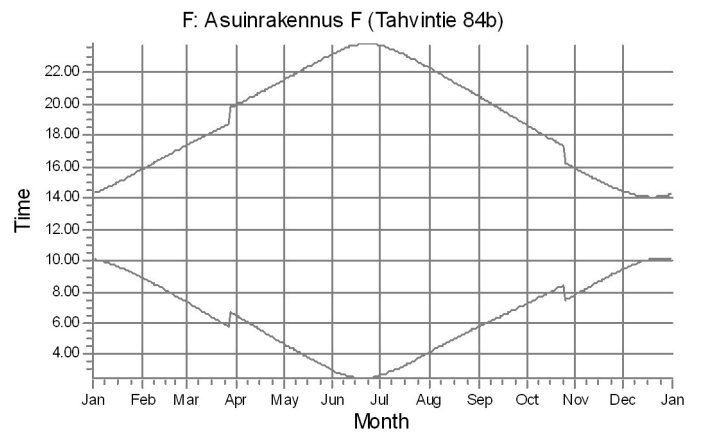
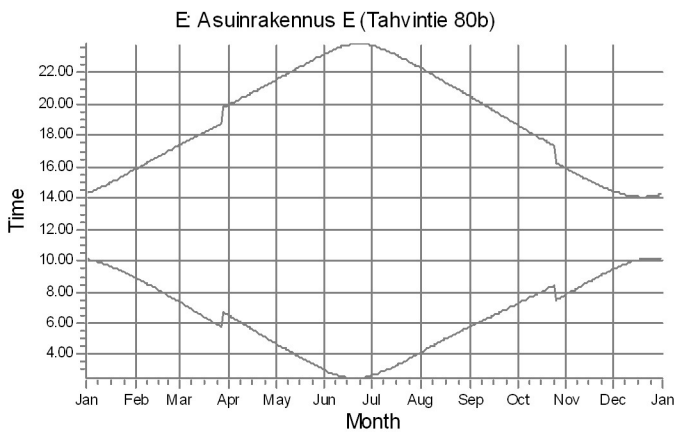
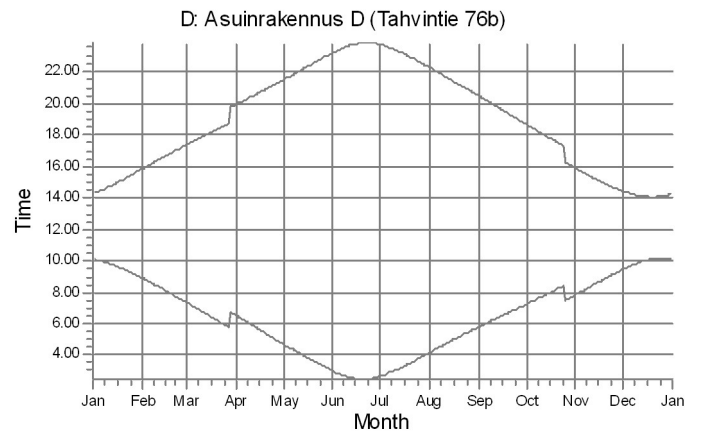
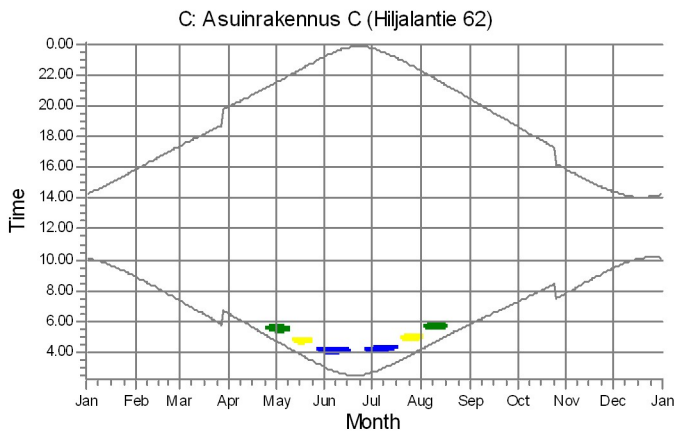
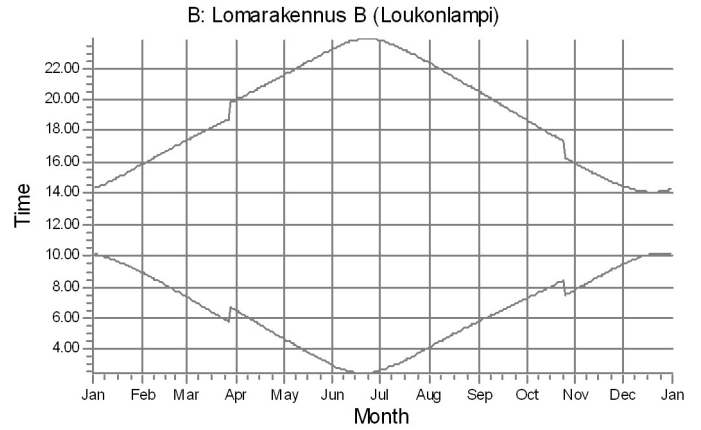
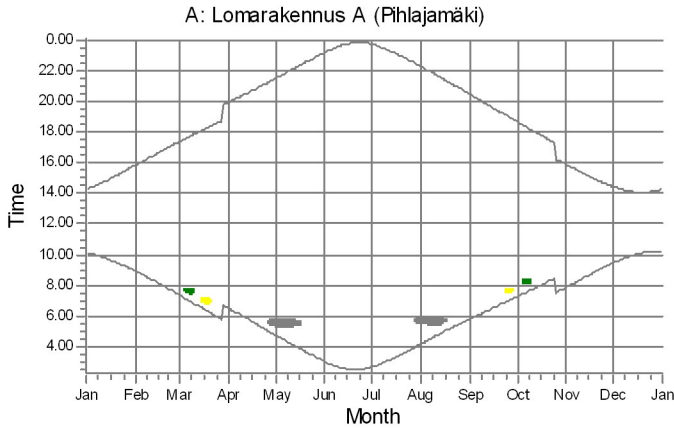
No.	Name	Expected
		[h/year]
1	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (1)	1:38
2	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (2)	1:44
3	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (3)	1:58
4	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (4)	7:17
5	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (5)	2:21
6	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (6)	1:19

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.

The calculation of the total expected values for a given receptor assumes a weighted average directional reduction for all WTGs contributing to shadow flicker within the same day. In the case where shadow flicker from different WTGs is not concurrent within the day, the total expected time at a given receptor may deviate marginally from the individual flicker time caused by each turbine separately.

## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Valkeisvaara RD170x6HH165 "Luke Forest" 6.0 MW



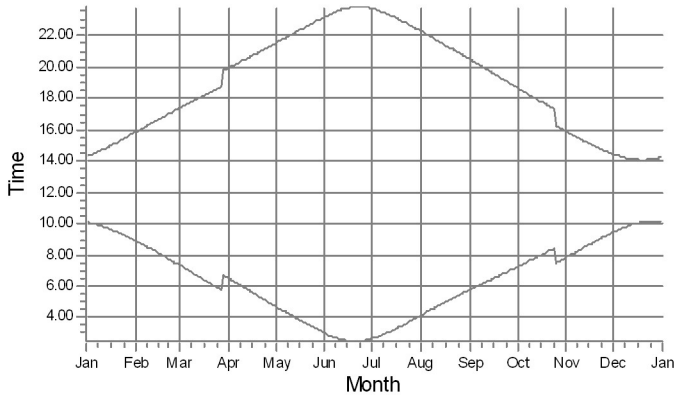
### WTGs

- 1: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (1)
- 2: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (2)
- 3: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (3)
- 4: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (4)

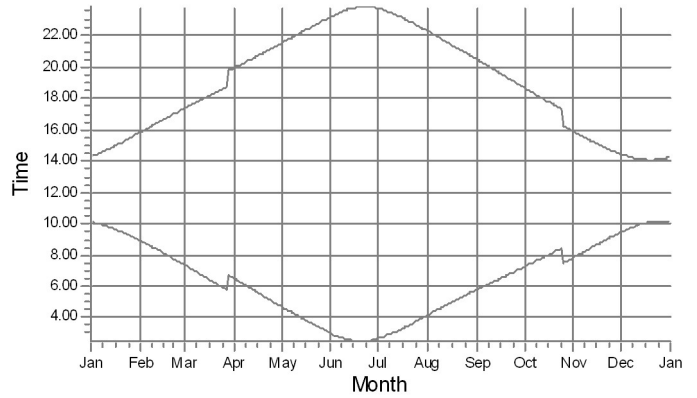
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Valkeisvaara RD170x6HH165 "Luke Forest" 6.0 MW

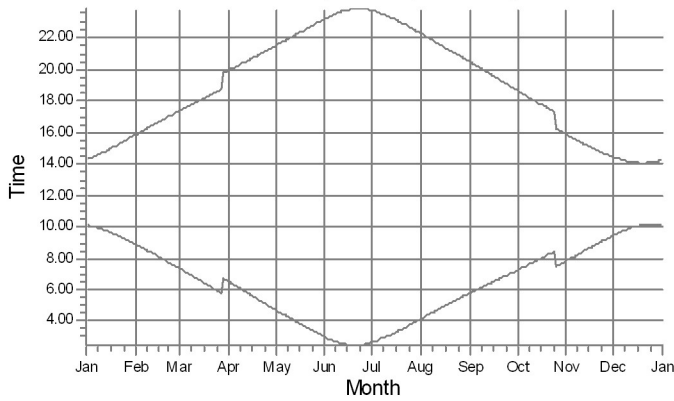
G: Asuinrakennus G (Heikkisenjoentie 55)



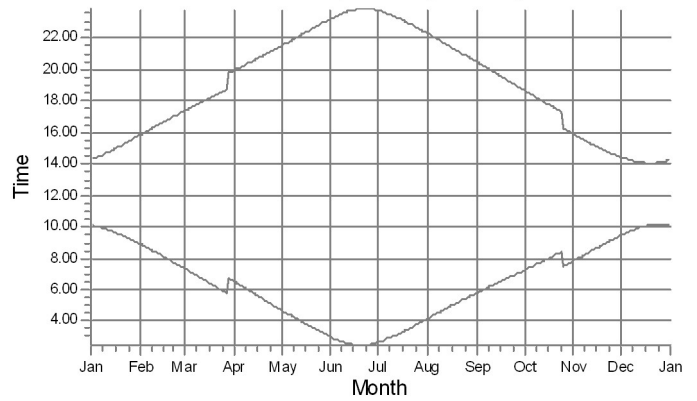
H: Asuinrakennus H (Heikkisenjoentie 61)



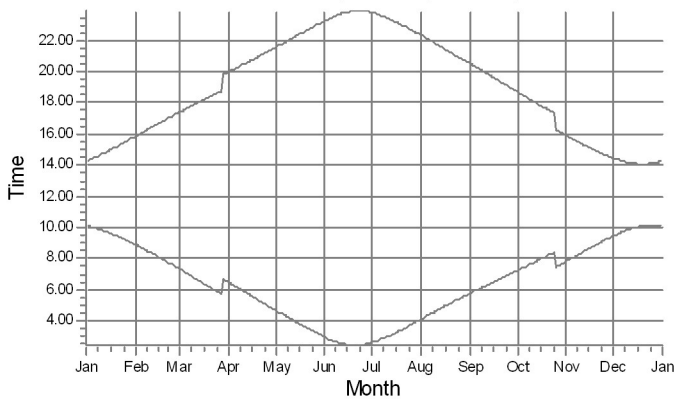
I: Asuinrakennus I (Heikkisenjoentie 59a)



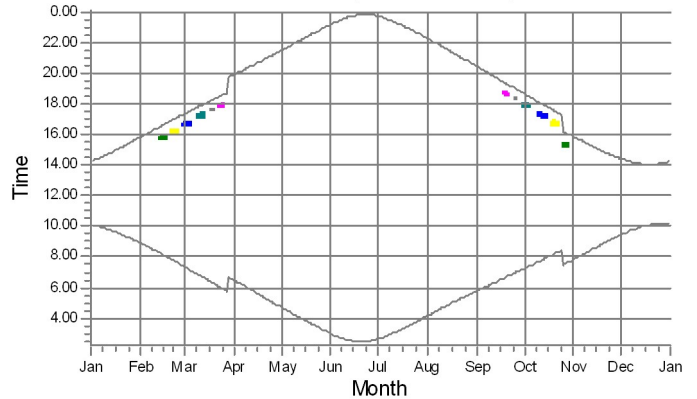
J: Lomarakennus J (Heikkisenjoentie 64)



K: Asuinrakennus K (Heikkisenjoentie 95)



L: Asuinrakennus L (Meslahdentie 15)

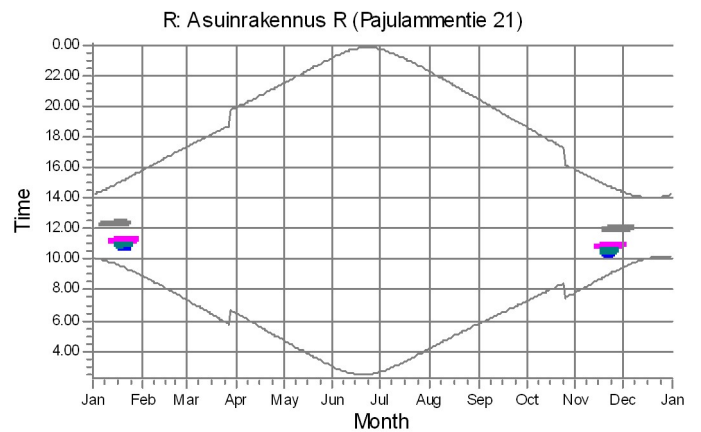
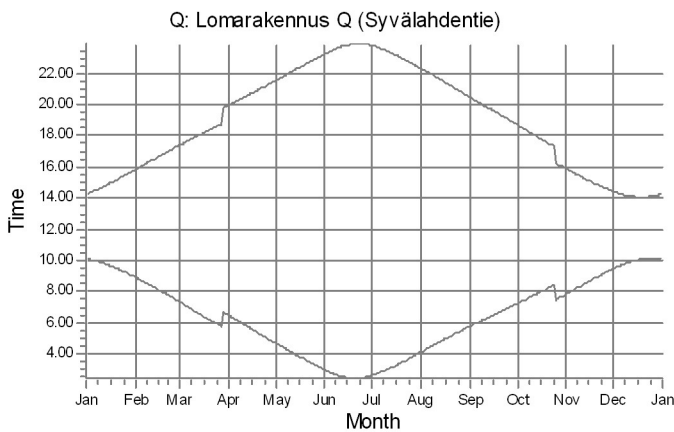
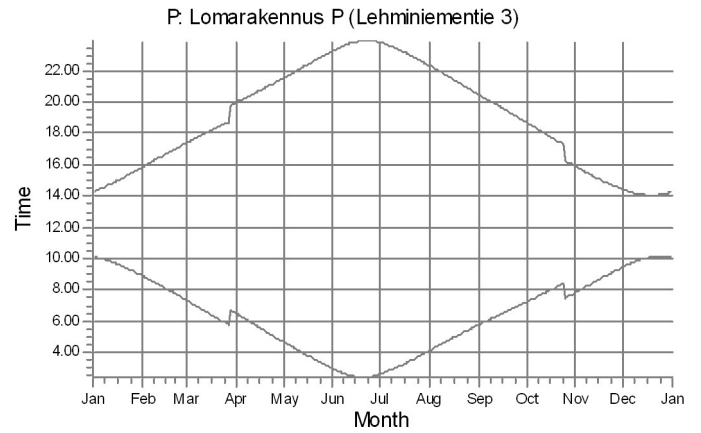
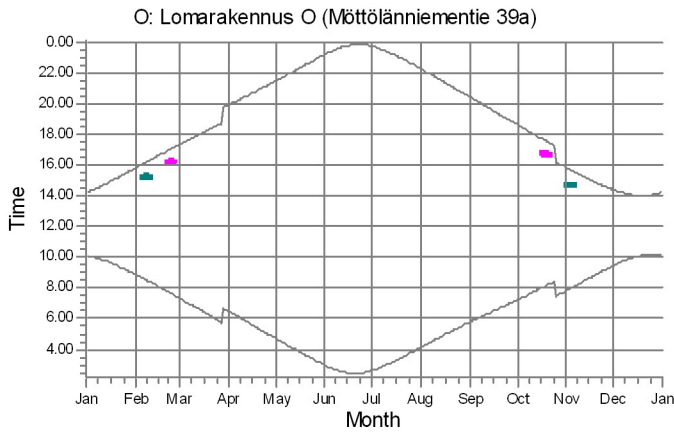
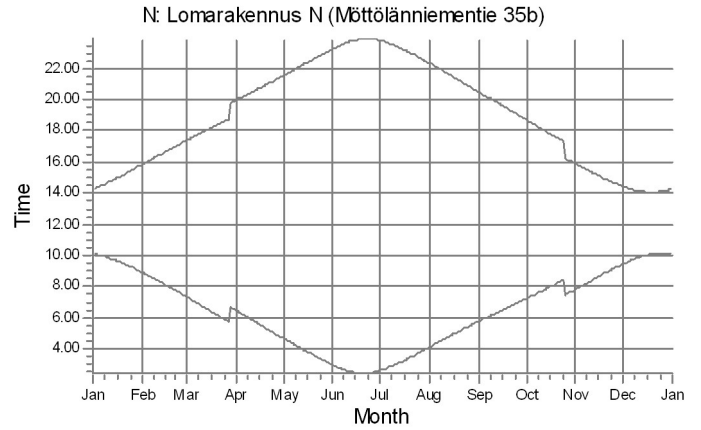
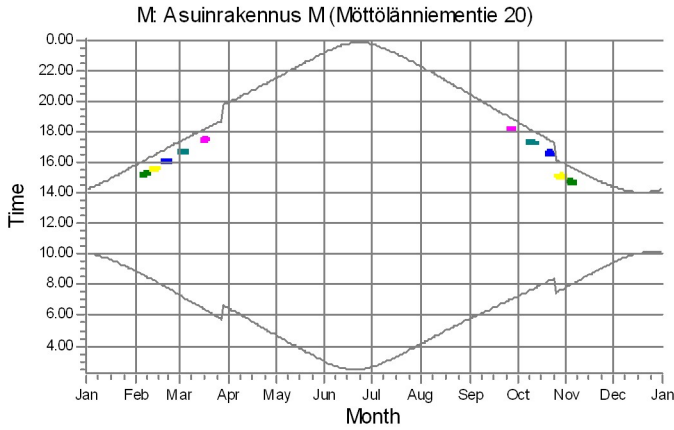


### WTGs

- 1: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (1)
- 2: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (2)
- 3: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (3)
- 4: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (4)
- 5: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (5)
- 6: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (6)

## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Valkeisvaara RD170x6HH165 "Luke Forest" 6.0 MW



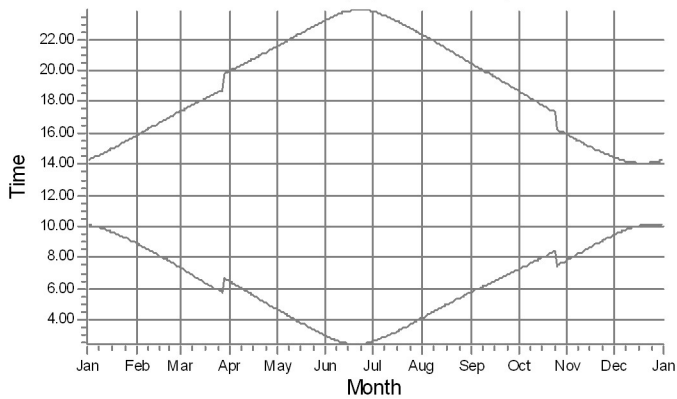
### WTGs

- 1: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (1)
- 2: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (2)
- 3: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (3)
- 4: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (4)
- 5: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (5)
- 6: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (6)

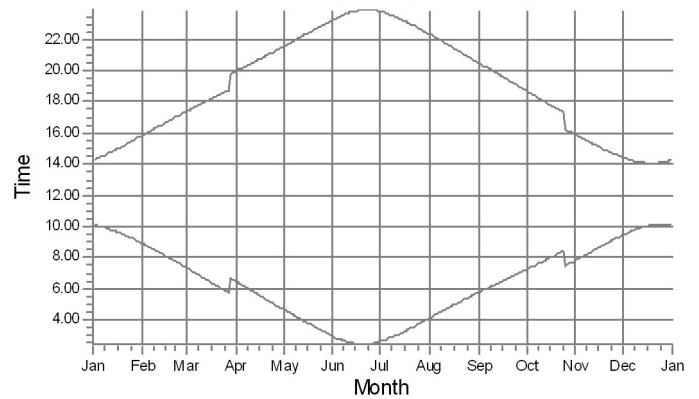
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Valkeisvaara RD170x6HH165 "Luke Forest" 6.0 MW

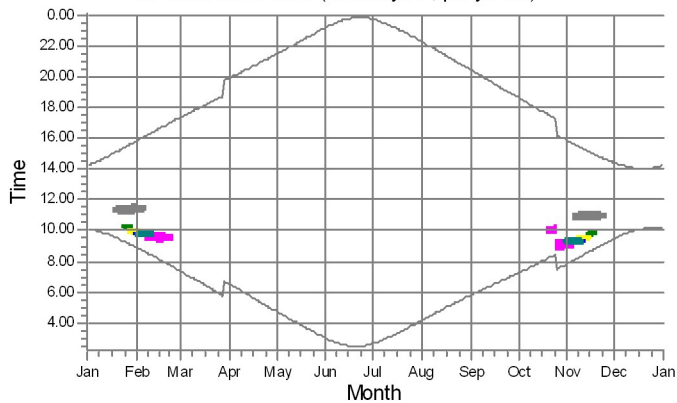
S: Lomarakennus S (Pajulanmentie 19)



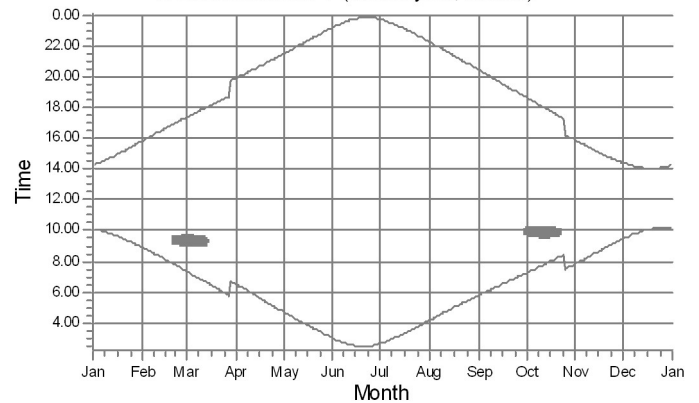
T: Lomarakennus T (Valkeisjärvi, koillinen)



U: Lomarakennus U (Valkeisjärvi, pohjoinen)



V: Lomarakennus V (Valkeisjärvi, lounas)

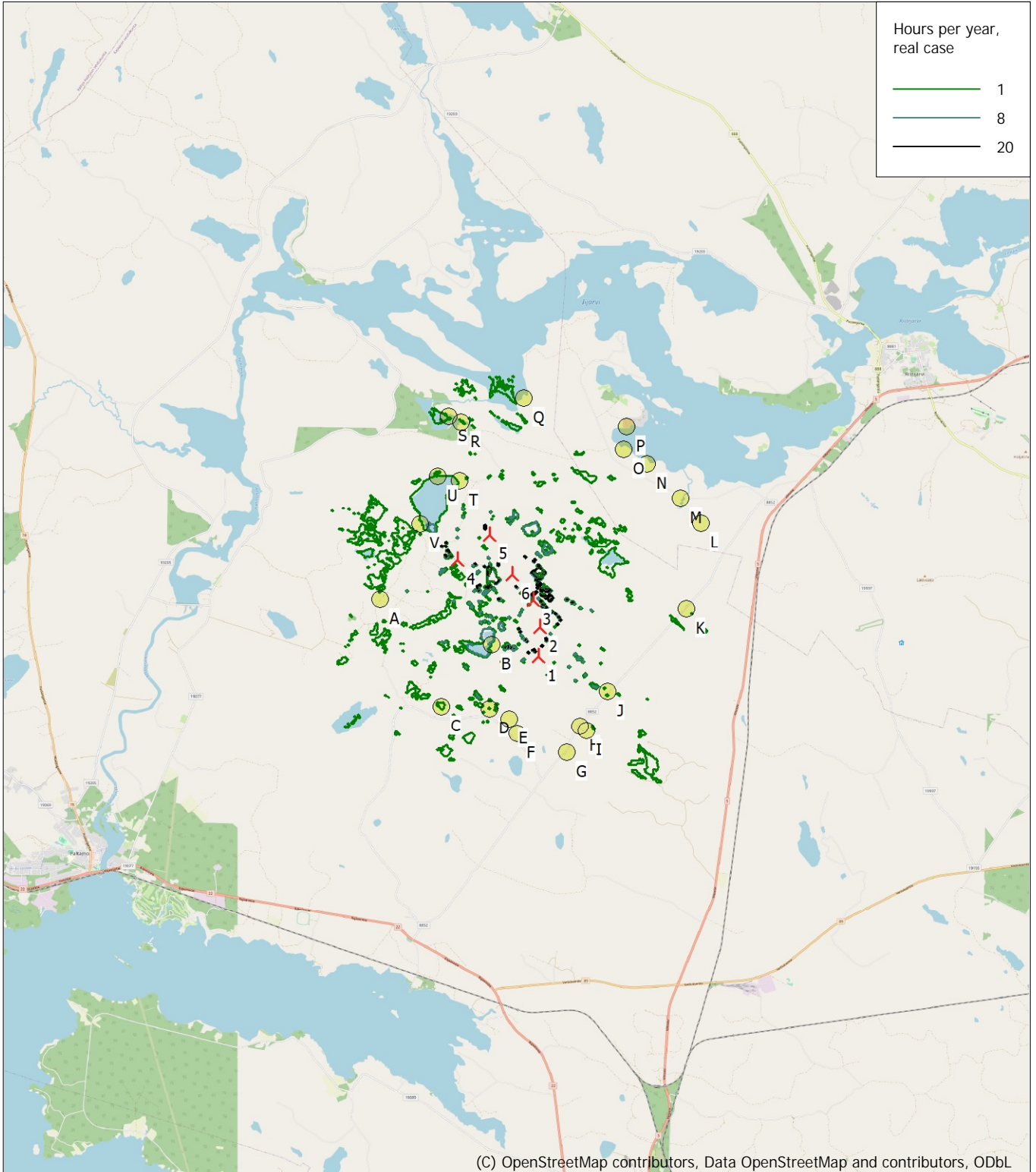


### WTGs

- 1: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (1)
- 2: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (2)
- 3: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (3)
- 4: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (4)
- 5: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (5)
- 6: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6000 170.0 !O! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (6)

### SHADOW - Map

Calculation: Valkeisvaara RD170x6HH165 "Luke Forest" 6.0 MW



0 2,5 5 7,5 10km

Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:125 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 549 450 North: 7 148 400

New WTG Shadow receptor

Flicker map level: Height Contours: CONTOURLINE\_Melu ja varjo\_0.wpo (1)  
Time step: 4 minutes, Day step: 14 days, Map resolution: 30 m, Visibility resolution: 15 m, Eye height: 1,5 m