

Infinergies Finland Oy

Hautakankaan tuulivoimahanke

Melu- ja varjostusmallinnusraportti

1.12.2022

Sisällysluettelo

1	MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUKSEN TAVOITTEET	1
2	LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT	1
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
3	MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUSTEN TULOKSET	7
3.1	Melu.....	7
3.1.1	Melun laskentatulokset ISO 9613-2 voimalaitoksella N163 - 5,7 MW (109,2 dB + 2,0 dB) 7	
3.1.2	Matalataajuiset melutasot voimalaitoksella N163 - 5,7 MW (109,2 dB + 2,0 dB)	8
3.2	Varjostus	9

1.12.2022

Hautakankaan tuulivoimahanke

1 MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUKSEN TAVOITTEET

Hautakankaan tuulivoimahankkeen hankeomistaja Infinergies Finland Oy suunnittelee 11 voimalan rakentamista Pyhäjärvelle. Tämä melu- ja varjostusmallinnusraportti on laadittu kaavoitusvaiheen voimaloiden sijoitussuunnitelman perusteella.

Tuulivoimaloiden aiheuttamia meluvaikutuksia on arvioitu WindPRO-ohjelman DECIBEL-moduulilla. Tuulivoimaloiden aiheuttamat varjostusvaikutukset on mallinnettu WindPro-ohjelman SHADOW-moduulilla voimalapaikkojen sijoitusten (22.11.2022) mukaisesti. Melu- ja varjostusmallinnukset on laatinut Henna-Riikka Rintamäki 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 mallintamista 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.

Tuulivoimaloiden äänenpainetasot on mallinnettu voimalaitostyyppillä Nordexin N163-5,7MW voimalaitoksella 218,5 metriä korkealla tornilla. Voimaloiden kokonaiskorkeus on 300 m.

Voimalaitoksen N163-5,7MW lähtömelutaso on 109,2 dB(A). Mallinnettavan voimalaitoksen N163-5,7MW siipityyppi on "without serrated trailing edge" eli voimalaitos mallinnetaan ilman melua vaimentavaa sahalaitaa. Voimalaitosvalmistajan mukaan N163-5,7MW melutaso vastaa ylempää luottamusväliä 95 % ja on mukaan melun takuuarvo, kun siihen lisätään 1,5 dB(A). Mallinnuksissa lisäämme hankeomistajan pyynnöstä 2,0 dB(A) voimalaitoksen N163-5,7MW lähtömelutasoihin.

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

1.12.2022

Taulukko 1. Hautakankaan tuulivoimahankkeen mallinnusohjelma ja tuulivoimaloiden äänitehotasot voimalaitoksella N163-5,7 MW sekä melun erityispiirteet.

MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT							
Mallinnusohjelma ja versio:				Mallinnusmenetelmä:			
WindPRO version 3.4.388				ISO 9613-2			
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)							
Tuulivoimalan valmistaja: Nordex				Tyyppi: N163-5,7 MW		Sarjanumero/t:-	
Nimellisteho: 5.7 MW		Napakorkeus: 218,5 m		Roottorin halkaisija:163 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: Mode 0, no STE		Kyllä	
Ei		Ei		Noise mode, lähtömelutaso		109,2 dB	
AKUSTISET TIEDOT /LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
Third octave sound power levels N163/5.X, F008_276_A17_EN, revision 01, 2019-08-30							
Valmistajan ilmoittama tuulivoimalan tuottama äänitehotaso vastaa keskitäänitasoa ja lisäämällä epävarmuus 1,5 dB(A) saadaan äänitehotaso vastaamaan takuuarvoa.							
Nordexin mukaan:							
The warranted sound power levels are calculated expected mean values. This is common practise in the industry and also other OEMs are following the same approach. Within the Noise Emission Warranty Nordex warrants that a single measurement will be within the confidence interval according to IEC 61400-14.							
Please further be advised, that we limit the Confidence Interval according to the Noise Emission Warranty to a maximum value of 1.5dB(A).							
If you experience challenges in your noise emission calculations, please let us know and we could investigate further.							
Kind regards,							
Chris							
Mallinnuksissa on lisätty hankeomistajan pyynnöstä 2,0 dB(A) voimalaitoksen äänitehotasoihin. Mallinnuksessa käytämme voimalamallia, jossa ei ole melua vaimentavaa sahalaistaa (serrated trailing edge).							
Oktaaveittain [Hz],dB(A)		1/3-oktaaveittain [Hz] LWA dB					
		20	66,5	200	94,8	1600	101,0
63	91,5	25	70,5	250	95,9	2000	99,4
125	97,7	31,5	76,0	315	99,4	2500	97,2
250	101,9	40	79,5	400	99,1	3150	93,8
500	105,2	50	84,6	500	99,6	4000	89,2
1000	106,6	63	85,9	630	102,0	5000	84,1
2000	104,2	80	88,7	800	101,3	6300	83,8
4000	95,4	100	93,4	1000	102,3	8000	81,9
8000	86,6	125	91,9	1250	101,7	10000	77,7
111,2 dB(A)		160	93,2				
Melun erityispiirteiden mittaust ja havainnot:							
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudi-modulaatio)		Muu, Mikä:	
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei

1.12.2022

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. Sosi- aali- ja terveystieteiden tutkimuskeskus 2015 antaa matalataajuiselle melulle toimenpidera- jat asuinhuoneissa. Rakennusten sisälle kantautuva äänitaso arvioitiin Turun AMK:n (Keränen, Hakala ja Hongisto, 2018) julkistamien Anojanssi projektin tulosten mukaisten ääneneristävyysarvoin ja tu- loksia verrattiin toimenpiderajoihin.

Taulukko 2. Suomalaisen pientalon julkisivun äänitasoeron alalikiarvo Anojanssi projektin tulosten mukaisesti.

f [Hz]	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200
DL _σ [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 mu- kaisesti. Tulokset on esitetty taajuuskohtaisena taulukkona hankealueen ympäröidyille asuin- ja lo- marakennuksille.

Taulukko 3. Käytetyt mallinnusparametrit ISO 9613-2 laskelmissa sekä melulle altistuvat kohteet.

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		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:	

1.12.2022

2.2 Varjostusmallinnus

Taulukko 4. Hautakankaan tuulivoimahankkeen mallinnusohjelma ja tuulivoimaloiden koko varjostusmallinuksissa.

MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT			
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO version 3.5.576		Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2	
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)			
Tuulivoimalan valmistaja: Generic		Tyyppi: RD200	Sarjanu- mero/t:-
Nimellisteho:	Napakorkeus: 200 m	Roottorin halkaisija: 200 m	Tornin tyyppi: teräs/hybridi

Tuulivoimaloiden varjostusvaikutukset on mallinnettu käyttäen roottorinhalkaisijaltaan 200 metristä voimalaitosta 200 metriä korkealla tornilla. Kokonaiskorkeudeltaan voimala on mallinuksissa 300 metriä.

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. Mallinnuksessa siiven oletetaan kapenevan lineaarisesti kohti kärjen leveysarvoa. Varjostusmallinnuksessa on käytetty siiven lavan maksimileveytenä 5,62 metriä ja siiven kärjen leveytenä 1,88 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 lähialueen asuin- tai lomarakennusten pihapiirissä käytettiin 1,0 metriä ja laskenta-alueen kokoa 5,0 x 5,0 metriä. Laskentaikkunoiden suunnat asennettiin voimaloita kohti ns. "greenhouse mode".

Auringon keskimääräiset paistetunnit perustuvat Jokioisen sääaseman mitattuihin säätietoihin 1969 - 1993. Laskentojen tuulen suunta ja nopeusjakamana käytettiin NASA:n MERRA-dataa (Modern Era Retrospective-analysis for Research and Applications) hankealueen läheisyydeltä.

Varjostusmallinuksissa (Luke forest) on huomioitu puuston peittävyys käyttämällä Luonnonvarakeskuksen vuoden 2019 puuston keskipituus aineistoa.

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

1.12.2022

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 täytyy huomioida viiden desibelin lisä äänenvoimakkuuteen.

Taulukko 5. Valtioneuvoston asetuksen mukaiset tuulivoimaloiden melutason toimenpiderajat (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.

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 keski-äänitaso A-painotettuna L _{Aeq} ,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_{Aeq},1h mitattuna niissä tiloissa, jotka on tarkoitettu nukkumiseen.

1.12.2022

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.

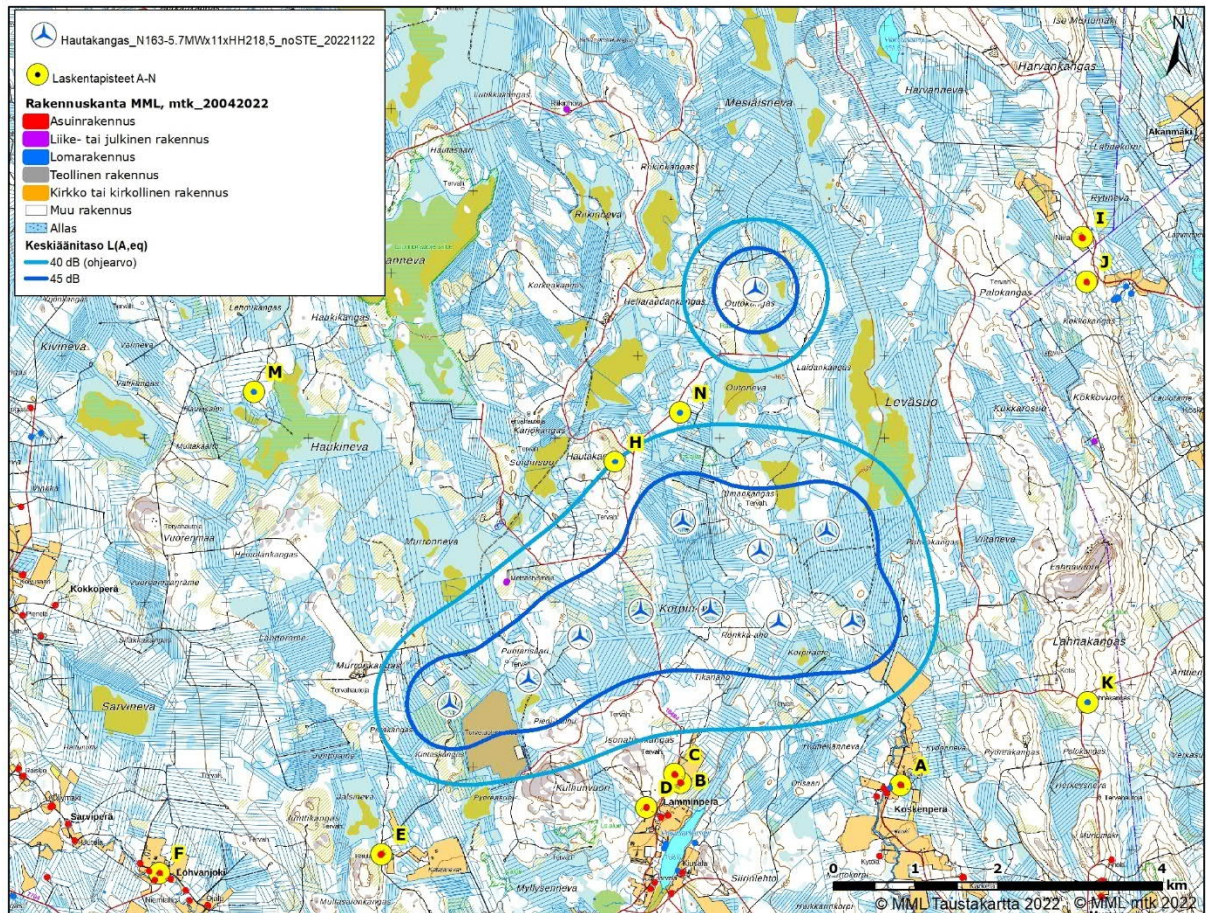
1.12.2022

3 MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUSTEN TULOKSET

3.1 Melu

3.1.1 Melun laskentatulokset ISO 9613-2 voimalaitoksella N163 - 5,7 MW (109,2 dB + 2,0 dB)

Melumallinnuksen mukaan melutaso 40 dB(A) ei ylitä lähimmillä asuin- ja lomarakennuksilla. Katso tarkemmat laskentatulokset liitteestä 1.



Kuva 1. Melumallinnuksen tulos.

Taulukko 7. Laskennalliset melutasot Hautakankaan tuulivoimahankkeen ympäristössä voimalaitoksella N163 - 5,7 MW

Laskentapiste	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskenta- korkeus (m)	Melutaso dB(A)
Asuinrakennus A (Koskenperäntie 253)	460199	7072787	152,5	4,0	33,8
Asuinrakennus B (Lammintie 181)	457521	7072814	165	4,0	36,9
Asuinrakennus C (Lammintie 188)	457450	7072917	167	4,0	37,4
Asuinrakennus D (Lammintie 140)	457106	7072517	173	4,0	35,9
Asuinrakennus E (Hautalantie 210)	453882	7071947	172,9	4,0	32,3

1.12.2022

Asuinrakennus F (Lohvanjoentie 126)	451186	7071721	145,6	4,0	24,2
Metsästysmaja/eräkämpä H (Hautakangas)	456725	7076711	178,3	4,0	40,0
Asuinrakennus I (Yhteismetsäntie 250)	462406	7079436	145	4,0	25,6
Asuinrakennus J (Yhteismetsäntie 226)	462461	7078899	140	4,0	26,5
Lomarakenus K (Lahnakankaantie 375)	462471	7073789	166,4	4,0	29,0
Lomarakenus M (Pirttiniemi)	452332	7077562	160	4,0	25,7
Metsästysmaja/eräkämpä N (Hautakangas)	457514	7077312	167,3	4,0	39,0

3.1.2 Matalataajuiset melutasot voimalaitoksella N163 - 5,7 MW (109,2 dB + 2,0 dB)

Sisätilojen 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.

Mallinnettaessa Hautakankaan tuulivoimahankkeen voimalaitostyyppillä N163 - 5,7 MW matalataajuisen melu ei ylitä Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetuksen arvoa asuin- tai lomarakennuksissa. Taulukoissa näkyy toimenpiderajan alitus (negatiivinen arvo) tai ylitys (positiivinen arvo).

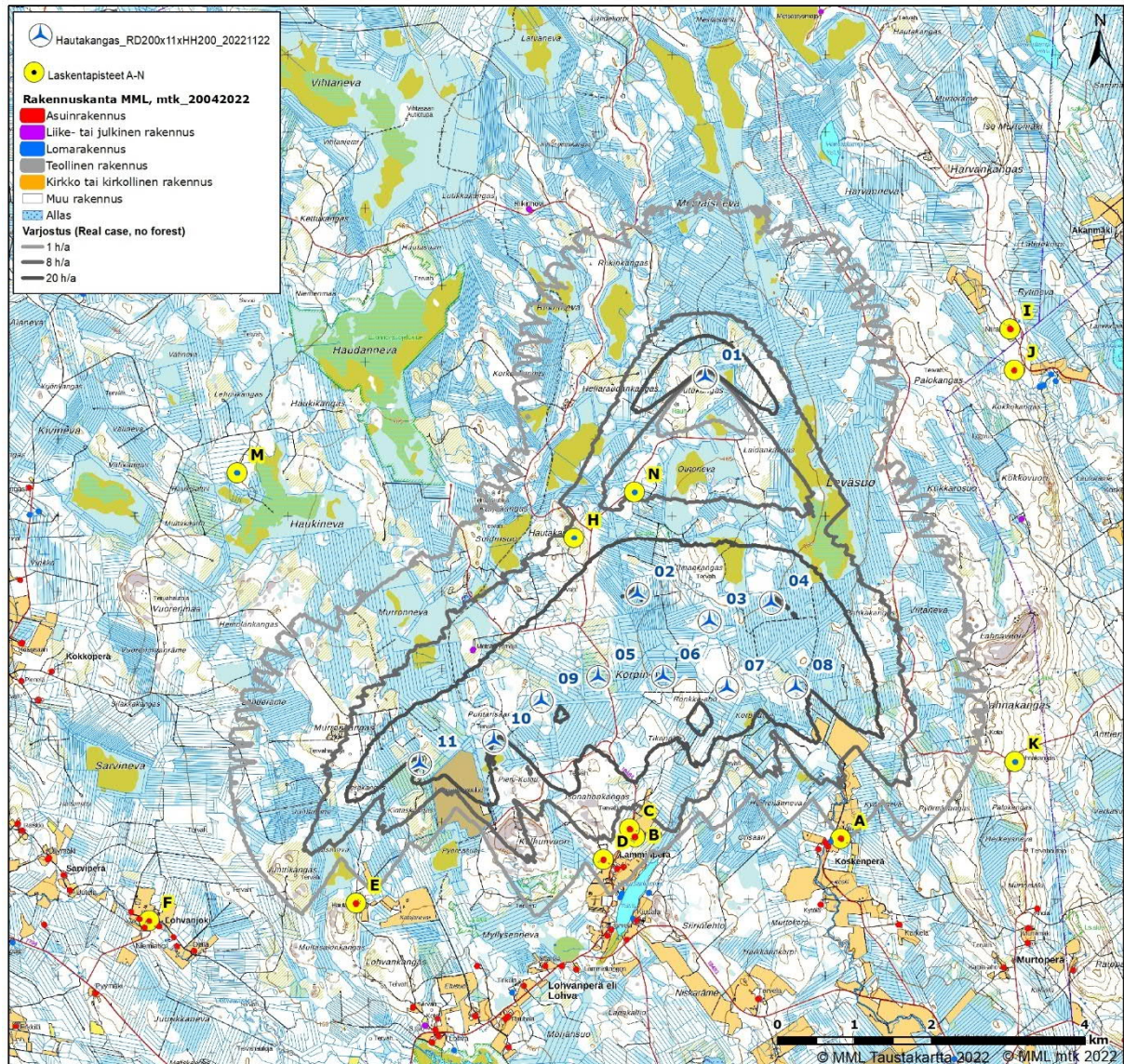
Taulukko 8. Matalataajuisen melun laskentatulokset

Rakennus	Äänitaso ulkona		Äänitaso sisällä	
	Leq,1h – Asumisterveys- asetus sisällä	Hz	Leq,1h – Asumisterveys- asetus sisällä	Hz
Asuinrakennus A (Koskenperäntie 253)	5,6	100	-7,4	50
Asuinrakennus B (Lammintie 181)	7,9	100	-5,1	50
Asuinrakennus C (Lammintie 188)	8,3	100	-4,8	50
Asuinrakennus D (Lammintie 140)	7,2	100	-5,8	50
Asuinrakennus E (Hautalantie 210)	4,1	100	-8,8	50
Asuinrakennus F (Lohvanjoentie 126)	-1,1	100	-13,5	50
Metsästysmaja/eräkämpä H (Hautakangas)	9,8	100	-3,3	50
Asuinrakennus I (Yhteismetsäntie 250)	0,1	100	-12,4	50
Asuinrakennus J (Yhteismetsäntie 226)	0,5	100	-12,0	50
Lomarakenus K (Lahnakankaantie 375)	2,3	100	-10,4	50
Lomarakenus M (Pirttiniemi)	0,3	100	-12,2	50
Metsästysmaja/eräkämpä N (Hautakangas)	9,2	100	-4,0	50

1.12.2022

3.2 Varjostus

Tuulivoimahanketta lähimpien asuin- ja lomarakennusten pihapiirissä varjostusvaikutus ei ylitä 8 h/a, kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu.



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

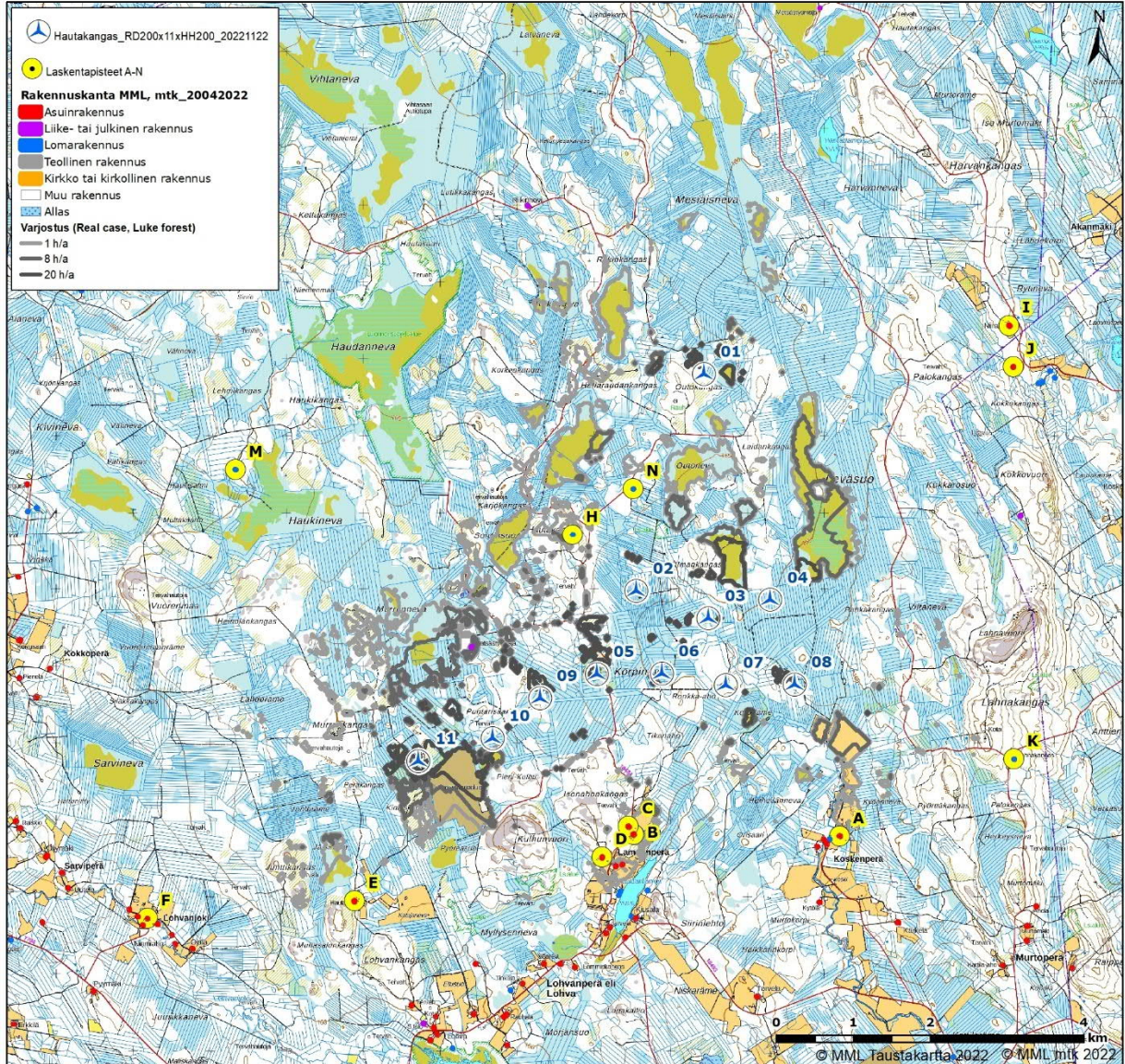
1.12.2022

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

	ETRS89- TM35 Itä	ETRS89- TM35 Pohjoinen	Z (m)	Lasken- taikkuna (m)	Varjostus (h/a)
Asuinrakennus A (Koskenperäntie 253)	460199	7072787	152,5	5,0 x 5,0	1:01
Asuinrakennus B (Lammintie 181)	457521	7072814	165	5,0 x 5,0	3:41
Asuinrakennus C (Lammintie 188)	457450	7072917	167	5,0 x 5,0	4:02
Asuinrakennus D (Lammintie 140)	457106	7072517	173	5,0 x 5,0	5:16
Asuinrakennus E (Hautalantie 210)	453882	7071947	172,9	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus F (Lohvanjoentie 126)	451186	7071721	145,6	5,0 x 5,0	0:00
Metsästysmaja/eräkämppä H (Hautakangas)	456725	7076711	178,3	5,0 x 5,0	11:07
Asuinrakennus I (Yhteismetsäntie 250)	462406	7079436	145	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus J (Yhteismetsäntie 226)	462461	7078899	140	5,0 x 5,0	0:00
Lomarakennus K (Lahnakankaantie 375)	462471	7073789	166,4	5,0 x 5,0	0:00
Lomarakennus M (Pirttiniemi)	452332	7077562	160	5,0 x 5,0	0:00
Metsästysmaja/eräkämppä N (Hautakangas)	457514	7077312	167,3	5,0 x 5,0	8:07

1.12.2022

Tuulivoimahanketta lähimpien asuin- ja lomarakennusten pihapiirissä varjostusvaikutus ei ylitä 8 h/a, kun puuston suojaava vaikutus on huomioitu (Luonnonvarakeskuksen puuston keskipituus aineisto 2019).



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

1.12.2022

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

	ETRS89- TM35 Itä	ETRS89- TM35 Pohjoinen	Z (m)	Lasken- taikkuna (m)	Varjostus (h/a)
Asuinrakennus A (Koskenperäntie 253)	460199	7072787	152,5	5,0 x 5,0	1:01
Asuinrakennus B (Lammintie 181)	457521	7072814	165	5,0 x 5,0	3:41
Asuinrakennus C (Lammintie 188)	457450	7072917	167	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus D (Lammintie 140)	457106	7072517	173	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus E (Hautalantie 210)	453882	7071947	172,9	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus F (Lohvanjoentie 126)	451186	7071721	145,6	5,0 x 5,0	0:00
Metsästysmaja/eräkämpä H (Hautakangas)	456725	7076711	178,3	5,0 x 5,0	9:25
Asuinrakennus I (Yhteismetsäntie 250)	462406	7079436	145	5,0 x 5,0	0:00
Asuinrakennus J (Yhteismetsäntie 226)	462461	7078899	140	5,0 x 5,0	0:00
Lomarakennus K (Lahnakankaantie 375)	462471	7073789	166,4	5,0 x 5,0	0:00
Lomarakennus M (Pirttiniemi)	452332	7077562	160	5,0 x 5,0	0:00
Metsästysmaja/eräkämpä N (Hautakangas)	457514	7077312	167,3	5,0 x 5,0	0:00

FCG Finnish Consulting Group Oy

Henna-Riikka Rintamäki, ins. AMK
LaatijaJohanna Harju, ins. AMK
Tarkastaja

1.12.2022

Liite 1. Hautakankaan tuulivoimahanke - Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2, YM 2 /2014 N163 - 5,7 MW

Project:

Hautakangas_112020

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Henna-Riikka / henna-riikka.rintamaki@fcg.fi

Calculated:

30.11.2022 14.42/3.5.584

DECIBEL - Main Result

Calculation: Hautakangas_N163-5.7MWx11xHH218,5_noSTE_20221122

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: Area object (Roughness): REGIONS_Hautakan

Area type with hard ground: Vesistöt

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:

Fixed penalty added to source noise of WTGs with pure tones

WTG catalogue

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

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

Uncertainty margin:

0,0 dB; Uncertainty margin in model has priority

Deviation from "official" noise demands. Negative is more

restrictive, positive is less restrictive.:

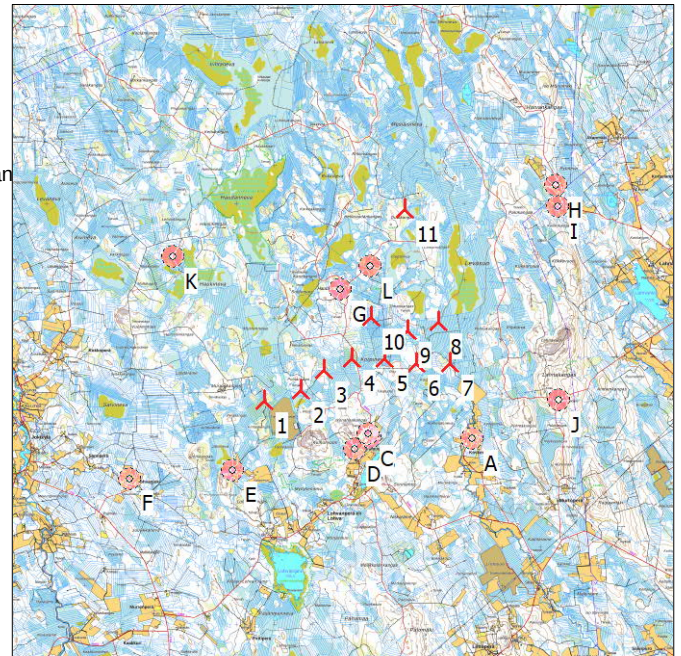
0,0 dB(A)

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Noise data		Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]
					Valid	Manufact.	Type-generator				Creator	Name		
			[m]											
1	454 719	7 073 768	173,3	NORDEX N163 HH218,5 1...	Yes	NORDEX	N163 HH218,5 111,2dB-5 700	5 700	163,0	218,5	USER	Mode 0 noSTE - 109.2 dB	8,0	111,2
2	455 680	7 074 064	172,5	NORDEX N163 HH218,5 1...	Yes	NORDEX	N163 HH218,5 111,2dB-5 700	5 700	163,0	218,5	USER	Mode 0 noSTE - 109.2 dB	8,0	111,2
3	456 302	7 074 586	168,6	NORDEX N163 HH218,5 1...	Yes	NORDEX	N163 HH218,5 111,2dB-5 700	5 700	163,0	218,5	USER	Mode 0 noSTE - 109.2 dB	8,0	111,2
4	457 041	7 074 897	162,9	NORDEX N163 HH218,5 1...	Yes	NORDEX	N163 HH218,5 111,2dB-5 700	5 700	163,0	218,5	USER	Mode 0 noSTE - 109.2 dB	8,0	111,2
5	457 886	7 074 902	159,7	NORDEX N163 HH218,5 1...	Yes	NORDEX	N163 HH218,5 111,2dB-5 700	5 700	163,0	218,5	USER	Mode 0 noSTE - 109.2 dB	8,0	111,2
6	458 721	7 074 755	155,8	NORDEX N163 HH218,5 1...	Yes	NORDEX	N163 HH218,5 111,2dB-5 700	5 700	163,0	218,5	USER	Mode 0 noSTE - 109.2 dB	8,0	111,2
7	459 613	7 074 759	157,2	NORDEX N163 HH218,5 1...	Yes	NORDEX	N163 HH218,5 111,2dB-5 700	5 700	163,0	218,5	USER	Mode 0 noSTE - 109.2 dB	8,0	111,2
8	459 300	7 075 859	159,8	NORDEX N163 HH218,5 1...	Yes	NORDEX	N163 HH218,5 111,2dB-5 700	5 700	163,0	218,5	USER	Mode 0 noSTE - 109.2 dB	8,0	111,2
9	458 492	7 075 619	157,5	NORDEX N163 HH218,5 1...	Yes	NORDEX	N163 HH218,5 111,2dB-5 700	5 700	163,0	218,5	USER	Mode 0 noSTE - 109.2 dB	8,0	111,2
10	457 550	7 075 973	161,3	NORDEX N163 HH218,5 1...	Yes	NORDEX	N163 HH218,5 111,2dB-5 700	5 700	163,0	218,5	USER	Mode 0 noSTE - 109.2 dB	8,0	111,2
11	458 434	7 078 806	167,2	NORDEX N163 HH218,5 1...	Yes	NORDEX	N163 HH218,5 111,2dB-5 700	5 700	163,0	218,5	USER	Mode 0 noSTE - 109.2 dB	8,0	111,2



Scale 1:200 000

New WTG

Noise sensitive area

Calculation Results

Sound level

Noise sensitive area

Noise sensitive area		East	North	Z [m]	Immission height [m]	Demands		Distance to noise demand [m]
No.	Name					Noise [dB(A)]	From WTGs [dB(A)]	
A	Asuinrakennus A (Koskenperäntie 253)	460 199	7 072 787	152,5	4,0	40,0	33,8	992
B	Asuinrakennus B (Lammintie 181)	457 521	7 072 814	165,0	4,0	40,0	36,9	611
C	Asuinrakennus C (Lammintie 188)	457 450	7 072 917	167,0	4,0	40,0	37,4	498
D	Asuinrakennus D (Lammintie 140)	457 106	7 072 517	173,0	4,0	40,0	35,9	795
E	Asuinrakennus E (Hautalantie 210)	453 882	7 071 947	172,9	4,0	40,0	32,3	1 076
F	Asuinrakennus F (Lohvanjoentie 126)	451 186	7 071 721	145,6	4,0	40,0	24,2	3 173
G	Metsästysmaja/eräkämppä H (Hautakangas)	456 725	7 076 711	178,3	4,0	40,0	40,0	6
H	Asuinrakennus I (Yhteismetsäntie 250)	462 406	7 079 436	145,0	4,0	40,0	25,6	3 153
I	Asuinrakennus J (Yhteismetsäntie 226)	462 461	7 078 899	140,0	4,0	40,0	26,5	3 154
J	Lomarakenus K (Lahnakankaantie 375)	462 471	7 073 789	166,4	4,0	40,0	29,0	2 016
K	Lomarakenus M (Pirttiniemi)	452 332	7 077 562	160,0	4,0	40,0	25,7	3 475
L	Metsästysmaja/eräkämppä N (Hautakangas)	457 514	7 077 312	167,3	4,0	40,0	39,0	191

Project:

Hautakangas_112020

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Henna-Riikka / henna-riikka.rintamaki@fcg.fi

Calculated:

30.11.2022 14.42/3.5.584

DECIBEL - Main Result

Calculation: Hautakangas_N163-5.7MWx11xHH218,5_noSTE_20221122

Distances (m)

	WTG										
NSA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A	5567	4696	4292	3798	3134	2461	2057	3201	3306	4143	6272
B	2960	2226	2151	2138	2120	2282	2856	3526	2968	3160	6061
C	2860	2109	2025	2022	2032	2235	2841	3475	2896	3058	5970
D	2695	2104	2219	2381	2509	2760	3363	3997	3397	3485	6427
E	2003	2777	3580	4322	4976	5594	6383	6682	5893	5447	8231
F	4083	5068	5863	6661	7417	8123	8958	9108	8280	7654	10135
G	3562	2846	2167	1841	2150	2795	3486	2712	2077	1107	2703
H	9551	8609	7797	7028	6402	5958	5448	4738	5468	5964	4022
I	9288	8328	7519	6737	6075	5582	5025	4385	5149	5715	4028
J	7752	6797	6220	5542	4718	3872	3018	3787	4380	5383	6439
K	4483	4842	4962	5411	6158	6978	7802	7173	6459	5455	6227
L	4514	3731	2984	2461	2439	2828	3305	2302	1955	1339	1754

DECIBEL - Detailed results

Calculation: Hautakangas_N163-5.7MWx11xHH218,5_noSTE_20221122Noise calculation model: ISO 9613-2 General 8,0 m/s
Assumptions

Calculated L(DW) = LWA,ref + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet
(when calculated with ground attenuation, then Dc = Domega)

LWA,ref:	Sound pressure level at WTG
K:	Pure tone
Dc:	Directivity correction
Adiv:	the attenuation due to geometrical divergence
Aatm:	the attenuation due to atmospheric absorption
Agr:	the attenuation due to ground effect
Abar:	the attenuation due to a barrier
Amisc:	the attenuation due to miscellaneous other effects
Cmet:	Meteorological correction

Calculation Results

Noise sensitive area: A Asuinrakennus A (Koskenperäntie 253)

Wind speed: 8,0 m/s

WTG

No.	Distance [m]	Sound distance [m]	Calculated [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	5 567	5 572	15,44	111,2	0,00	85,92	-	-	0,00	0,00	-
10	4 143	4 149	19,69	111,2	0,00	83,36	-	-	0,00	0,00	-
11	6 272	6 276	13,73	111,2	0,00	86,95	-	-	0,00	0,00	-
2	4 696	4 702	17,89	111,2	0,00	84,45	-	-	0,00	0,00	-
3	4 292	4 298	19,19	111,2	0,00	83,67	-	-	0,00	0,00	-
4	3 798	3 804	20,93	111,2	0,00	82,61	-	-	0,00	0,00	-
5	3 134	3 142	23,64	111,2	0,00	80,94	-	-	0,00	0,00	-
6	2 461	2 470	26,95	111,2	0,00	78,86	-	-	0,00	0,00	-
7	2 057	2 068	29,31	111,2	0,00	77,31	-	-	0,00	0,00	-
8	3 201	3 208	23,34	111,2	0,00	81,13	-	-	0,00	0,00	-
9	3 306	3 314	22,89	111,2	0,00	81,41	-	-	0,00	0,00	-
Sum			33,82								

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: B Asuinrakennus B (Lammintie 181)

Wind speed: 8,0 m/s

WTG

No.	Distance [m]	Sound distance [m]	Calculated [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	2 960	2 969	24,43	111,2	0,00	80,45	-	-	0,00	0,00	-
10	3 160	3 167	23,53	111,2	0,00	81,01	-	-	0,00	0,00	-
11	6 061	6 065	14,22	111,2	0,00	86,66	-	-	0,00	0,00	-
2	2 226	2 237	28,28	111,2	0,00	77,99	-	-	0,00	0,00	-
3	2 151	2 162	28,73	111,2	0,00	77,70	-	-	0,00	0,00	-
4	2 138	2 148	28,81	111,2	0,00	77,64	-	-	0,00	0,00	-
5	2 120	2 130	28,93	111,2	0,00	77,57	-	-	0,00	0,00	-
6	2 282	2 291	27,96	111,2	0,00	78,20	-	-	0,00	0,00	-
7	2 856	2 864	24,92	111,2	0,00	80,14	-	-	0,00	0,00	-
8	3 526	3 533	21,99	111,2	0,00	81,96	-	-	0,00	0,00	-
9	2 968	2 975	24,40	111,2	0,00	80,47	-	-	0,00	0,00	-
Sum			36,87								

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: C Asuinrakennus C (Lammintie 188)

Wind speed: 8,0 m/s

WTG

No.	Distance [m]	Sound distance [m]	Calculated [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	2 860	2 869	24,90	111,2	0,00	80,15	-	-	0,00	0,00	-
10	3 058	3 065	23,98	111,2	0,00	80,73	-	-	0,00	0,00	-
11	5 970	5 974	14,44	111,2	0,00	86,53	-	-	0,00	0,00	-
2	2 109	2 121	28,98	111,2	0,00	77,53	-	-	0,00	0,00	-
3	2 025	2 037	29,52	111,2	0,00	77,18	-	-	0,00	0,00	-

To be continued on next page...

Project:

Hautakangas_112020

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Henna-Riikka / henna-riikka.rintamaki@fcg.fi

Calculated:

30.11.2022 14.42/3.5.584

DECIBEL - Detailed results

Calculation: Hautakangas_N163-5.7MWx11xHH218,5_noSTE_20221122Noise calculation model: ISO 9613-2 General 8,0 m/s

...continued from previous page

WTG

No.	Distance [m]	Sound distance [m]	Calculated [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
4	2 022	2 033	29,54	111,2	0,00	77,16	-	-	0,00	0,00	-
5	2 032	2 043	29,48	111,2	0,00	77,20	-	-	0,00	0,00	-
6	2 235	2 244	28,24	111,2	0,00	78,02	-	-	0,00	0,00	-
7	2 841	2 848	25,00	111,2	0,00	80,09	-	-	0,00	0,00	-
8	3 475	3 481	22,19	111,2	0,00	81,83	-	-	0,00	0,00	-
9	2 896	2 903	24,74	111,2	0,00	80,26	-	-	0,00	0,00	-
Sum			37,41								

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: D Asuinrakennus D (Lammintie 140)

Wind speed: 8,0 m/s

WTG

No.	Distance [m]	Sound distance [m]	Calculated [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	2 695	2 703	25,72	111,2	0,00	79,64	-	-	0,00	0,00	-
10	3 485	3 490	22,16	111,2	0,00	81,86	-	-	0,00	0,00	-
11	6 427	6 431	13,38	111,2	0,00	87,16	-	-	0,00	0,00	-
2	2 104	2 115	29,02	111,2	0,00	77,51	-	-	0,00	0,00	-
3	2 219	2 229	28,32	111,2	0,00	77,96	-	-	0,00	0,00	-
4	2 381	2 389	27,40	111,2	0,00	78,57	-	-	0,00	0,00	-
5	2 509	2 517	26,69	111,2	0,00	79,02	-	-	0,00	0,00	-
6	2 760	2 767	25,40	111,2	0,00	79,84	-	-	0,00	0,00	-
7	3 363	3 369	22,66	111,2	0,00	81,55	-	-	0,00	0,00	-
8	3 997	4 002	20,21	111,2	0,00	83,05	-	-	0,00	0,00	-
9	3 397	3 403	22,52	111,2	0,00	81,64	-	-	0,00	0,00	-
Sum			35,87								

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: E Asuinrakennus E (Hautalantie 210)

Wind speed: 8,0 m/s

WTG

No.	Distance [m]	Sound distance [m]	Calculated [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	2 003	2 015	29,66	111,2	0,00	77,09	-	-	0,00	0,00	-
10	5 447	5 450	15,76	111,2	0,00	85,73	-	-	0,00	0,00	-
11	8 231	8 234	10,26	111,2	0,00	89,31	-	-	0,00	0,00	-
2	2 777	2 785	25,31	111,2	0,00	79,90	-	-	0,00	0,00	-
3	3 580	3 586	21,77	111,2	0,00	82,09	-	-	0,00	0,00	-
4	4 322	4 327	19,09	111,2	0,00	83,72	-	-	0,00	0,00	-
5	4 976	4 980	17,06	111,2	0,00	84,94	-	-	0,00	0,00	-
6	5 594	5 598	15,37	111,2	0,00	85,96	-	-	0,00	0,00	-
7	6 383	6 386	13,48	111,2	0,00	87,11	-	-	0,00	0,00	-
8	6 682	6 685	12,82	111,2	0,00	87,50	-	-	0,00	0,00	-
9	5 893	5 896	14,63	111,2	0,00	86,41	-	-	0,00	0,00	-
Sum			32,30								

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: F Asuinrakennus F (Lohvanjoentie 126)

Wind speed: 8,0 m/s

WTG

No.	Distance [m]	Sound distance [m]	Calculated [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	4 083	4 090	19,90	111,2	0,00	83,23	-	-	0,00	0,00	-
10	7 654	7 658	11,15	111,2	0,00	88,68	-	-	0,00	0,00	-
11	10 135	10 138	7,70	111,2	0,00	91,12	-	-	0,00	0,00	-
2	5 068	5 073	16,79	111,2	0,00	85,11	-	-	0,00	0,00	-
3	5 863	5 868	14,69	111,2	0,00	86,37	-	-	0,00	0,00	-
4	6 661	6 665	12,86	111,2	0,00	87,48	-	-	0,00	0,00	-
5	7 417	7 420	11,54	111,2	0,00	88,41	-	-	0,00	0,00	-
6	8 123	8 126	10,42	111,2	0,00	89,20	-	-	0,00	0,00	-
7	8 958	8 961	9,22	111,2	0,00	90,05	-	-	0,00	0,00	-
8	9 108	9 111	9,01	111,2	0,00	90,19	-	-	0,00	0,00	-
9	8 280	8 283	10,18	111,2	0,00	89,36	-	-	0,00	0,00	-
Sum			24,24								

- Data undefined due to calculation with octave data

DECIBEL - Detailed results

Calculation: Hautakangas_N163-5.7MWx11xHH218,5_noSTE_20221122 Noise calculation model: ISO 9613-2 General 8,0 m/s

Noise sensitive area: G Metsästysmaja/eräkämpä H (Hautakangas)

Wind speed: 8,0 m/s

WTG

No.	Distance [m]	Sound distance [m]	Calculated [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	3 562	3 568	21,85	111,2	0,00	82,05	-	-	0,00	0,00	-
10	1 107	1 125	36,91	111,2	0,00	72,02	-	-	0,00	0,00	-
11	2 703	2 711	25,68	111,2	0,00	79,66	-	-	0,00	0,00	-
2	2 846	2 854	24,97	111,2	0,00	80,11	-	-	0,00	0,00	-
3	2 167	2 177	28,64	111,2	0,00	77,76	-	-	0,00	0,00	-
4	1 841	1 852	30,75	111,2	0,00	76,35	-	-	0,00	0,00	-
5	2 150	2 159	28,75	111,2	0,00	77,68	-	-	0,00	0,00	-
6	2 795	2 801	25,23	111,2	0,00	79,95	-	-	0,00	0,00	-
7	3 486	3 491	22,15	111,2	0,00	81,86	-	-	0,00	0,00	-
8	2 712	2 719	25,64	111,2	0,00	79,69	-	-	0,00	0,00	-
9	2 077	2 086	29,20	111,2	0,00	77,39	-	-	0,00	0,00	-
Sum			40,05								

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: H Asuinrakennus I (Yhteismetsäntie 250)

Wind speed: 8,0 m/s

WTG

No.	Distance [m]	Sound distance [m]	Calculated [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	9 551	9 554	8,43	111,2	0,00	90,60	-	-	0,00	0,00	-
10	5 964	5 968	14,45	111,2	0,00	86,52	-	-	0,00	0,00	-
11	4 022	4 029	20,11	111,2	0,00	83,10	-	-	0,00	0,00	-
2	8 609	8 612	9,71	111,2	0,00	89,70	-	-	0,00	0,00	-
3	7 797	7 800	10,93	111,2	0,00	88,84	-	-	0,00	0,00	-
4	7 028	7 031	12,20	111,2	0,00	87,94	-	-	0,00	0,00	-
5	6 402	6 406	13,43	111,2	0,00	87,13	-	-	0,00	0,00	-
6	5 958	5 962	14,47	111,2	0,00	86,51	-	-	0,00	0,00	-
7	5 448	5 452	15,75	111,2	0,00	85,73	-	-	0,00	0,00	-
8	4 738	4 743	17,77	111,2	0,00	84,52	-	-	0,00	0,00	-
9	5 468	5 472	15,70	111,2	0,00	85,76	-	-	0,00	0,00	-
Sum			25,57								

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: I Asuinrakennus J (Yhteismetsäntie 226)

Wind speed: 8,0 m/s

WTG

No.	Distance [m]	Sound distance [m]	Calculated [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	9 288	9 291	9,05	111,2	0,00	90,36	-	-	0,00	0,00	-
10	5 715	5 720	15,33	111,2	0,00	86,15	-	-	0,00	0,00	-
11	4 028	4 035	20,28	111,2	0,00	83,12	-	-	0,00	0,00	-
2	8 328	8 332	10,40	111,2	0,00	89,41	-	-	0,00	0,00	-
3	7 519	7 523	11,66	111,2	0,00	88,53	-	-	0,00	0,00	-
4	6 737	6 741	13,02	111,2	0,00	87,57	-	-	0,00	0,00	-
5	6 075	6 079	14,49	111,2	0,00	86,68	-	-	0,00	0,00	-
6	5 582	5 586	15,71	111,2	0,00	85,94	-	-	0,00	0,00	-
7	5 025	5 030	17,22	111,2	0,00	85,03	-	-	0,00	0,00	-
8	4 385	4 392	19,16	111,2	0,00	83,85	-	-	0,00	0,00	-
9	5 149	5 154	16,86	111,2	0,00	85,24	-	-	0,00	0,00	-
Sum			26,47								

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: J Lomarakennus K (Lahnakankaantie 375)

Wind speed: 8,0 m/s

WTG

No.	Distance [m]	Sound distance [m]	Calculated [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	7 752	7 755	11,00	111,2	0,00	88,79	-	-	0,00	0,00	-
10	5 383	5 387	15,93	111,2	0,00	85,63	-	-	0,00	0,00	-
11	6 439	6 443	13,35	111,2	0,00	87,18	-	-	0,00	0,00	-
2	6 797	6 800	12,61	111,2	0,00	87,65	-	-	0,00	0,00	-
3	6 220	6 224	13,85	111,2	0,00	86,88	-	-	0,00	0,00	-
4	5 542	5 546	15,51	111,2	0,00	85,88	-	-	0,00	0,00	-

To be continued on next page...

DECIBEL - Detailed results

Calculation: Hautakangas_N163-5.7MWx11xHH218,5_noSTE_20221122Noise calculation model: ISO 9613-2 General 8,0 m/s

...continued from previous page

WTG

No.	Distance [m]	Sound distance [m]	Calculated [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
5	4 718	4 723	17,83	111,2	0,00	84,48	-	-	0,00	0,00	-
6	3 872	3 878	20,66	111,2	0,00	82,77	-	-	0,00	0,00	-
7	3 018	3 025	24,17	111,2	0,00	80,61	-	-	0,00	0,00	-
8	3 787	3 793	20,98	111,2	0,00	82,58	-	-	0,00	0,00	-
9	4 380	4 385	18,90	111,2	0,00	83,84	-	-	0,00	0,00	-
Sum			28,99								

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: K Lomarakennus M (Pirttiniemi)

Wind speed: 8,0 m/s

WTG

No.	Distance [m]	Sound distance [m]	Calculated [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	4 483	4 489	18,56	111,2	0,00	84,04	-	-	0,00	0,00	-
10	5 455	5 459	15,74	111,2	0,00	85,74	-	-	0,00	0,00	-
11	6 227	6 231	13,83	111,2	0,00	86,89	-	-	0,00	0,00	-
2	4 842	4 847	17,45	111,2	0,00	84,71	-	-	0,00	0,00	-
3	4 962	4 967	17,10	111,2	0,00	84,92	-	-	0,00	0,00	-
4	5 411	5 415	15,85	111,2	0,00	85,67	-	-	0,00	0,00	-
5	6 158	6 162	13,99	111,2	0,00	86,79	-	-	0,00	0,00	-
6	6 978	6 982	12,29	111,2	0,00	87,88	-	-	0,00	0,00	-
7	7 802	7 805	10,92	111,2	0,00	88,85	-	-	0,00	0,00	-
8	7 173	7 176	11,95	111,2	0,00	88,12	-	-	0,00	0,00	-
9	6 459	6 462	13,31	111,2	0,00	87,21	-	-	0,00	0,00	-
Sum			25,69								

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: L Metsästysmaja/eräkämpä N (Hautakangas)

Wind speed: 8,0 m/s

WTG

No.	Distance [m]	Sound distance [m]	Calculated [dB(A)]	LwA,ref [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
1	4 514	4 520	18,46	111,2	0,00	84,10	-	-	0,00	0,00	-
10	1 339	1 356	34,66	111,2	0,00	73,64	-	-	0,00	0,00	-
11	1 754	1 767	31,35	111,2	0,00	75,94	-	-	0,00	0,00	-
2	3 731	3 737	21,19	111,2	0,00	82,45	-	-	0,00	0,00	-
3	2 984	2 992	24,32	111,2	0,00	80,52	-	-	0,00	0,00	-
4	2 461	2 470	26,95	111,2	0,00	78,85	-	-	0,00	0,00	-
5	2 439	2 448	27,07	111,2	0,00	78,77	-	-	0,00	0,00	-
6	2 828	2 835	25,06	111,2	0,00	80,05	-	-	0,00	0,00	-
7	3 305	3 312	22,90	111,2	0,00	81,40	-	-	0,00	0,00	-
8	2 302	2 311	27,84	111,2	0,00	78,28	-	-	0,00	0,00	-
9	1 955	1 966	29,98	111,2	0,00	76,87	-	-	0,00	0,00	-
Sum			38,97								

- Data undefined due to calculation with octave data

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Hautakangas_N163-5.7MWx11xHH218,5_noSTE_20221122

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: Area object (Roughness): REGIONS_Hautakangas_112020_2.w2r (1)

Area type with hard ground: Vesistöt

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:

Fixed penalty added to source noise of WTGs with pure tones

WTG catalogue

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: NORDEX N163 HH218,5 111,2dB 5700 163.0 !O!

Noise: Mode 0 noSTE - 109.2 dB

Source	Source/Date	Creator	Edited
F008_276_A17_EN Revision 01, 2019-08-30	27.5.2020	USER	26.4.2022 13.18

Status	Hub height [m]	Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]	Pure tones	Octave data							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
From Windcat	218,5	8,0	111,2	No	91,5	97,7	101,9	105,2	106,6	104,2	95,4	86,6

Noise sensitive area: A Asuinrakennus A (Koskenperäntie 253)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: B Asuinrakennus B (Lammintie 181)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: C Asuinrakennus C (Lammintie 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

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Hautakangas_N163-5.7MWx11xHH218,5_noSTE_20221122

Noise sensitive area: D Asuinrakennus D (Lammintie 140)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: E Asuinrakennus E (Hautalantie 210)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: F Asuinrakennus F (Lohvanjoentie 126)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: G Metsästysmaja/eräkämpä H (Hautakangas)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: H Asuinrakennus I (Yhteismetsäntie 250)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: I Asuinrakennus J (Yhteismetsäntie 226)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: J Lomarakennus K (Lahnakankaantie 375)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: K Lomarakennus M (Pirttiniemi)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: L Metsästysmaja/eräkämpä N (Hautakangas)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Project:

Hautakangas_112020

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Henna-Riikka / henna-riikka.rintamaki@fcg.fi

Calculated:

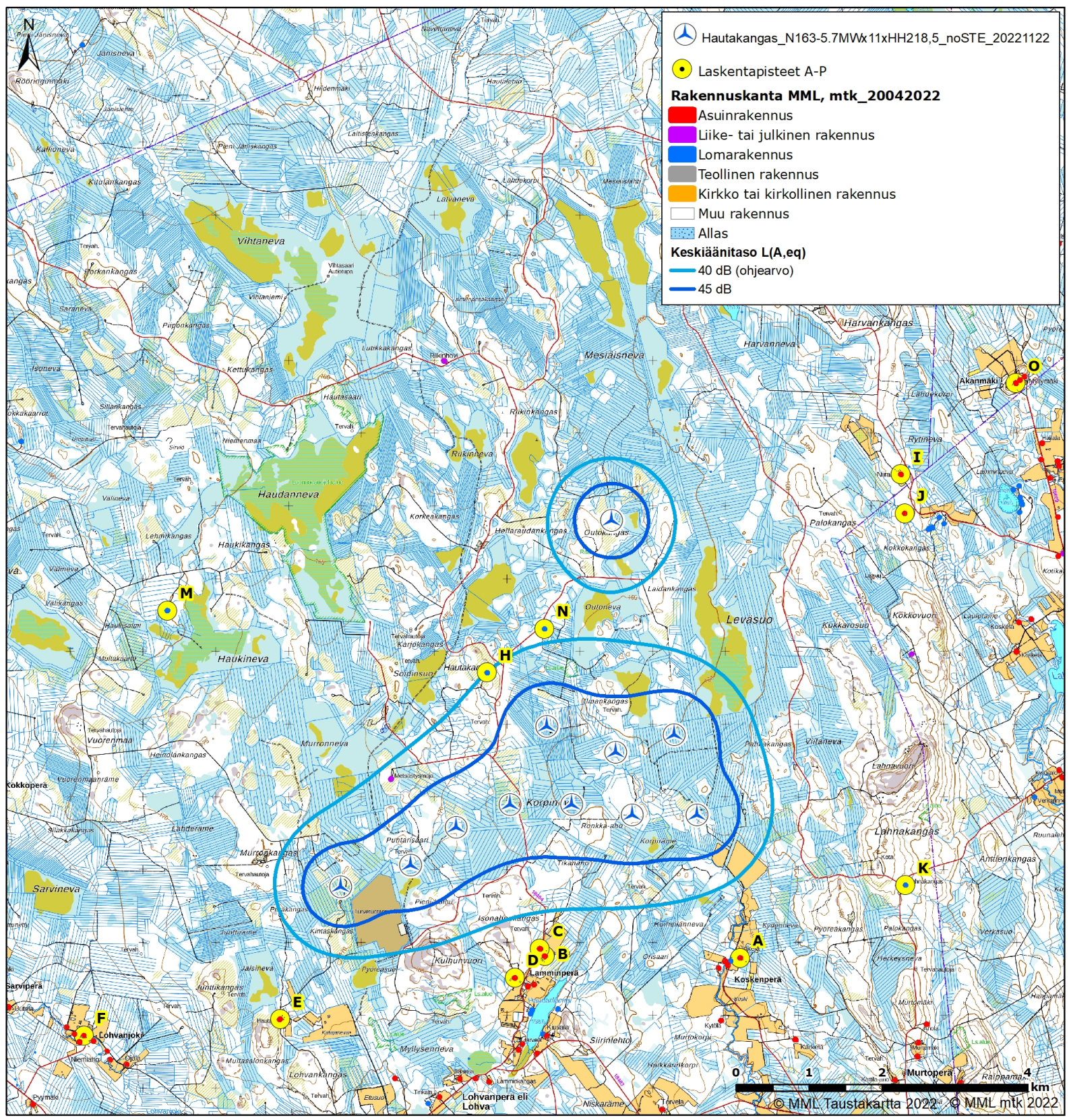
30.11.2022 14.42/3.5.584

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Hautakangas_N163-5.7MWx11xHH218,5_noSTE_20221122

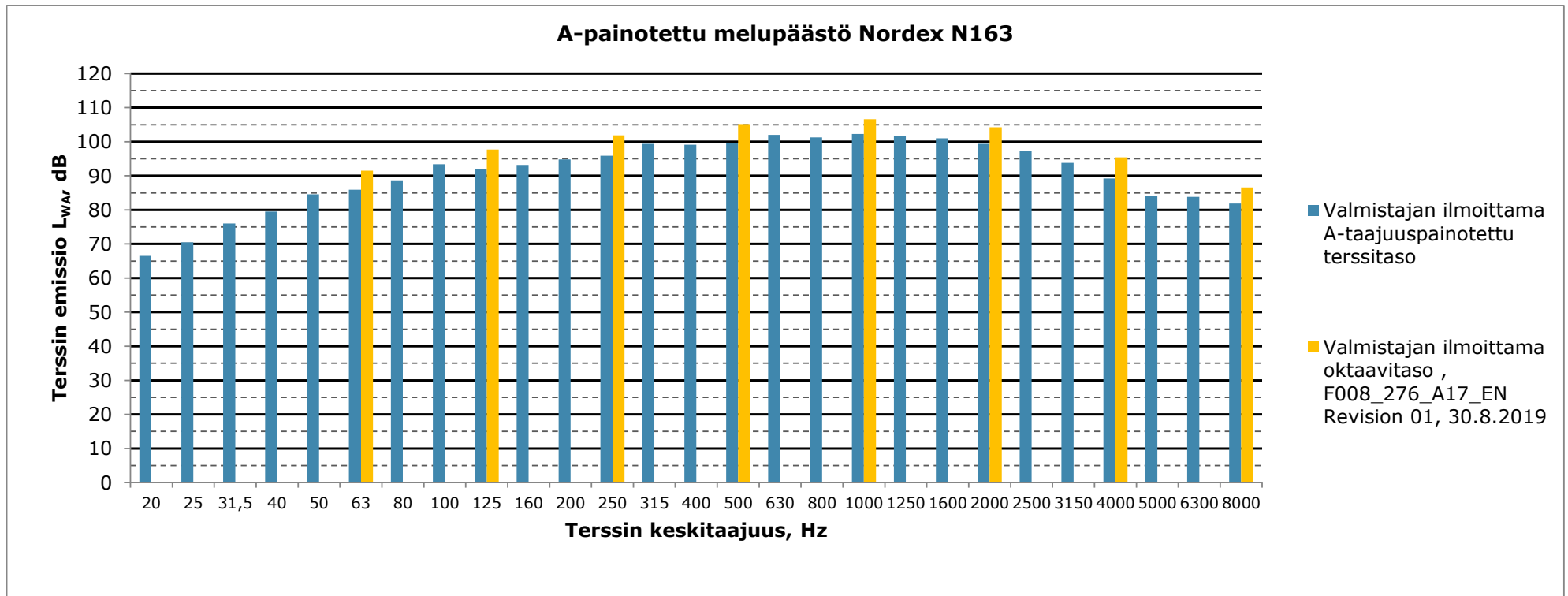
Noise demand: 40,0 dB(A)

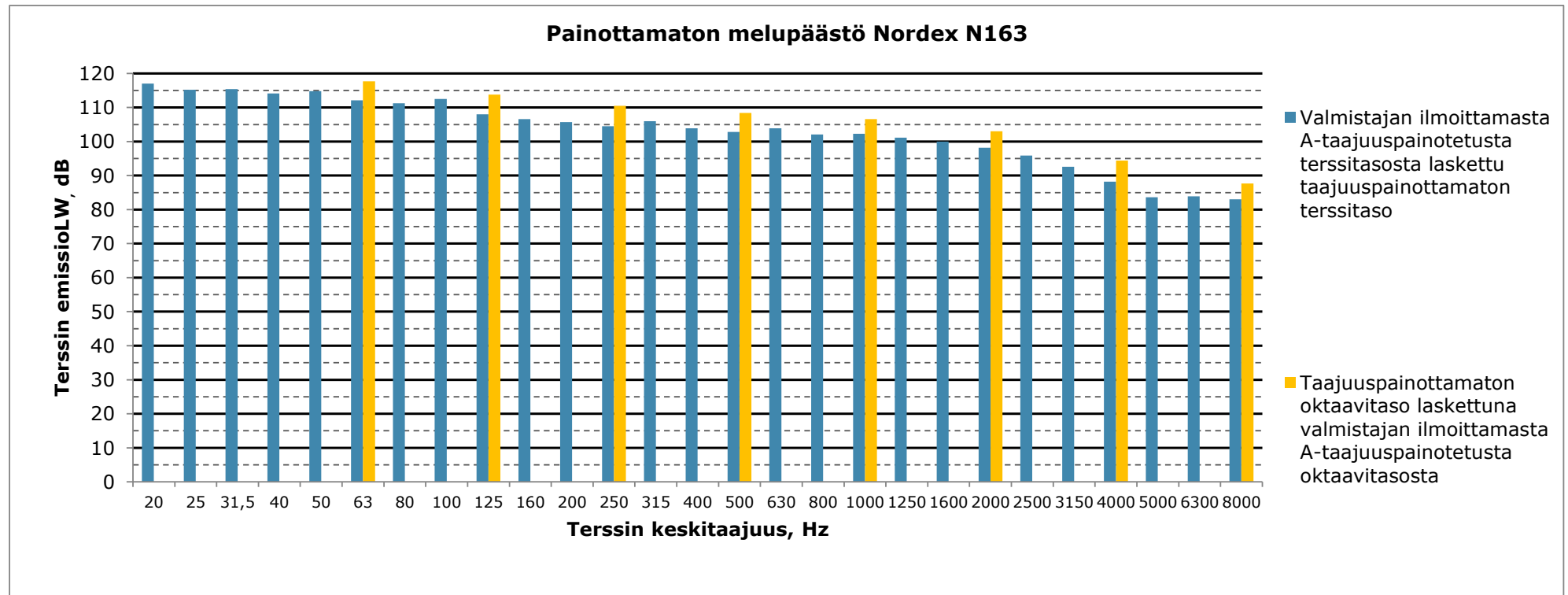
No distance demand



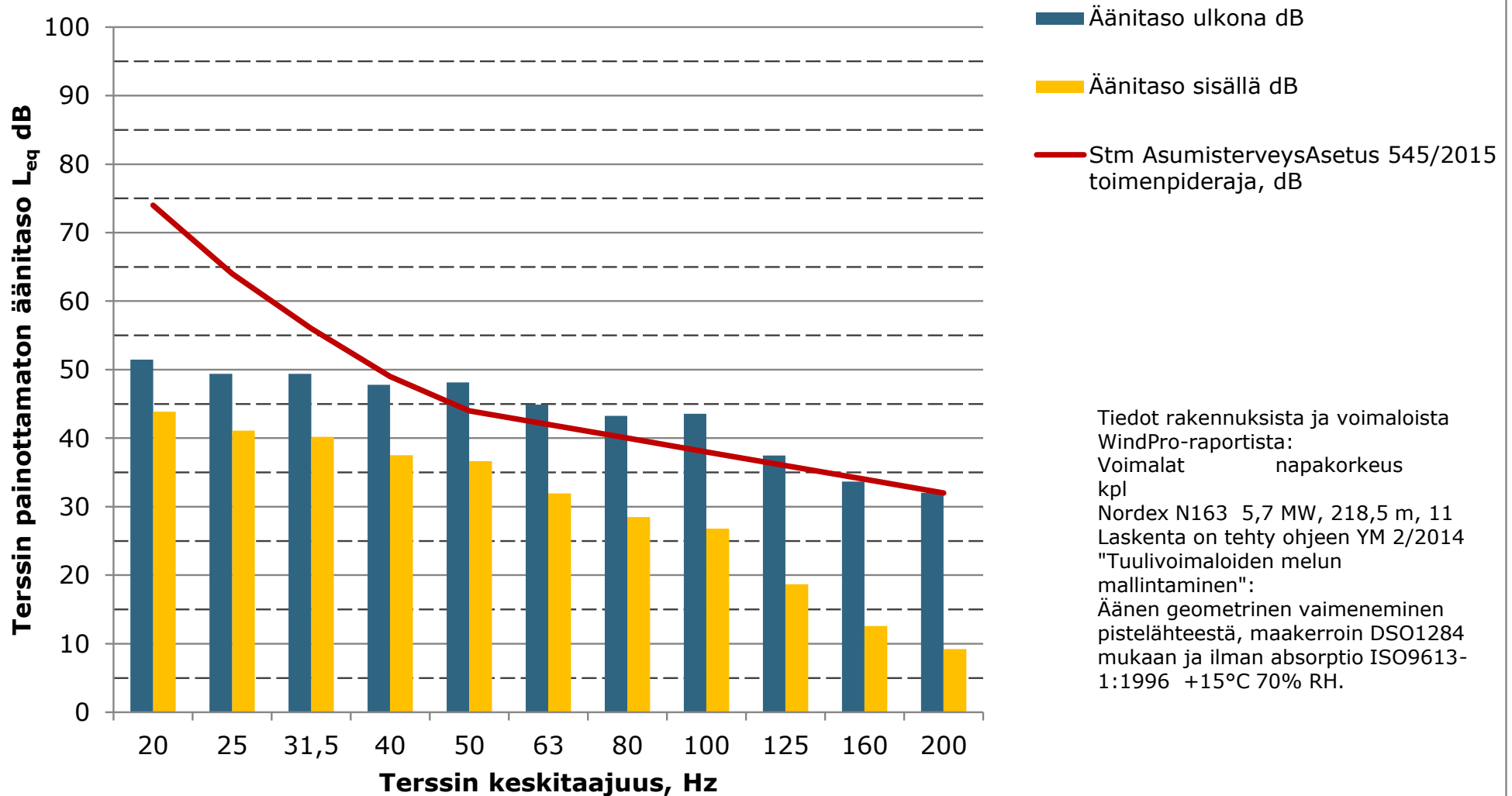
1.12.2022

Liite 2. Hautakankaan tuulivoimahanke – matalataajuisen melun rakennuskohtaiset arvot N163 - 5,7 MW

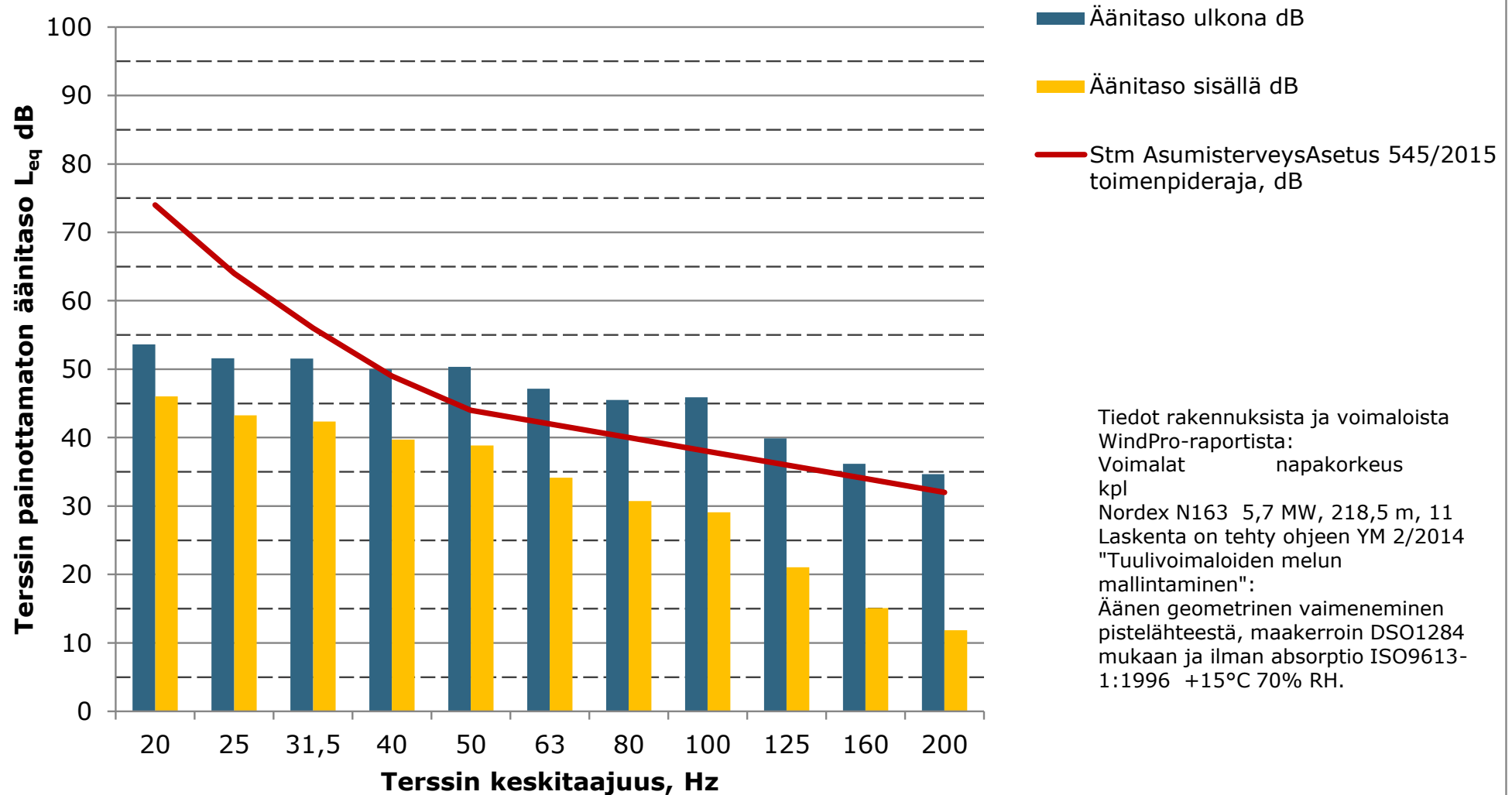




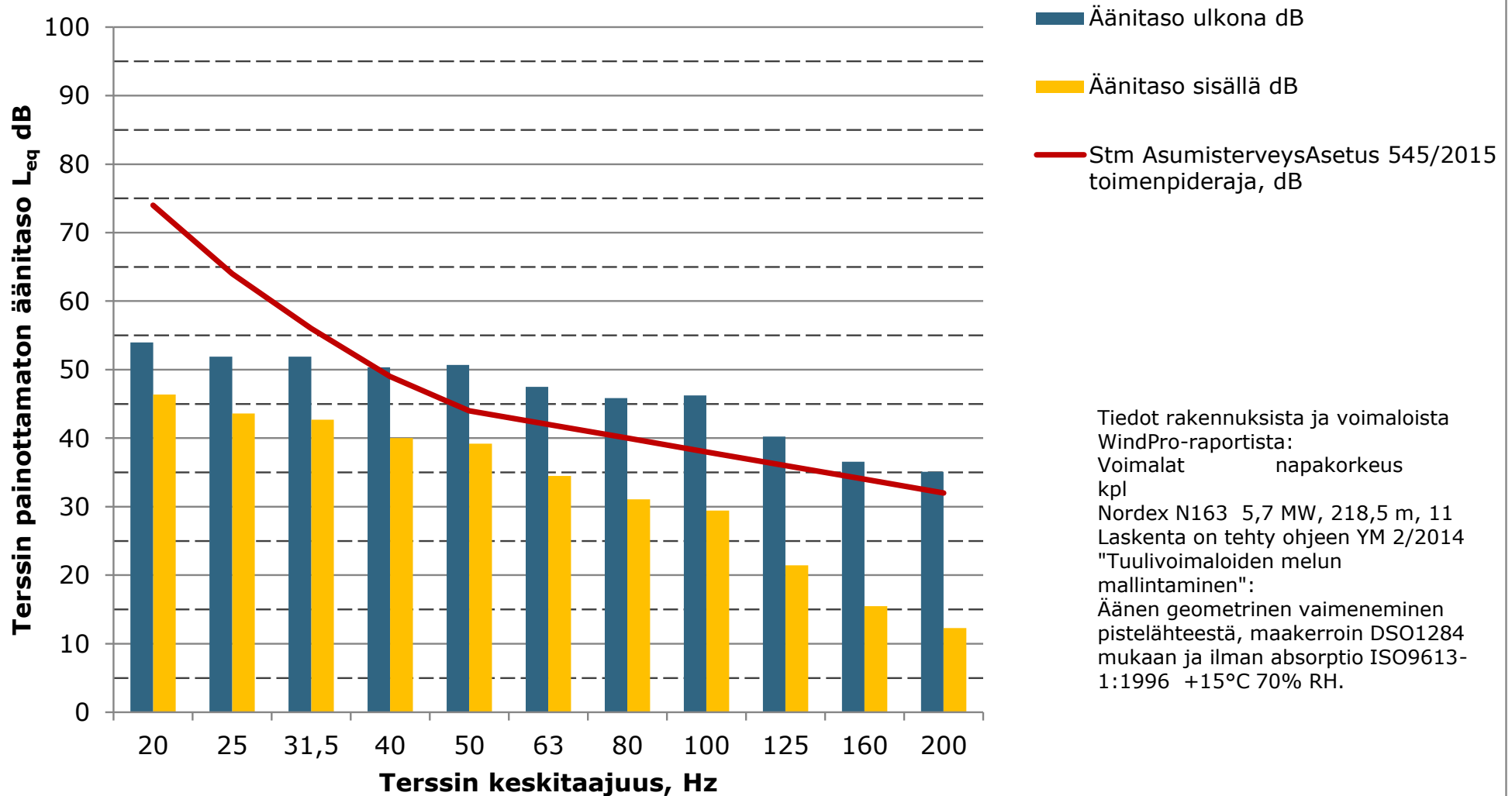
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus A
(Koskenperäntie 253), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%
persentiili mukaan**



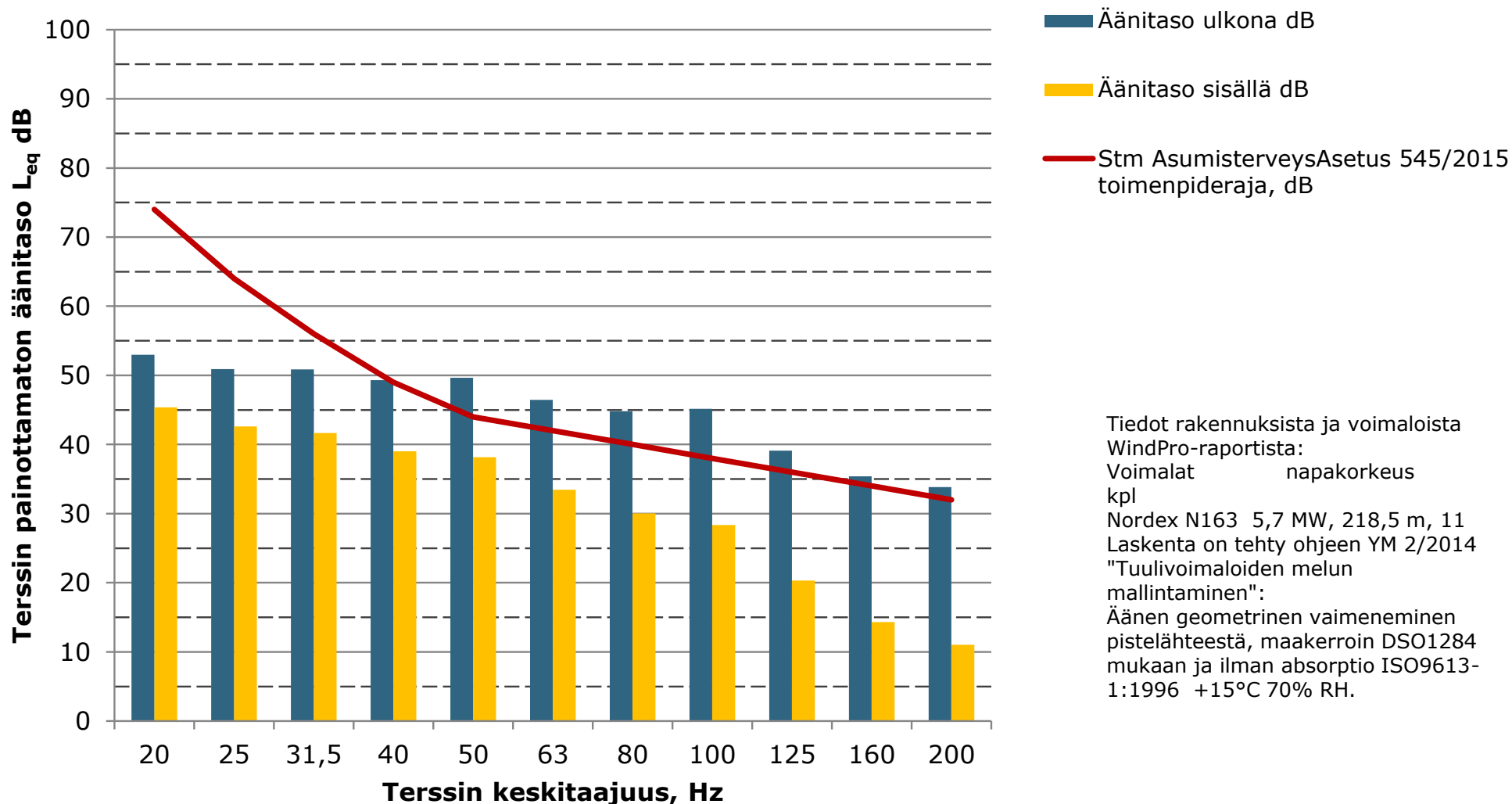
Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus B (Lammintie 181), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84% persentiili mukaan



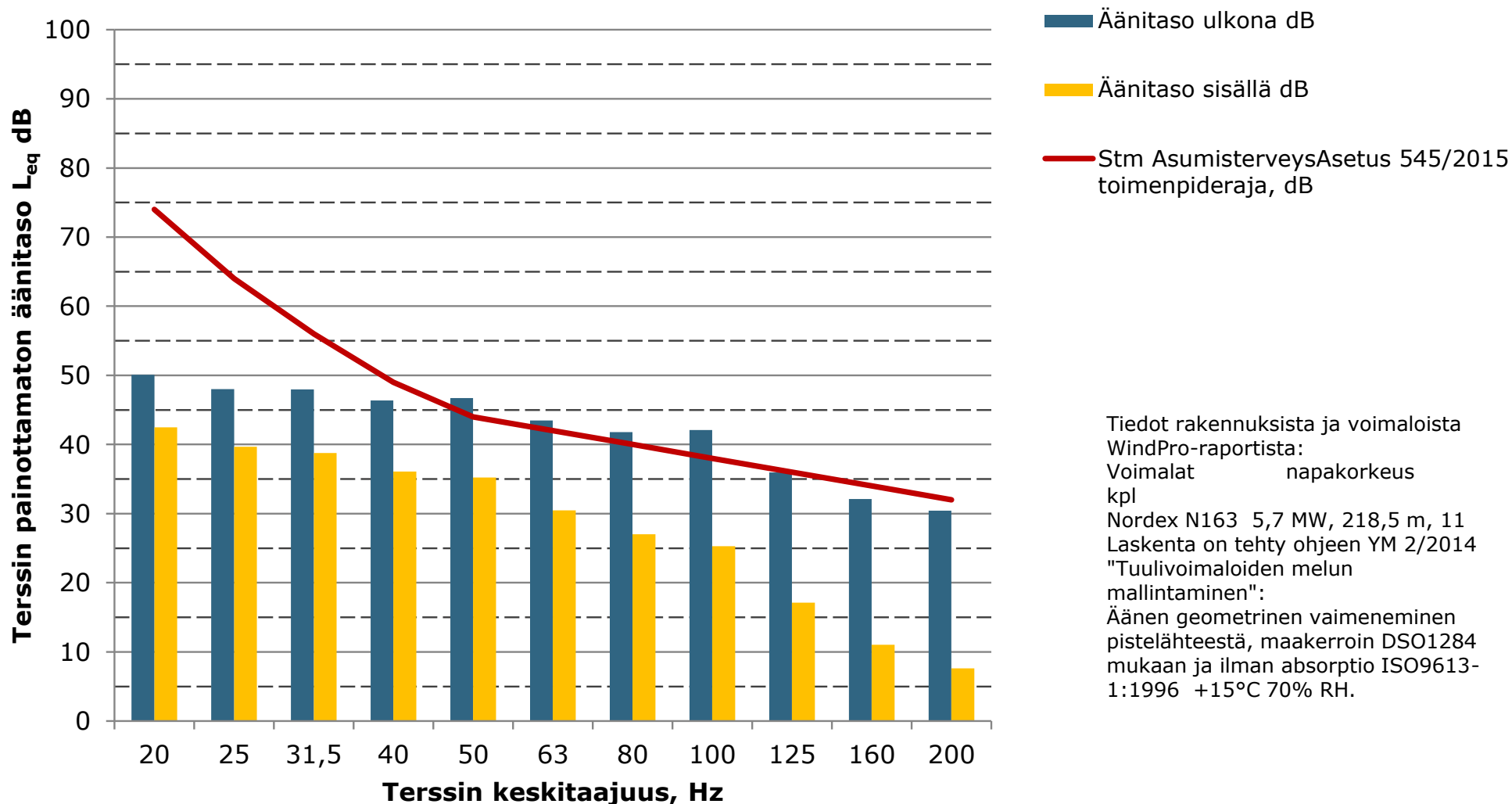
Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus C (Lammintie 188), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84% persentiili mukaan



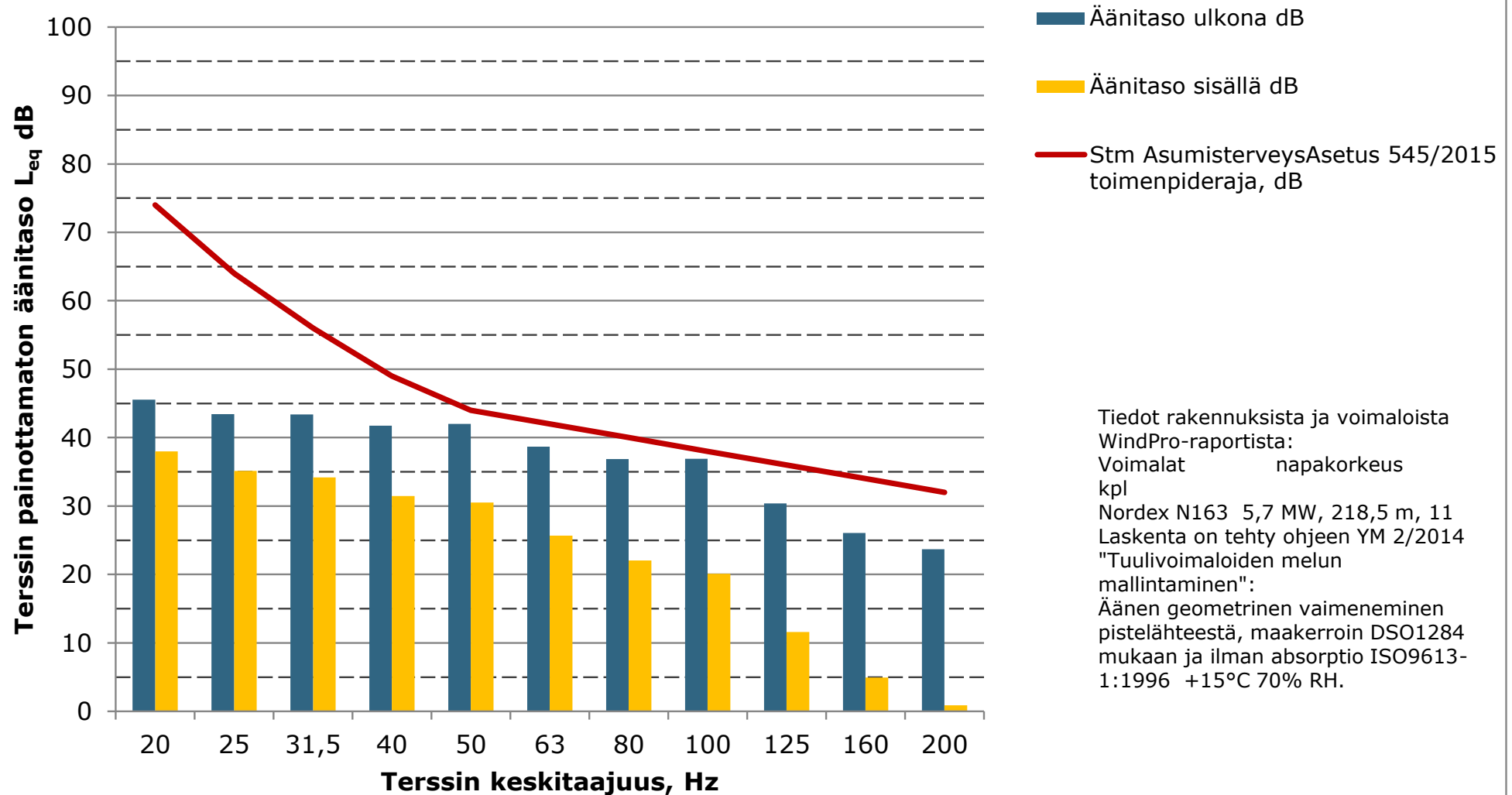
Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus D (Lammintie 140), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84% persentiili mukaan



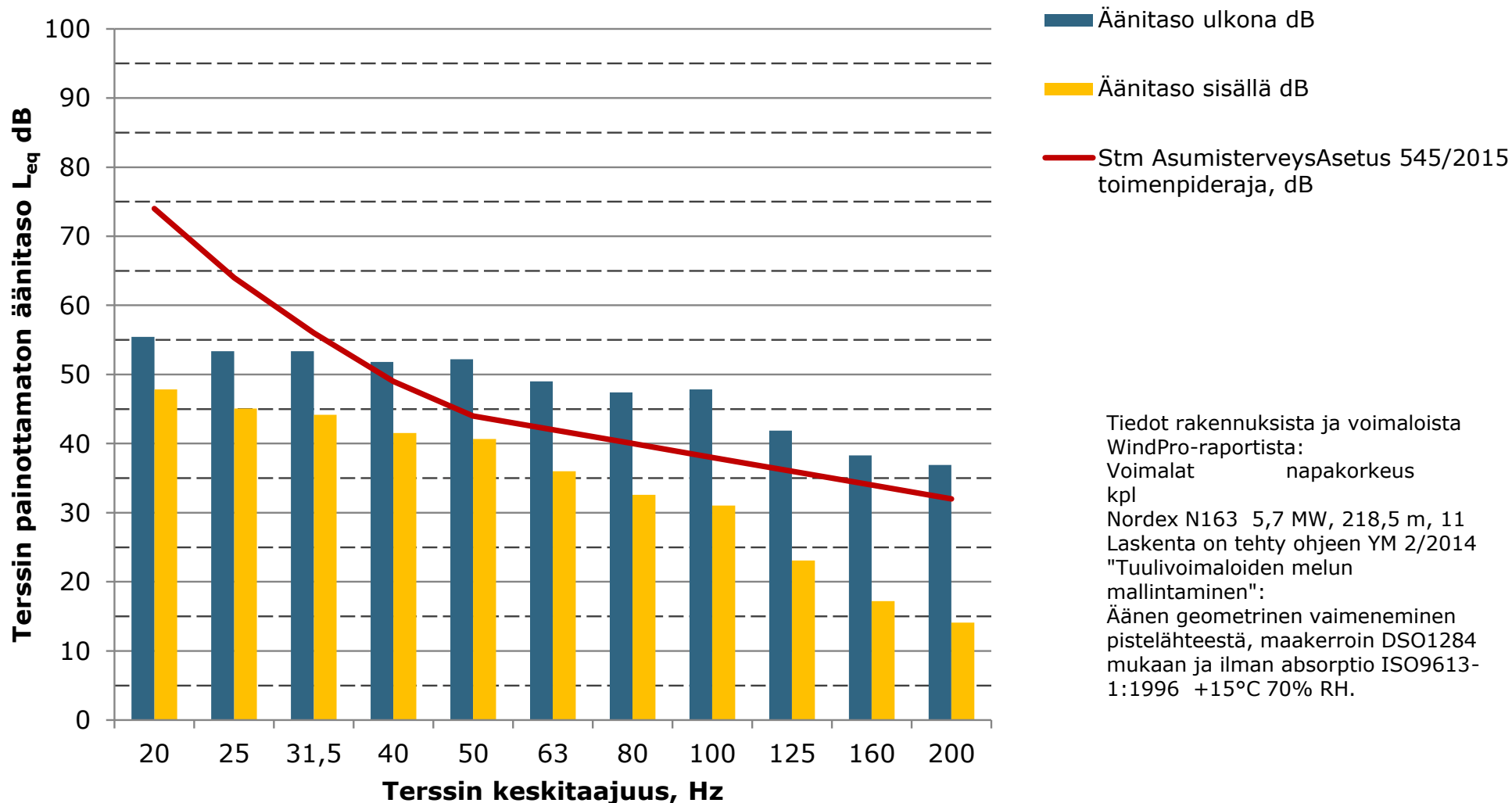
Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus E (Hautalantie 210), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84% persentiili mukaan



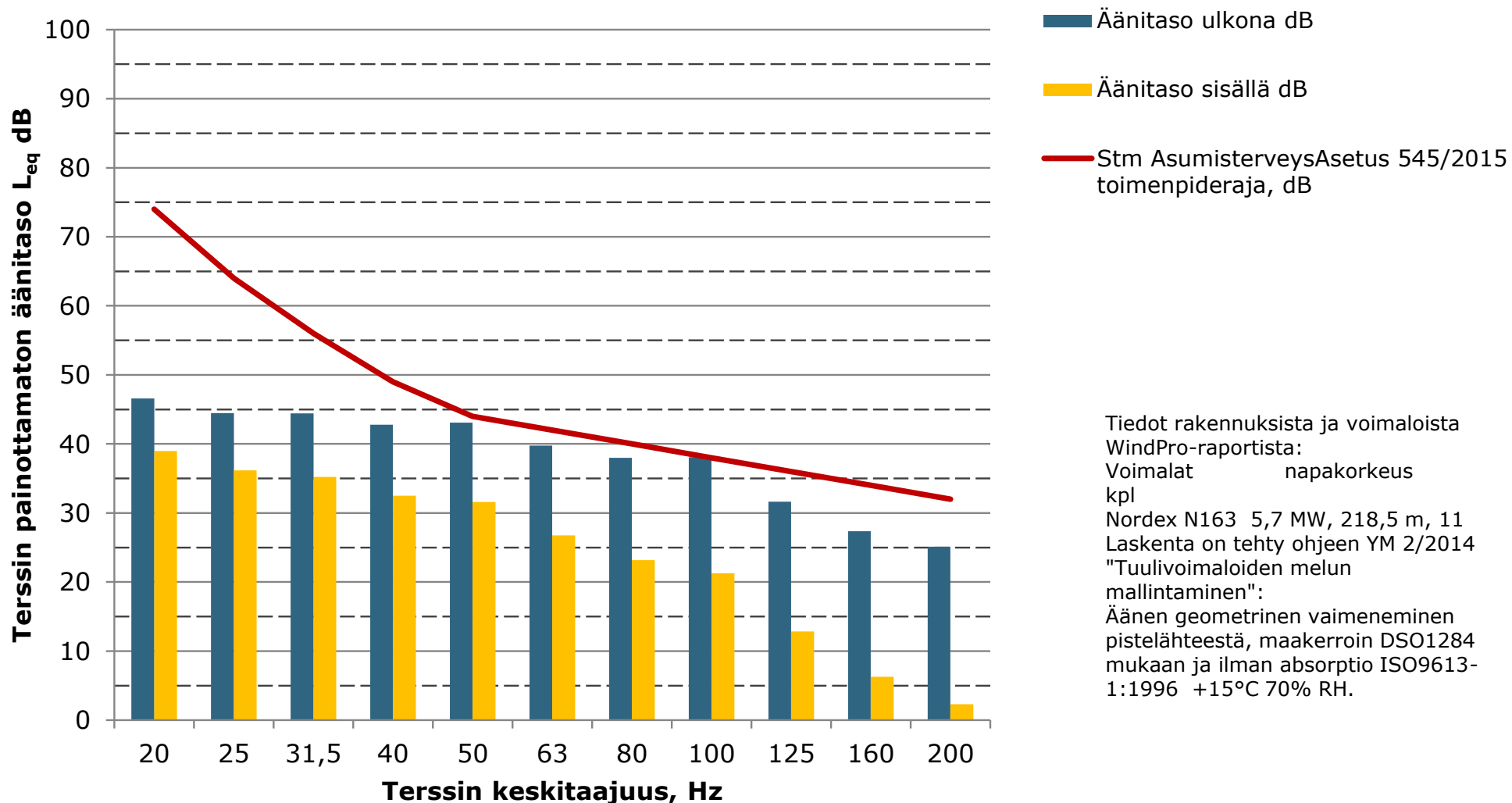
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus F
(Lohvanjoentie 126), ääneneristävyys Keränen, Hakala, Hongisto 2019, 84%
persentiili mukaan**



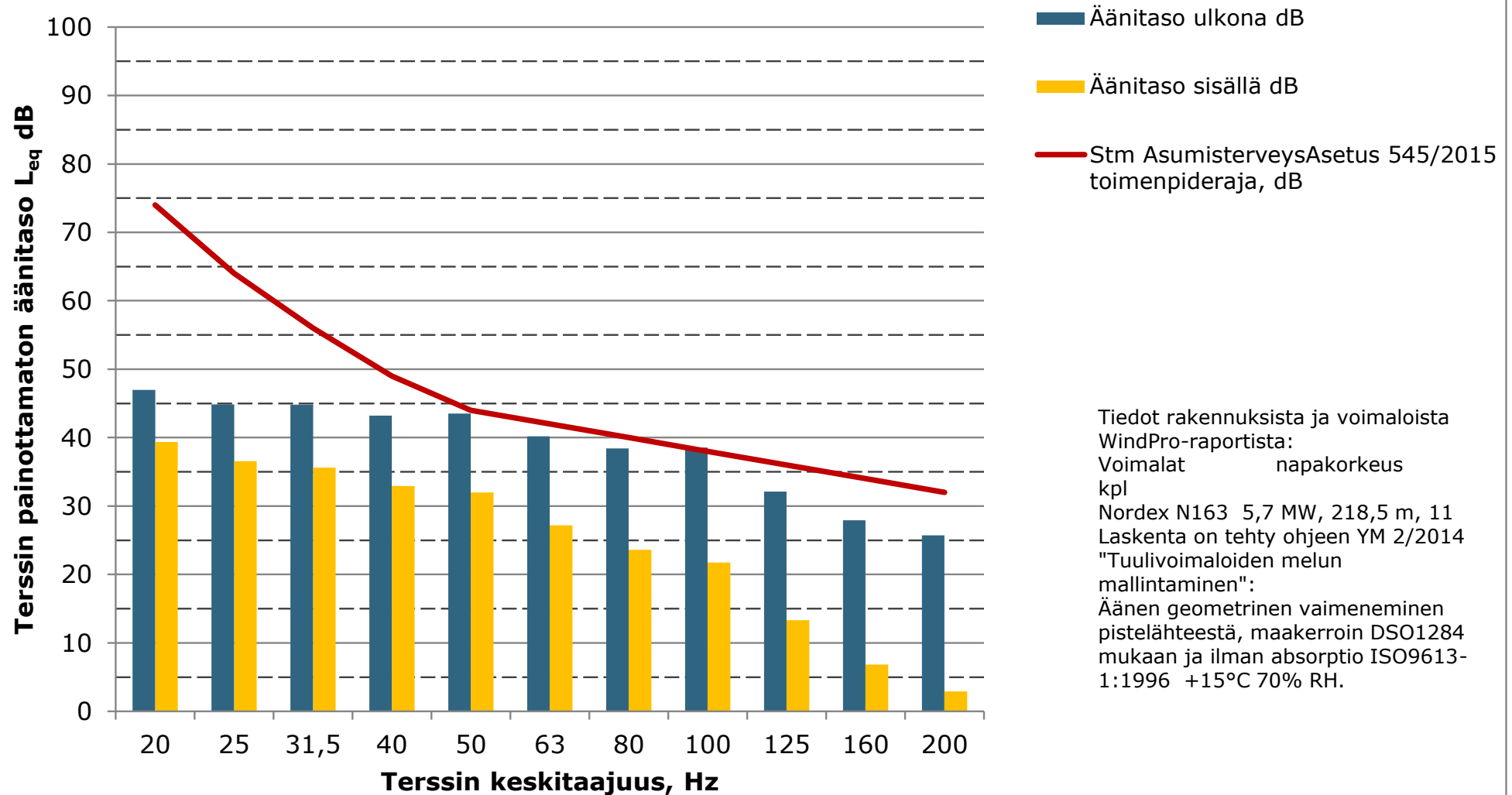
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Metsästysmaja/eräkämppä H
(Hautakangas), ääneneristävyys Keränen, Hakala, Hongisto 2019, 84%
persentiili mukaan**



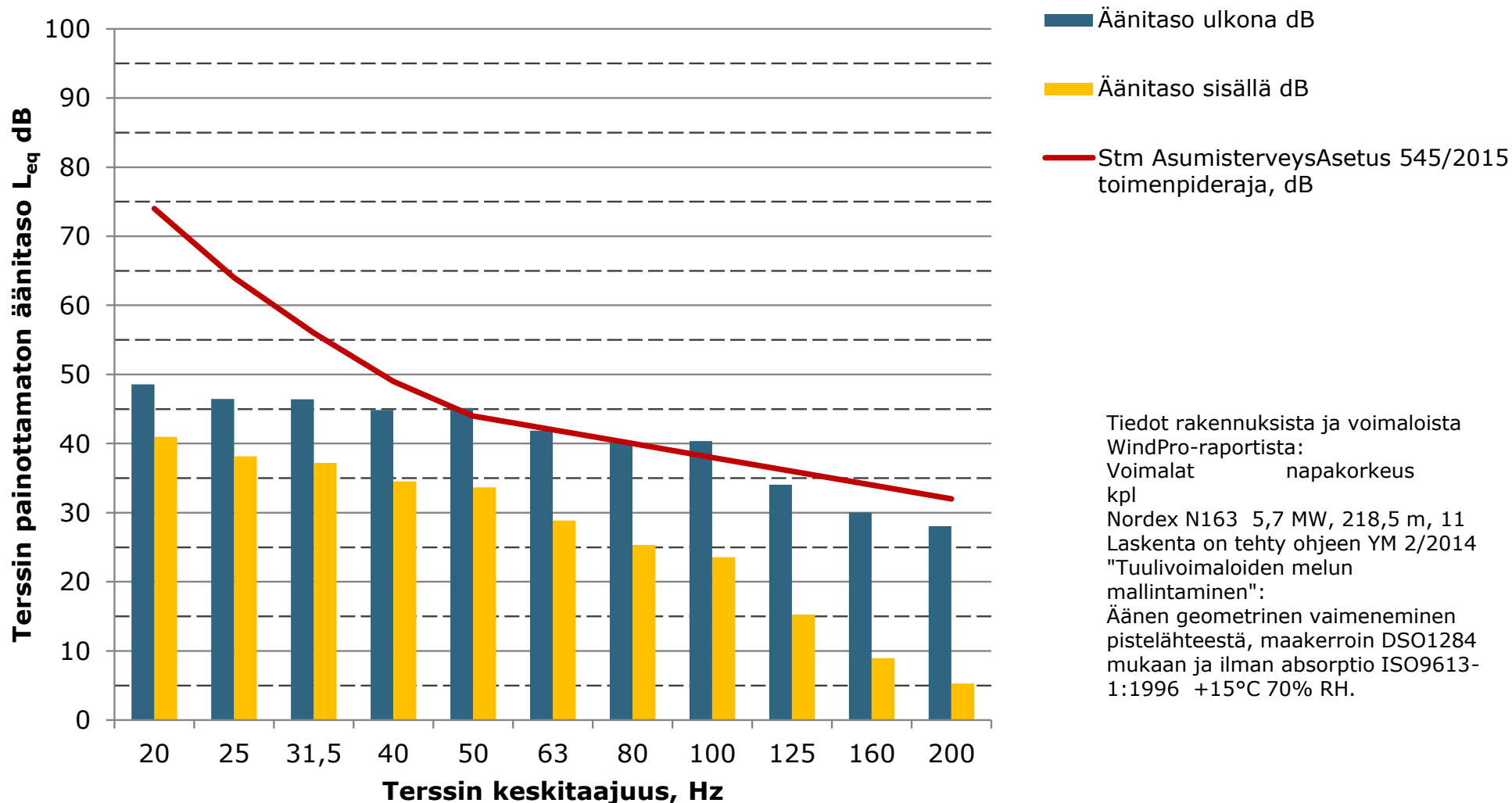
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus I
(Yhteismetsäntie 250), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%
persentiili mukaan**



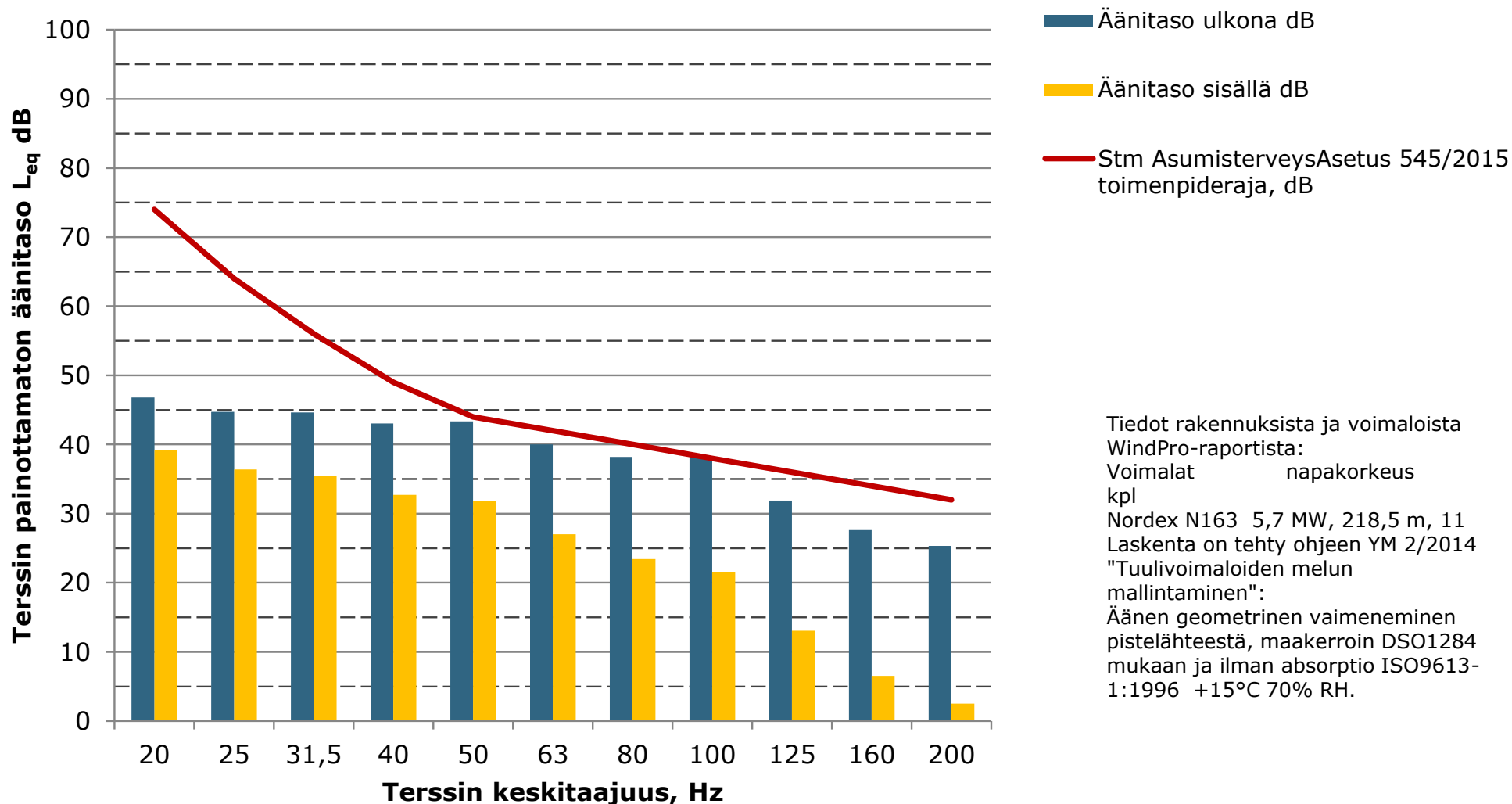
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus J
(Yhteismetsäntie 226), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%
persentiili mukaan**



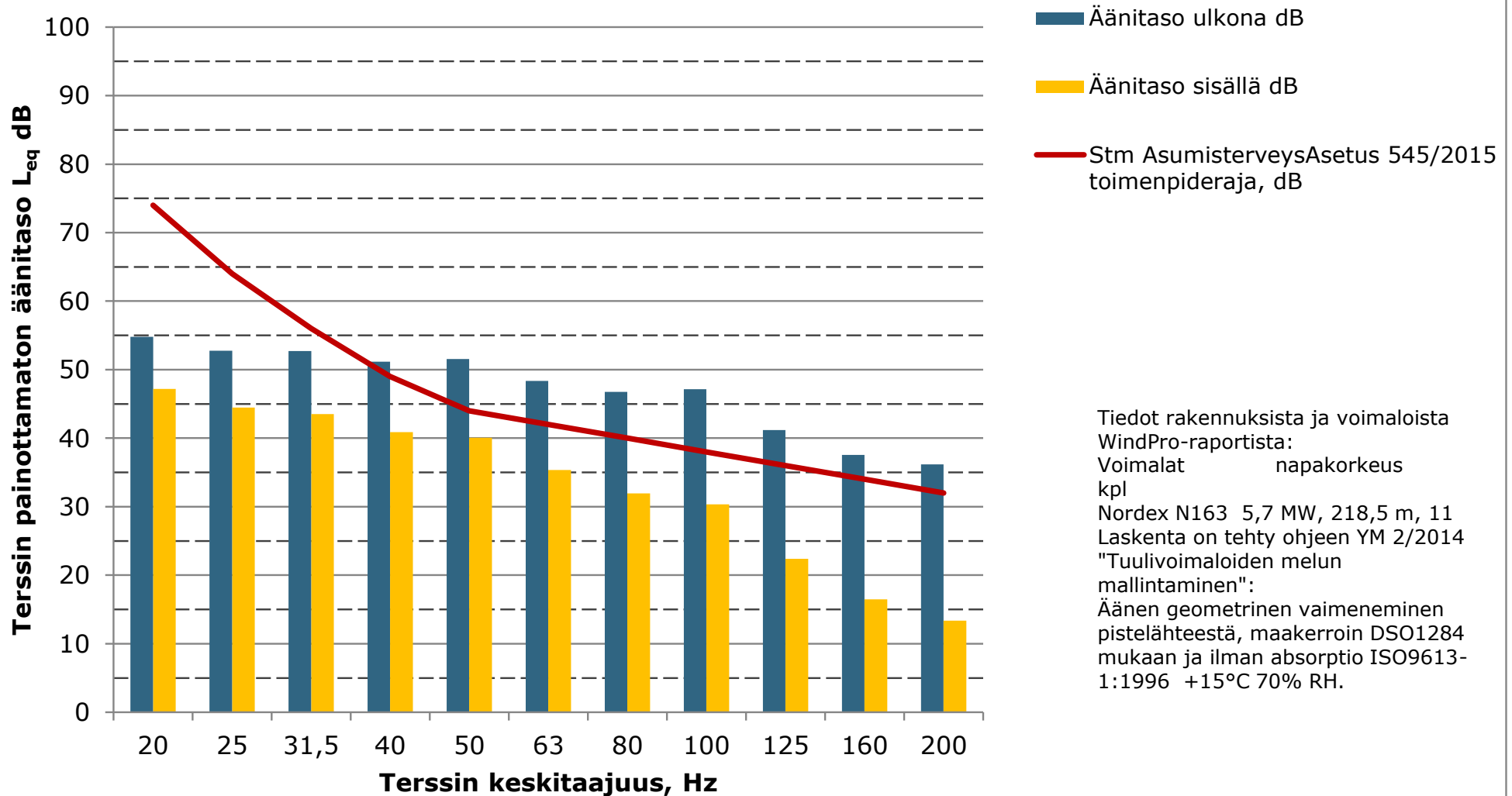
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Lomarakennus K
(Lahnakankaantie 375), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%
persentiili mukaan**



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



**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Metsästysmaja/eräkämppä N
(Hautakangas), ääneneristävyys Keränen, Hakala, Hongisto 2019, 84%
persentiili mukaan**



1.12.2022

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

Project:

Hautakangas_112020

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy
 Osmontie 34, PO Box 950
 FI-00601 Helsinki
 +358104095666
 Henna-Riikka / henna-riikka.rintamaki@fcg.fi
 Calculated:
 30.11.2022 14.46/3.5.584

SHADOW - Main Result

Calculation: Hautakangas_RD200x11xHH200_real case no forest_20221122

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence 2 500 m
 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) [LULEA]

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,60	2,61	4,18	6,47	8,80	10,60	9,50	6,88	4,22	2,77	1,22	0,17

Operational time

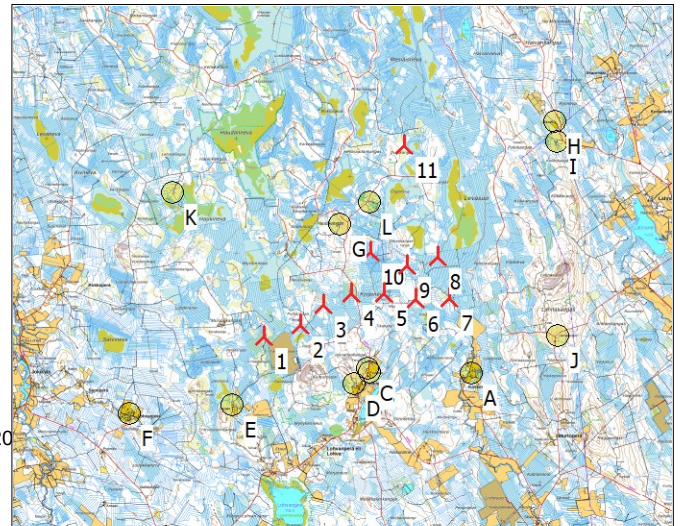
N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
516	381	378	404	499	818	1 002	983	885	788	677	651	7 982

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_Hautakangas_112020
 Obstacles used in calculation
 Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in
 Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTGs



Scale 1:200 000
 New WTG
 Shadow receptor

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	454 719	7 073 768	173,3	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4
2	455 680	7 074 064	172,5	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4
3	456 302	7 074 586	168,6	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4
4	457 041	7 074 897	162,9	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4
5	457 886	7 074 902	159,7	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4
6	458 721	7 074 755	155,8	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4
7	459 613	7 074 759	157,2	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4
8	459 300	7 075 859	159,8	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4
9	458 492	7 075 619	157,5	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4
10	457 550	7 075 973	161,3	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4
11	458 434	7 078 806	167,2	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4

Shadow receptor-Input

No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Elevation	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
				[m]	[m]	[m]	a.g.l. [m]	[°]		[m]
A	Asuinrakennus A (Koskenperäntie 253)	460 199	7 072 787	152,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
B	Asuinrakennus B (Lammintie 181)	457 521	7 072 814	165,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
C	Asuinrakennus C (Lammintie 188)	457 450	7 072 917	167,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
D	Asuinrakennus D (Lammintie 140)	457 106	7 072 517	173,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
E	Asuinrakennus E (Hautalantie 210)	453 882	7 071 947	172,9	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
F	Asuinrakennus F (Lohvanjoentie 126)	451 186	7 071 721	145,6	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
G	Metsästysmaja/eräkämpä H (Hautakangas)	456 725	7 076 711	178,3	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
H	Asuinrakennus I (Yhteismetsäntie 250)	462 406	7 079 436	145,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
I	Asuinrakennus J (Yhteismetsäntie 226)	462 461	7 078 899	140,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
J	Lomarakenus K (Lahnakankaantie 375)	462 471	7 073 789	166,4	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
K	Lomarakenus M (Pirttiniemi)	452 332	7 077 562	160,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
L	Metsästysmaja/eräkämpä N (Hautakangas)	457 514	7 077 312	167,3	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0

Calculation Results

Shadow receptor

No. Name

Shadow, expected values
 Shadow hours
 per year
 [h/year]
 1:01

A Asuinrakennus A (Koskenperäntie 253)

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Hautakangas_RD200x11xHH200_real case no forest_20221122

...continued from previous page

No.	Name	Shadow, expected values	
		Shadow hours	per year
			[h/year]
B	Asuinrakennus B (Lammintie 181)		3:41
C	Asuinrakennus C (Lammintie 188)		4:02
D	Asuinrakennus D (Lammintie 140)		5:16
E	Asuinrakennus E (Hautalantie 210)		0:00
F	Asuinrakennus F (Lohvanjoentie 126)		0:00
G	Metsästysmaja/eräkämpä H (Hautakangas)		11:07
H	Asuinrakennus I (Yhteismetsäntie 250)		0:00
I	Asuinrakennus J (Yhteismetsäntie 226)		0:00
J	Lomarakenus K (Lahnakankaantie 375)		0:00
K	Lomarakenus M (Pirttiniemi)		0:00
L	Metsästysmaja/eräkämpä N (Hautakangas)		8:07

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

No.	Name	Expected [h/year]
1	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (447)	0:00
2	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (448)	10:14
3	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (449)	1:10
4	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (450)	2:33
5	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (451)	2:08
6	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (452)	1:01
7	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (453)	0:00
8	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (454)	1:12
9	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (455)	3:02
10	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (456)	9:05
11	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (457)	0:00

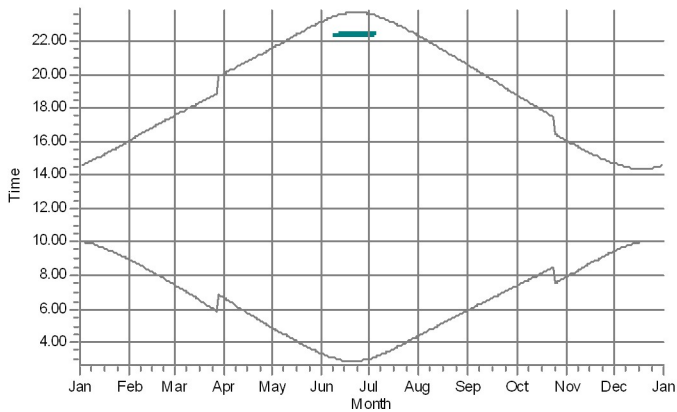
Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

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.

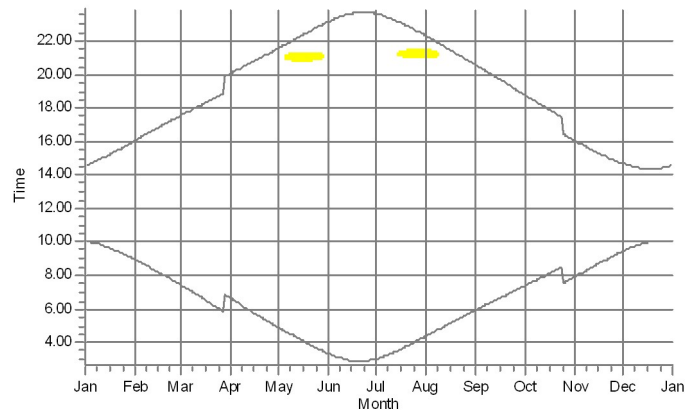
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Hautakangas_RD200x11xHH200_real case no forest_20221122

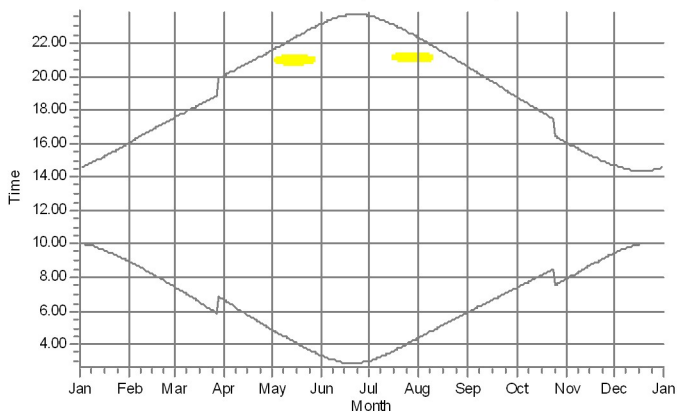
A: Asuinrakennus A (Koskenperäntie 253)



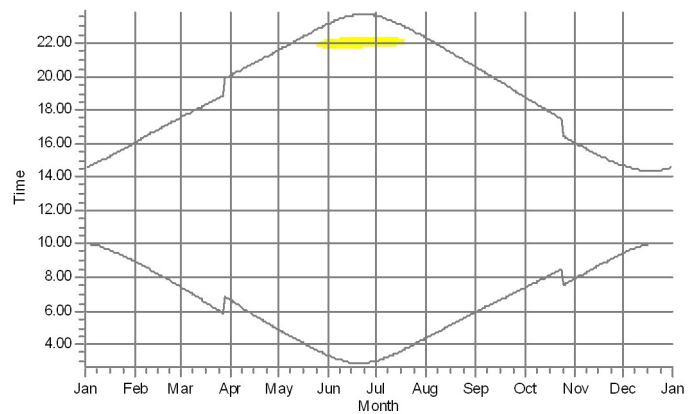
B: Asuinrakennus B (Lammintie 181)



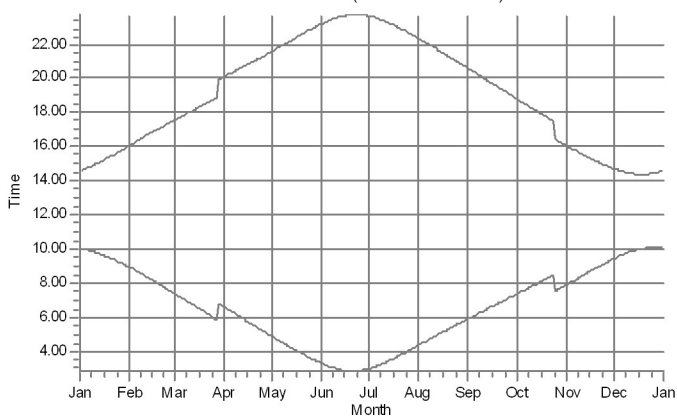
C: Asuinrakennus C (Lammintie 188)



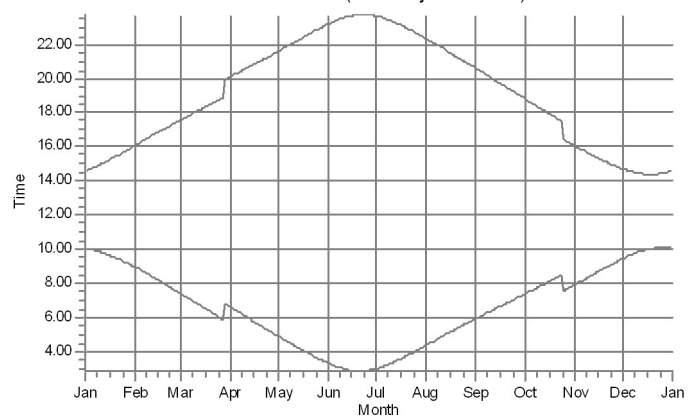
D: Asuinrakennus D (Lammintie 140)



E: Asuinrakennus E (Hautalantie 210)



F: Asuinrakennus F (Lohvanjoentie 126)



WTGs

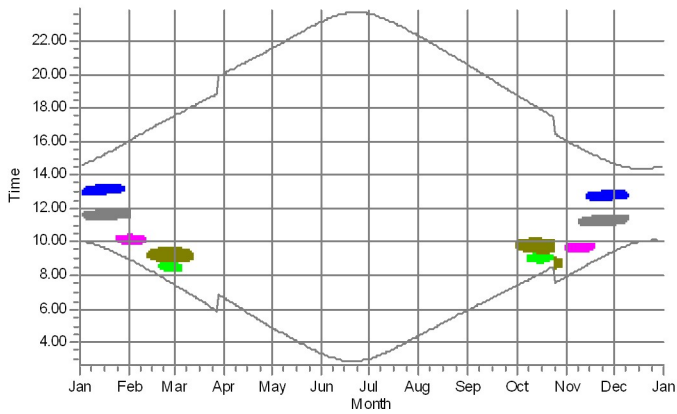
2: Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (448)

6: Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (452)

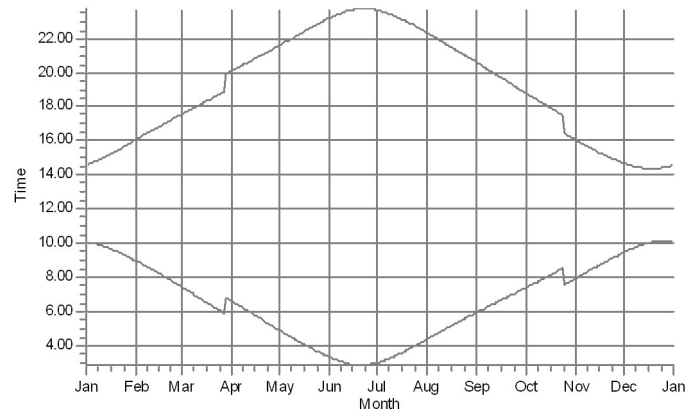
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Hautakangas_RD200x11xHH200_real case no forest_20221122

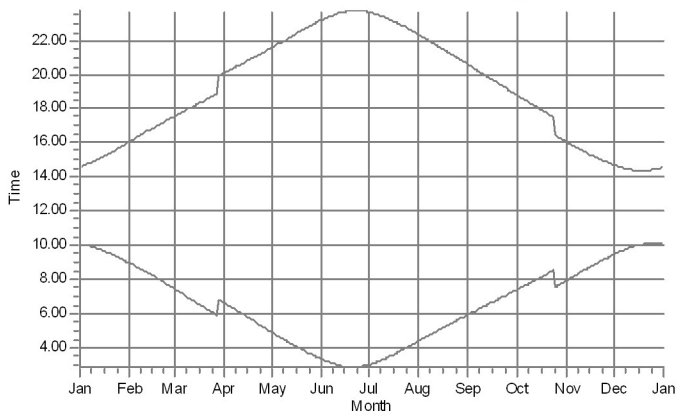
G: Metsästysmaja/eräkämpä H (Hautakangas)



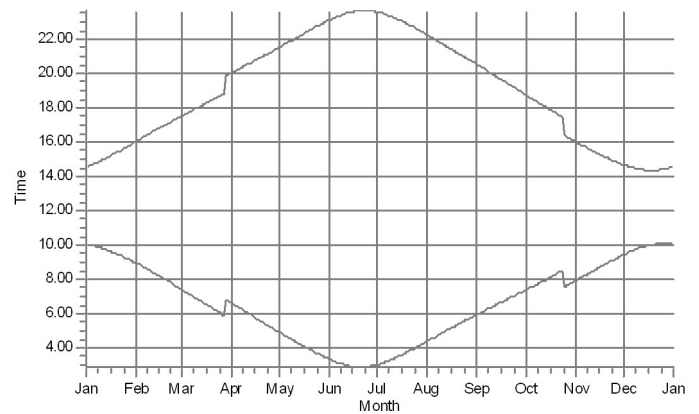
H: Asuinrakennus I (Yhteismetsäntie 250)



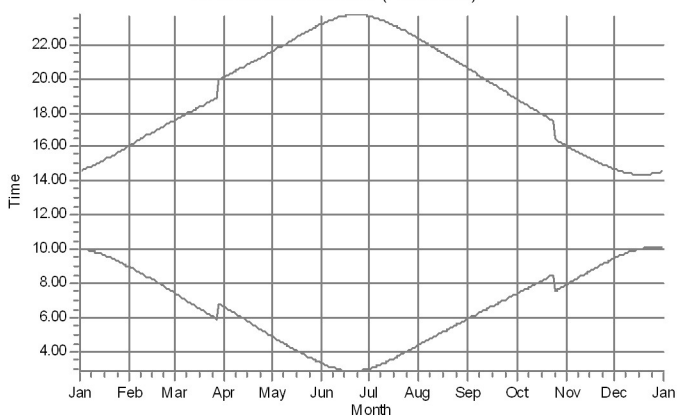
I: Asuinrakennus J (Yhteismetsäntie 226)



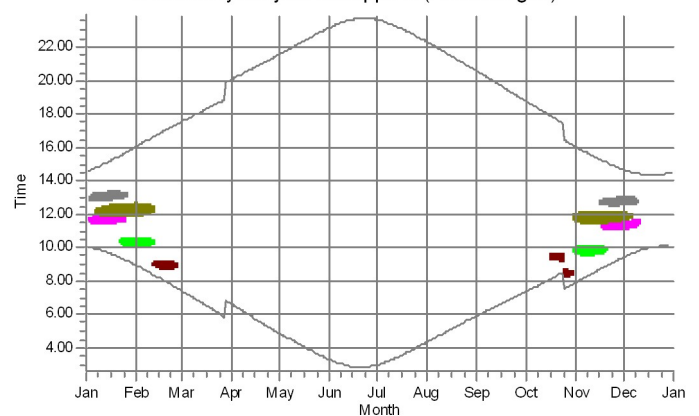
J: Lomarakennus K (Lahnakankaantie 375)



K: Lomarakennus M (Pirttiniemi)



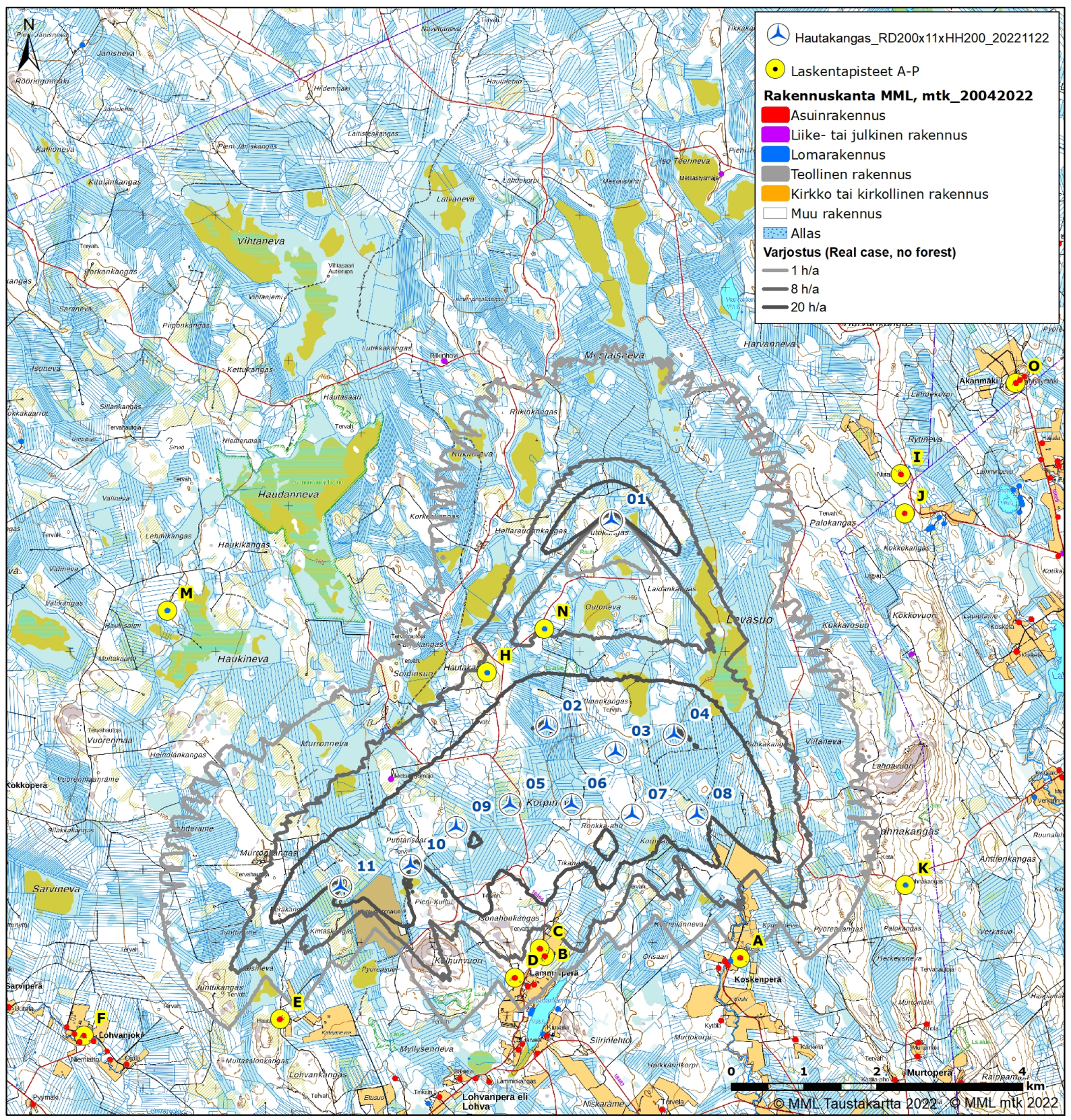
L: Metsästysmaja/eräkämpä N (Hautakangas)



WTGs

- 3: Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (449)
- 4: Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (450)
- 5: Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (451)

- 8: Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (454)
- 9: Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (455)
- 10: Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (456)



1.12.2022

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

Project:

Hautakangas_112020

Licensed user:

FCG Finnish Consulting Group Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666
Henna-Riikka / henna-riikka.rintamaki@fcg.fi
Calculated:
30.11.2022 14:58/3.5.584

SHADOW - Main Result

Calculation: Hautakangas_RD200x11xHH200_real case Luke forest_20221122

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence 2 500 m
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) [LULEA]

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,60	2,61	4,18	6,47	8,80	10,60	9,50	6,88	4,22	2,77	1,22	0,17

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
516	381	378	404	499	818	1 002	983	885	788	677	651	7 982

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_Hautakangas_112020

Area object(s) used in calculation:

Area object (Heights a.g.l. for e.g. Forest (ORA tool) or ZVI obstructions): REC

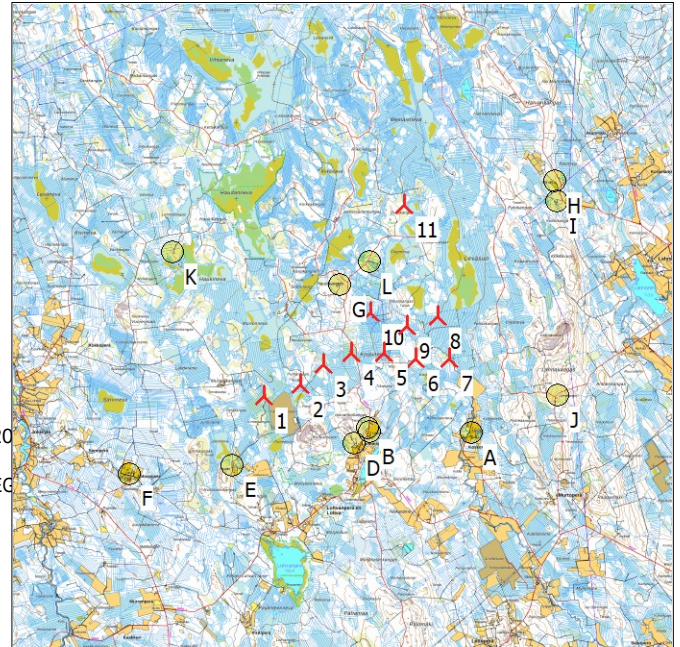
Area object (se): (9)

Area object (ne): (10)

Area object (nw): (11)

Obstacles used in calculation

Receptor grid resolution: 1,0 m



New WTG

Scale 1:200 000

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	RPM
			[m]								[m]	[RPM]
1	454 719	7 073 768	173,3	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4
2	455 680	7 074 064	172,5	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4
3	456 302	7 074 586	168,6	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4
4	457 041	7 074 897	162,9	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4
5	457 886	7 074 902	159,7	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4
6	458 721	7 074 755	155,8	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4
7	459 613	7 074 759	157,2	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4
8	459 300	7 075 859	159,8	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4
9	458 492	7 075 619	157,5	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4
10	457 550	7 075 973	161,3	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4
11	458 434	7 078 806	167,2	Generic RD200 HH200 5600 2...	Yes	Generic	RD200 HH200-5 600	5 600	200,0	200,0	2 500	10,4

Shadow receptor-Input

No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Elevation	Slope of	Direction mode	Eye height
							a.g.l.	window		(ZVI) a.g.l.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	Asuinrakennus A (Koskenperäntie 253)	460 199	7 072 787	152,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
B	Asuinrakennus B (Lammintie 181)	457 521	7 072 814	165,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
C	Asuinrakennus C (Lammintie 188)	457 450	7 072 917	167,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
D	Asuinrakennus D (Lammintie 140)	457 106	7 072 517	173,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
E	Asuinrakennus E (Hautalantie 210)	453 882	7 071 947	172,9	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
F	Asuinrakennus F (Lohvanjoentie 126)	451 186	7 071 721	145,6	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
G	Metsästysmaja/eräkämpä H (Hautakangas)	456 725	7 076 711	178,3	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
H	Asuinrakennus I (Yhteismetsäntie 250)	462 406	7 079 436	145,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
I	Asuinrakennus J (Yhteismetsäntie 226)	462 461	7 078 899	140,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
J	Lomarakenus K (Lahnakankaantie 375)	462 471	7 073 789	166,4	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
K	Lomarakenus M (Pirttiniemi)	452 332	7 077 562	160,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
L	Metsästysmaja/eräkämpä N (Hautakangas)	457 514	7 077 312	167,3	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0

SHADOW - Main Result

Calculation: Hautakangas_RD200x11xHH200_real case Luke forest_20221122

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, expected values
		Shadow hours per year [h/year]
A	Asuinrakennus A (Koskenperäntie 253)	1:01
B	Asuinrakennus B (Lammintie 181)	3:41
C	Asuinrakennus C (Lammintie 188)	0:00
D	Asuinrakennus D (Lammintie 140)	0:00
E	Asuinrakennus E (Hautalantie 210)	0:00
F	Asuinrakennus F (Lohvanjoentie 126)	0:00
G	Metsästysmaja/eräkämpä H (Hautakangas)	9:25
H	Asuinrakennus I (Yhteismetsäntie 250)	0:00
I	Asuinrakennus J (Yhteismetsäntie 226)	0:00
J	Lomarakenus K (Lahnakankaantie 375)	0:00
K	Lomarakenus M (Pirttiniemi)	0:00
L	Metsästysmaja/eräkämpä N (Hautakangas)	0:00

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

No.	Name	Expected [h/year]
1	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (447)	0:00
2	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (448)	3:41
3	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (449)	1:10
4	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (450)	0:00
5	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (451)	1:14
6	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (452)	1:01
7	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (453)	0:00
8	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (454)	0:00
9	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (455)	1:25
10	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (456)	5:34
11	Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (457)	0:00

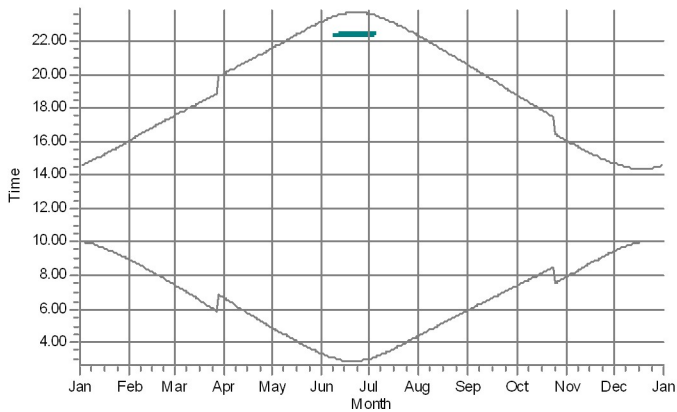
Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

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.

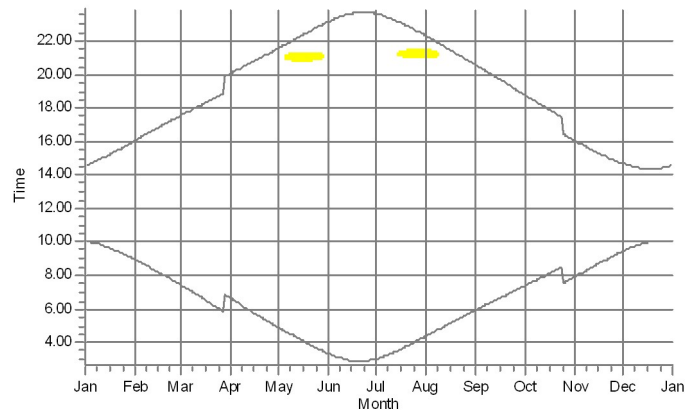
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Hautakangas_RD200x11xHH200_real case Luke forest_20221122

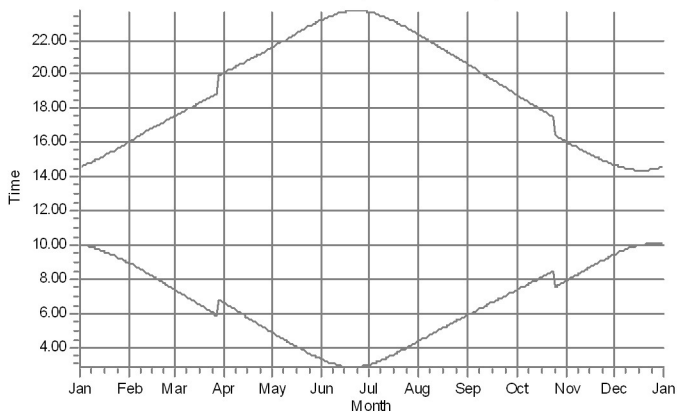
A: Asuinrakennus A (Koskenperäntie 253)



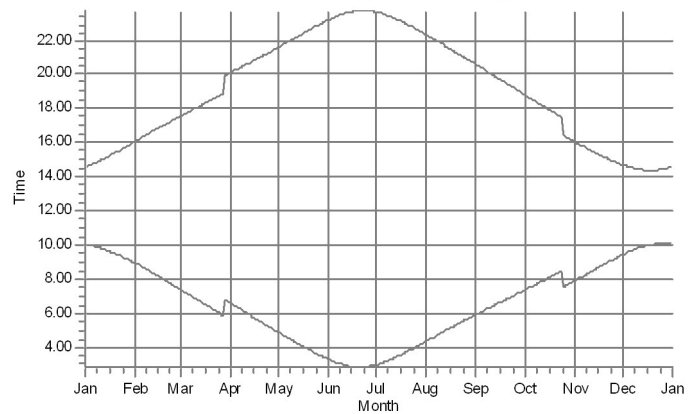
B: Asuinrakennus B (Lammintie 181)



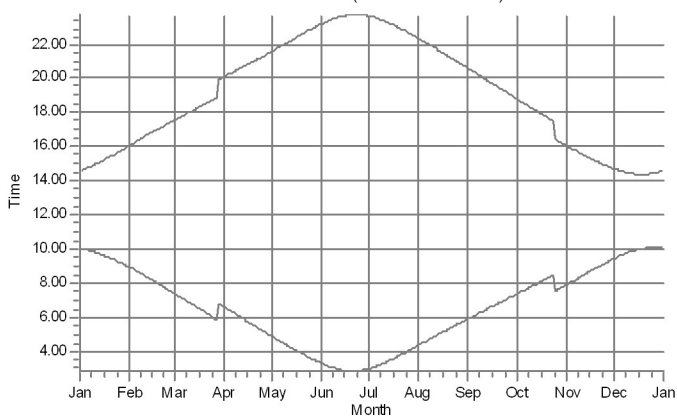
C: Asuinrakennus C (Lammintie 188)



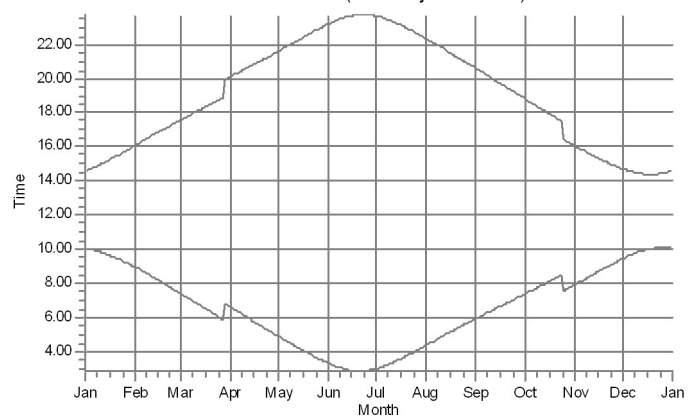
D: Asuinrakennus D (Lammintie 140)



E: Asuinrakennus E (Hautalantie 210)



F: Asuinrakennus F (Lohvanjoentie 126)



WTGs

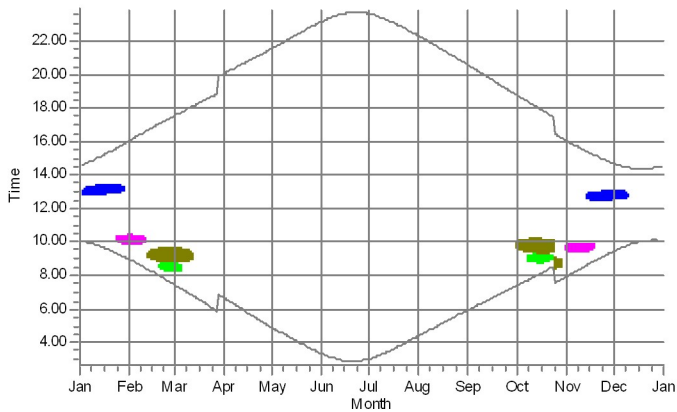
2: Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (448)

6: Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (452)

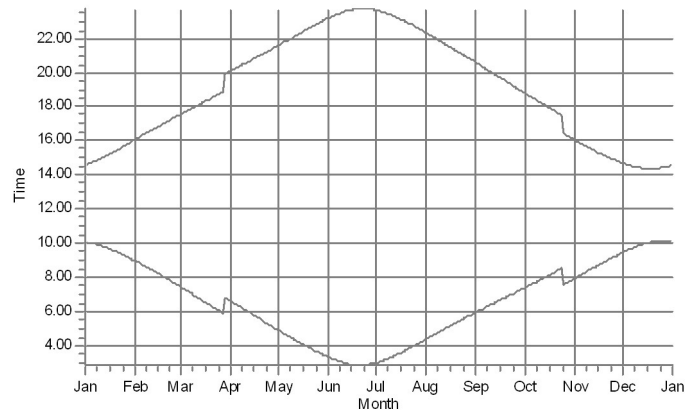
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Hautakangas_RD200x11xHH200_real case Luke forest_20221122

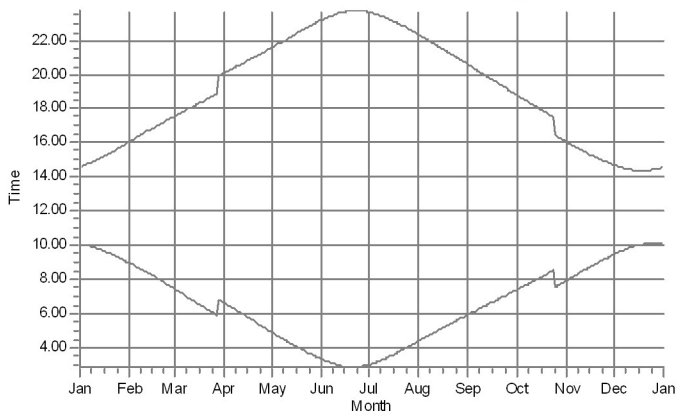
G: Metsästysmaja/eräkämpä H (Hautakangas)



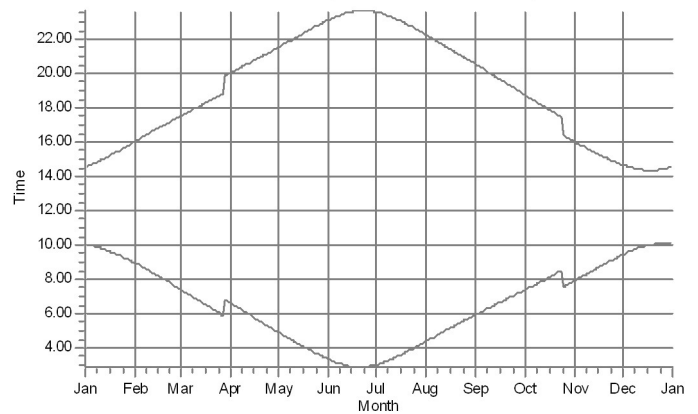
H: Asuinrakennus I (Yhteismetsäntie 250)



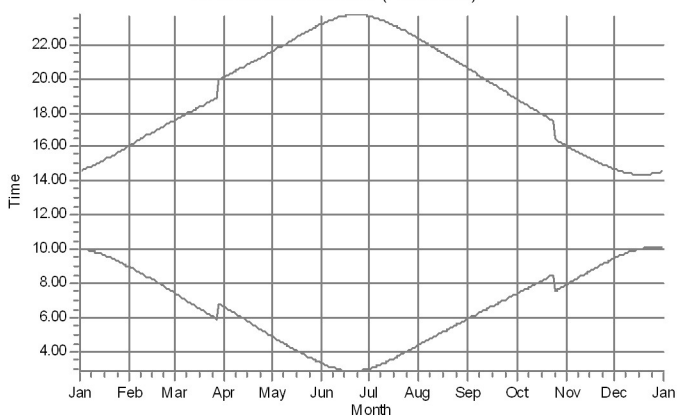
I: Asuinrakennus J (Yhteismetsäntie 226)



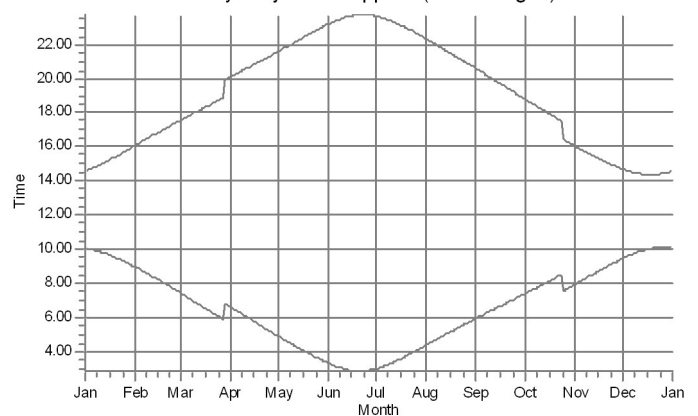
J: Lomarakennus K (Lahnakankaantie 375)



K: Lomarakennus M (Pirttiniemi)



L: Metsästysmaja/eräkämpä N (Hautakangas)



WTGs

3: Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (449)
 5: Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (451)

9: Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (455)
 10: Generic RD200 HH200 5600 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (456)

