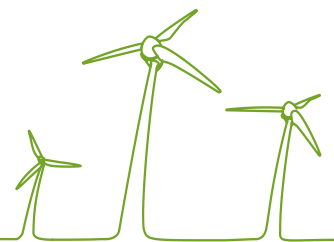


PITKÄLÄNVUOREN TUULIVOIMAPUISTO OY

Pitkälänvuoren tuulivoimahanke, Petäjävesi

Melu- ja varjostusmallinnukset



Elina Salmeskari / Harju Johanna

6.7.2016

Sisällysluettelo

1	MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUKSEN TAVOITTEET.....	2
2	LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT	3
2.1	Melu	3
2.1.1	Melumallinnus ISO 9613-2	3
2.1.2	Matalataajuisen melun mallinnus	3
2.2	Varjostusmallinnus	5
2.3	Raja- ja ohjearvoja	6
2.3.1	Melu	6
2.3.2	Varjostus	7
3	MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUSTEN TULOKSET.....	9
3.1	Melun laskentatulokset ISO 9613-2.....	9
3.2	Matalataajuiset melutasot	11
3.3	Varjostusmallinnusten tulokset.....	12

Liitteet

Liite 1: Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2

Liite 2: Matalataajuisen melun rakennuskohtaiset arvot Vestas V136 3,45MW

Liite 3: **Varjostusmallinnusten tulokset "real case, no forest"**

Liite 4: **Varjostusmallinnusten tulokset "real case, forest"**

6.7.2016

1 MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUKSEN TAVOITTEET

Petäjaveden Pitkälänvuorelle suunnitteilla olevan tuulivoimahankkeen aiheuttamia melu- ja varjostusvaikutuksia on arvioitu laatimalla mallinnukset tuulivoimaloiden aiheuttamista äänenpainetasoista ja varjostuksista. Mallinnusten tavoitteena on osoittaa, kuinka laajalle alueelle kyseiset vaikutukset ulottuvat ja arvioida vaikutukset lähiseudun ympärivuotiselle loma-asutukselle.

Tuulivoimaloiden aiheuttamia melu- ja varjostusvaikutuksia on mallinnettu WindPro-ohjelmalla voimalapaikkojen alustavien sijoitusten mukaisesti.

Melu- ja varjostusmallinnukset on laatinut DI Elina Salmeskari FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:stä. Laaduntarkistuksen on tehnyt Ins. Johanna Harju FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:stä.

6.7.2016

2 LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT

2.1 Melu

2.1.1 Melumallinnus ISO 9613-2

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 % ja maanpinnan kovuutena arvoa 0,4. Laskenta on tehty 4,0 m maapinta-tasosta.

Pitkälänvuoren hankkeen äänenpainetasot on mallinnettu käyttäen napakorkeuksiltaan 162 m korkeita voimaloita. Lähtötietona eli referenssivoimalana on käytetty tuulivoimalaitosvalmistaja Vestaksen V136 voimalaa. Laskelmissa tuulivoimalan äänitehotasona (LWA) on käytetty 105,5 dB. Tuulivoimalaitoksen melupäästötiedot saatiin voimalavalmistajalta.

Melumallinnuksen laskentatuloksia on havainnollistettu ns. keskiäänitasokarttojen avulla. Keskiäänitasokartassa on melun keskiäänitaso- eli ekvivalenttiäänitasokäyrät (LAeq) 5 dB välein. Tulokset on myös esitetty mallinnuksen tuloksena (Liite 1).

2.1.2 Matalataajuisen melun mallinnus

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

Ohje antaa menetelmän matalataajuisen melun laskentaan rakennusten ulkopuolelle. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetus 2015 antaa matalataajuiselle melulle toimenpiderajat asuinhuoneissa. Rakennusten sisälle kantautuva äänitaso arvioitiin tanskalaisen DSO1284 laskentaohjeen mukaisin ääneneristävyysarvoin ja tuloksia verrattiin toimenpiderajoihin.

Tulokset on esitetty taulukkona hankealuetta ympäröiville taloille. Kohdekohtaiset tulokset on liitetty raporttiin.

6.7.2016

Taulukko 1. Mallinnusohjelma ja tuulivoimaloiden äänitehotasot sekä melun erityispiirteet.

MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT							
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO version 2.9.269				Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2			
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)							
Tuulivoimalan valmistaja: Vestas				Tyyppi: V136		Sarjanumero/t: -	
Nimellisteho: 3,45 MW		Napakorkeus: 162		Roottorin halkaisija: 136		Tornin tyyppi: hybridi	
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun							
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus		Muu, mikä; noise mode säätö "Serrated trailing edges"			
Kyllä	- dB	Kyllä	- dB	Noise mode säätötasot:			
Ei		Ei		Noise mode, lähtömelutaso:			
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
Melupäästötiedot perustuvat valmistajan dokumenttiin "Melupäästötiedot perustuvat valmistajan dokumenttiin " DMS 0055-9919_V00, V136-mk3 -3.45 MW Third octave noise emission, Date 2015-11-23 ".							
Oktaaveittain [Hz], dB(A)		1/3-oktaaveittain, LWA dB [Hz]					
		20	64,0	200	90,1	2000	92,0
63	90,9	25	71,8	250	91,4	2500	90,0
125	97,0	31,5	77,1	315	92,9	3150	87,3
250	96,4	40	80,2	400	93,8	4000	88,5
500	99,1	50	83,1	500	94,1	5000	79,5
1000	100,0	63	86,1	630	95,1	6300	73,1
2000	97,3	80	88,0	800	95,2	8000	67,1
4000	91,3	100	89,2	1000	95,3	10000	62,9
8000	74,4	125	94,4	1250	95,2		
105,5 dB(A)		160	91,5	1600	94,4		
Melun erityispiirteiden mittausta ja havainnot:							
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)		Muu, Mikä: +2 dB lisäys (maapinnan korkeus >60m)	
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei

6.7.2016

Taulukko 2. Käytetyt mallinnusparametrit ISO 9613-2 laskelmissa.

AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT			
Laskenta korkeus		Laskentaruudun koko [m·m]	
ISO 9613-2: 4,0 m		25x25 m	
Suhteellinen kosteus		Lämpötila	
70 %	Muu, mikä ja miksi:	ISO 9613-2: 15 C°	
Maastomallin lähde ja tarkkuus			
Maastomallin lähde: MML maastotietokanta		Vaakaresoluutio: 1,0 m	Pystyresoluutio: 0,5 m
Maan- ja vedenpinnan absorption 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°		Tuulennopeus: 8 m/s (ref. 10 m)	
Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen			
Vapaa avaruus: kyllä		Muu, mikä, miksi:	

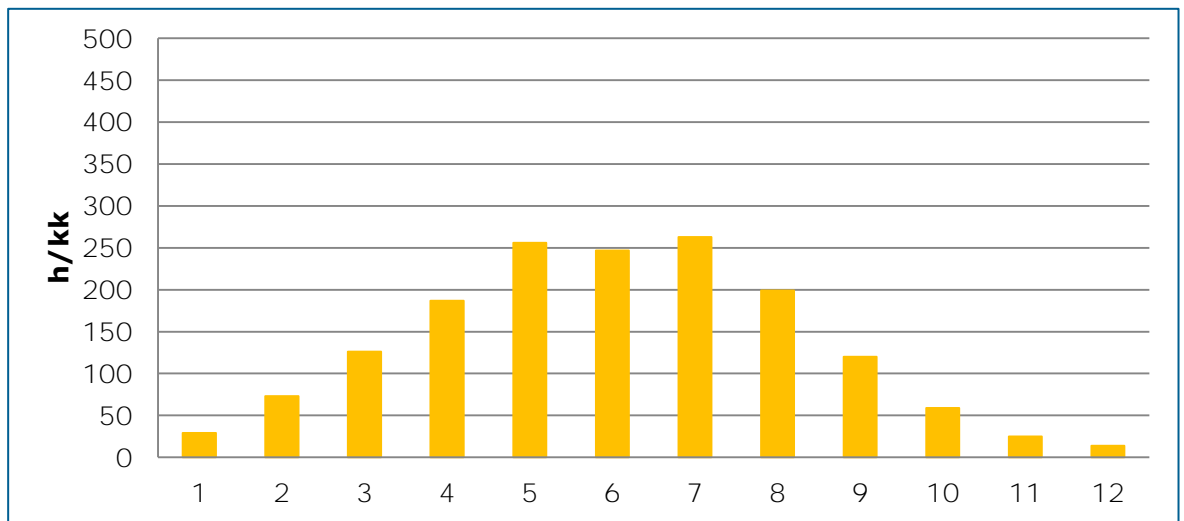
2.2 Varjostusmallinnus

Tuulivoimaloiden varjostusvaikutuksia mallinnettiin WindPRO-ohjelman Shadow-moduulilla. Varjostulaskennassa käytettiin Vestas V136-3.45 MW voimalaa, jonka roottorin halkaisija on 136 metriä ja napakorkeus 162 metriä. Mallinnus tehtiin niin sanotulle todelliselle tilanteelle (real case). Mallinnukset tehtiin kahdelle eri laskentatilanteelle:

- 1) Todellinen tilanne, jossa puuston suojaavaa vaikutusta ei huomioitu (real case, no forest)
- 2) Todellinen tilanne, jossa puuston suojaavaa vaikutus on huomioitu (real case, forest 20-20-15). Puuston korkeus määritettiin Corine-luokituksen mukaisesti, siten että havu- ja sekametsän puuston korkeutena käytettiin 20 metriä ja vastaavasti lehtimetsän korkeutena 15 metriä.

Auringon keskimääräiset paistetunnit perustuvat Jyväskylän sääaseman pitkäaikaisiin mitattuihin säätietoihin 1981-2010 (Kuva 1). Laskentojen tuulen suunta ja nopeusjakamana käytettiin Nasan MERRA-dataa (Modern Era Retrospective-analysis for Research and Applications) hankealueen läheisyydeltä (E24.668, N63.000).

6.7.2016



Kuva 1. Jyväskylän lentoaseman kuukauden keskimääräiset auringonpaistetunnit vuosina 1982-2010 (Lähde: Ilmatieteenlaitos raportti 2012:1)

Varjostusmallin laskennassa on huomioitu hankealueen korkeustiedot, tuulivoimaloiden sijainnit esisuunnitelman mukaan, 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.

Laskennoissa varjot huomioidaan, jos aurinko on yli 3 astetta horisontin yläpuolella ja varjoksi lasketaan, kun siipi peittää vähintään 20 % auringosta.

Varjostuksen tarkastelukorkeutena lähialueen asuin- tai lomarakennusten pihapiirissä käytettiin 2,0 metriä ja laskenta-alueen kokoa 5,0 x 5,0 metriä.

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

2.3 Raja- ja ohjearvoja

2.3.1 Melu

Valtioneuvoston asetuksessa (1107/2015) tuulivoimaloille on määritelty ohjearvot päivä- ja yöajan keskiäänitasojen maksimiarvolle. Asetus tuli voimaan 1.9.2015. 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.

6.7.2016

Taulukko 3. 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. Asetus tuli voimaan 15.5.2015. Toimenpiderajat koskevat asuinhuoneita ja ne on annettu taajuuspainottamattomina yhden tunnin keskiäänitasoina tersseittäin. Toimenpiderajat koskevat yöaikaa ja päivällä sallitaan 5 dB suuremmat arvot.

Taulukko 4. 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.

2.3.2 Varjostus

Suomessa ei ole viranomaisten antamia yleisiä määräyksiä tuulivoimaloiden muodostaman varjostuksen enimmäiskestoista eikä varjonmuodostuksen arviointiperusteista. Ympäristöministeriön tuulivoimarakentamisen suunnittelu-ohjeistuksessa 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.

6.7.2016

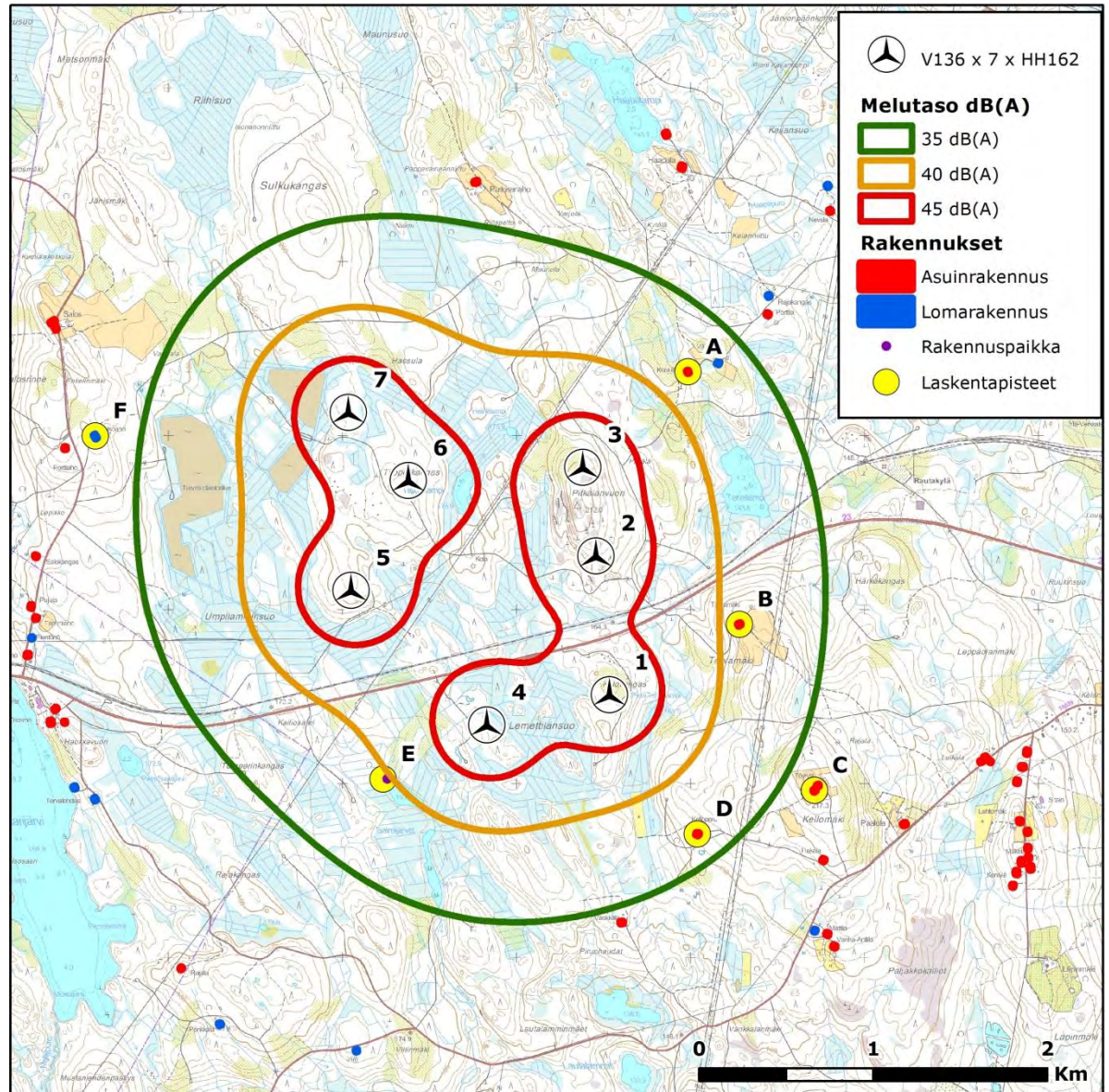
Arvioinnissa on tarkasteltu vaikutuksia alueella, jossa varjoja tai välkettä mallinnuksen mukaisessa todellisessa tilanteessa ("real case") esiintyy vähintään kahdeksan tuntia vuodessa.

6.7.2016

3 MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUSTEN TULOKSET

3.1 Melun laskentatulokset ISO 9613-2

Lähimmät loma- ja asuinrakennukset sijaitsevat noin 900 m päässä lähimmistä voimaloista. Rantayleiskaavan mukainen rakennuspaikka E sijaitsee n. 700 m päässä lähimmästä voimalasta. Lähimpien loma- ja asuinrakennusten pihapiirissä melutasot laskelmien mukaan jäävät alle 40 dB(A). Katso tarkemmat laskentatulokset liitteestä 1.



Kuva 2. Laskennalliset melutasot Vestas V136-3.45 MW voimaloilla standardin ISO 9613-2 mukaisesti.

6.7.2016

Taulukko 5. Laskennalliset melutasot standardin ISO 9613-2 mukaisesti.

Laskentapiste	ETRS89- TM35 Itä	ETRS89- TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskenta- korkeus (m)	Melutaso dB(A)
A Asuinrakennus, Koivula	401 985	6 904 367	157,5	4,0	37,8
B Asuinrakennus, Tervämäki	402 281	6 902 916	190,0	4,0	38,9
C Asuinrakennus, Töyrylä	402 712	6 901 962	217,5	4,0	33,7
D Asuinrakennus, Kelloperä	402 040	6 901 711	187,0	4,0	36,4
E Rakennuspaikka, Salmijärvet	400 234	6 902 025	162,5	4,0	39,5
F Lomarakennus, Isoaho	398 579	6 903 997	198,8	4,0	33,3

6.7.2016

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. Taulukkoon 6 on koottu matalataajuisen melun laskentatuloksia ja verrattu niitä STM:n toimenpiderajoihin. Toimenpiderajaa on verrattu myös äänitasoon tarkasteltujen rakennusten ulkopuolella. Taulukossa näkyy toimenpiderajan alitus (negatiivinen arvo) tai ylitys (positiivinen arvo).

Taulukko 6. Matalataajuisen melun mallinnustulokset herkissä kohteissa verrattuna Sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajaan.

Rakennus	Äänitaso ulkona		Äänitaso sisällä	
	L eq,1h – Asumisterveys- asetus sisällä	Hz	L eq,1h – Asumisterveys- asetus sisällä	Hz
A Asuinrakennus, Koivula	10,1	125	-4,8	50
B Asuinrakennus, Tervämäki	11,0	125	-4,0	50
C Asuinrakennus, Töyrylä	6,8	125	-7,9	50
D Asuinrakennus, Kelloperä	8,8	125	-6,0	50
E Rakennuspaikka, Salmijärvet	11,4	125	-3,5	50
F Lomarakennus, Isoaho	6,5	125	-8,2	50

Toimenpideraja ei mallinnustulosten mukaan ylity mallinnuskohteiden sisätiloissa. Enimmillään melu on rakennusten sisätiloissa noin 4,0 dB alle toimenpiderajan taajuudella 50 Hz (kohde B, Asuinrakennus, Tervämäki).

Rakennuskohtaiset matalataajuiset äänitasot lähimpien rakennusten osalta on esitetty liitteessä 2. Rakennusten kirjaintunnukset ovat samat kuin ISO 9613-2 mallinnuksessa (Liite 1).

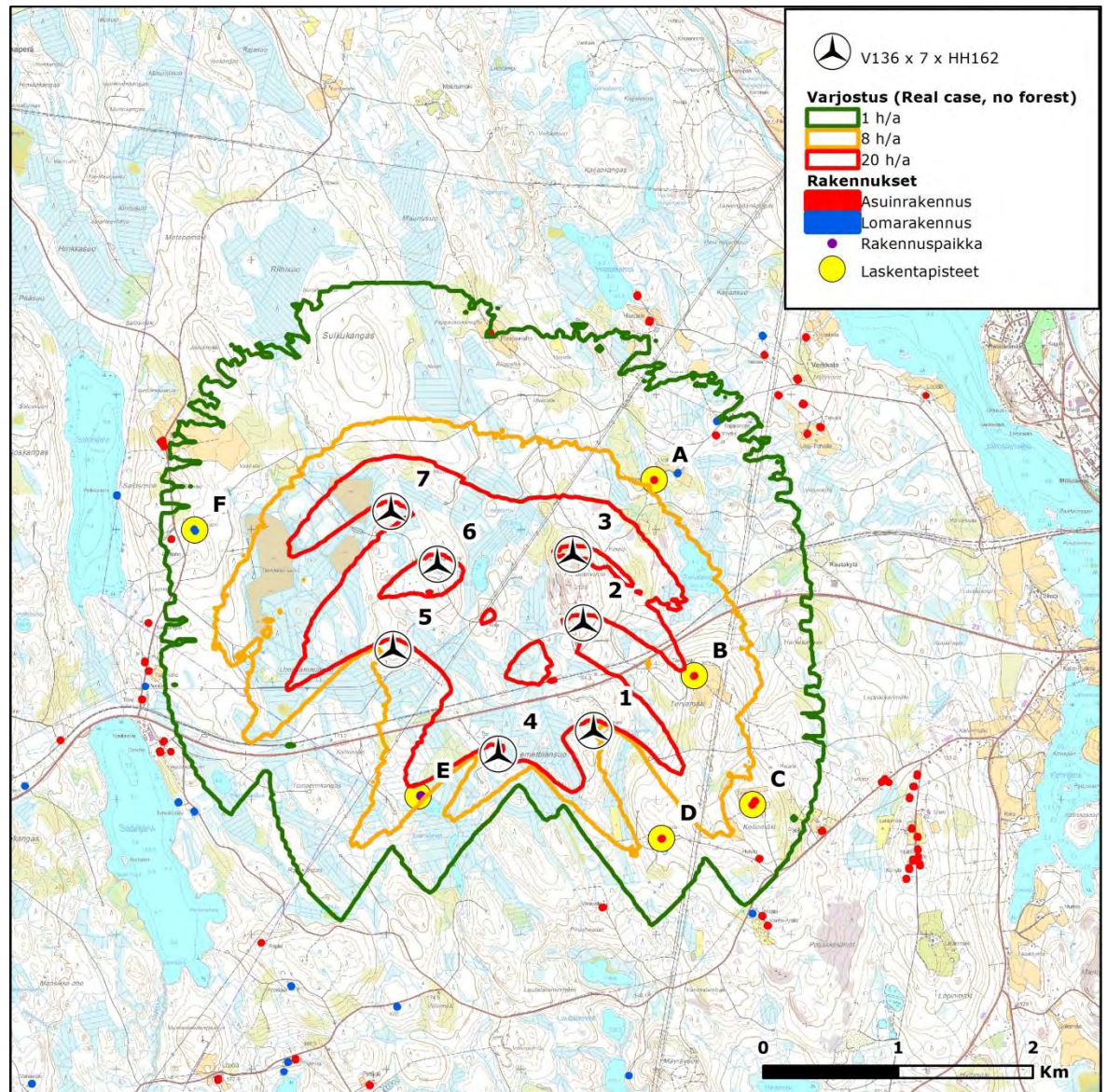
Äänitasot jäävät matalilla taajuuksilla kaikissa rakennuksissa sisällä alle ohjearvon kun huomioidaan rakenteiden ääneneristävyys.

6.7.2016

3.3 Varjostusmallinnusten tulokset

Varjostusmallinnus 1.

Tuulivoimaloiden läheisyydessä sijaitsevien asuin- ja lomarakennusten kohdalla varjostustunnit ovat "real case, no forest"-laskentatulosten perusteella enimmillään yli 19 tuntia vuodessa tarkastelukohteessa B, kun puuston suojaavaa vaikutusta ei oteta huomioon. Tarkemmat laskentatulokset ovat liitteestä 3.



Kuva 3. Varjostusmallinnus V136 x 7 x HH162, puuston suojaavaa vaikutusta ei huomioitu.

6.7.2016

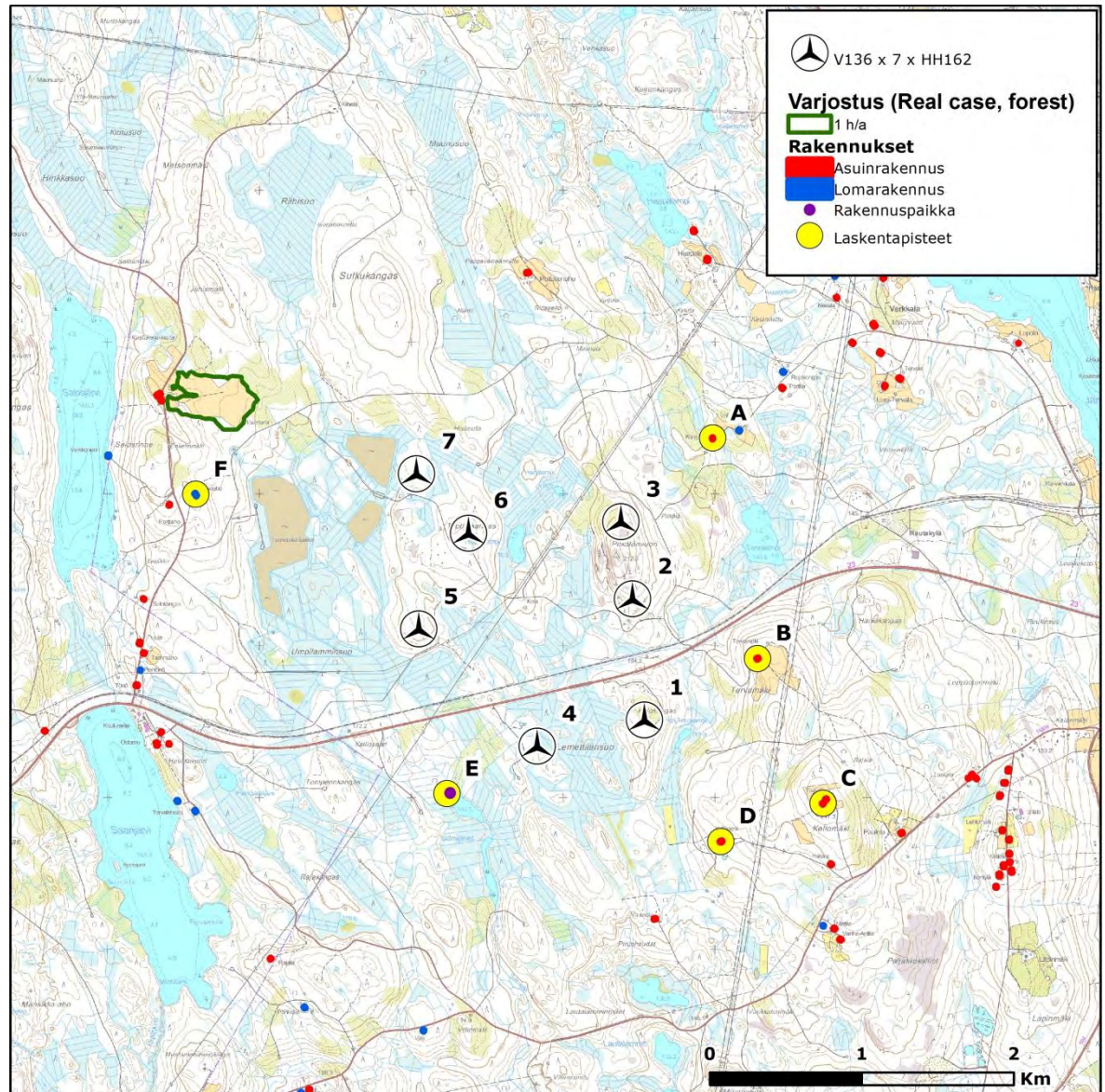
Taulukko 7. Laskennalliset varjostustunnit vuodessa lähialueen laskentapisteissä kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu "real case, no forest"

Laskentapiste	ETRS89- TM35 Itä	ETRS89- TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskenta- ikkuna (m)	Varjostus (h/a)
A Asuinrakennus, Koivula	401 985	6 904 367	157,5	5 x 5	6:08
B Asuinrakennus, Tervämäki	402 281	6 902 916	190,0	5 x 5	19:47
C Asuinrakennus, Töyrylä	402 712	6 901 962	217,5	5 x 5	3:23
D Asuinrakennus, Kelloperä	402 040	6 901 711	187,0	5 x 5	3:49
E Rakennuspaikka, Salmijärvet	400 234	6 902 025	162,5	5 x 5	13:48
F Lomarakennus, Isoaho	398 579	6 903 997	198,8	5 x 5	2:01

6.7.2016

Varjostusmallinnus 2.

Metsän peittävyden huomioonottavassa mallinnuksessa vuotuiset varjostustunnit jäävät huomattavasti pienemmiksi. Kaikissa laskentapisteissä varjostustunnit ovat alle 8 tuntia. Tarkemmat laskentatulokset ovat liitteestä 4.



Kuva 4. Varjostusmallinnus V136 x 7 x HH162, puuston suojaavaa vaikutusta on huomioitu.

6.7.2016

Taulukko 8. Laskennalliset varjostustunnit vuodessa lähialueen laskentapisteissä kun puuston suojaavaa vaikutus on huomioitu "real case, forest"

Laskentapiste	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskentapikkuna (m)	Varjostus (h/a)
A Asuinrakennus, Koivula	401 985	6 904 367	157,5	5 x 5	0:00
B Asuinrakennus, Tervämäki	402 281	6 902 916	190,0	5 x 5	0:00
C Asuinrakennus, Töyrylä	402 712	6 901 962	217,5	5 x 5	0:00
D Asuinrakennus, Kelloperä	402 040	6 901 711	187,0	5 x 5	0:00
E Rakennuspaikka, Salmijärvet	400 234	6 902 025	162,5	5 x 5	0:00
F Lomarakennus, Isoaho	398 579	6 903 997	198,8	5 x 5	0:00

FCG Suunnittelu ja tekniikka OyElina Salmeskari
LaatijaJohanna Harju
Laaduntarkistus/Hyväksyjä

Liite 1: Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2

Project:

Pitkälänvuori

Printed/Page

6.7.2016 11:17 / 1

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Elina Salmeskari / elina.salmeskari@fcg.fi

Calculated:

6.7.2016 11:16/2.9.269

DECIBEL - Main Result**Calculation:** V136 X 7 X HH162m (105,5 dB)**Noise calculation model:**

ISO 9613-2 General

Wind speed:

8,0 m/s

Ground attenuation:

General, Ground factor: 0,4

Meteorological coefficient, C0:

0,0 dB

Type of demand in calculation:

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

Noise values in calculation:

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

Pure tones:

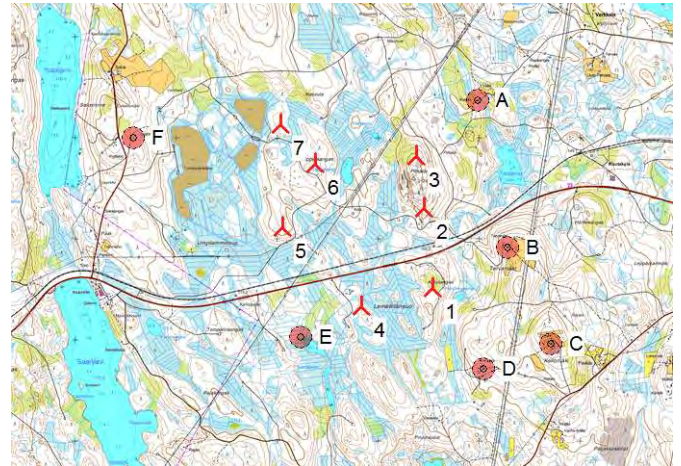
Pure and Impulse tone penalty are added to WTG source noise

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

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

0,0 dB(A)



Scale 1:75 000

New WTG

Noise sensitive area

WTGs

	Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89				WTG type			Noise data				Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]	Pure tones		
	East	North	Z	Row data/Description	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Creator				Name	
			[m]													
1	401 535	6 902 511	177,5	VESTAS V136-3.45 3450 ...	Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	USER	Mode 0 - Serrated blade	105,5	8,0	105,5	0 dB
2	401 457	6 903 309	185,9	VESTAS V136-3.45 3450 ...	Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	USER	Mode 0 - Serrated blade	105,5	8,0	105,5	0 dB
3	401 381	6 903 818	200,0	VESTAS V136-3.45 3450 ...	Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	USER	Mode 0 - Serrated blade	105,5	8,0	105,5	0 dB
4	400 829	6 902 337	172,5	VESTAS V136-3.45 3450 ...	Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	USER	Mode 0 - Serrated blade	105,5	8,0	105,5	0 dB
5	400 049	6 903 110	182,5	VESTAS V136-3.45 3450 ...	Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	USER	Mode 0 - Serrated blade	105,5	8,0	105,5	0 dB
6	400 377	6 903 742	190,0	VESTAS V136-3.45 3450 ...	Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	USER	Mode 0 - Serrated blade	105,5	8,0	105,5	0 dB
7	400 034	6 904 133	183,0	VESTAS V136-3.45 3450 ...	Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	USER	Mode 0 - Serrated blade	105,5	8,0	105,5	0 dB

Calculation Results**Sound Level**

Noise sensitive area No.	Name	Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89			Imission height [m]	Demands Noise [dB(A)]	Sound Level From WTGs [dB(A)]	Distance to noise demand [m]	Demands fulfilled ? Noise
		East	North	Z [m]					
A	Asuinrakennus, Koivula	401 985	6 904 367	157,5	4,0	40,0	37,8	201	Yes
B	Asuinrakennus, Tervämäki	402 281	6 902 916	190,0	4,0	40,0	38,9	115	Yes
C	Asuinrakennus, Töyrylä	402 712	6 901 962	217,5	4,0	40,0	33,7	698	Yes
D	Asuinrakennus, Kelloperä	402 040	6 901 711	187,0	4,0	40,0	36,4	340	Yes
E	Rakennuspaikka, Salmijärvet	400 234	6 902 025	162,5	4,0	40,0	39,5	45	Yes
F	Lomarakennus, Isoaho	398 579	6 903 997	198,8	4,0	40,0	33,3	823	Yes

Distances (m)

WTG	A	B	C	D	E	F
1	1910	849	1299	946	1389	3308
2	1183	913	1841	1701	1773	2959
3	816	1274	2284	2208	2128	2808
4	2336	1563	1920	1363	672	2796
5	2308	2240	2900	2433	1100	1717
6	1725	2075	2936	2625	1723	1816
7	1965	2555	3448	3145	2117	1461

Project:

Pitkälänvuori

Printed/Page

6.7.2016 11:17 / 2

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Elina Salmeskari / elina.salmeskari@fcg.fi

Calculated:

6.7.2016 11:16/2.9.269

DECIBEL - Detailed results**Calculation:** V136 X 7 X HH162m (105,5 dB) **Noise 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, Koivula****WTG**

Wind speed: 8,0 m/s

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]	Cmet [dB]
1	1 910	1 918	25,66	105,5	0,00	76,66	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	1 183	1 197	31,08	105,5	0,00	72,56	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	816	841	34,97	105,5	0,00	69,49	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	2 336	2 343	23,28	105,5	0,00	78,39	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	2 308	2 316	23,42	105,5	0,00	78,29	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	1 725	1 736	26,83	105,5	0,00	75,79	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	1 965	1 973	25,33	105,5	0,00	76,90	-	-	0,00	0,00	-	0,00

Sum 37,81

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: B Asuinrakennus, Tervämäki**WTG**

Wind speed: 8,0 m/s

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]	Cmet [dB]
1	849	861	34,71	105,5	0,00	69,70	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	913	926	33,92	105,5	0,00	70,33	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	1 274	1 285	30,29	105,5	0,00	73,18	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	1 563	1 569	28,01	105,5	0,00	74,91	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	2 240	2 245	23,79	105,5	0,00	78,02	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	2 075	2 081	24,70	105,5	0,00	77,37	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	2 555	2 560	22,22	105,5	0,00	79,16	-	-	0,00	0,00	-	0,00

Sum 38,94

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: C Asuinrakennus, Töyrylä**WTG**

Wind speed: 8,0 m/s

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]	Cmet [dB]
1	1 299	1 304	30,12	105,5	0,00	73,31	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	1 841	1 846	26,12	105,5	0,00	76,32	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	2 284	2 288	23,56	105,5	0,00	78,19	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	1 920	1 924	25,63	105,5	0,00	76,68	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	2 900	2 903	20,69	105,5	0,00	80,26	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	2 936	2 939	20,54	105,5	0,00	80,36	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	3 448	3 450	18,58	105,5	0,00	81,76	-	-	0,00	0,00	-	0,00

Sum 33,68

- Data undefined due to calculation with octave data

Project:

Pitkälänvuori

Printed/Page

6.7.2016 11:17 / 3

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Elina Salmeskari / elina.salmeskari@fcg.fi

Calculated:

6.7.2016 11:16/2.9.269

DECIBEL - Detailed results**Calculation:** V136 X 7 X HH162m (105,5 dB) **Noise calculation model:** ISO 9613-2 General 8,0 m/s**Noise sensitive area: D Asuinrakennus, Kelloperä**

		Wind speed: 8,0 m/s										
No.	Distance	Sound distance	Calculated	LwA,ref	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
1	946	958	33,55	105,5	0,00	70,62	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	1 701	1 708	27,02	105,5	0,00	75,65	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	2 208	2 214	23,96	105,5	0,00	77,90	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	1 363	1 371	29,56	105,5	0,00	73,74	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	2 433	2 438	22,80	105,5	0,00	78,74	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	2 625	2 630	21,89	105,5	0,00	79,40	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	3 145	3 149	19,70	105,5	0,00	80,96	-	-	0,00	0,00	-	0,00

Sum 36,39

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: E Rakennuspaikka, Salmijärvet

		Wind speed: 8,0 m/s										
No.	Distance	Sound distance	Calculated	LwA,ref	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
1	1 389	1 400	29,32	105,5	0,00	73,92	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	1 773	1 782	26,52	105,5	0,00	76,02	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	2 128	2 137	24,38	105,5	0,00	77,60	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	672	693	37,03	105,5	0,00	67,81	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	1 100	1 114	31,88	105,5	0,00	71,94	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	1 723	1 732	26,86	105,5	0,00	75,77	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	2 117	2 124	24,45	105,5	0,00	77,55	-	-	0,00	0,00	-	0,00

Sum 39,51

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: F Lomarakennus, Isoaho

		Wind speed: 8,0 m/s										
No.	Distance	Sound distance	Calculated	LwA,ref	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
1	3 308	3 311	19,08	105,5	0,00	81,40	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	2 959	2 963	20,44	105,5	0,00	80,43	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	2 808	2 812	21,08	105,5	0,00	79,98	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	2 796	2 799	21,13	105,5	0,00	79,94	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	1 717	1 723	26,92	105,5	0,00	75,72	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	1 816	1 822	26,27	105,5	0,00	76,21	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	1 461	1 468	28,77	105,5	0,00	74,34	-	-	0,00	0,00	-	0,00

Sum 33,26

- Data undefined due to calculation with octave data

Project:

Pitkälänvuori

Printed/Page

6.7.2016 11:17 / 4

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Elina Salmeskari / elina.salmeskari@fcg.fi

Calculated:

6.7.2016 11:16/2.9.269

DECIBEL - Assumptions for noise calculation**Calculation:** V136 X 7 X HH162m (105,5 dB) **Noise calculation model:** ISO 9613-2 General 8,0 m/s**Noise calculation model:**

ISO 9613-2 General

Wind speed:

8,0 m/s

Ground attenuation:

General, Ground factor: 0,4

Meteorological coefficient, C0:

0,0 dB

Type of demand in calculation:

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

Noise values in calculation:

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

Pure tones:

Pure and Impulse tone penalty are added to WTG source noise

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

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

0,0 dB(A)

Octave data required

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]
0,1	0,4	1,1	2,4	4,1	8,8	26,4	93,7

WTG: VESTAS V136-3.45 3450 136.0 !O!**Noise:** Mode 0 - Serrated blade 105,5

Source Source/Date Creator Edited
 Manufacturer 23.11.2015 USER 10.5.2016 10:27
 Based on Document no.: DMS 0055-9919_V00

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	162,0	8,0	105,5	No	90,9	97,0	96,4	99,1	100,0	97,3	91,3	74,4

NSA: Asuinrakennus, Koivula-A**Predefined calculation standard:****Imission height(a.g.l.):** 4,0 m**Noise demand:** 40,0 dB(A)**Distance demand:****NSA:** Asuinrakennus, Tervämäki-B**Predefined calculation standard:****Imission height(a.g.l.):** 4,0 m**Noise demand:** 40,0 dB(A)**Distance demand:****NSA:** Asuinrakennus, Töyrylä-C**Predefined calculation standard:****Imission height(a.g.l.):** 4,0 m**Noise demand:** 40,0 dB(A)**Distance demand:****NSA:** Asuinrakennus, Kelloperä-D**Predefined calculation standard:****Imission height(a.g.l.):** 4,0 m**Noise demand:** 40,0 dB(A)**Distance demand:**

Project:

Pitkälänvuori

Printed/Page

6.7.2016 11:17 / 5

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Elina Salmeskari / elina.salmeskari@fcg.fi

Calculated:

6.7.2016 11:16/2.9.269

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: V136 X 7 X HH162m (105,5 dB) **Noise calculation model:** ISO 9613-2 General 8,0 m/s

NSA: Rakennuspaikka, Salmijärvet-E

Predefined calculation standard:

Imission height(a.g.l.): 4,0 m

Noise demand: 40,0 dB(A)

Distance demand:

NSA: Lomarakennus, Isoaho-F

Predefined calculation standard:

Imission height(a.g.l.): 4,0 m

Noise demand: 40,0 dB(A)

Distance demand:

Project:

Pitkälänvuori

Printed/Page

6.7.2016 11:17 / 6

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

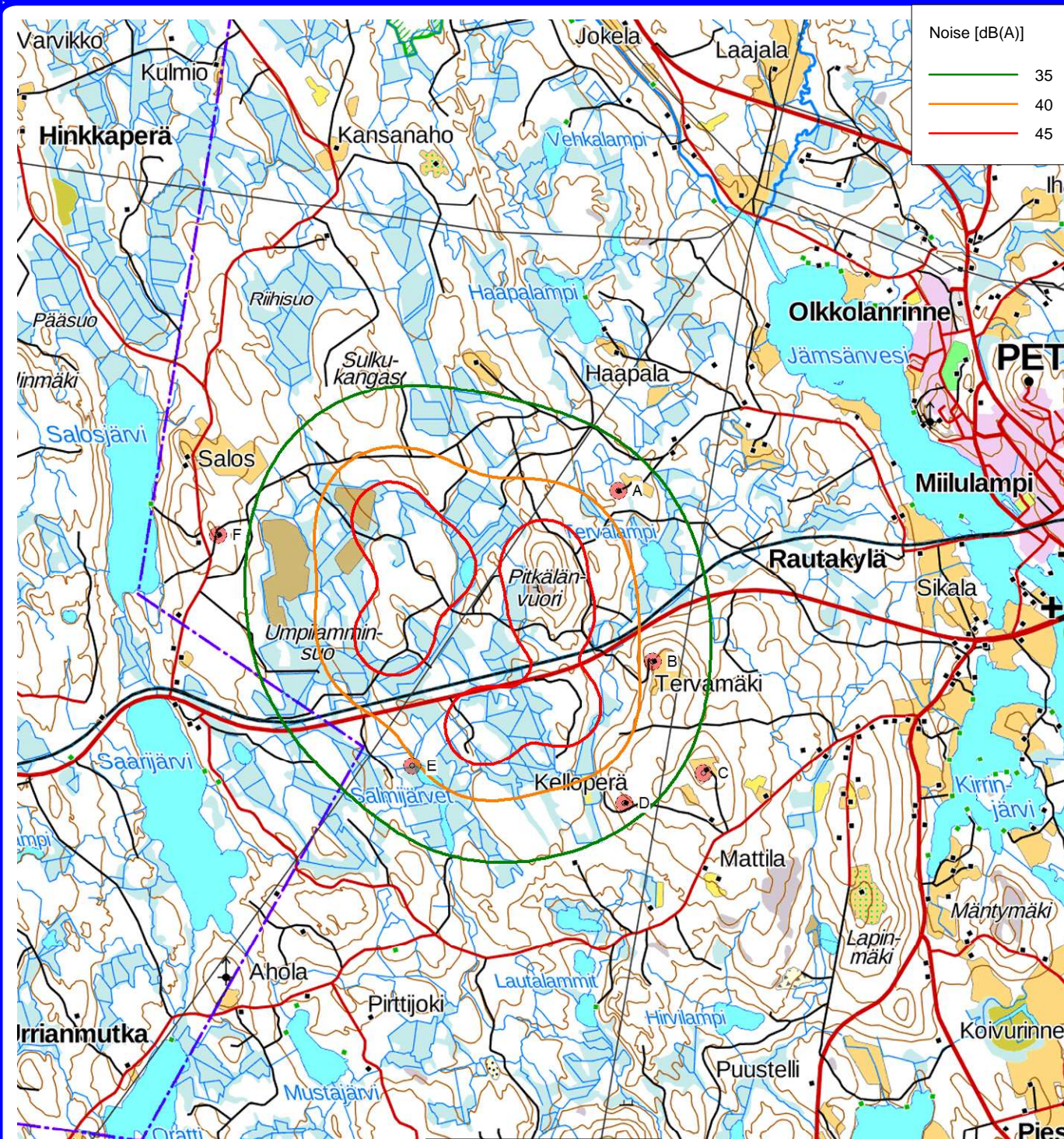
Elina Salmeskari / elina.salmeskari@fcg.fi

Calculated:

6.7.2016 11:16/2.9.269

DECIBEL - Map 8,0 m/s

Calculation: V136 X 7 X HH162m (105,5 dB) Noise calculation model: ISO 9613-2 General 8,0 m/s




Map: Maastokartta , Print scale 1:50 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 401 346 North: 6 903 613


■ Noise sensitive area

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

Pitkälänvuori

 V136 x 7 x HH162


Melutaso dB(A), ISO 9613-2


 35 dB(A)


 40 dB(A)


 45 dB(A)

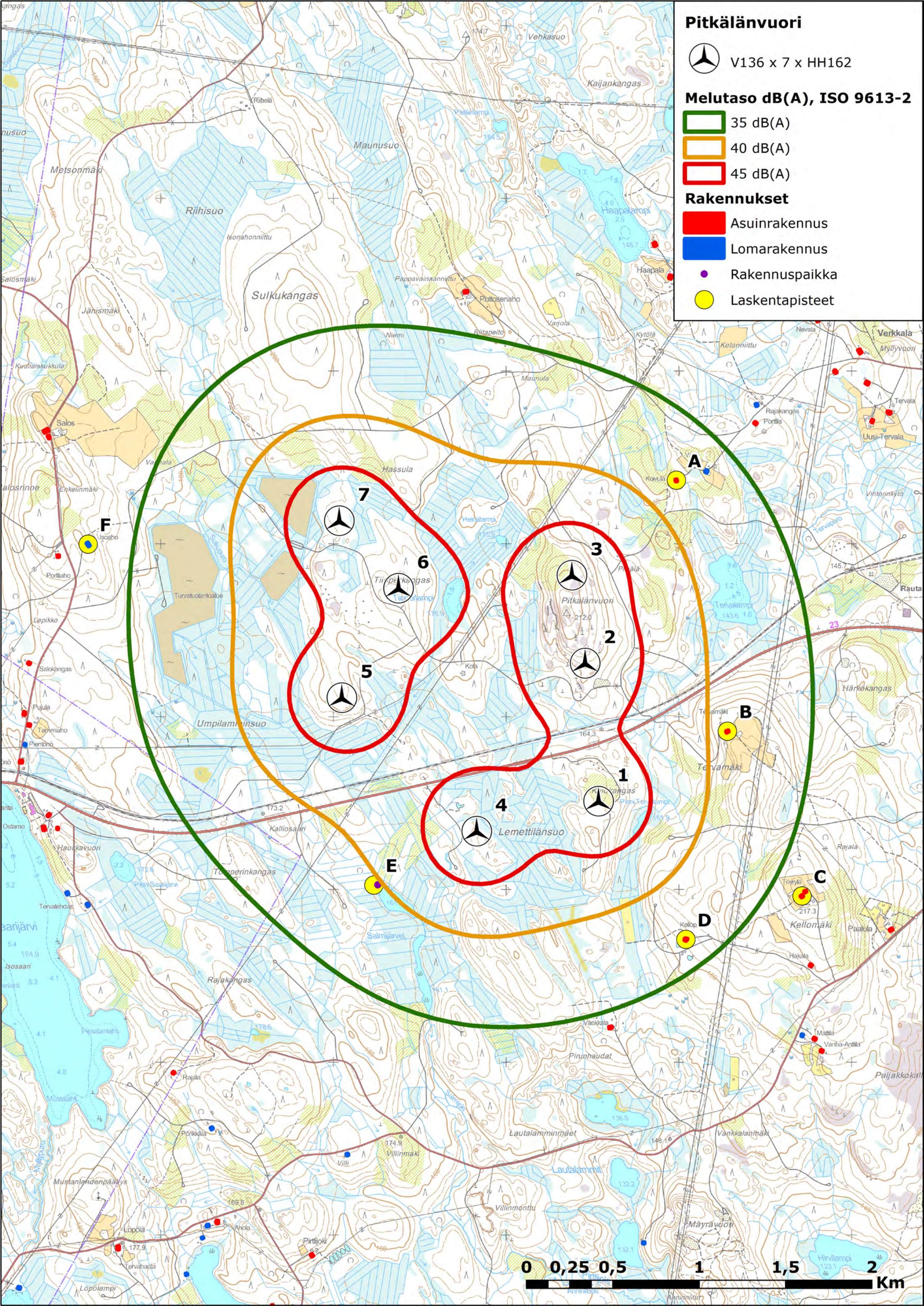
Rakennukset

 Asuinrakennus

 Lomarakennus

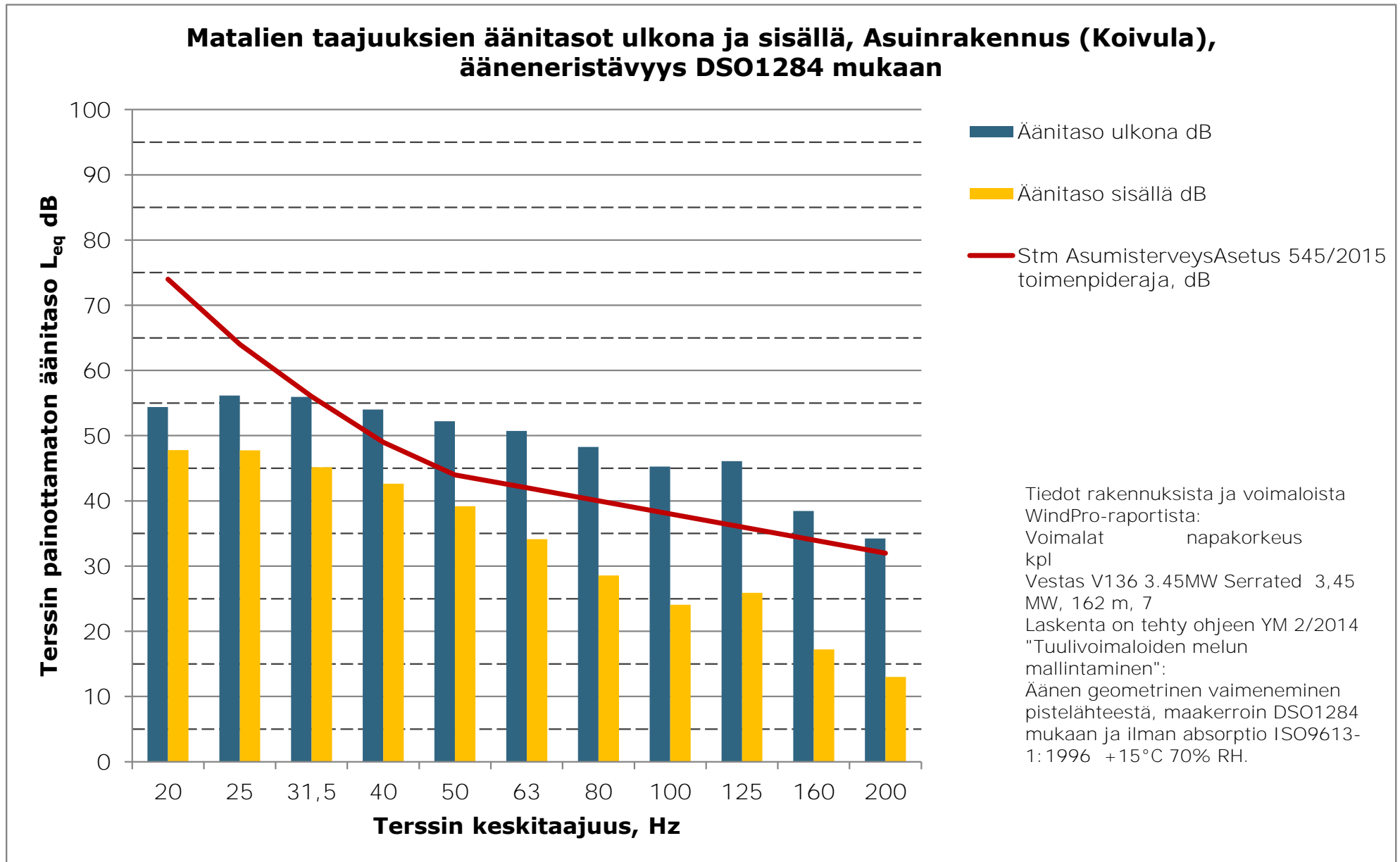
 Rakennuspaikka

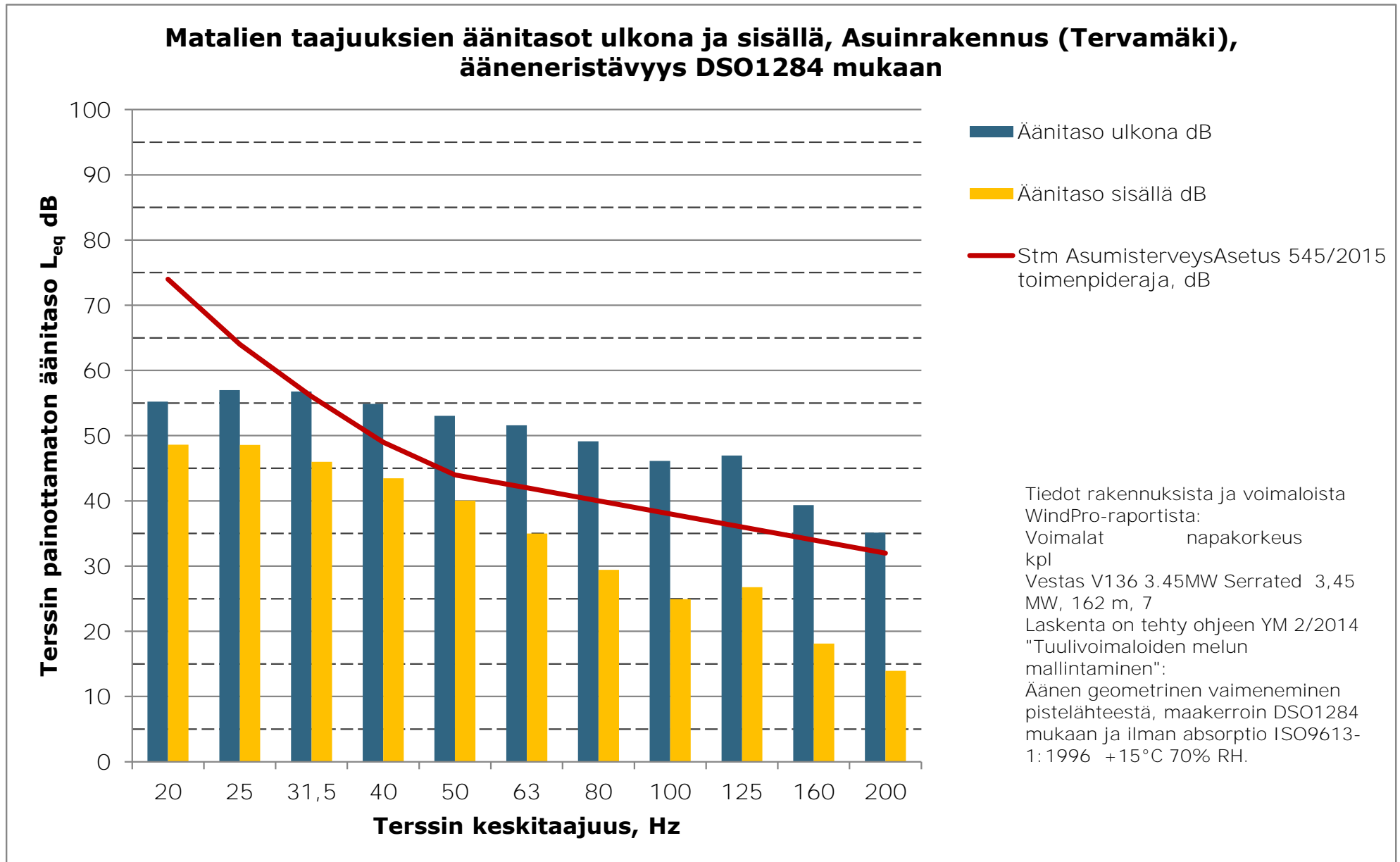
 Laskentapisteet

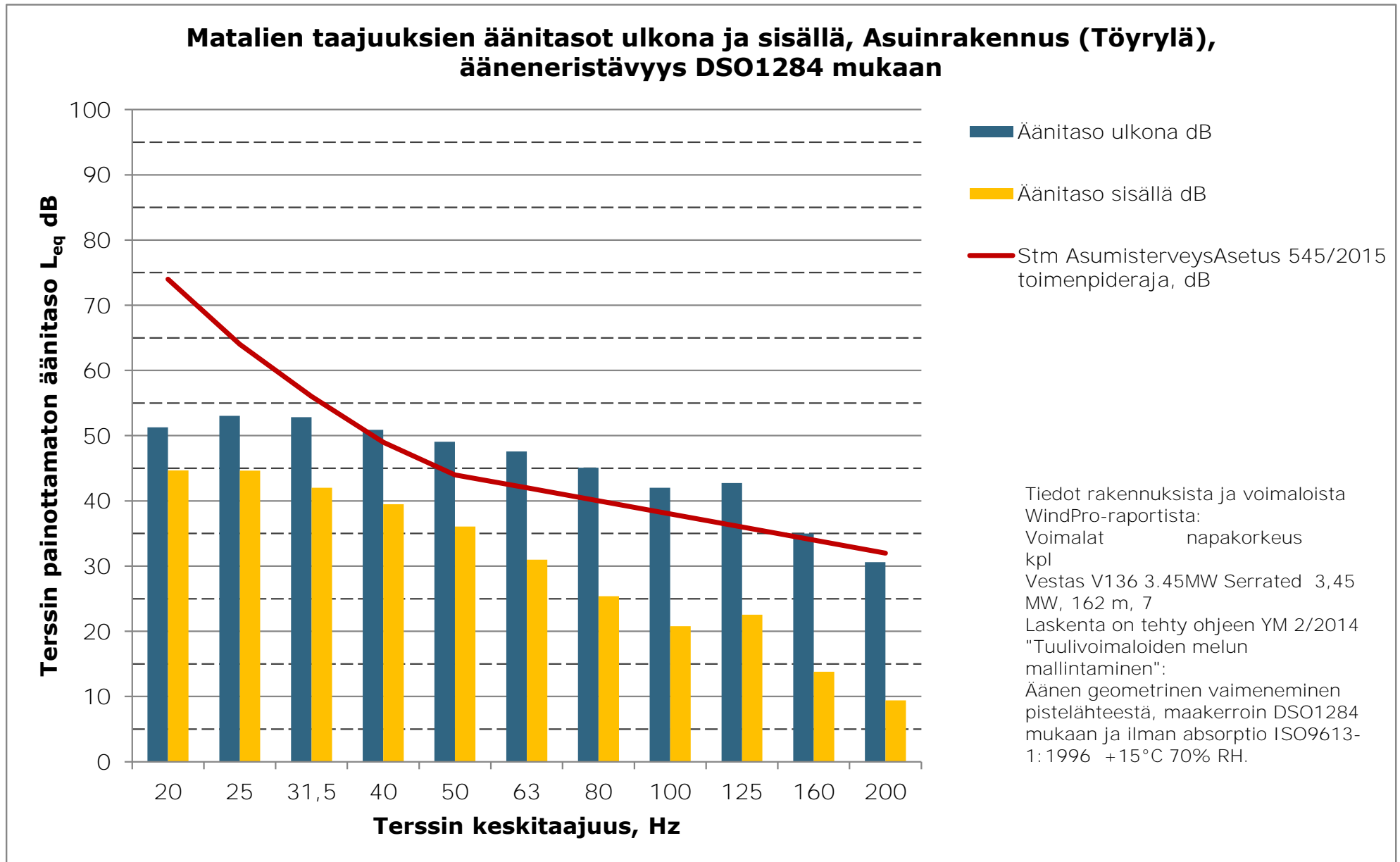


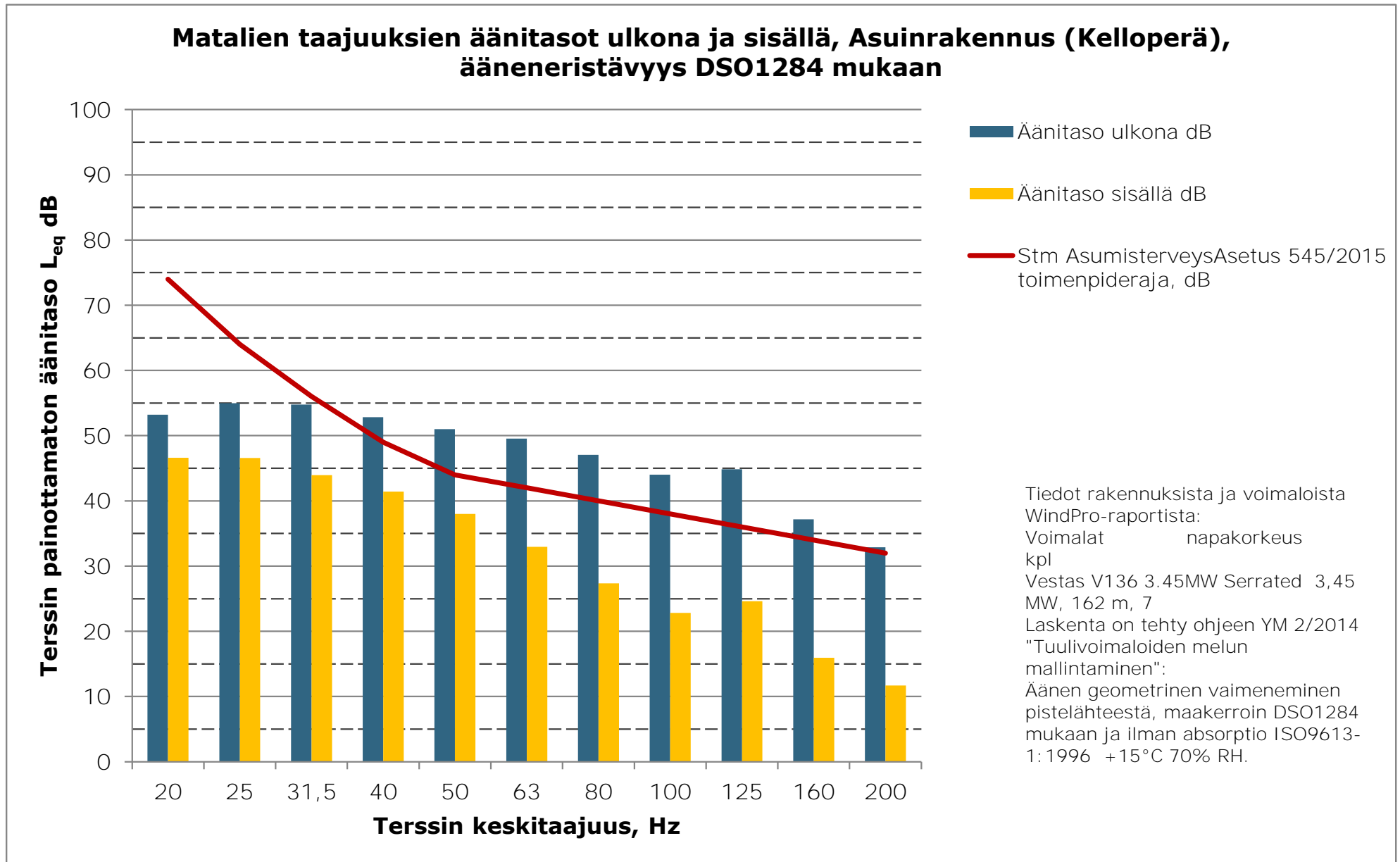
0 0,25 0,5 1 1,5 2 Km

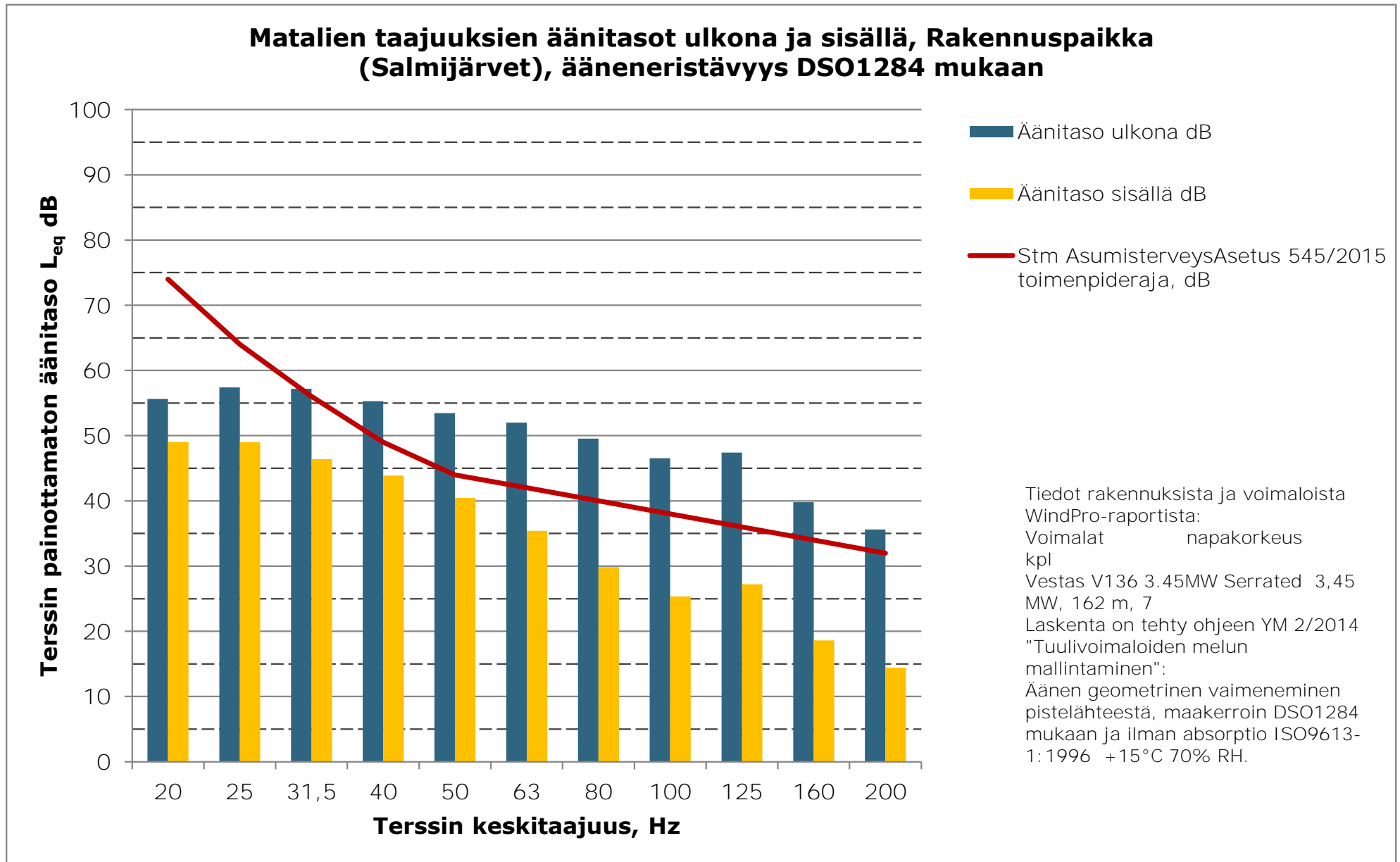
**Liite 2: Matalataajuisen melun rakennuskohtaiset arvot Vestas V136
3,45MW**

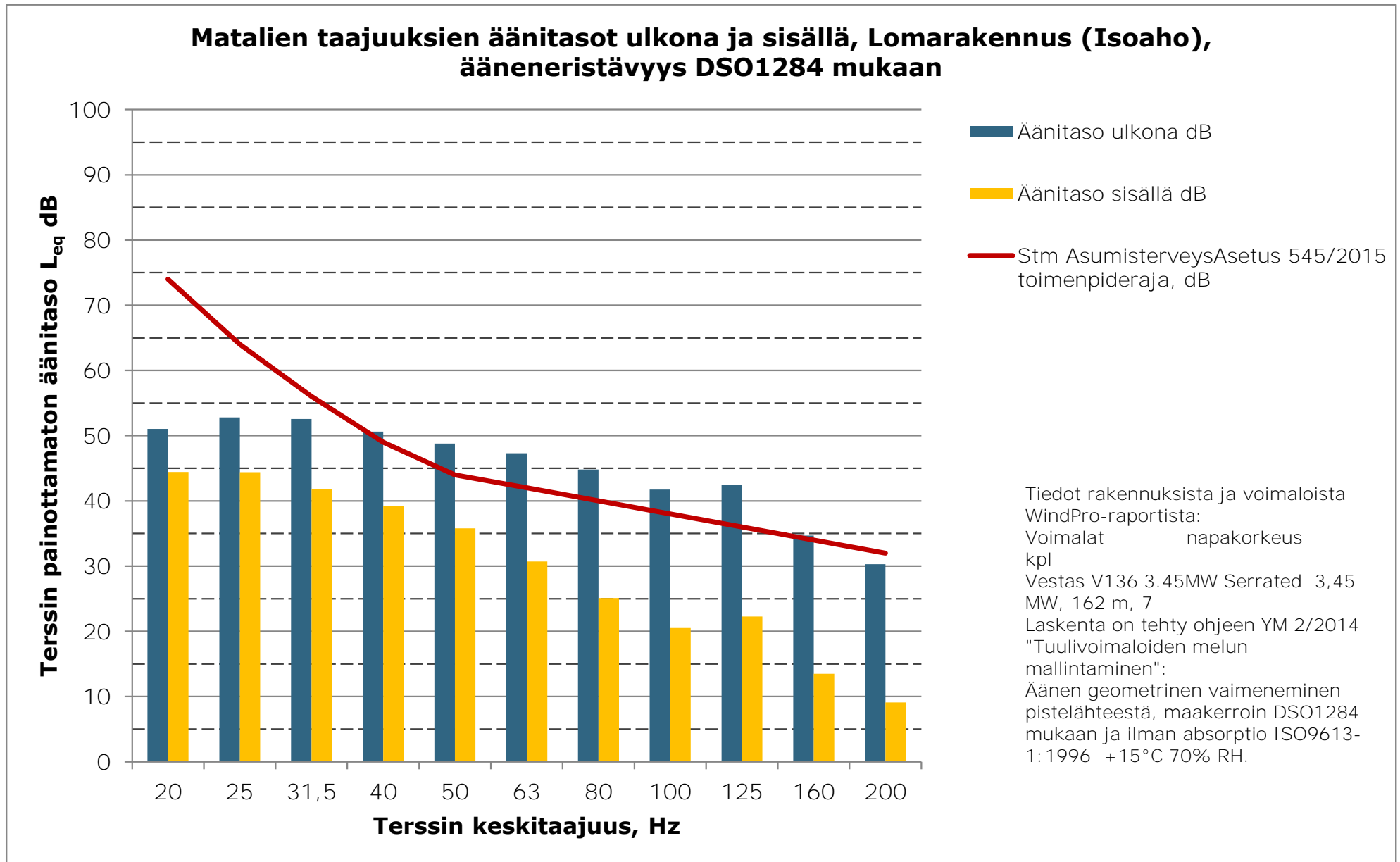


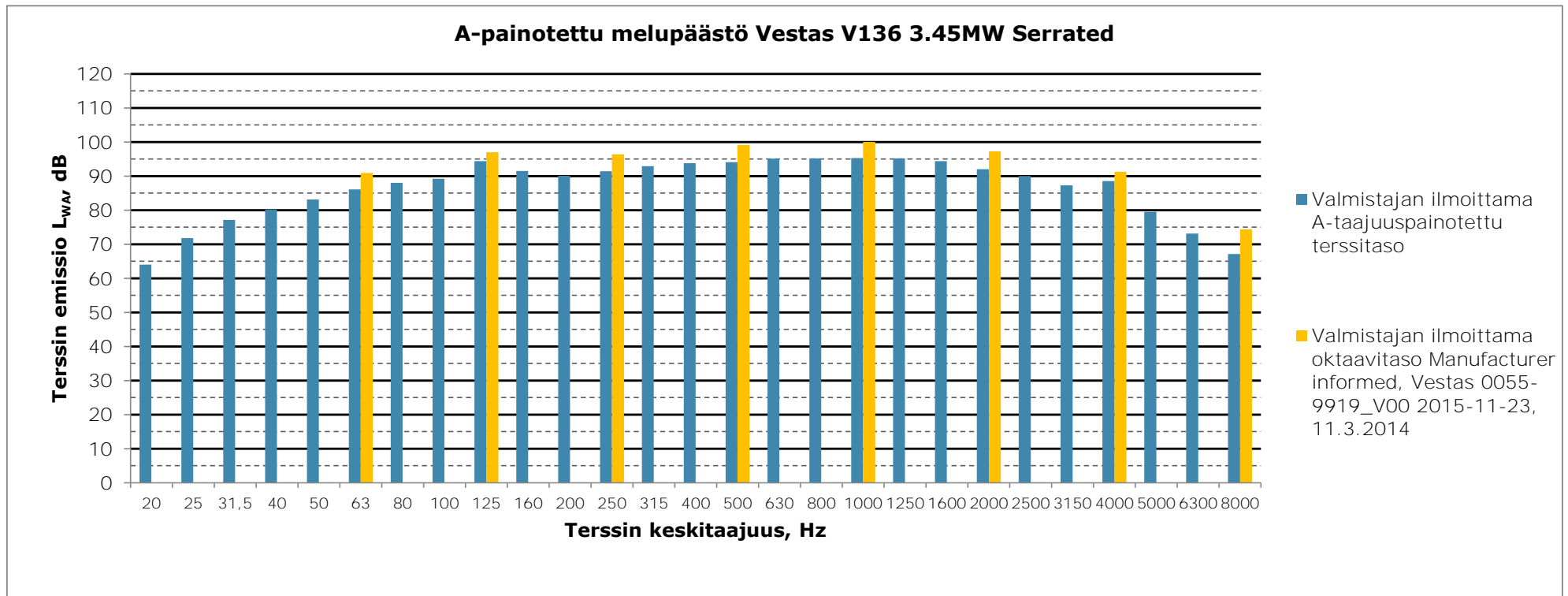


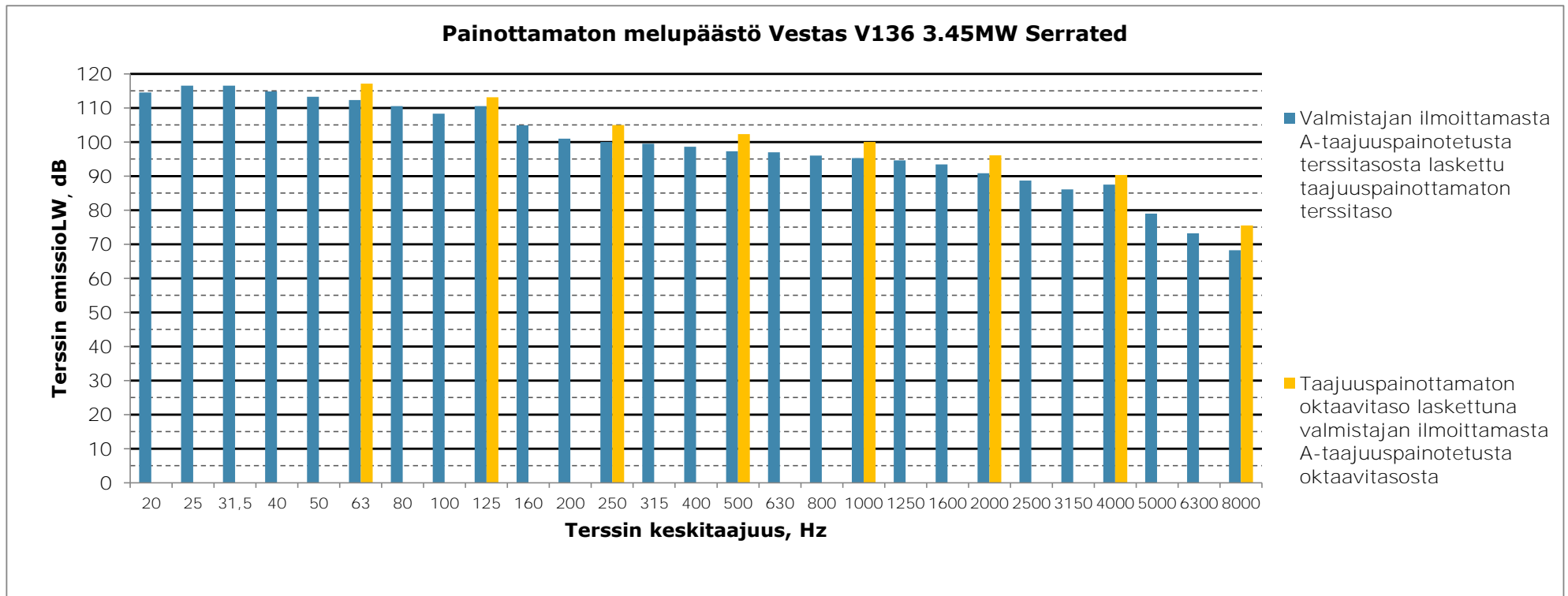












Liite 3: Varjostusmallinnusten tulokset "real case, no forest"

Project:

Pitkälänvuori

Printed/Page

18.5.2016 15:51 / 1

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Johanna Harju / johanna.harju@fcg.fi

Calculated:

18.5.2016 15:47/2.9.269

SHADOW - Main Result

Calculation: V136 x 7 x HH162_No_Forest

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence

Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade

Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence 3 °

Day step for calculation 1 days

Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,94	2,43	4,06	6,23	8,35	8,23	8,58	6,42	4,00	1,92	0,83	0,46

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

MERRA_basic_E25.335_N62.000

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
625	548	464	443	502	698	920	1154	1050	899	719	672	8694

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

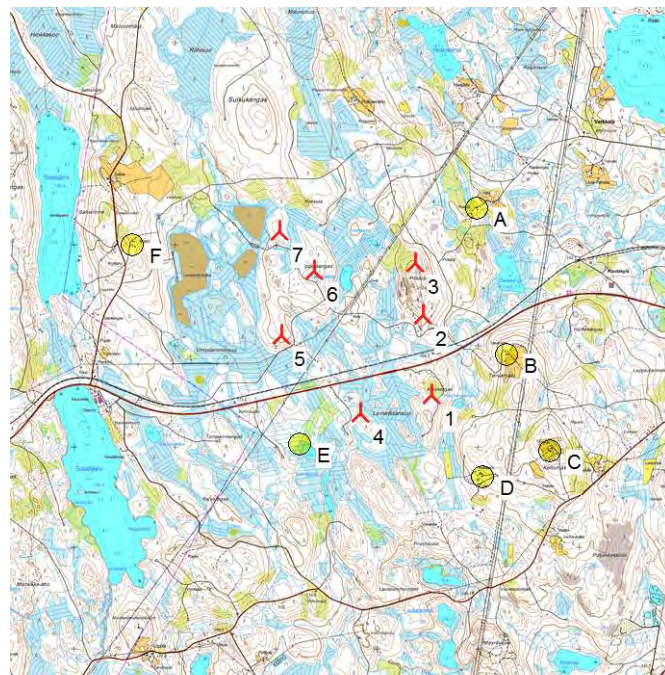
A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:

Height contours used: Height Contours: Korkeuskäyrät_40km(2).wpo (6)

Obstacles not used in calculation

Eye height: 1,5 m

Grid resolution: 10,0 m



▲ New WTG

Scale 1:75 000

● Shadow receptor

WTGs

	Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89				WTG type				Shadow data			
	East	North	Z	Row data/Description	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM [RPM]
			[m]									
1	401 535	6 902 511	177,5	VESTAS V136-3.45 3450 136,0 !... Yes	Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	1 713	0,0
2	401 457	6 903 309	185,9	VESTAS V136-3.45 3450 136,0 !... Yes	Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	1 713	0,0
3	401 381	6 903 818	200,0	VESTAS V136-3.45 3450 136,0 !... Yes	Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	1 713	0,0
4	400 829	6 902 337	172,5	VESTAS V136-3.45 3450 136,0 !... Yes	Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	1 713	0,0
5	400 049	6 903 110	182,5	VESTAS V136-3.45 3450 136,0 !... Yes	Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	1 713	0,0
6	400 377	6 903 742	190,0	VESTAS V136-3.45 3450 136,0 !... Yes	Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	1 713	0,0
7	400 034	6 904 133	183,0	VESTAS V136-3.45 3450 136,0 !... Yes	Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	1 713	0,0

Shadow receptor-Input

No.	Name	Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89				Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
		East	North	Z	Height [m]						
A	Asuinrakennus, Koivula	401 985	6 904 367	157,5	5,0	5,0	1,0	0,0	0,0	"Green house mode"	
B	Asuinrakennus, Tervämäki	402 281	6 902 916	190,0	5,0	5,0	1,0	0,0	0,0	"Green house mode"	
C	Asuinrakennus, Töyrylä	402 712	6 901 962	217,5	5,0	5,0	1,0	0,0	0,0	"Green house mode"	
D	Asuinrakennus, Kelloperä	402 040	6 901 711	187,0	5,0	5,0	1,0	0,0	0,0	"Green house mode"	
E	Rakennuspaikka, Salmijärvet	400 234	6 902 025	162,5	5,0	5,0	1,0	0,0	0,0	"Green house mode"	
F	Lomarakennus, Isoaho	398 579	6 903 997	198,7	5,0	5,0	1,0	0,0	0,0	"Green house mode"	

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, expected values	
		Shadow hours per year [h/year]	
A	Asuinrakennus, Koivula	6:08	

To be continued on next page...

Project:

Pitkälänvuori

Printed/Page

18.5.2016 15:51 / 2

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Johanna Harju / johanna.harju@fcg.fi

Calculated:

18.5.2016 15:47/2.9.269

SHADOW - Main Result**Calculation:** V136 x 7 x HH162_No_Forest

...continued from previous page

No.	Name	Shadow, expected values	
		Shadow hours	per year
			[h/year]
B	Asuinrakennus, Tervämäki	19:47	
C	Asuinrakennus, Töyrylä	3:23	
D	Asuinrakennus, Kelloperä	3:49	
E	Rakennuspaikka, Salmijärvet	13:48	
F	Lomarakennus, Isoaho	2:01	

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

No.	Name		Worst case	Expected
1	VESTAS V136-3.45	3450 136.0 !O! hub: 162,0 m (TOT: 230,0 m) (2)	49:04	11:00
2	VESTAS V136-3.45	3450 136.0 !O! hub: 162,0 m (TOT: 230,0 m) (3)	62:51	14:38
3	VESTAS V136-3.45	3450 136.0 !O! hub: 162,0 m (TOT: 230,0 m) (4)	31:09	5:54
4	VESTAS V136-3.45	3450 136.0 !O! hub: 162,0 m (TOT: 230,0 m) (5)	58:19	15:17
5	VESTAS V136-3.45	3450 136.0 !O! hub: 162,0 m (TOT: 230,0 m) (6)	0:00	0:00
6	VESTAS V136-3.45	3450 136.0 !O! hub: 162,0 m (TOT: 230,0 m) (7)	0:00	0:00
7	VESTAS V136-3.45	3450 136.0 !O! hub: 162,0 m (TOT: 230,0 m) (8)	8:36	2:01

Project:

Pitkälänvuori

Printed/Page

18.5.2016 15:51 / 3

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Johanna Harju / johanna.harju@fcg.fi

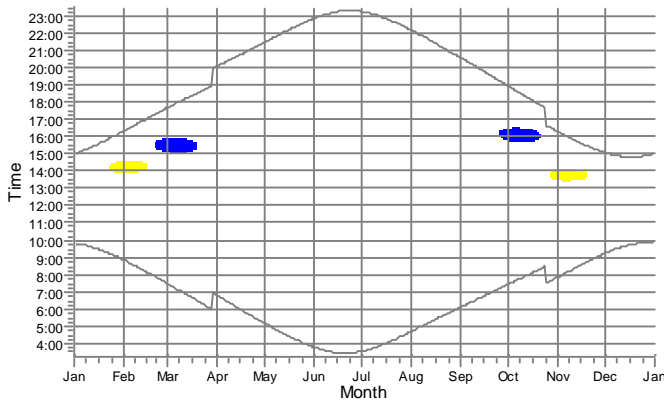
Calculated:

18.5.2016 15:47/2.9.269

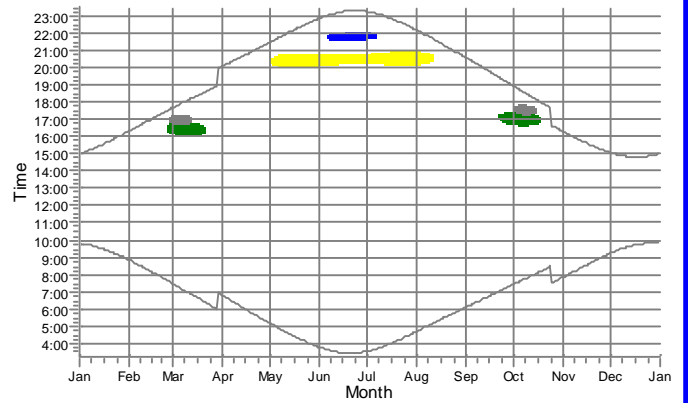
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: V136 x 7 x HH162_No_Forest

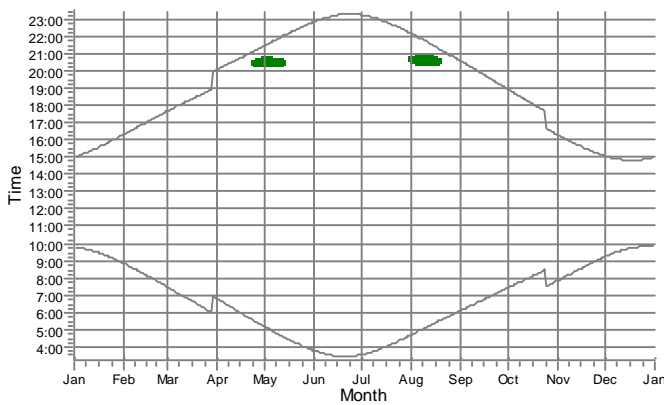
A: Asuinrakennus, Koivula



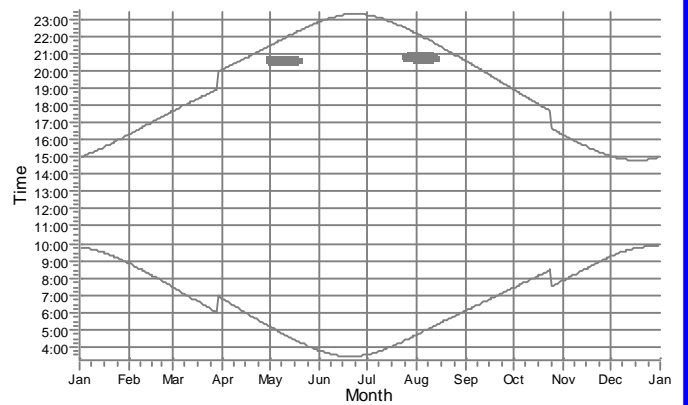
B: Asuinrakennus, Tervämäki



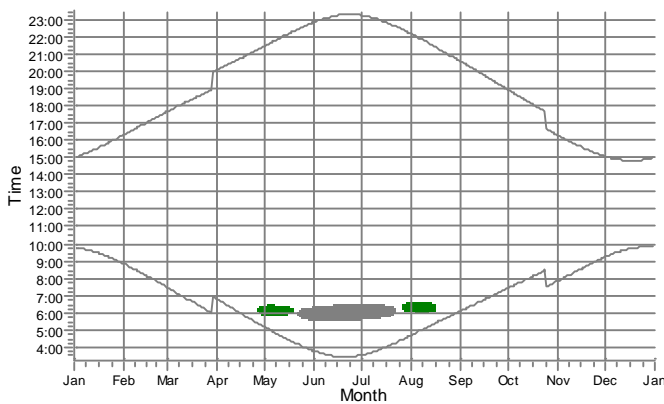
C: Asuinrakennus, Törylä



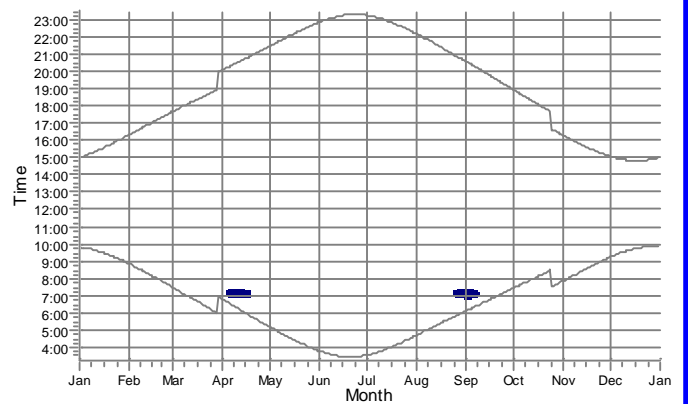
D: Asuinrakennus, Kelloperä



E: Rakennuspaikka, Salmjärvet



F: Lomarakennus, Isoaho



WTGs

- 1: VESTAS V136-3.45 3450 136.0 !O! hub: 162,0 m (TOT: 230,0 m) (2)
- 2: VESTAS V136-3.45 3450 136.0 !O! hub: 162,0 m (TOT: 230,0 m) (3)
- 3: VESTAS V136-3.45 3450 136.0 !O! hub: 162,0 m (TOT: 230,0 m) (4)

- 4: VESTAS V136-3.45 3450 136.0 !O! hub: 162,0 m (TOT: 230,0 m) (5)
- 7: VESTAS V136-3.45 3450 136.0 !O! hub: 162,0 m (TOT: 230,0 m) (8)

Project:

Pitkälänvuori

Printed/Page

18.5.2016 15:51 / 4

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Johanna Harju / johanna.harju@fcg.fi

Calculated:

18.5.2016 15:47/2.9.269

SHADOW - Map

Calculation: V136 x 7 x HH162_No_Forest



Map: Maastokartta , Print scale 1:40 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 401 346 North: 6 903 613

New WTG Shadow receptor

Flicker map level: Height Contours: Korkeuskäyrät_40km(2).wpo (6)

Pitkälänvuori



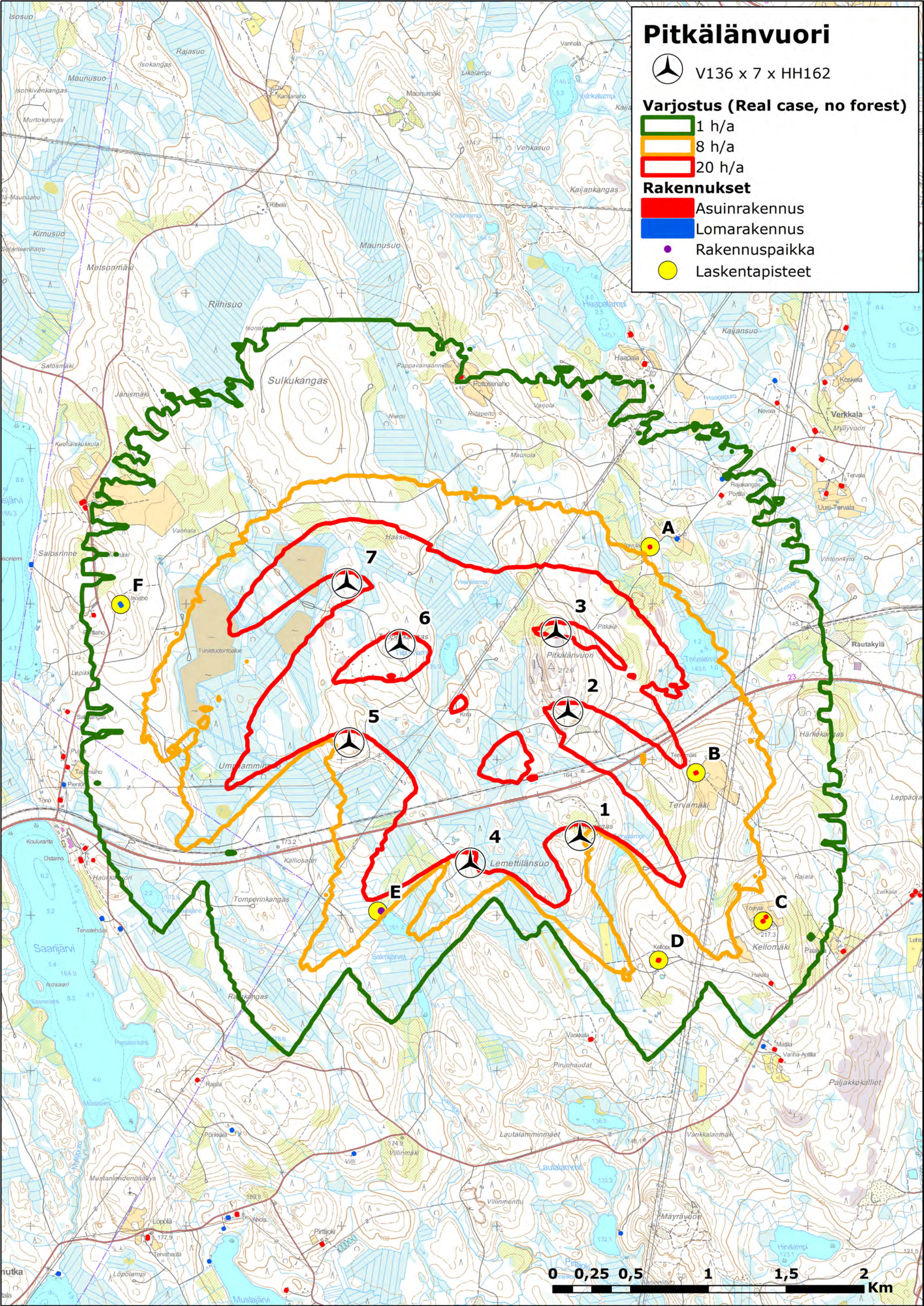
V136 x 7 x HH162

Varjostus (Real case, no forest)

- 1 h/a
- 8 h/a
- 20 h/a

Rakennukset

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Rakennuspaikka
- Laskentapisteet



Liite 4. Varjostusmallinnusten tulokset "real case, forest"

Project:

Pitkälänvuori

Printed/Page

4.7.2016 12:15 / 1

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Elina Salmeskari / elina.salmeskari@fcg.fi

Calculated:

4.7.2016 12:15/2.9.269

SHADOW - Main Result

Calculation: Copy of V136 x 7 x HH162_forest

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence

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

Minimum sun height over horizon for influence

3 °

Day step for calculation

1 days

Time step for calculation

1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,94	2,43	4,06	6,23	8,35	8,23	8,58	6,42	4,00	1,92	0,83	0,46

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

MERRA_basic_E25.335_N62.000

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
625	548	464	443	502	698	920	1154	1050	899	719	672	8694

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

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:

Height contours used: Korkeuskäyrät_40km(2).wpo (6)

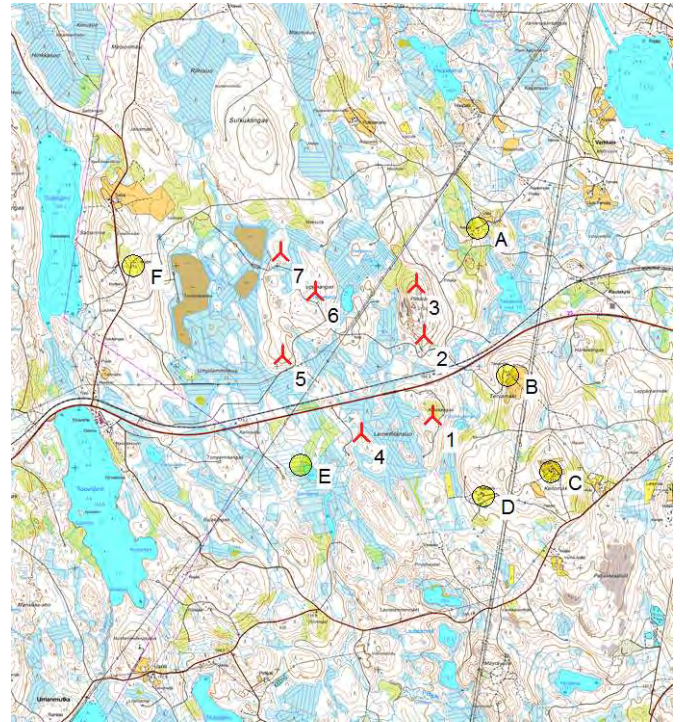
Area object(s) used in calculation:

Area object (Roughness, ZVI): REGIONS_Pitkälänvuori_1.w2r (31)

Obstacles not used in calculation

Eye height: 1,5 m

Grid resolution: 10,0 m



Scale 1:75 000

New WTG

Shadow receptor

WTGs

	Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89			Row data/Description	WTG type			Shadow data				
	East	North	Z		Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	401 535	6 902 511	177,5	VESTAS V136-3.45 3450 136.0 !... Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	1 713	0,0	
2	401 457	6 903 309	185,9	VESTAS V136-3.45 3450 136.0 !... Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	1 713	0,0	
3	401 381	6 903 818	200,0	VESTAS V136-3.45 3450 136.0 !... Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	1 713	0,0	
4	400 829	6 902 337	172,5	VESTAS V136-3.45 3450 136.0 !... Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	1 713	0,0	
5	400 049	6 903 110	182,5	VESTAS V136-3.45 3450 136.0 !... Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	1 713	0,0	
6	400 377	6 903 742	190,0	VESTAS V136-3.45 3450 136.0 !... Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	1 713	0,0	
7	400 034	6 904 133	183,0	VESTAS V136-3.45 3450 136.0 !... Yes	VESTAS	V136-3.45-3 450	3 450	136,0	162,0	1 713	0,0	

Shadow receptor-Input

No.	Name	Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89			Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
		East	North	Z						
A	Asuinrakennus, Koivula	401 985	6 904 367	157,5	5,0	5,0	1,0	0,0	0,0	"Green house mode"
B	Asuinrakennus, Tervämäki	402 281	6 902 916	190,0	5,0	5,0	1,0	0,0	0,0	"Green house mode"
C	Asuinrakennus, Töyrylä	402 712	6 901 962	217,5	5,0	5,0	1,0	0,0	0,0	"Green house mode"
D	Asuinrakennus, Kelloperä	402 040	6 901 711	187,0	5,0	5,0	1,0	0,0	0,0	"Green house mode"
E	Rakennuspaikka, Salmijärvet	400 234	6 902 025	162,5	5,0	5,0	1,0	0,0	0,0	"Green house mode"
F	Lomarakennus, Isoaho	398 579	6 903 997	198,7	5,0	5,0	1,0	0,0	0,0	"Green house mode"

Project:

Pitkälänvuori

Printed/Page

4.7.2016 12:15 / 2

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Elina Salmeskari / elina.salmeskari@fcg.fi

Calculated:

4.7.2016 12:15/2.9.269

SHADOW - Main Result**Calculation:** Copy of V136 x 7 x HH162_forest**Calculation Results**

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, expected values	
		Shadow hours	per year
			[h/year]
A	Asuinrakennus, Koivula	0:00	
B	Asuinrakennus, Tervämäki	0:00	
C	Asuinrakennus, Töyrylä	0:00	
D	Asuinrakennus, Kelloperä	0:00	
E	Rakennuspaikka, Salmijärvet	0:00	
F	Lomarakennus, Isoaho	0:00	

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

No.	Name	Worst case	Expected
		[h/year]	[h/year]
1	VESTAS V136-3.45 3450 136.0 !O! hub: 162,0 m (TOT: 230,0 m) (2)	0:00	0:00
2	VESTAS V136-3.45 3450 136.0 !O! hub: 162,0 m (TOT: 230,0 m) (3)	0:00	0:00
3	VESTAS V136-3.45 3450 136.0 !O! hub: 162,0 m (TOT: 230,0 m) (4)	0:00	0:00
4	VESTAS V136-3.45 3450 136.0 !O! hub: 162,0 m (TOT: 230,0 m) (5)	0:00	0:00
5	VESTAS V136-3.45 3450 136.0 !O! hub: 162,0 m (TOT: 230,0 m) (6)	0:00	0:00
6	VESTAS V136-3.45 3450 136.0 !O! hub: 162,0 m (TOT: 230,0 m) (7)	0:00	0:00
7	VESTAS V136-3.45 3450 136.0 !O! hub: 162,0 m (TOT: 230,0 m) (8)	0:00	0:00

Project:

Pitkälänvuori

Printed/Page

4.7.2016 12:15 / 3

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Elina Salmeskari / elina.salmeskari@fcg.fi

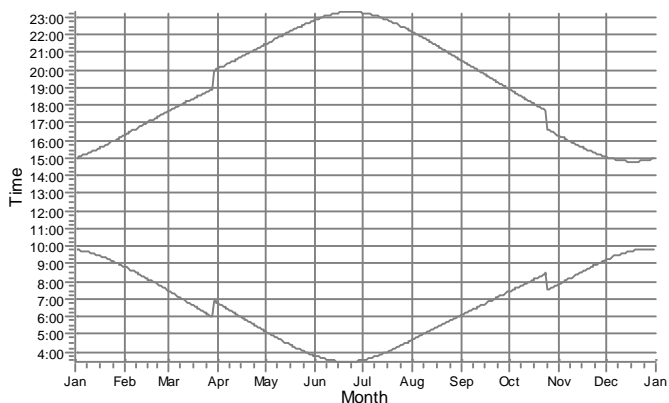
Calculated:

4.7.2016 12:15/2.9.269

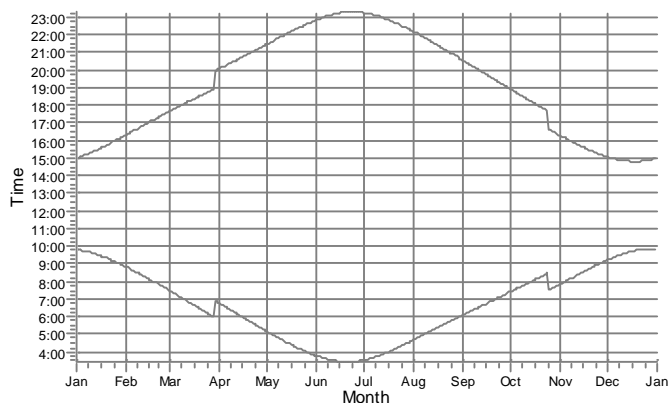
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Copy of V136 x 7 x HH162_forest

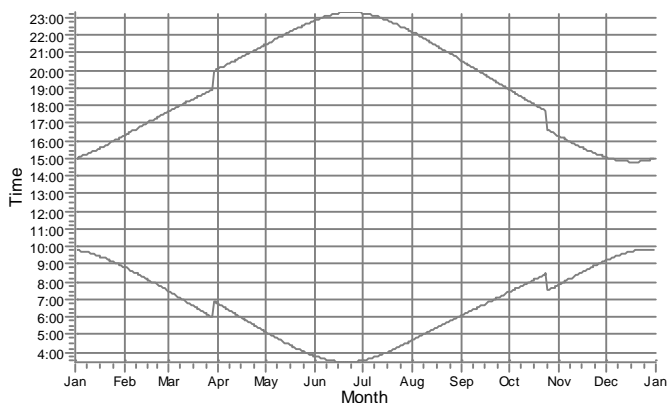
A: Asuinrakennus, Koivula



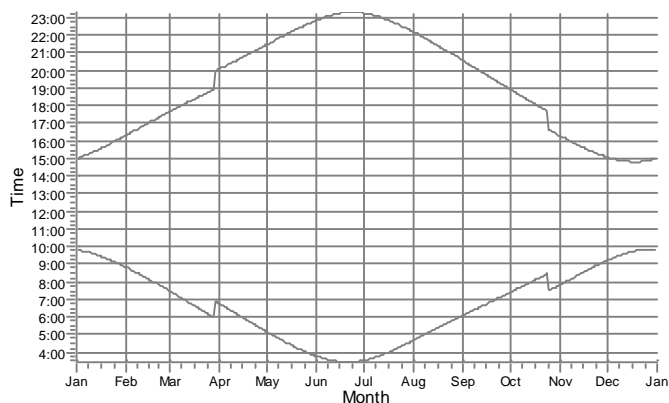
B: Asuinrakennus, Tervämäki



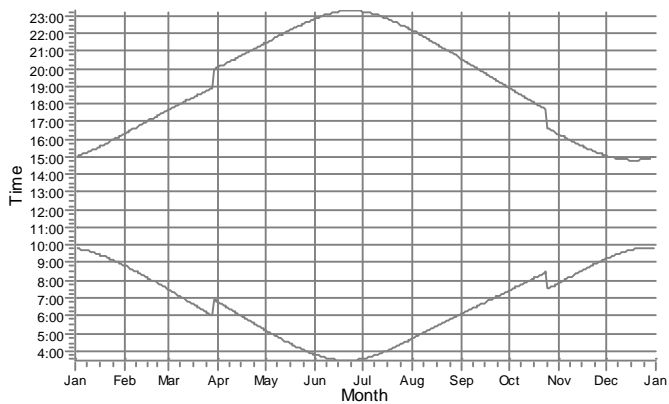
C: Asuinrakennus, Törylä



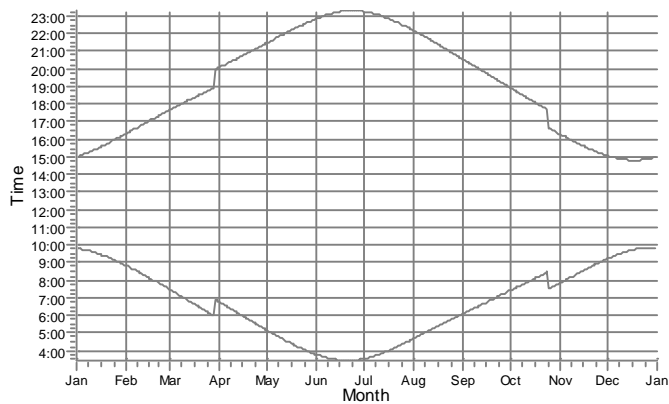
D: Asuinrakennus, Kelloperä



E: Rakennuspaikka, Salmjärvet



F: Lomarakennus, Isoaho



WTGs

Project:

Pitkälänvuori

Printed/Page

4.7.2016 12:15 / 4

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

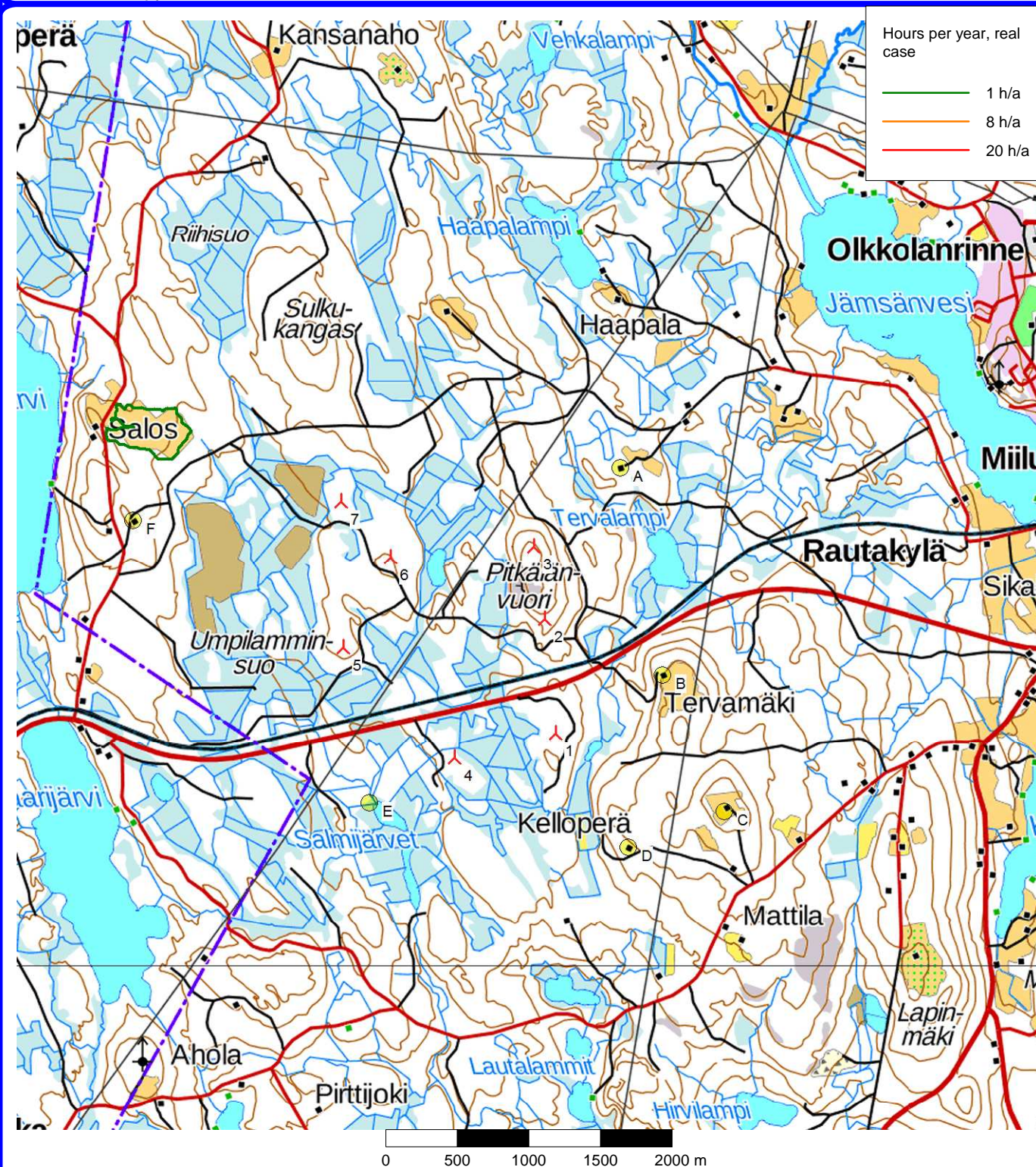
Elina Salmeskari / elina.salmeskari@fcg.fi

Calculated:

4.7.2016 12:15/2.9.269

SHADOW - Map

Calculation: Copy of V136 x 7 x HH162_forest



Map: Maastokartta , Print scale 1:40 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 401 346 North: 6 903 613

▲ New WTG

● Shadow receptor

Flicker map level: Height Contours: Korkeuskäyrät_40km(2).wpo (6)

Pitkälänvuori





V136 x 7 x HH162


Varjostus (Real case, forest)

 1 h/a

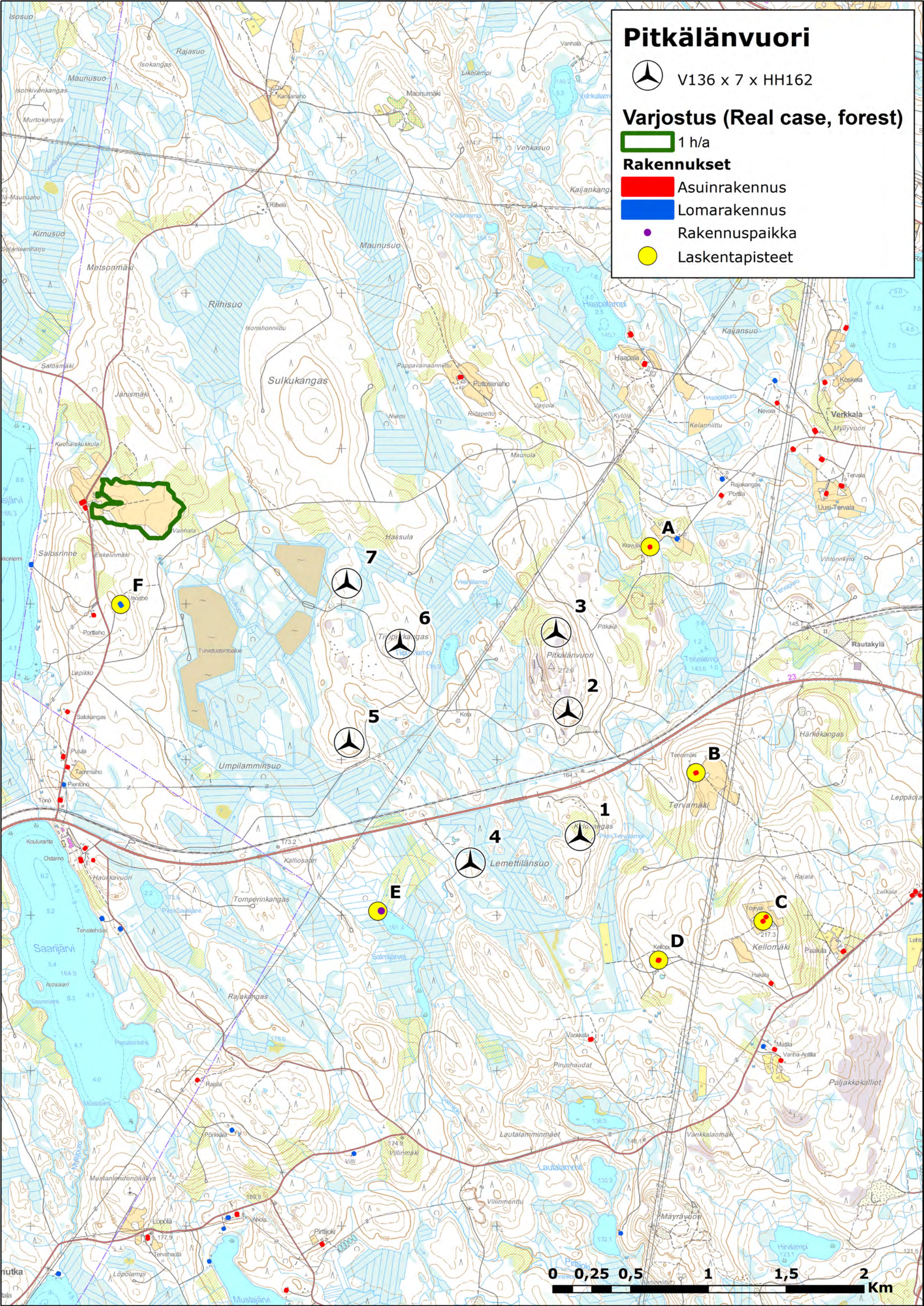
Rakennukset

 Asuinrakennus

 Lomarakennus

 Rakennuspaikka

 Laskentapisteet



0 0,25 0,5 1 1,5 2 Km