

KOVASIN TUULIVOIMA OY

Kovasinkankaan tuulivoimahanke Ii

Melu- ja varjostusmallinnukset

Sisällysluettelo

1	MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUKSEN TAVOITTEET	3
2	LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT	3
2.1	Melu	3
2.1.1	Melumallinnus	3
2.1.2	Matalataajuinen melu	4
2.2	Varjostusmallinnus	5
2.3	Paikkatietoaineisto	5
2.4	Voimalat.....	5
2.5	Raja- ja ohjearvot.....	7
2.5.1	Melu	7
2.5.2	Varjostus	8
3	MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUSTEN TULOKSET	9
3.1	Melun laskentatulokset ISO 9613-2.....	9
3.2	Matalataajuiset melutasot	10
3.3	Varjostusmallinnuksen tulokset	11

Karhu, Liisa

5.12.2022

Liitteet

Liite 1: Kovasinkankaan tuulivoimahanke - Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2, YM 2/2014

Liite 2: Kovasinkankaan tuulivoimahanke - Matalataajuisen melun rakennuskohtaiset arvot

Liite 3: Kovasinkankaan tuulivoimahanke - Varjostusmallinnusten tulokset "real case, no forest"

5.12.2022

Kovasinkankaan tuulivoimahanke Ii

1 MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUKSEN TAVOITTEET

Iin kunnassa sijaitsevan Kovasinkankaan tuulivoimahankkeessa hankeomistaja Kovasin tuulivoima Oy suunnittelee 6 voimalan rakentamista. Voimaloiden Vestas 162-6.2MW melupäästö on 107,8 dB(A) ilman sahalaitoja. Voimalaitokseen on lisätty 2 dB(A) varmuusvaraa. Voimalavalmistaja Vestas ei kuitenkaan edellytä varmuusvaran lisäämistä, sillä voimalaitoksen V162 lähtömelutaso on takuuarvo. Voimaloiden roottorin halkaisija on 162 m (RD) ja voimalan napakorkeus 199 m (HH). Voimalan kokonaiskorkeus on 280 metriä.

Tuulivoimaloiden aiheuttamia melu ja varjostuksia on arvioitu laskentamallien avulla kaavan hyväksymisvaiheen voimalasijoittelulle. Yhteisvaikutuksia on mallinnettu hankealueen läheisyydessä sijaitsevan Ketunmaankankaan tuulivoimahankkeen kanssa. Ketunmaankankaan voimalaitokset ovat Vestaksen V126 -3.45MW voimaloita. Suunnitteilla on 5 voimalaa, joiden napakorkeus on 137 metriä.

Melu- ja varjostusmallinnukset on laatinut FM Liisa Karhu FCG Finnish Consulting Group Oy:stä.

2 LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT

2.1 Melu

2.1.1 Melumallinnus

Tuulivoimaloiden aiheuttamat äänenpainetasot on mallinnettu WindPRO-laskentaohjelmalla ISO 9613-2 standardin mukaisesti. Ympäristöhallinnon tuulivoimaloiden melun mallintamista koskevan ohjeen 2/2014 mukaisesti tuulen nopeutena käytettiin 8 m/s, ilman lämpötilana 15 °C, ilmanpaineena 101,325 kPa, ilman suhteellisenä kosteutena 70 %, maanpinnan kovuutena arvoa 0,4 ja järvien vesipinnan kovuutena arvoa 0,0. Laskenta on tehty 4,0 m maan pinnan tasosta. Laskennan pystysuora resoluutio on 1,0 m ja vaakasuora resoluutio on 1,0 m.

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

5.12.2022

Taulukko 1. Käytetyt mallinnusparametrit ISO 9613-2 laskelmissa sekä melulle altistuvat kohteet.

MALLINNUSOHJELMA JA VERSIO:			
WindPRO version 3.4.388		Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2	
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT			
Laskenta korkeus		Laskentaruudun koko [m·m]	
4,0 m		25x25 m	
Suhteellinen kosteus		Lämpötila	
70 %	Muu, mikä ja miksi:	15 C°	
Maastomallin lähde ja tarkkuus			
Maastomallin lähde: MML maastotietokanta		Vaakaresoluutio:1,0	Pystyresoluutio:1,0
Maan- ja vedenpinnan absorption ja heijastuksen huomioiminen, käytetyt kertoimet			
Maa	0,4		HUOM
Vesistöt	0,0		
Ilmakehän stabiilius laskennassa/meteorologinen korjaus			
Neutraali, (0): Neutraali		Muu, mikä ja miksi:	
Sääolosuhteiden huomiointi; laskennassa käytetty tuulen suunnat ja nopeus			
Tuulen suunta: 0-360°		Tuulenoisuus: 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 ääneneristävyysarvojen ja tuloksia 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
DLo [dB]	7.6	8.3	9.2	10.3	11.5	13.0	14.8	16.8	18.8	21.1	22.8

5.12.2022

Tulokset on esitetty taajuuskohtaisena taulukkona hankealueen ympäröidyille asuin- ja lomarakennuksille.

2.2 Varjostusmallinnus

Tuulivoimaloiden varjostusvaikutuksia mallinnettiin WindPRO-ohjelman Shadow-moduulilla. Laskennoissa varjot huomioidaan, jos aurinko on yli 3 astetta horisontin yläpuolella ja varjoksi lasketaan, kun siipi peittää vähintään 20 % auringosta.

Varjostusmallin laskennassa on huomioitu hankealueen korkeustiedot, tuulivoimaloiden sijainnit, tuulivoimalan napakorkeudet ja roottorin halkaisija ja 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 Luulajan sääaseman pitkäaikaisiin mitattuihin sää tietoihin 1981-2010, (Ilmatieteenlaitos raportti 2012:1). Laskentojen tuulen suunta ja nopeusjakaumana käytettiin NASA:n MERRA-dataa (Modern Era Retrospective-analysis for Research and Applications) hankealueen läheisyydeltä.

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

2.3 Paikkatietoaineisto

Korkeustiedot perustuvat Maanmittauslaitoksen (MML) maastotietokannan korkeuskäyrä aineistoon. Korkeusaseman intrapoloitimenetelmänä kohteille on käytetty WindPro TIN menetelmä.

Rakennusten käyttötarkoitus on arvoitu MML maastotietokannan asuin-, liike- tai julkisen-, loma-, teollisen-, kirkollisen, tai muun rakennuksen mukaisesti.

2.4 Voimalat

Tuulivoimaloiden melumallinnuksen lähtöarvoina on käytetty valmistajan ilmoittamia tuulivoimaloiden melupäästön arvoja.

5.12.2022

Taulukko 3. Kovasinkankaan hankkeen tuulivoimaloiden tyyppitiedot ja äänitehotasot sekä melun erityispiirteet.

TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)							
Tuulivoimalan valmistaja: Vestas				Tyyppi: V162 – 6.2 MW		Sarjanumero/t:-	
Nimellisteho: 6.2MW		Napakorkeus: 199 m		Roottorin halkaisija: 162 m		Tornin tyyppi: teräs	
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	
Ei		Ei		Noise mode, lähtömelutaso		107,1 dB(A)	
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
Melupäästötiedot perustuvat dokumenttiin: " DMS no.: 0095-3732_00 Third octave noise emission, EnVentusTM V162-6.0 MW 50/60Hz							
Mallinuksissa on lisätty voimalan äänitehotasoihin 2 dB ympäristöministeriön ohjeen 2/2014 mukaisesti.							
Oktaaveittain [Hz], dB(A)		1/3-oktaaveittain [Hz], dB(A)					
31,5	-	20	63,6	200	97,1	2000	93,9
63	90,4	25	68,4	250	98,4	2500	91,6
125	98,4	31,5	73,1	315	99,4	3150	88,9
250	103,2	40	77,6	400	100	4000	85,7
500	104,9	50	81,3	500	100,2	5000	82,3
1000	103,5	63	84,9	630	100,1	6300	78,5
2000	98,9	80	88,2	800	99,6	8000	74,2
4000	91,2	100	90,9	1000	98,7	10000	69,8
8000	80,3	125	93,3	1250	97,5		
109,6 dB(A)		160	95,5	1600	95,8		
Melun erityispiirteiden mittausta ja havainnot:							
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)		Muu, Mikä:	
kyllä	Ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei

5.12.2022

Taulukko 3. Ketunmaankankaan tuulivoimaloiden äänitehotasot sekä melun erityispiirteet.

TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)							
Tuulivoimalan valmistaja: Vestas				Tyyppi: V126-3.45 MW		Sarjanumero/t:-	
Nimellisteho:3,45 MW		Napakorkeus: 137 m		Roottorin halkaisija:126		Tornin tyyppi: teräs/hybridi	
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun							
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus		Muu, mikä			
Kyllä		Kyllä		- dB		Noise mode säätö: Mode 0 STE	
Ei		Ei				Noise mode, lähtömelutaso 106.2 dB(A)	
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
Melupäästötiedot perustuvat dokumenttiin DMS no.: 0049-9517_01, V126-3.45MW-(IEC3A)-50/60Hz Third octave noise emission. Date 2015-02-23							
Oktaaveittain [Hz],dB(A)		1/3-oktaaveittain [Hz] LWA dB					
		20	65,1	200	90,1	1600	94,6
63	88,2	25	70,1	250	91,3	2000	94,3
125	94,3	31,5	70,7	315	92,3	2500	91,8
250	96,1	40	75,1	400	92,6	3150	88,7
500	99,5	50	80,3	500	93,8	4000	87,2
1000	102,3	63	83,8	630	96,8	5000	80,5
2000	98,5	80	85,0	800	97,3	6300	76,6
4000	91,4	100	87,6	1000	97,8	8000	74,9
8000	80,2	125	91,2	1250	97,5		
106,2 dB(A)		160	89,1				
Melun erityispiirteiden mittausta ja havainnot:							
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)		Muu, Mikä:	
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei

2.5 Raja- ja ohjearvot

2.5.1 Melu

Valtioneuvoston asetuksessa (1107/2015) tuulivoimaloille on määritelty ohjearvot 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.

5.12.2022

Taulukko 4. Valtioneuvoston asetuksen mukaiset tuulivoimaloiden melutason ohjearvot (Valtioneuvoston asetus 1107/2015).

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 5. Matalataajuisen sisämelun tunnin keskiäänitason toimenpiderajat nukkumiseen tarkoitetuissa tiloissa.

Terssikaista Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Keskiäänitaso LZeq,1h, dB	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32
Edellisestä laskettu keski- äänitaso A- painotettuna LAeq,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 LAeq,1h mitattuna niissä tiloissa, jotka on tarkoitettu nukkumiseen.

2.5.2 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 määräästä. Esimerkiksi Ruotsissa suositus on kahdeksan tuntia vuodessa ja 30 minuuttia päivässä.

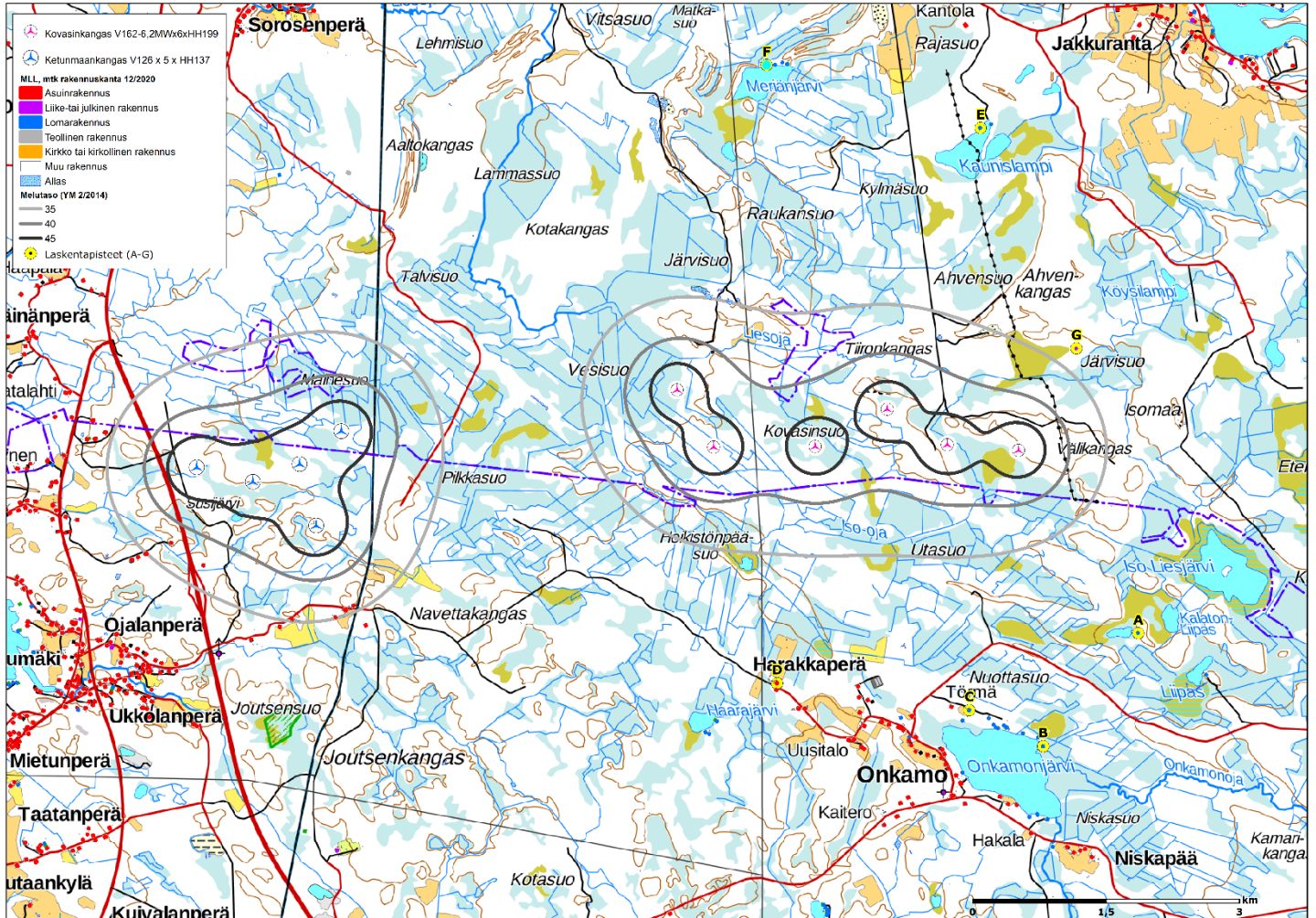
Arvioinnissa on tarkasteltu vaikutuksia alueella, jossa varjoja tai välkettä mallinnuksen mukaisessa todellisessa tilanteessa ("real case") esiintyy vähintään kahdeksan tuntia vuodessa.

5.12.2022

3 MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUSTEN TULOKSET

3.1 Melun laskentatulokset ISO 9613-2

Tuulivoimapuistoa lähimpien asuin- ja lomarakennusten pihapiirissä melutasot jäävät laskelmien mukaan alle 40 dB(A) (Liite 1).



Kuva 1. Laskennalliset melutasot standardin ISO 9613-2 mukaisesti.

5.12.2022

Taulukko 6. Laskennalliset melutasot lähtömelutason olleessa 104,0 dB(A).

Laskentapiste	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Kohteen korkeus-asema (m)	Laskenta-korkeus (m)	Melutaso dB(A)
Lomarakennus A (Kantolantie 285)	435 168	7 235 667	40	4,0	30,3
Lomarakennus B (Kantolantie 142)	434 099	7 234 395	35	4,0	30,3
Lomarakennus C (Kantolantie 42)	433 269	7 234 801	35	4,0	31,7
Asuinrakennus D (Onkamonylänatie 280)	431 108	7 235 103	32,5	4,0	28,9
Lomarakennus E (Kaunislammentie 153)	433 395	7 241 348	37,5	4,0	28,1
Lomarakennus F (Meriänjärvi)	430 991	7 242 055	30	4,0	27,5
Liikerakennus G (Impivaarantie kämpmä)	434 473	7 238 869	37,8	4,0	36,9

3.2 Matalataajuiset melutasot

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 voimalaitostyyppillä Vestas V162 6,2MW, matalataajuinen melu ei ylitä Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysohjearvoa. Taulukoissa näkyvät toimenpiderajan alitus (negatiivinen arvo) tai ylitys (positiivinen arvo).

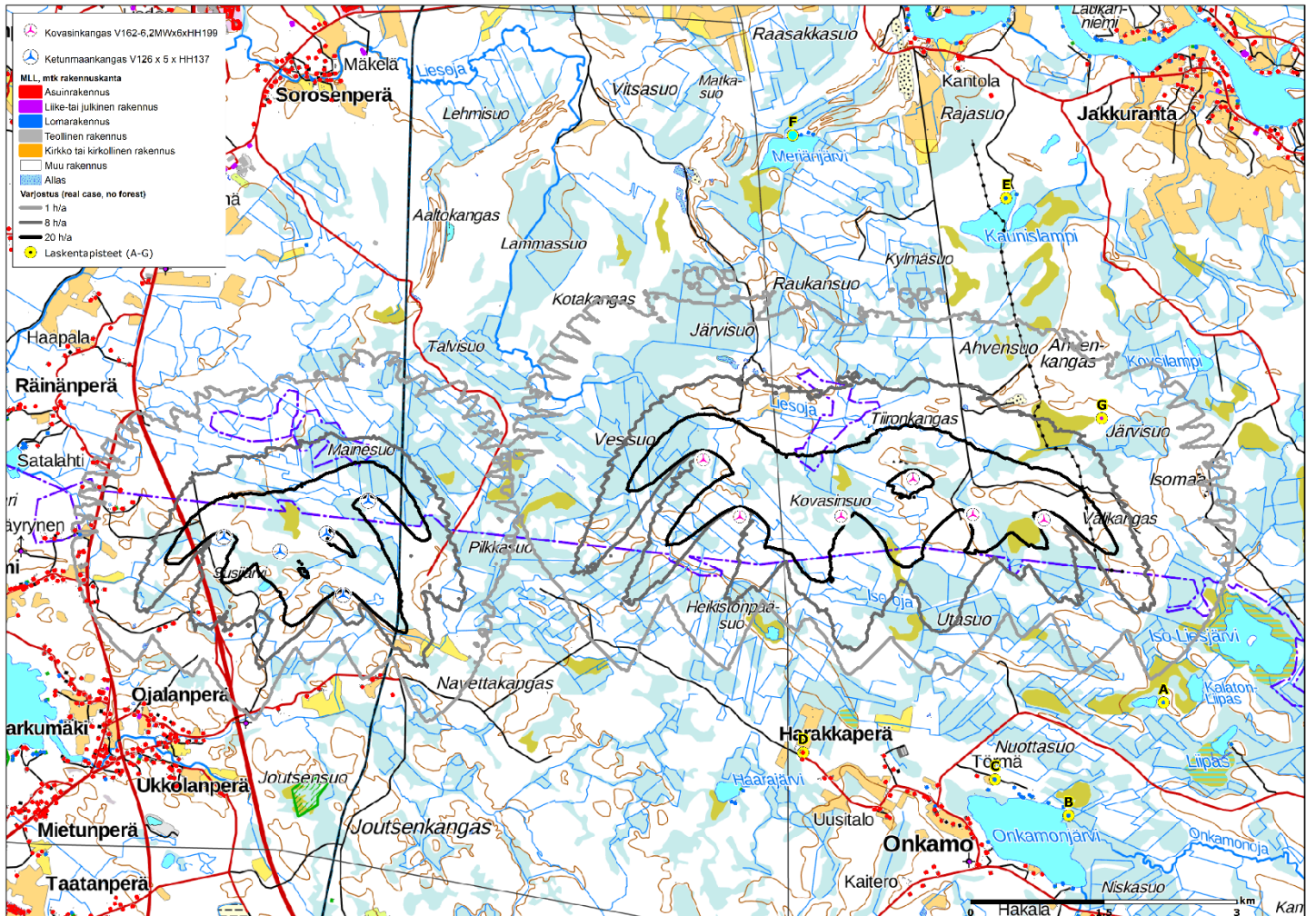
Taulukko 7. Matalataajuisen melun mallinnustulokset sekä vertailu verrattuna Sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajaan. Myös suunnitteilla olevat Ketunmaankankaan tuulivoimalat on huomioitu.

Rakennus	Äänitaso ulkona		Äänitaso sisällä	
	L eq,1h - Asumisterveys- ohje sisällä	Hz	L eq,1h - Asumisterveys- ohje sisällä	Hz
Lomarakennus A (Kantolantie 285)	-1,9	100	-15,8	50
Lomarakennus B (Kantolantie 142)	-3,1	100	-16,8	50
Lomarakennus C (Kantolantie 42)	-1,6	100	-15,4	50
Asuinrakennus D (Onkamonylänatie 280)	-0,4	100	-14,1	50
Lomarakennus E (Kaunislammentie 153)	-2,4	100	-16,1	50
Lomarakennus F (Meriänjärvi)	-3,1	100	-16,5	50
Liikerakennus G (Impivaarantie kämpmä)	3,2	200	-11,6	50

5.12.2022

3.3 Varjostusmallinnuksen tulokset

Tuulivoimapuistoa lähimpien asuin- ja lomarakennusten pihapiirissä varjostusvaikutus on mallinnuksen mukaan kaikissa laskentapisteissä alle 8 h/a, kun puuston suojaava vaikutusta ei ole huomioitu (Liite 3).



Kuva 2. Laskennalliset varjostusmallinnuksen tulokset "real case, no forest".

5.12.2022

Taulukko 8. Laskennalliset varjostustunnit vuodessa lähialueen laskentapisteissä, kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu "real case, no forest".

Laskentapiste	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Kohteen korkeus-asema (m)	Varjostus (h/a)
Lomarakennus A (Kantolantie 285)	435 168	7 235 667	40,0	0:00
Lomarakennus B (Kantolantie 142)	434 099	7 234 395	35,0	0:00
Lomarakennus C (Kantolantie 42)	433 269	7 234 801	35,0	0:00
Asuinrakennus D (Onkamonyläntie 280)	431 108	7 235 103	32,5	0:00
Lomarakennus E (Kaunislammentie 153)	433 395	7 241 348	37,5	0:00
Lomarakennus F (Meriänjärvi)	430 991	7 242 055	30,0	0:00
Liikerakennus G (Impivaarantie kämppä)	434 473	7 238 869	37,8	4:42

Laatija

Tarkastaja

5.12.2022

Liite 1

**Liite 1: Kivasinkankaan tuulivoimahanke - Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2,
YM 2/2014**

DECIBEL - Main Result

Calculation: Kovasinkangas V162-6,2MW x 6 x HH199 + Ketunmaankangas V126-3.45MW x 5 x HH137_202221202

Noise calculation model:

ISO 9613-2 General

Wind speed (in 10 m height):

Highest noise value at receptor

Ground attenuation:

General, Ground factor: 0,4

Meteorological coefficient, CO:

0,0 dB

Type of demand in calculation:

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

Noise values in calculation:

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

Pure tones:

Fixed penalty added to source noise of WTGs with pure tones

Noise sensitive area

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

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

Uncertainty margin:

0,0 dB; Uncertainty margin in NSA has priority

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

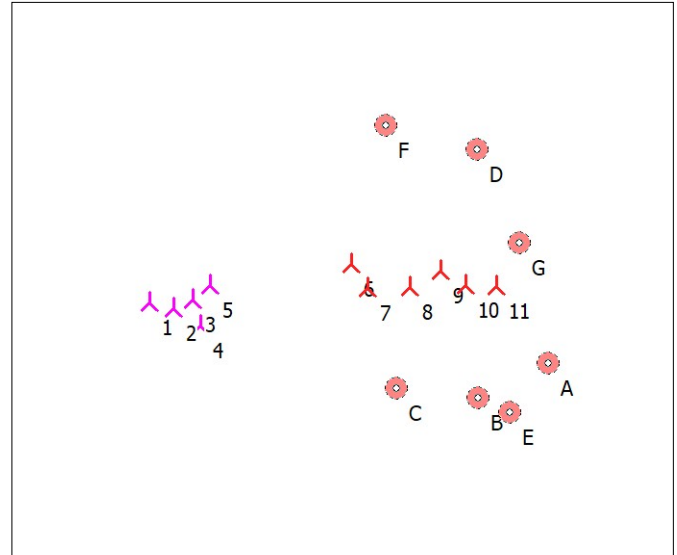
0,0 dB(A)

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTGs

East	North	Z	Row data/Description	WTG type		Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Noise data		First wind speed	LwaRef	Last wind speed	LwaRef	
				Valid	Manufact.				Type-generator	Creator					Name
			[m]			[kW]	[m]	[m]			[m/s]	[dB(A)]	[m/s]	[dB(A)]	
1	424 583	7 237 533	16,1 VESTAS V126-3.45 LTq 3450 12...Yes	Yes	VESTAS	V126-3.45 LTq-3 450	3 450	126,0	137,0	USER	Level 0 - Calculated - Mode 0-0S - 2016-01	8,0	106,2	8,0	106,2
2	425 215	7 237 368	20,0 VESTAS V126-3.45 LTq 3450 12...Yes	Yes	VESTAS	V126-3.45 LTq-3 450	3 450	126,0	137,0	USER	Level 0 - Calculated - Mode 0-0S - 2016-01	8,0	106,2	8,0	106,2
3	425 739	7 237 570	22,5 VESTAS V126-3.45 LTq 3450 12...Yes	Yes	VESTAS	V126-3.45 LTq-3 450	3 450	126,0	137,0	USER	Level 0 - Calculated - Mode 0-0S - 2016-01	8,0	106,2	8,0	106,2
4	425 926	7 236 878	21,5 VESTAS V126-3.45 LTq 3450 12...Yes	Yes	VESTAS	V126-3.45 LTq-3 450	3 450	126,0	137,0	USER	Level 0 - Calculated - Mode 0-0S - 2016-01	8,0	106,2	8,0	106,2
5	426 209	7 237 939	25,0 VESTAS V126-3.45 LTq 3450 12...Yes	Yes	VESTAS	V126-3.45 LTq-3 450	3 450	126,0	137,0	USER	Level 0 - Calculated - Mode 0-0S - 2016-01	8,0	106,2	8,0	106,2
6	429 984	7 238 403	28,3 VESTAS V162-6.2 6200 162,0 IO...Yes	Yes	VESTAS	V162-6.2-6 200	6 200	162,0	199,0	USER	V162 - 6.2 MW Mode NO STE_+2dB - 12 20222	8,0	109,6	8,0	109,6
7	430 394	7 237 760	31,7 VESTAS V162-6.2 6200 162,0 IO...Yes	Yes	VESTAS	V162-6.2-6 200	6 200	162,0	199,0	USER	V162 - 6.2 MW Mode NO STE_+2dB - 12 20222	8,0	109,6	8,0	109,6
8	431 537	7 237 767	35,0 VESTAS V162-6.2 6200 162,0 IO...Yes	Yes	VESTAS	V162-6.2-6 200	6 200	162,0	199,0	USER	V162 - 6.2 MW Mode NO STE_+2dB - 12 20222	8,0	109,6	8,0	109,6
9	432 345	7 238 186	41,0 VESTAS V162-6.2 6200 162,0 IO...Yes	Yes	VESTAS	V162-6.2-6 200	6 200	162,0	199,0	USER	V162 - 6.2 MW Mode NO STE_+2dB - 12 20222	8,0	109,6	8,0	109,6
10	433 021	7 237 786	40,0 VESTAS V162-6.2 6200 162,0 IO...Yes	Yes	VESTAS	V162-6.2-6 200	6 200	162,0	199,0	USER	V162 - 6.2 MW Mode NO STE_+2dB - 12 20222	8,0	109,6	8,0	109,6
11	433 822	7 237 725	38,7 VESTAS V162-6.2 6200 162,0 IO...Yes	Yes	VESTAS	V162-6.2-6 200	6 200	162,0	199,0	USER	V162 - 6.2 MW Mode NO STE_+2dB - 12 20222	8,0	109,6	8,0	109,6



New WTG

Scale 1:200 000
Noise sensitive area

Calculation Results

Sound level

Noise sensitive area

No.	Name	East	North	Z	Immission height	Demands		Sound level
						Noise	From WTGs	
					[m]	[dB(A)]	[dB(A)]	
A	Lomarakennus A (Kantolantie 285)	435 168	7 235 667	40,0	4,0	40,0	30,3	
B	Lomarakennus C (Kantolantie 42)	433 269	7 234 801	35,0	4,0	40,0	30,3	
C	Asuinrakennus D (Onkamonylantie 280)	431 108	7 235 103	32,5	4,0	40,0	31,7	
D	Lomarakennus E (Kaunislammentie 153)	433 395	7 241 348	37,5	4,0	40,0	28,9	
E	Lomarakennus B (Kantolantie 142)	434 099	7 234 395	35,0	4,0	40,0	28,1	
F	Lomarakennus F (Merianjärvi)	430 991	7 242 055	30,0	4,0	40,0	27,5	
G	Liikerakennus G (Impivaarantie kämppä)	434 473	7 238 869	37,8	4,0	40,0	36,9	

Distances (m)

WTG	A	B	C	D	E	F	G
1	10748	9106	6962	9602	10020	7843	9980
2	10097	8453	6313	9097	9368	7439	9379
3	9619	8023	5908	8537	8943	6907	8830
4	9321	7631	5477	8704	8542	7243	8776
5	9243	7726	5660	7953	8650	6310	8316
6	5862	4875	3486	4506	5745	3789	4514
7	5212	4126	2751	4677	5005	4336	4227
8	4195	3435	2698	4034	4235	4322	3136
9	3783	3509	3322	3332	4177	4099	2235
10	3016	2996	3295	3581	3558	4727	1811
11	2458	2976	3774	3648	3341	5174	1316

Project:
Kovasinkangas_20191009

Description:
Kovasinkankaan tuulivoimapuisto, li

Licensed user:
FCG Finnish Consulting Group Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666
Liisa Karhu / liisa.karhu@fcg.fi
Calculated:
2.12.2022 16.32/3.5.584

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Kovasinkangas V162-6,2MW x 6 x HH199 + Ketunmaankangas V126-3.45MW x 5 x HH137_202221202

Noise calculation model:

ISO 9613-2 General

Wind speed (in 10 m height):

Highest noise value at receptor

Ground attenuation:

General, Ground factor: 0,4

Meteorological coefficient, CO:

0,0 dB

Type of demand in calculation:

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

Noise values in calculation:

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

Pure tones:

Fixed penalty added to source noise of WTGs with pure tones

Noise sensitive area

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

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

Uncertainty margin:

0,0 dB; Uncertainty margin in 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: VESTAS V126-3.45 LTq 3450 126.0 !O!

Noise: Level 0 - Calculated - Mode 0-0S - 2016-01

Source	Source/Date	Creator	Edited
HH: Vestas; 10 m: calculated by EMD	8.1.2016	USER	11.9.2019 8.52

Document DMS 0053-3712.03.

Blades without serrated trailing edge.

Hub height wind speed noise data from Vestas. Wind speed at hub height is converted to 10 m height using the IEC 61400-11 wind profile (5 cm roughness). Noise levels are interpolated at integer wind speeds.

Status	Hub height [m]	Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]	Pure tones	Octave data							
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
From Windcat	137,0	8,0	106,2	No	88,2	94,3	96,1	99,5	102,3	98,5	91,4	80,2

WTG: VESTAS V162-6.2 6200 162.0 !O!

Noise: V162 - 6.2 MW Mode N0 STE_+2dB - 12 20222

Source	Source/Date	Creator	Edited
Vestas	22.6.2021	USER	2.12.2022 16.32

DMS no.: 0105-5200_00

Status	Hub height [m]	Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]	Pure tones	Octave data							
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
From Windcat	199,0	8,0	109,6	No	90,4	98,4	103,2	104,9	103,5	98,9	91,2	80,3

Noise sensitive area: A Lomarakennus A (Kantolantie 285)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Project:
Kovasinkangas_20191009

Description:
Kovasinkankaan tuulivoimapuisto, li

Licensed user:
FCG Finnish Consulting Group Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666
Liisa Karhu / liisa.karhu@fcg.fi
Calculated:
2.12.2022 16.32/3.5.584

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Kovasinkangas V162-6,2MW x 6 x HH199 + Ketunmaankangas V126-3.45MW x 5 x HH137_202221202

Noise sensitive area: B Lomarakennus C (Kantolantie 42)

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 D (Onkamonkyläntie 280)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: D Lomarakennus E (Kaunislammentie 153)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: E Lomarakennus B (Kantolantie 142)

Predefined calculation standard:

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

Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

Noise sensitive area: F Lomarakennus F (Meriänjärvi)

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 Liikerakennus G (Impivaarantie kämppä)

Predefined calculation standard:

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

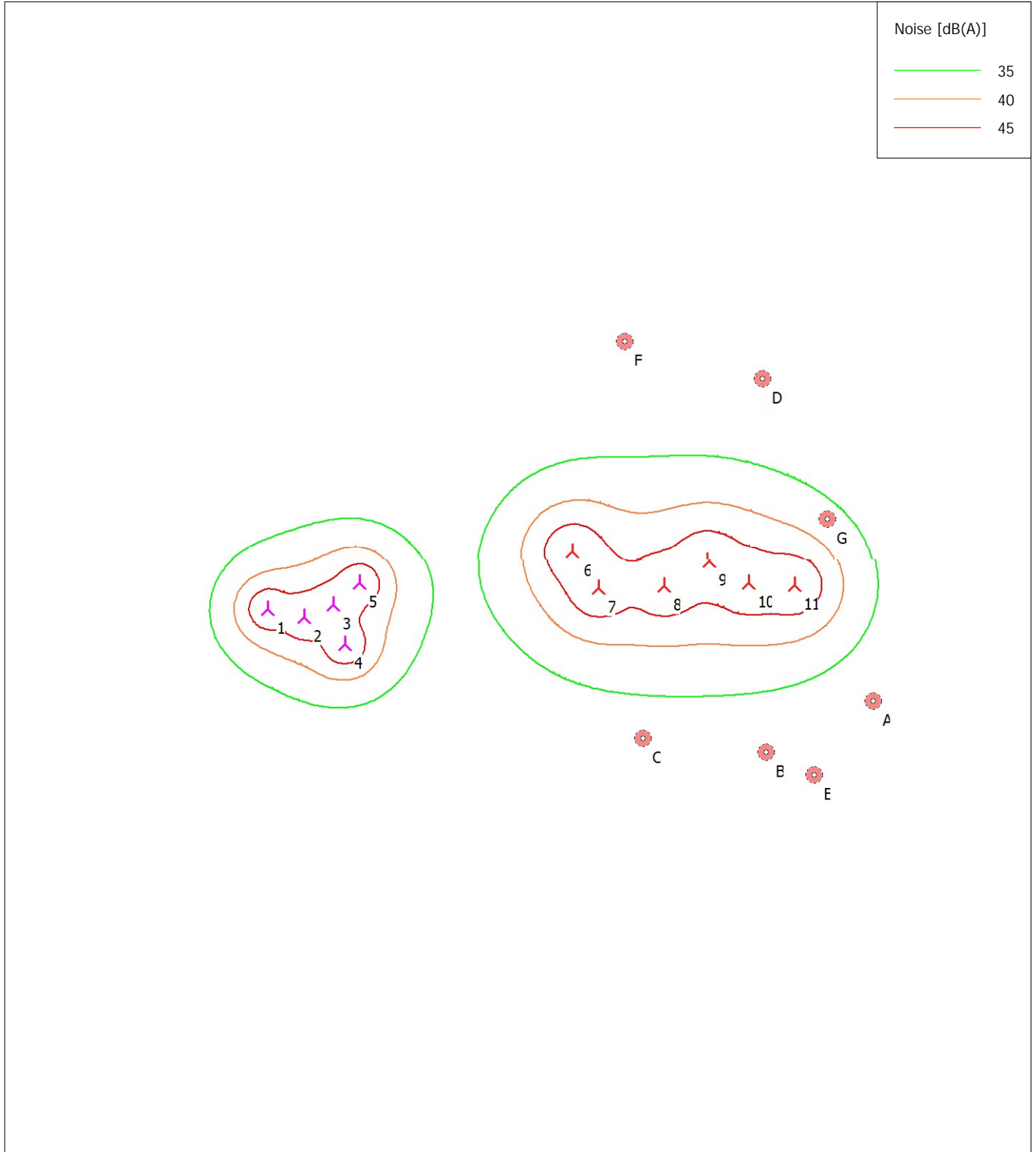
Uncertainty margin: Use default value from calculation model

Noise demand: 40,0 dB(A)

No distance demand

DECIBEL - Map Highest noise value at receptor

Calculation: Kovasinkangas V162-6,2MW x 6 x HH199 + Ketunmaankangas V126-3.45MW x 5 x HH137_202221202



0 1 2 3 4 km

Map: Blank map , Print scale 1:100 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 429 203 North: 7 238 216

New WTG

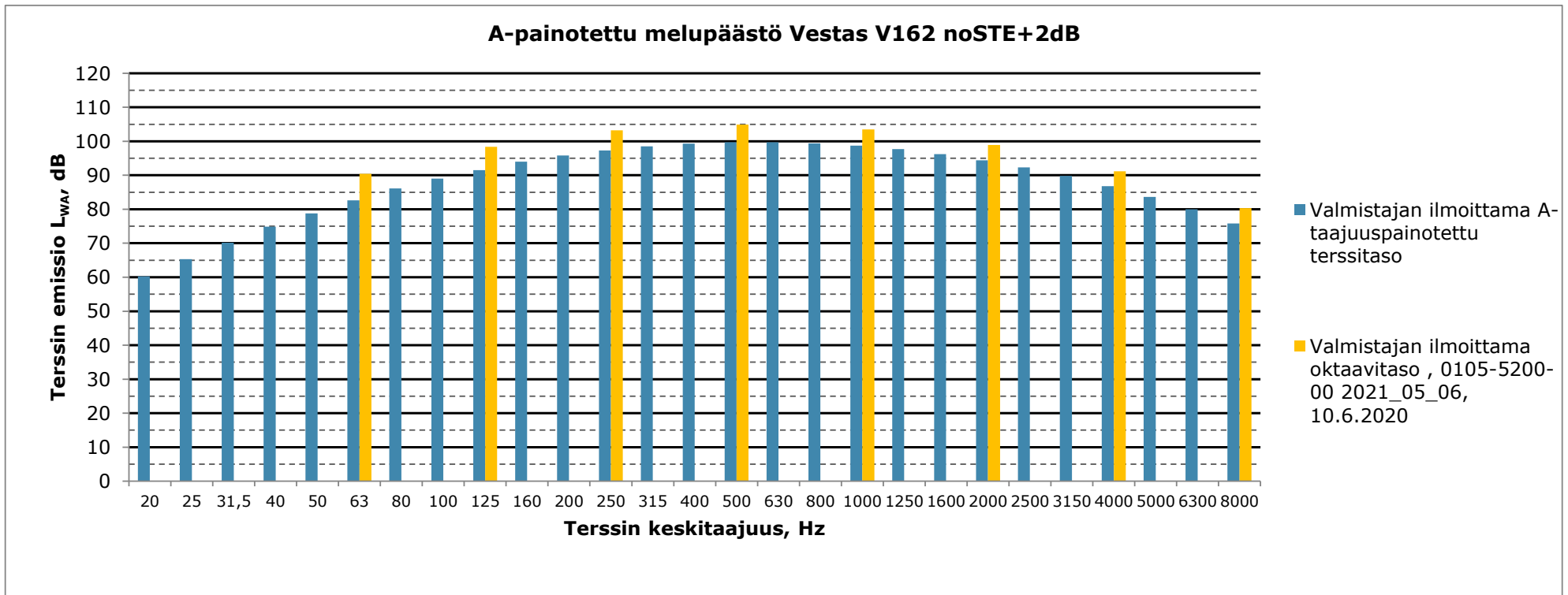
Noise sensitive area

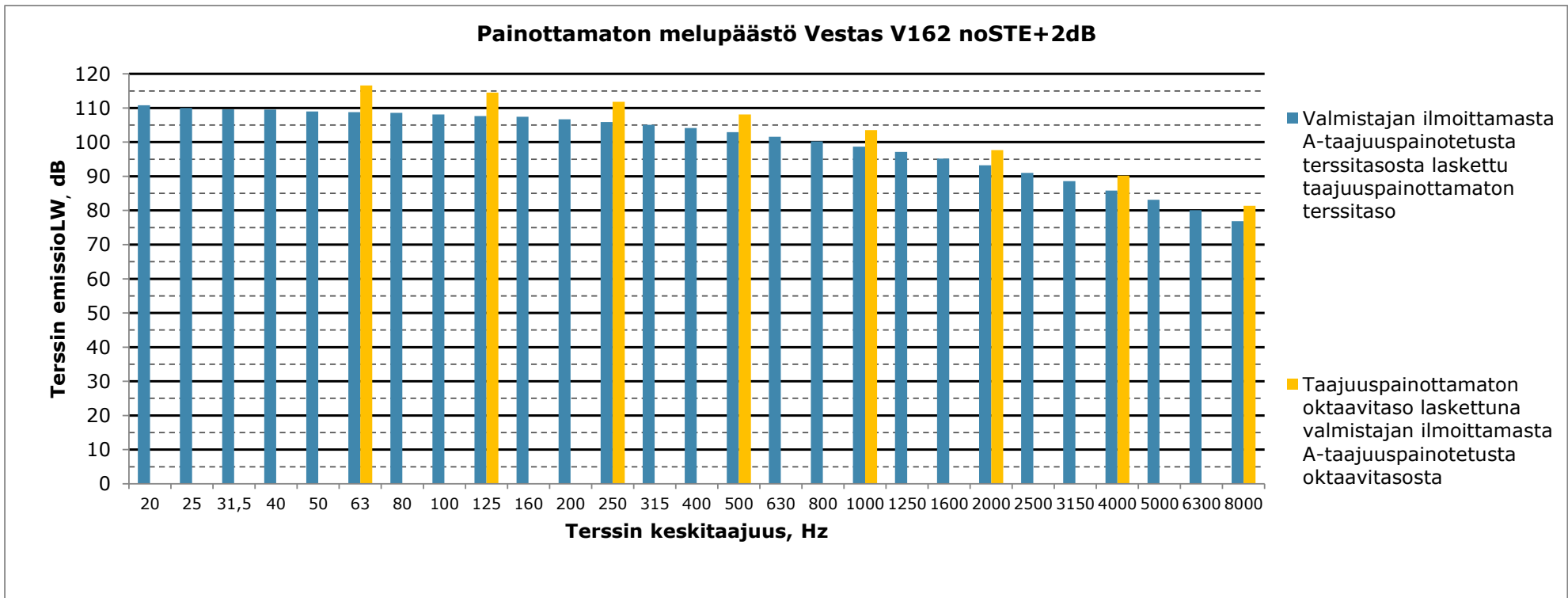
Noise calculation model: ISO 9613-2 General. Wind speed: Highest noise value at receptor
Height above sea level from active line object

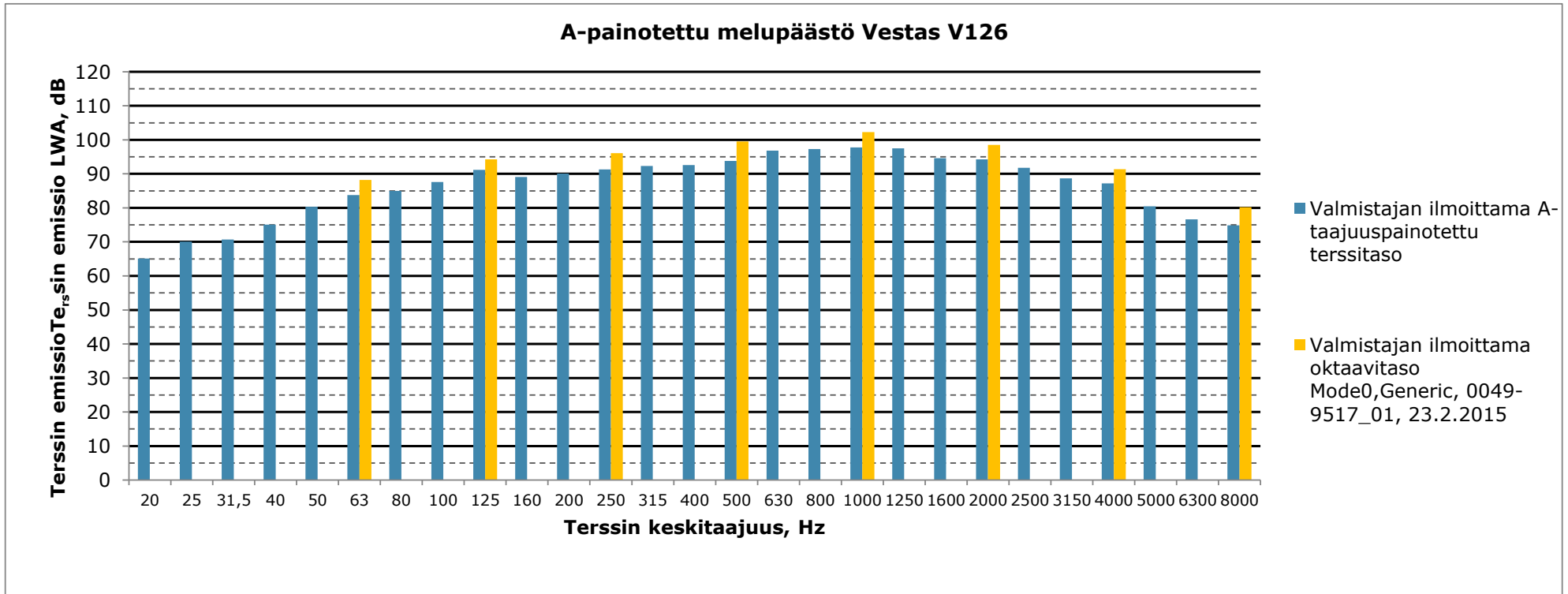
5.12.2022

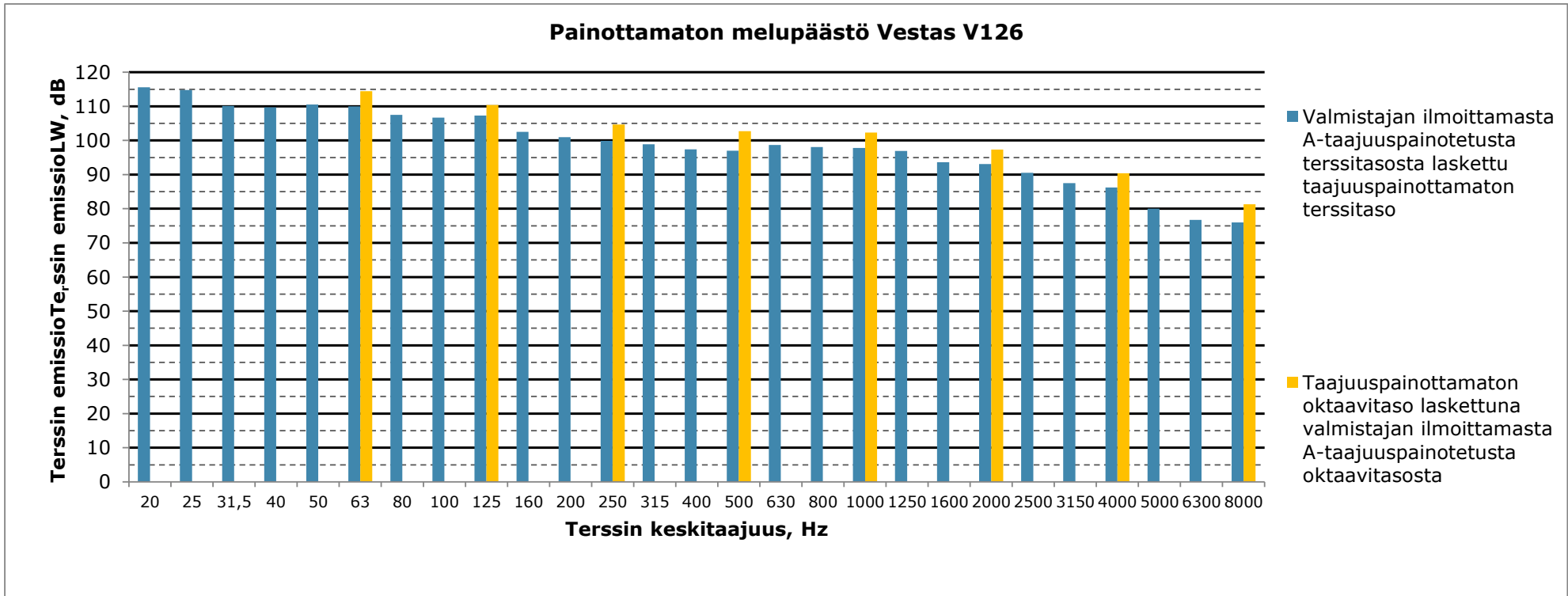
Liite 2

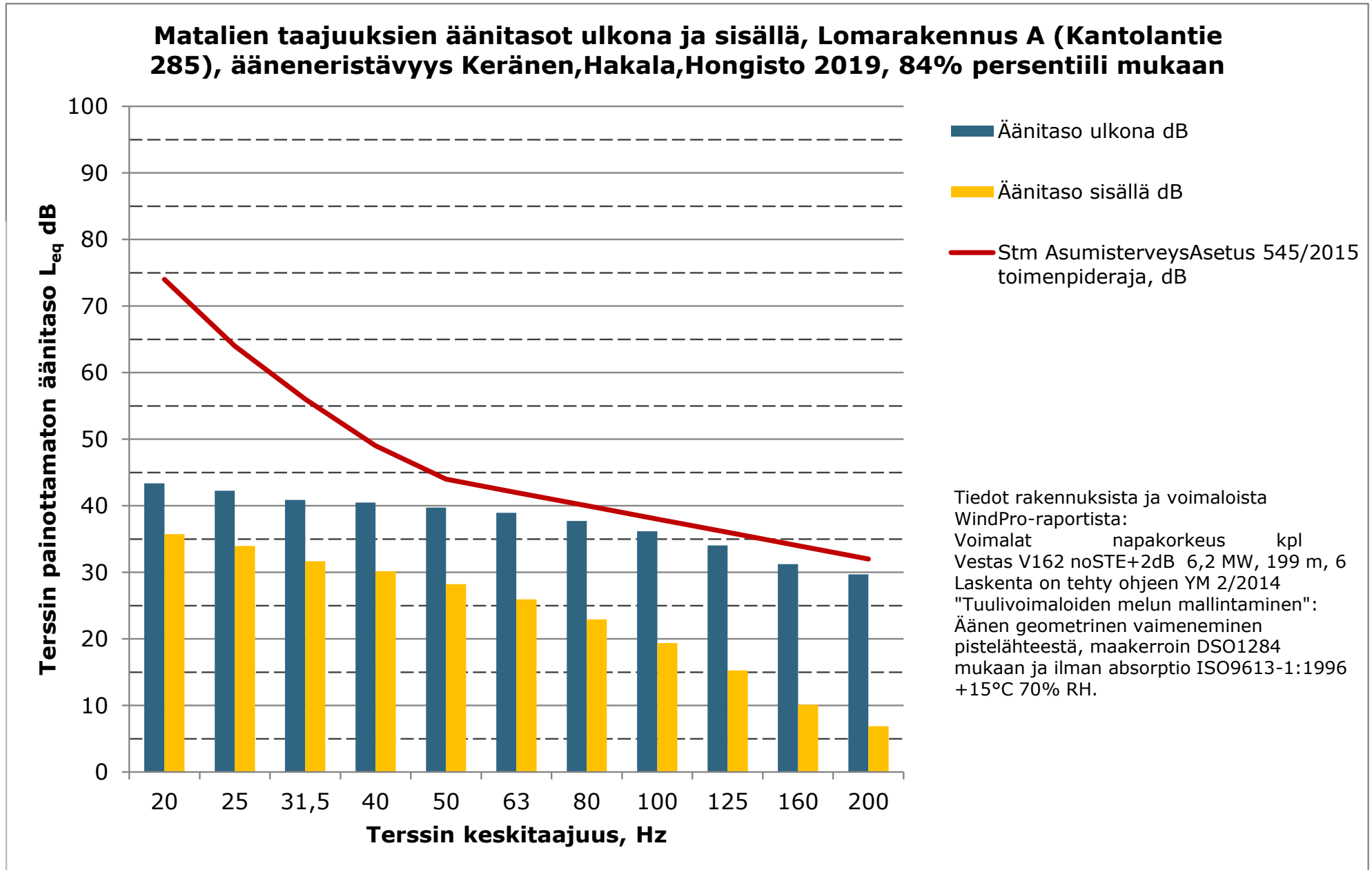
Liite 2: Kovasinkankaan tuulivoimahanke - Matalataajuisen melun rakennuskohtaiset arvot

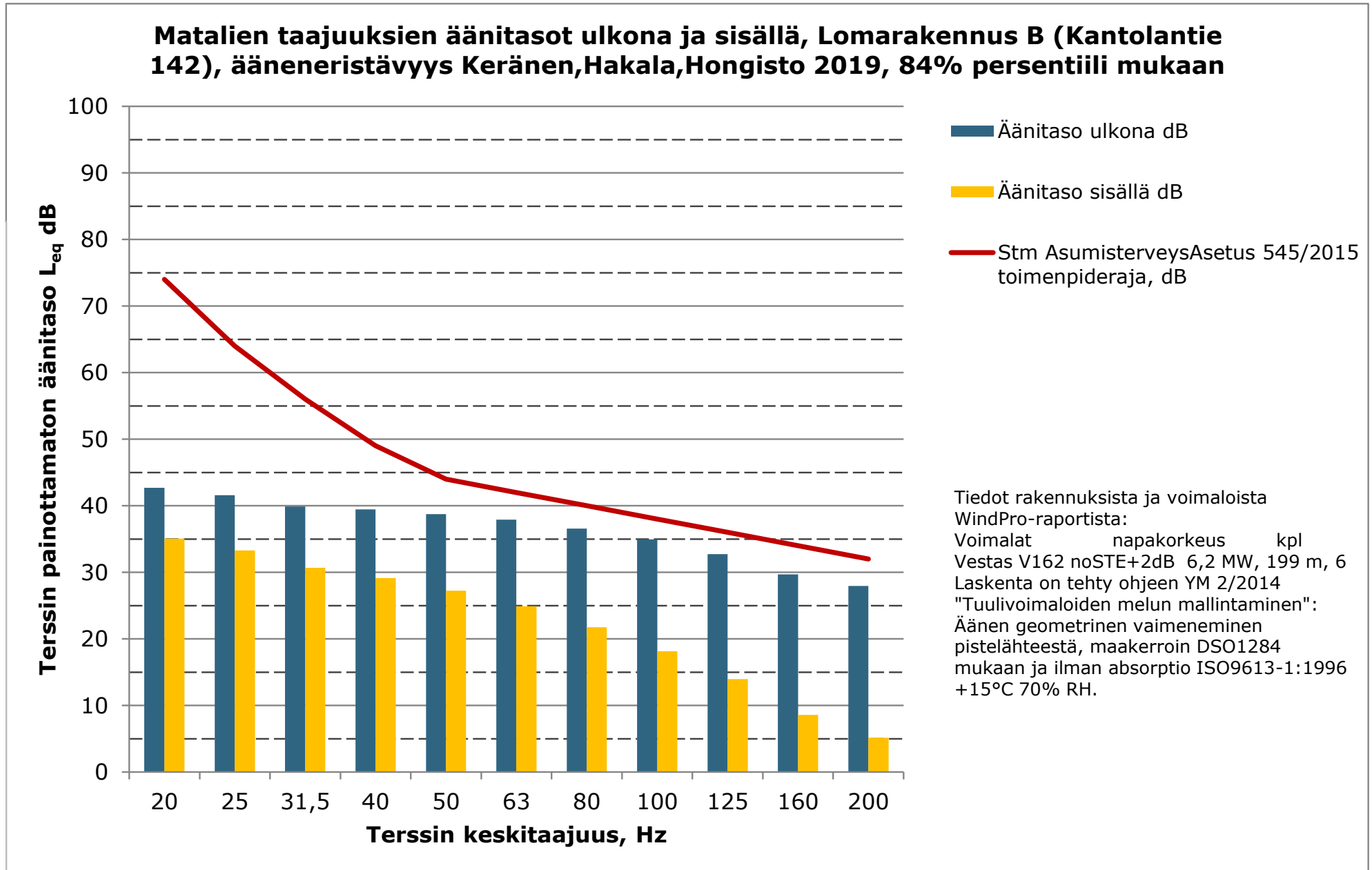


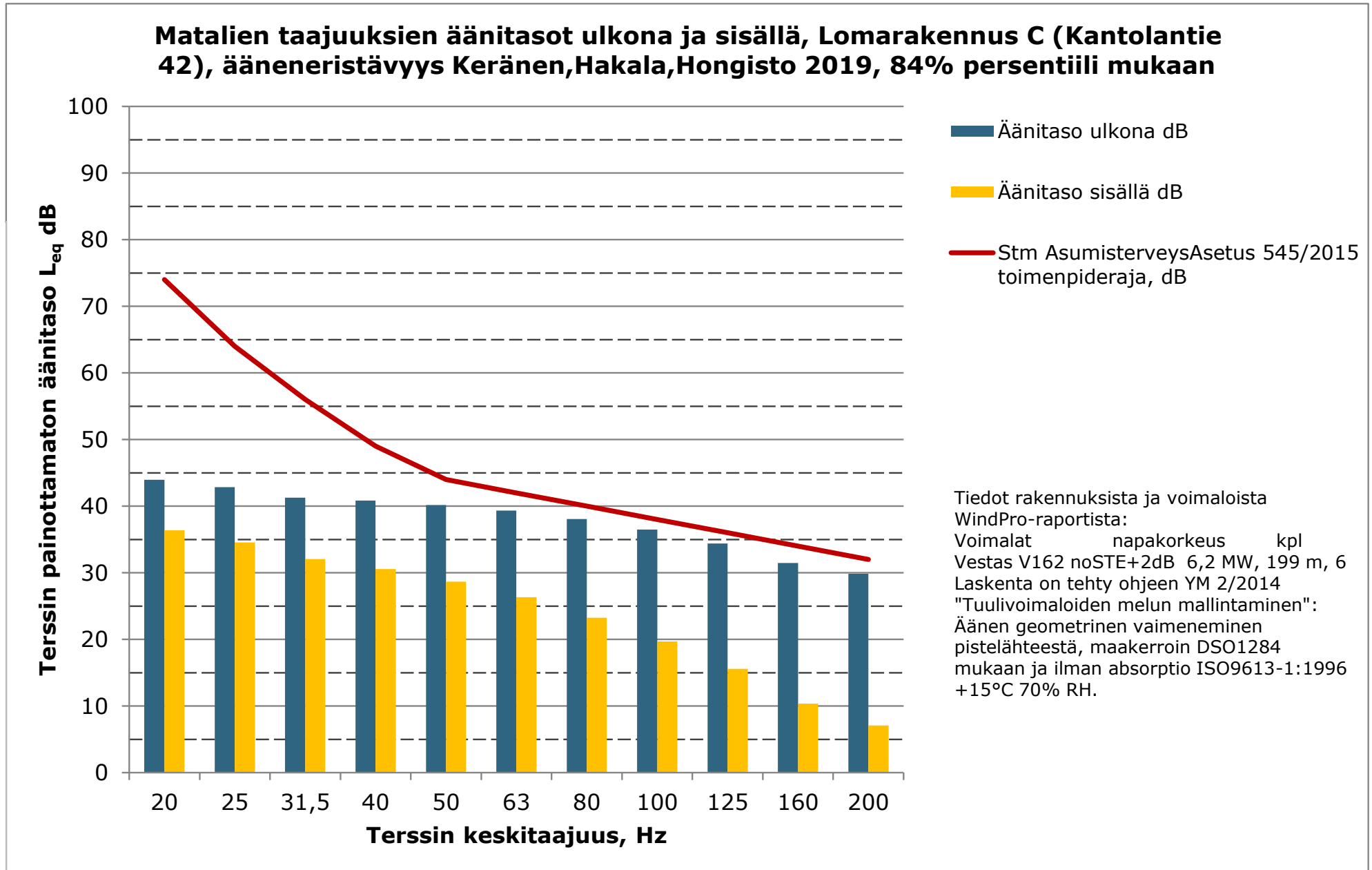




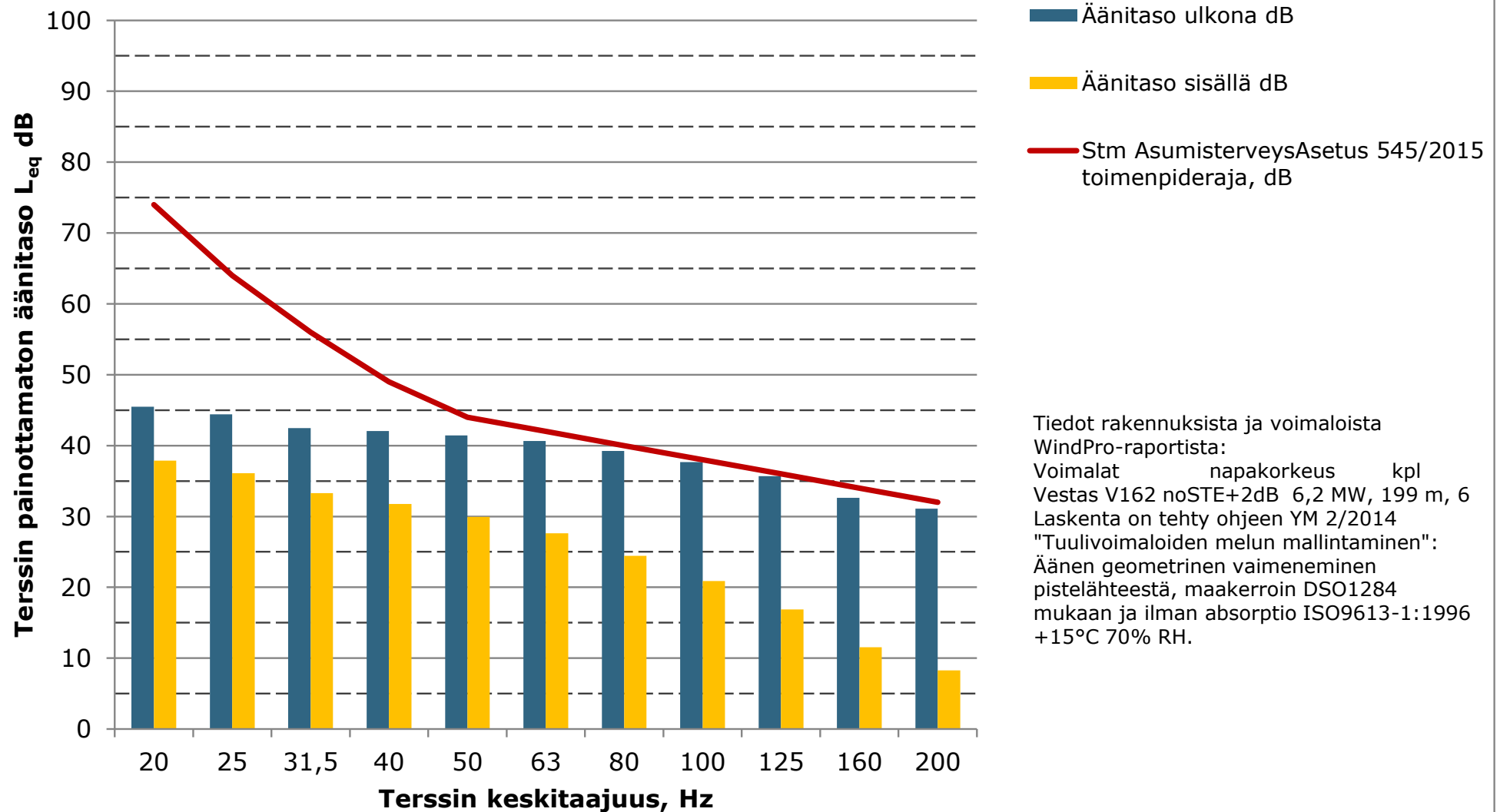




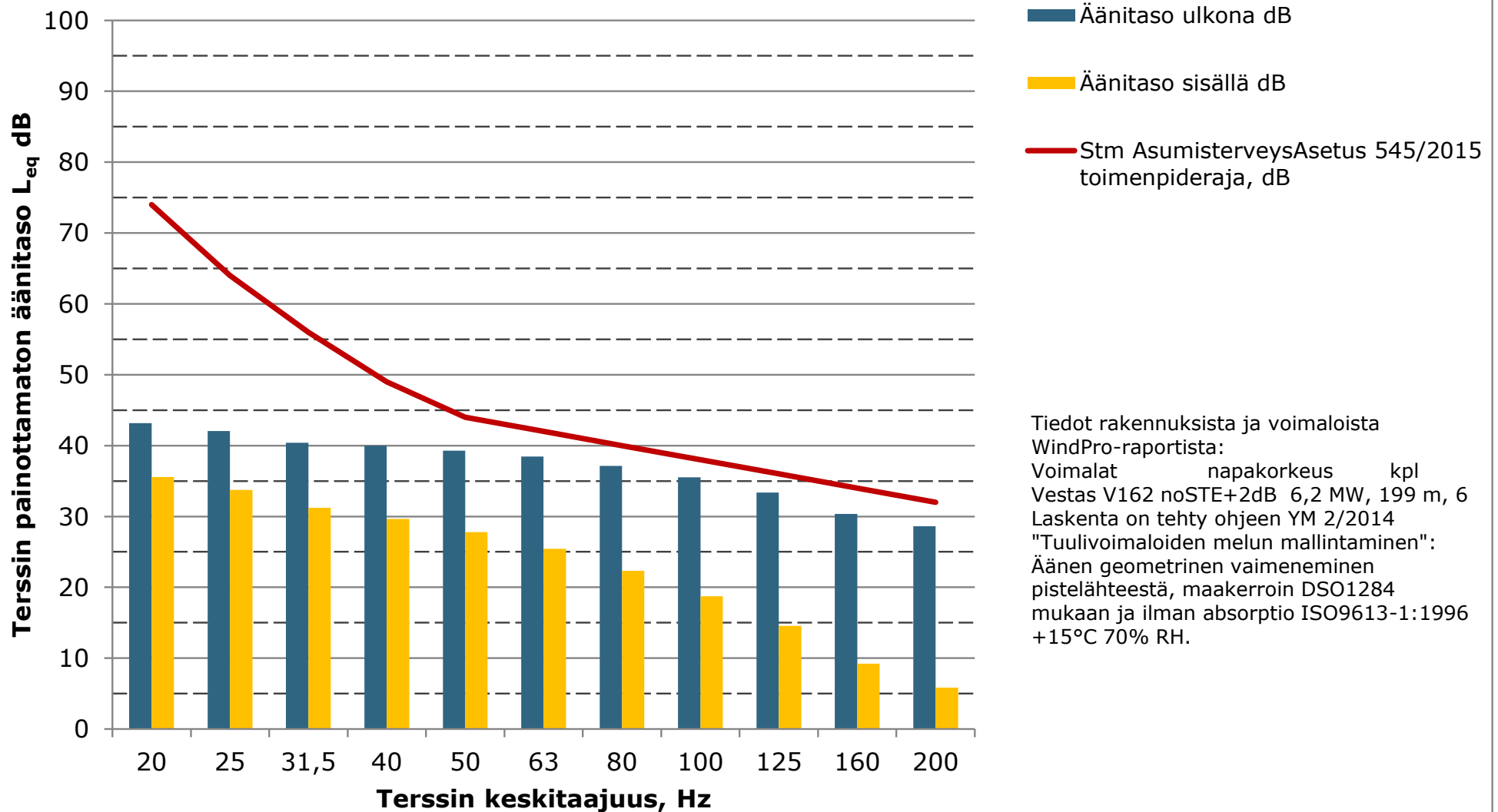




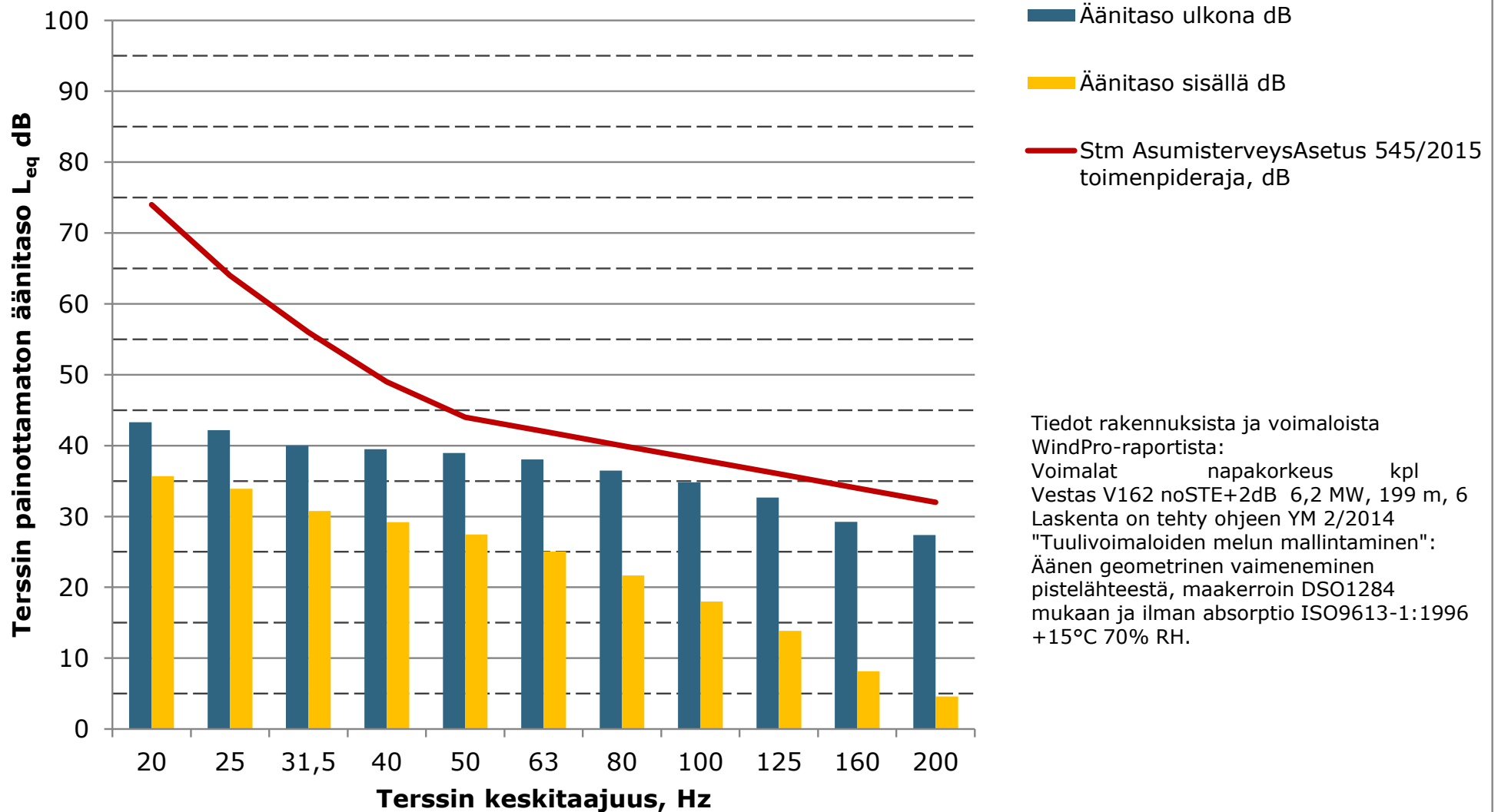
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Asuinrakennus D
(Onkamonkyläntie 280), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84%
persentiili mukaan**



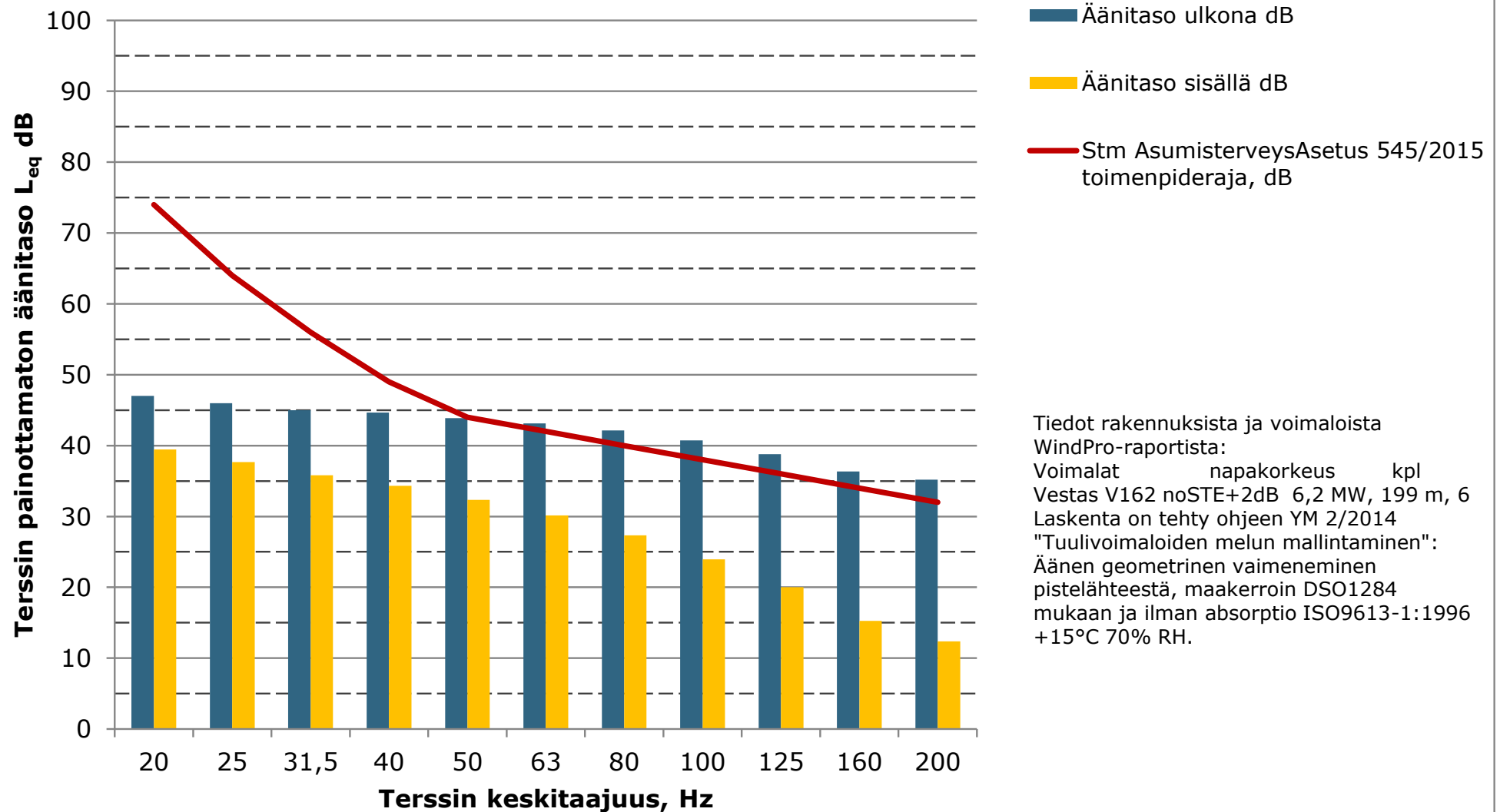
**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Lomarakennus E
(Kaunislammentie 153), ääneneristävyys Keränen, Hakala, Hongisto 2019, 84%
persentiili mukaan**



Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Lomarakennus F (Meriänjärvi), ääneneristävyys Keränen,Hakala,Hongisto 2019, 84% persentiili mukaan



**Matalien taajuuksien äänitasot ulkona ja sisällä, Liikerakennus G
(Impivaarantie kämppä), ääneneristävyys Keränen, Hakala, Hongisto 2019,
84% persentiili mukaan**



5.12.2022

Liite 3

Liite 3: Kovasinkankaan tuulivoimahanke - Varjostusmallinnusten tulokset "real case, no forest"

SHADOW - Main Result

Calculation: Kovasinkangas V162-6,2MW x 6 x HH199 + Ketunmaankangas V126-3.45MW x 5 x HH137_no forest_20221202
Assumptions for shadow calculations

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

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

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [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 hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:

Default Meteo data description (2)

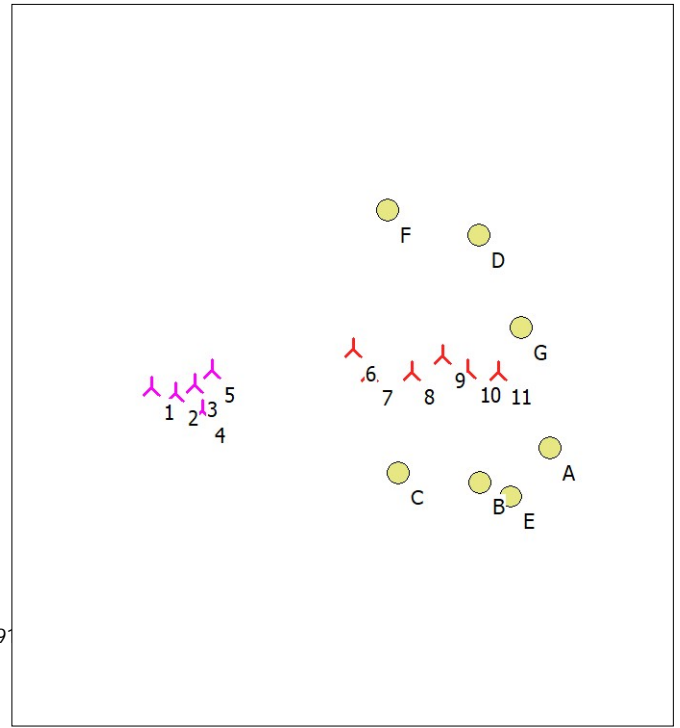
Operational time
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
619 605 559 627 758 839 939 1 102 916 649 504 548 8 664
Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
Height contours used: Height Contours: CONTOURLINE_Kovasinkangas_2019
Obstacles used in calculation
Receptor grid resolution: 10,0 m

All coordinates are in
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM
			[m]									[RPM]
1	424 583	7 237 533	16,1	VESTAS V126-3.45 LTq 3450 ...	Yes	VESTAS	V126-3.45 LTq-3 450	3 450	126,0	137,0	1 718	13,4
2	425 215	7 237 368	20,0	VESTAS V126-3.45 LTq 3450 ...	Yes	VESTAS	V126-3.45 LTq-3 450	3 450	126,0	137,0	1 718	13,4
3	425 739	7 237 570	22,5	VESTAS V126-3.45 LTq 3450 ...	Yes	VESTAS	V126-3.45 LTq-3 450	3 450	126,0	137,0	1 718	13,4
4	425 926	7 236 878	21,5	VESTAS V126-3.45 LTq 3450 ...	Yes	VESTAS	V126-3.45 LTq-3 450	3 450	126,0	137,0	1 718	13,4
5	426 209	7 237 939	25,0	VESTAS V126-3.45 LTq 3450 ...	Yes	VESTAS	V126-3.45 LTq-3 450	3 450	126,0	137,0	1 718	13,4
6	429 984	7 238 403	28,3	VESTAS V162-6.2 6200 162.0...	Yes	VESTAS	V162-6.2-6 200	6 200	162,0	199,0	2 161	10,4
7	430 394	7 237 760	31,7	VESTAS V162-6.2 6200 162.0...	Yes	VESTAS	V162-6.2-6 200	6 200	162,0	199,0	2 161	10,4
8	431 537	7 237 767	35,0	VESTAS V162-6.2 6200 162.0...	Yes	VESTAS	V162-6.2-6 200	6 200	162,0	199,0	2 161	10,4
9	432 345	7 238 186	41,0	VESTAS V162-6.2 6200 162.0...	Yes	VESTAS	V162-6.2-6 200	6 200	162,0	199,0	2 161	10,4
10	433 021	7 237 786	40,0	VESTAS V162-6.2 6200 162.0...	Yes	VESTAS	V162-6.2-6 200	6 200	162,0	199,0	2 161	10,4
11	433 822	7 237 725	38,7	VESTAS V162-6.2 6200 162.0...	Yes	VESTAS	V162-6.2-6 200	6 200	162,0	199,0	2 161	10,4



Scale 1:200 000
New WTG Shadow receptor

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]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	Lomarakennus A (Kantolantie 285)	435 168	7 235 667	40,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
B	Lomarakennus C (Kantolantie 42)	433 269	7 234 801	35,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
C	Asuinrakennus D (Onkamonkyläntie 280)	431 108	7 235 103	32,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
D	Lomarakennus E (Kaunislammentie 153)	433 395	7 241 348	37,5	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
E	Lomarakennus B (Kantolantie 142)	434 099	7 234 395	35,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
F	Lomarakennus F (Merijärvi)	430 991	7 242 055	30,0	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0
G	Liikerakennus G (Impivaarantie kämppä)	434 473	7 238 869	37,8	5,0	5,0	1,0	90,0	"Green house mode"	6,0

Project:
Kovasinkangas_20191009

Description:
Kovasinkankaan tuulivoimapuisto, li

Licensed user:
FCG Finnish Consulting Group Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666
Liisa KARHU / liisa.karhu@fcg.fi
Calculated:
2.12.2022 13.53/3.5.584

SHADOW - Main Result

Calculation: Kovasinkangas V162-6,2MW x 6 x HH199 + Ketunmaankangas V126-3.45MW x 5 x HH137_no forest_20221202

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, expected values	
		Shadow hours	per year
			[h/year]
A	Lomarakennus A (Kantolantie 285)	0:00	
B	Lomarakennus C (Kantolantie 42)	0:00	
C	Asuinrakennus D (Onkamonkyläntie 280)	0:00	
D	Lomarakennus E (Kaunislammentie 153)	0:00	
E	Lomarakennus B (Kantolantie 142)	0:00	
F	Lomarakennus F (Merijärvi)	0:00	
G	Liikerakennus G (Impivaarantie kämppä)	4:42	

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

No.	Name	Expected
		[h/year]
1	VESTAS V126-3.45 LTq 3450 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (13)	0:00
2	VESTAS V126-3.45 LTq 3450 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (14)	0:00
3	VESTAS V126-3.45 LTq 3450 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (15)	0:00
4	VESTAS V126-3.45 LTq 3450 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (16)	0:00
5	VESTAS V126-3.45 LTq 3450 126.0 !O! hub: 137,0 m (TOT: 200,0 m) (17)	0:00
6	VESTAS V162-6.2 6200 162.0 !O! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (37)	0:00
7	VESTAS V162-6.2 6200 162.0 !O! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (38)	0:00
8	VESTAS V162-6.2 6200 162.0 !O! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (39)	0:00
9	VESTAS V162-6.2 6200 162.0 !O! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (40)	0:00
10	VESTAS V162-6.2 6200 162.0 !O! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (41)	1:31
11	VESTAS V162-6.2 6200 162.0 !O! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (42)	3:10

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

Calculation: Kovasinkangas V162-6,2MW x 6 x HH199 + Ketunmaankangas V126-3.45MW x 5 x HH137_no forest_2022120:Shadow receptor: A - Lomarakennus A (Kantolantie 285)
Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [LULEÅ]

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
619	605	559	627	758	839	939	1102	916	649	504	548	8664

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	10.30	09.11	07.32	06.38	04.46	02.51	02.24	04.09	05.53	07.25	08.05	09.49
2	14.13	15.54	17.30	20.09	21.48	23.40	00.20	22.37	20.41	18.50	15.57	14.24
3	14.17	16.01	17.37	20.15	21.55	23.48	00.15	22.29	20.34	18.42	15.50	14.19
4	14.20	16.05	17.40	20.18	21.58	23.51	00.12	22.26	20.30	18.38	15.47	14.17
5	14.22	16.08	17.44	20.22	22.02	23.55	00.09	22.22	20.26	18.35	15.44	14.15
6	14.25	16.12	17.47	20.25	22.05	23.58	00.06	22.18	20.23	18.31	15.40	14.13
7	14.28	16.15	17.50	20.28	22.09	23.61	00.03	22.15	20.19	18.27	15.37	14.11
8	14.31	16.19	17.53	20.31	22.12	23.64	00.00	22.11	20.15	18.24	15.33	14.09
9	14.34	16.22	17.56	20.34	22.16	23.67	00.00	22.07	20.11	18.20	15.30	14.07
10	14.37	16.26	18.00	20.37	22.20	23.70	00.00	22.04	20.08	18.16	15.27	14.06
11	14.40	16.29	18.03	20.41	22.23	23.73	00.00	22.00	20.04	18.13	15.23	14.04
12	14.43	16.33	18.06	20.44	22.27	23.76	00.00	21.56	20.00	18.09	15.20	14.03
13	14.47	16.36	18.09	20.47	22.30	23.79	00.00	21.52	19.56	18.05	15.17	14.02
14	14.50	16.40	18.12	20.50	22.34	23.82	00.00	21.49	19.53	18.02	15.14	14.01
15	14.53	16.43	18.15	20.54	22.38	23.85	00.00	21.45	19.49	17.58	15.10	14.00
16	14.57	16.47	18.19	20.57	22.41	23.88	00.00	21.41	19.45	17.54	15.07	13.99
17	14.59	16.49	18.21	20.59	22.43	23.90	00.00	21.39	19.43	17.52	15.06	13.98
18	15.02	16.52	18.24	20.62	22.46	23.93	00.00	21.35	19.39	17.48	15.02	13.97
19	15.05	16.55	18.27	20.65	22.49	23.96	00.00	21.31	19.35	17.44	15.00	13.96
20	15.08	16.58	18.30	20.68	22.52	23.99	00.00	21.27	19.31	17.40	14.97	13.95
21	15.11	16.61	18.33	20.71	22.55	24.02	00.00	21.23	19.27	17.36	14.94	13.94
22	15.14	16.64	18.36	20.74	22.58	24.05	00.00	21.19	19.23	17.32	14.91	13.93
23	15.17	16.67	18.39	20.77	22.61	24.08	00.00	21.15	19.19	17.28	14.88	13.92
24	15.20	16.70	18.42	20.80	22.64	24.11	00.00	21.11	19.15	17.24	14.85	13.91
25	15.23	16.73	18.45	20.83	22.67	24.14	00.00	21.07	19.11	17.20	14.82	13.90
26	15.26	16.76	18.48	20.86	22.70	24.17	00.00	21.03	19.07	17.16	14.79	13.89
27	15.29	16.79	18.51	20.89	22.73	24.20	00.00	21.00	19.03	17.12	14.76	13.88
28	15.32	16.82	18.54	20.92	22.76	24.23	00.00	20.96	18.99	17.08	14.73	13.87
29	15.35	16.85	18.57	20.95	22.79	24.26	00.00	20.92	18.95	17.04	14.70	13.86
30	15.38	16.88	18.60	20.98	22.82	24.29	00.00	20.88	18.91	17.00	14.67	13.85
31	15.41	16.91	18.63	21.01	22.85	24.32	00.00	20.84	18.87	16.96	14.64	13.84
Total	156	232	362	456	584	657	630	517	395	301	187	116
Potential sun hours												
Total, worst case												
Sun reduction												
Oper. time red.												
Wind dir. red.												
Total reduction												
Total, real												

Table layout: For each day in each month the following matrix apply

Day in month	Sun rise (hh:mm)	Minutes with flicker	First time (hh:mm) with flicker	(WTG causing flicker first time)
	Sun set (hh:mm)		Last time (hh:mm) with flicker	(WTG causing flicker last time)

SHADOW - Calendar

Calculation: Kovasinkangas V162-6,2MW x 6 x HH199 + Ketunmaankangas V126-3.45MW x 5 x HH137_no forest_2022120Shadow receptor: B - Lomarakennus C (Kantolantie 42)
Assumptions for shadow calculations
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
619 605 559 627 758 839 939 1 102 916 649 504 548 8 664

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

Table with columns for months (January to December) and rows for each day of the month (1-31). Columns contain time values (hh:mm) for sunrise, sunset, and shadow start/end. Summary rows at the bottom show 'Potential sun hours' and 'Total, real' values for each month.

Table layout: For each day in each month the following matrix apply

Day in month | Sun rise (hh:mm) | Sun set (hh:mm) | Minutes with flicker | First time (hh:mm) with flicker | Last time (hh:mm) with flicker | (WTG causing flicker first time) | (WTG causing flicker last time)

Project:
Kovasinkangas_20191009

Description:
Kovasinkankaan tuulivoimapaisto, li

Licensed user:
FCG Finnish Consulting Group Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666
Liisa Karhu / liisa.karhu@fcg.fi
Calculated:
2.12.2022 13.53/3.5.584

SHADOW - Calendar

Calculation: Kovasinkangas V162-6,2MW x 6 x HH199 + Ketunmaankangas V126-3.45MW x 5 x HH137_no forest_20221202Shadow receptor: C - Asuinrakennus D (Onkamonylantie 280)

Assumptions for shadow calculations

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
619 605 559 627 758 839 939 1 102 916 649 504 548 8 664

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	10.31 14.13	09.11 15.54	07.33 17.31	06.38 20.09	04.46 21.48	02.51 23.41	02.25 00.20	04.10 22.37	05.54 20.42	07.25 18.50	08.05 15.58	09.49 14.24
2	10.29 14.15	09.07 15.58	07.29 17.34	06.34 20.12	04.42 21.51	02.48 23.44	02.28 00.17	04.13 22.33	05.57 20.38	07.28 18.46	08.09 15.54	09.53 14.22
3	10.28 14.18	09.04 16.01	07.25 17.37	06.30 20.15	04.38 21.55	02.45 23.48	02.31 00.15	04.17 22.30	06.00 20.34	07.31 18.42	08.12 15.51	09.56 14.20
4	10.26 14.20	09.01 16.05	07.22 17.41	06.27 20.19	04.35 21.58	02.42 23.51	02.34 00.12	04.20 22.26	06.03 20.30	07.34 18.39	08.16 15.47	09.59 14.17
5	10.25 14.23	08.57 16.09	07.18 17.44	06.23 20.22	04.31 22.02	02.39 23.55	02.37 00.09	04.24 22.22	06.06 20.27	07.38 18.35	08.19 15.44	10.02 14.15
6	10.23 14.26	08.54 16.12	07.14 17.47	06.19 20.25	04.27 22.06	02.36 23.58	02.40 00.06	04.27 22.19	06.09 20.23	07.41 18.31	08.22 15.41	10.05 14.13
7	10.21 14.28	08.51 16.16	07.11 17.50	06.16 20.28	04.24 22.09	02.33 00.01	02.43 00.03	04.31 22.15	06.12 20.19	07.44 18.28	08.26 15.37	10.07 14.11
8	10.19 14.31	08.47 16.19	07.07 17.54	06.12 20.31	04.20 22.13	02.30 00.05	02.47 00.00	04.34 22.11	06.15 20.16	07.47 18.24	08.29 15.34	10.10 14.09
9	10.17 14.34	08.44 16.23	07.03 17.57	06.08 20.35	04.16 22.16	02.27 00.08	02.50 23.57	04.38 22.08	06.18 20.12	07.50 18.20	08.33 15.30	10.13 14.08
10	10.15 14.37	08.40 16.26	07.00 18.00	06.04 20.38	04.13 22.20	02.24 00.11	02.54 23.54	04.41 22.04	06.21 20.08	07.53 18.17	08.37 15.27	10.15 14.06
11	10.12 14.41	08.37 16.30	06.56 18.03	06.01 20.41	04.09 22.23	02.22 00.14	02.57 23.51	04.45 22.00	06.24 20.04	07.56 18.13	08.40 15.24	10.18 14.05
12	10.10 14.44	08.33 16.33	06.52 18.06	05.57 20.44	04.05 22.27	02.20 00.17	03.01 23.48	04.48 21.56	06.28 20.01	07.59 18.09	08.44 15.20	10.20 14.03
13	10.07 14.47	08.30 16.37	06.49 18.09	05.53 20.48	04.02 22.31	02.17 00.19	03.01 23.44	04.52 21.53	06.31 19.57	08.03 18.06	08.47 15.17	10.22 14.02
14	10.05 14.50	08.26 16.40	06.45 18.13	05.49 20.51	03.58 22.34	02.15 00.22	03.04 23.41	04.55 21.49	06.34 19.53	08.06 18.02	08.51 15.14	10.24 14.01
15	10.02 14.54	08.23 16.44	06.41 18.16	05.46 20.54	03.54 22.38	02.14 00.24	03.08 23.38	04.58 21.45	06.37 19.49	08.09 17.58	08.54 15.11	10.26 14.00
16	10.00 14.57	08.19 16.47	06.37 18.19	05.42 20.57	03.51 22.42	02.12 00.26	03.12 23.34	05.02 21.41	06.40 19.46	08.12 17.55	08.58 15.08	10.28 14.00
17	09.57 15.00	08.16 16.51	06.34 18.22	05.38 21.01	03.47 22.45	02.11 00.28	03.15 23.31	05.05 21.38	06.43 19.42	08.15 17.51	09.01 15.04	10.29 13.59
18	09.54 15.04	08.12 16.54	06.30 18.25	05.34 21.04	03.43 22.49	02.10 00.29	03.19 23.27	05.08 21.34	06.46 19.38	08.19 17.48	09.05 15.01	10.31 13.59
19	09.51 15.07	08.09 16.57	06.26 18.28	05.31 21.07	03.40 22.53	02.09 00.30	03.23 23.24	05.12 21.30	06.49 19.34	08.22 17.44	09.08 14.58	10.32 13.58
20	09.48 15.11	08.05 17.01	06.23 18.32	05.27 21.10	03.36 22.56	02.09 00.31	03.26 23.20	05.15 21.27	06.52 19.31	08.25 17.40	09.12 14.55	10.33 13.58
21	09.45 15.15	08.01 17.04	06.19 18.35	05.23 21.14	03.33 23.00	02.09 00.31	03.30 23.17	05.18 21.23	06.55 19.27	08.28 17.37	09.15 14.52	10.34 13.59
22	09.42 15.18	07.58 17.08	06.15 18.38	05.19 21.17	03.29 23.04	02.09 00.32	03.34 23.13	05.22 21.19	06.58 19.23	08.32 17.33	09.19 14.49	10.34 13.59
23	09.39 15.22	07.54 17.11	06.11 18.41	05.16 21.21	03.26 23.08	02.10 00.31	03.37 23.10	05.25 21.15	07.01 19.20	08.35 17.30	09.22 14.46	10.35 14.00
24	09.36 15.25	07.51 17.14	06.08 18.44	05.12 21.24	03.22 23.11	02.11 00.31	03.41 23.06	05.28 21.12	07.04 19.16	08.38 17.26	09.26 14.43	10.36 14.00
25	09.33 15.29	07.47 17.18	06.04 18.47	05.08 21.27	03.18 23.15	02.12 00.30	03.44 23.02	05.31 21.08	07.07 19.12	07.41 16.22	09.29 14.40	10.35 14.01
26	09.30 15.32	07.43 17.21	06.00 18.50	05.05 21.31	03.15 23.19	02.13 00.29	03.48 22.59	05.34 21.04	07.10 19.08	07.45 16.19	09.33 14.38	10.35 14.02
27	09.27 15.36	07.40 17.24	05.57 18.53	05.01 21.34	03.11 23.22	02.15 00.28	03.52 22.55	05.38 21.00	07.13 19.05	07.48 16.15	09.36 14.35	10.35 14.04
28	09.24 15.40	07.36 17.28	05.53 18.57	04.57 21.38	03.08 23.26	02.17 00.26	03.55 22.52	05.41 20.57	07.16 19.01	07.52 16.12	09.40 14.32	10.34 14.05
29	09.21 15.43		06.49 20.00	04.53 21.41	03.05 23.30	02.20 00.24	03.59 22.48	05.44 20.53	07.19 18.57	07.55 16.08	09.43 14.29	10.34 14.07
30	09.17 15.47		06.45 20.03	04.50 21.44	03.01 23.33	02.22 00.22	04.03 22.44	05.47 20.49	07.22 18.54	07.58 16.05	09.46 14.27	10.33 14.08
31	09.14 15.51		06.42 20.06		02.54 23.37		04.06 22.41	05.50 20.45		08.02 16.01		10.32 14.10
Potential sun hours	156	232	362	456	584	657	630	517	395	301	187	116
Total, worst case												
Sun reduction												
Oper. time red.												
Wind dir. red.												
Total reduction												
Total, real												

Table layout: For each day in each month the following matrix apply

Day in month	Sun rise (hh:mm)	Minutes with flicker	First time (hh:mm) with flicker	Last time (hh:mm) with flicker	(WTG causing flicker first time)	(WTG causing flicker last time)
--------------	------------------	----------------------	---------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	---------------------------------

SHADOW - Calendar

Calculation: Kovasinkangas V162-6,2MW x 6 x HH199 + Ketunmaankangas V126-3.45MW x 5 x HH137_no forest_20221202Shadow receptor: G - Liikerakennus G (Impivaarantie käämpä)
Assumptions for shadow calculations

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
619 605 559 627 758 839 939 1 102 916 649 504 548 8 664
Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

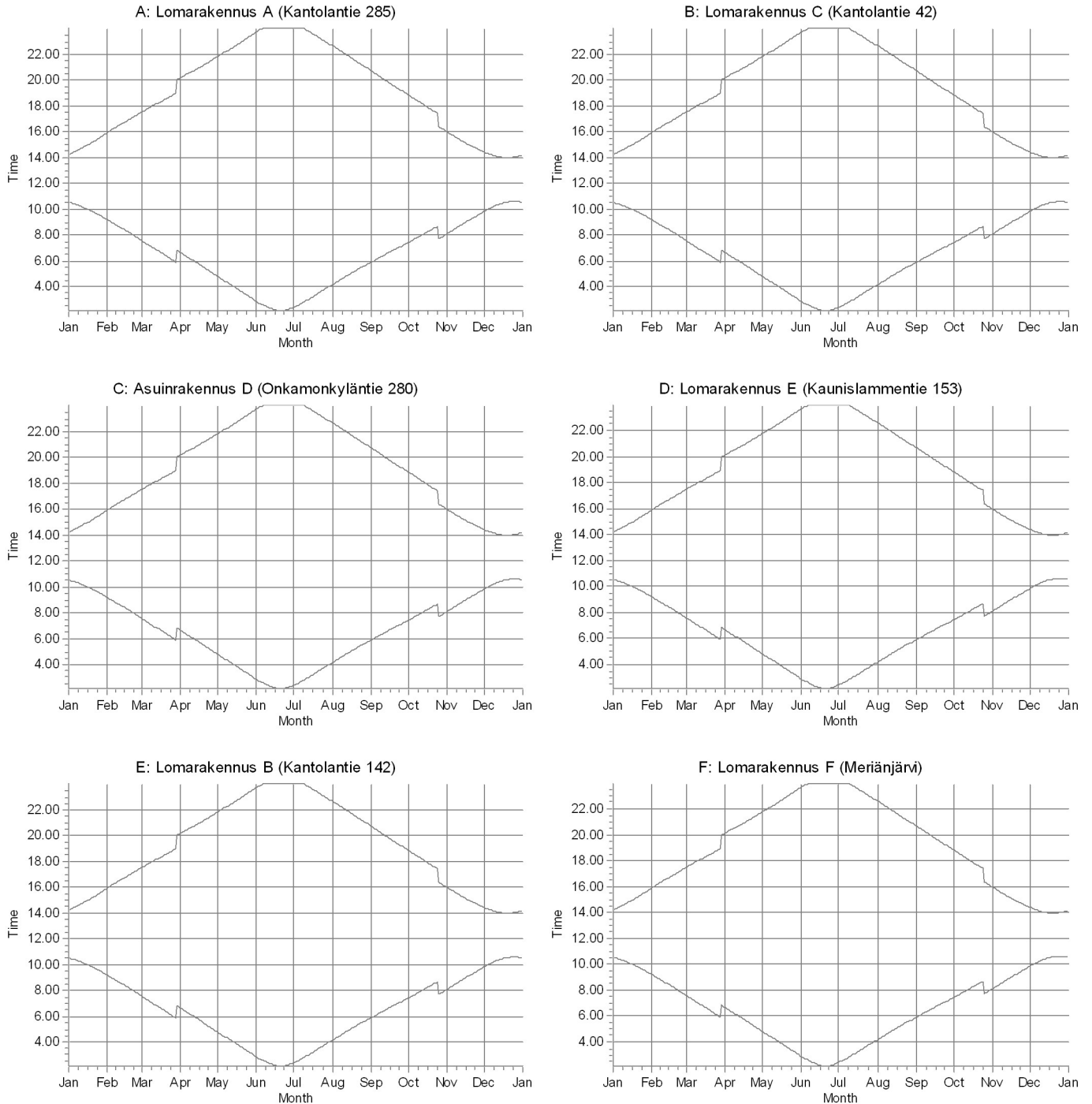
Table with 12 columns for months (January to December) and 24 rows of hourly data. Includes summary rows for Potential sun hours, Total, worst case, Sun reduction, Oper. time red., Wind dir. red., Total reduction, and Total, real.

Table layout: For each day in each month the following matrix apply

Day in month Sun rise (hh:mm) Sun set (hh:mm) Minutes with flicker First time (hh:mm) with flicker Last time (hh:mm) with flicker (WTG causing flicker first time) (WTG causing flicker last time)

SHADOW - Calendar, graphical

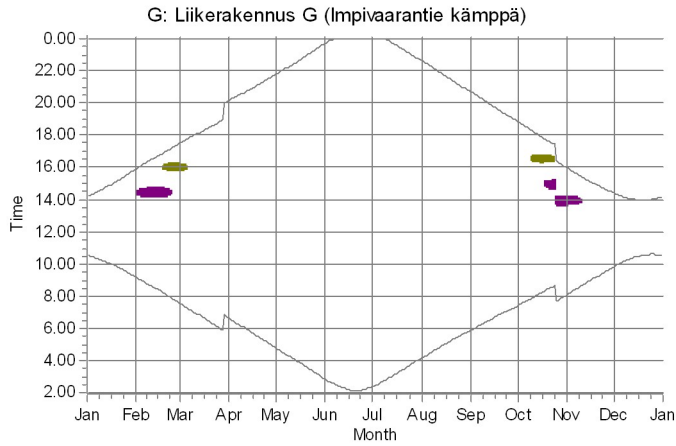
Calculation: Kovasinkangas V162-6,2MW x 6 x HH199 + Ketunmaankangas V126-3.45MW x 5 x HH137_no forest_20221202



WTGs

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Kovasinkangas V162-6,2MW x 6 x HH199 + Ketunmaankangas V126-3.45MW x 5 x HH137_no forest_20221202



WTGs



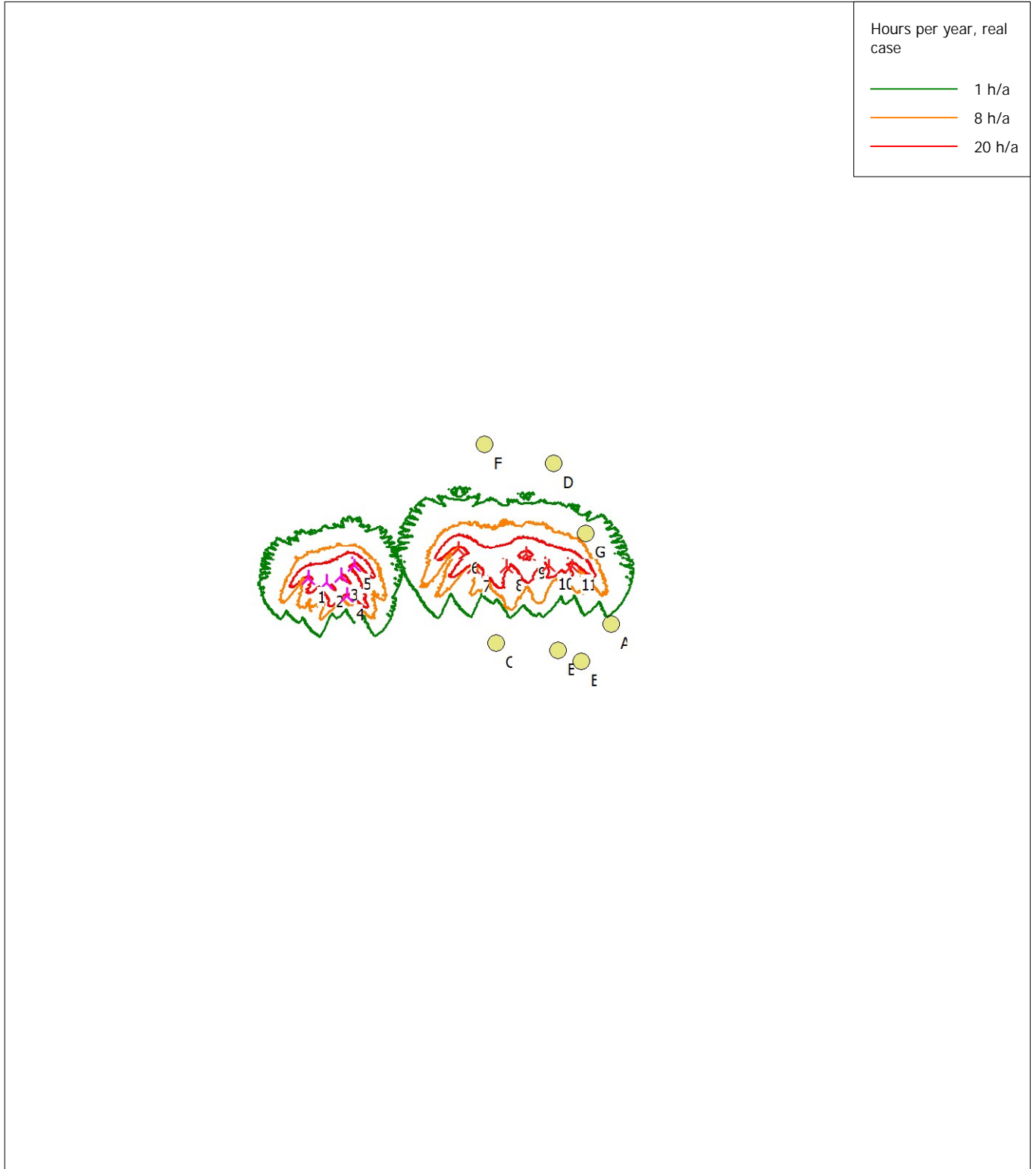
10: VESTAS V162-6.2 6200 162.0 !O! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (41)



11: VESTAS V162-6.2 6200 162.0 !O! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (42)

SHADOW - Map

Calculation: Kovasinkangas V162-6,2MW x 6 x HH199 + Ketunmaankangas V126-3.45MW x 5 x HH137_no forest_20221202



0 2,5 5 7,5 10km

Map: Blank map , Print scale 1:200 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 432 420 North: 7 237 530

New WTG

Shadow receptor

Flicker map level: Height Contours: CONTOURLINE_Kovasinkangas_20191009_4.wpo (4)

Time step: 4 minutes, Day step: 14 days, Map resolution: 30 m, Visibility resolution: 15 m, Eye height: 2,0 m