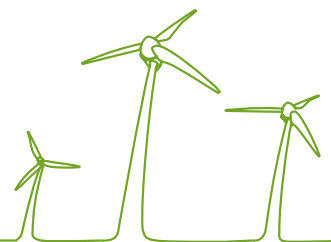


METSÄHALLITUS

## **Vihisuo tuulivoimahanke, Karstula**

Melu- ja varjostusmallinnukset



Vadbäck Hans

21.4.2015

## Sisällysluettelo

1	MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUKSEN TAVOITTEET .....	2
2	LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT .....	2
2.1	Melu .....	2
2.1.1	Melumallinnus ISO 9613-2 .....	2
2.1.2	Matalataajuinen melumallinnus .....	4
2.2	Varjostusmallinnus .....	5
3	MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUSTEN TULOKSET .....	6
3.1	Melun laskentatulokset ISO 9613-2 .....	6
3.2	Matalataajuiset melutasot .....	8
3.3	Varjostusmallinnusten tulokset .....	14

## Liitteet

Liite 1: Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2

Liite 2: Varjostusmallinnusten tulokset "real case, no forest"

Liite 3: Varjostusmallinnusten tulokset "real case, forest 20-20-15"

21.4.2015

---

## 1 MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUKSEN TAVOITTEET

Karstulan Vihisuolle 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 läheiselle asutukselle tai loma-asutukselle.

Tuulivoimaloiden aiheuttamia meluvaikutuksia on arvioitu melun laskentamallin avulla, joiden mukaan on tehty melumallinnus WindPRO-ohjelmalla tuulivoimapuistosta. Hanksuunnitelman mukaisen tuulivoimamelun leviämisyöhykkeet mallinnettiin noudattaen uusimpia tuulivoimamelun ohjeita (Ohje 2/2014 Tuulivoimaloiden melun mallintaminen, Ympäristöministeriö 2014).

Tuulivoimaloiden aiheuttamat varjostusvaikutukset on mallinnettu WindPro-ohjelman SHADOW-moduulilla alustavien voimalanpaikkojen sijoitusten mukaisesti.

Melu- ja varjostusmallinnukset on laatinut insinööri Hans Vadbäck FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:stä.

## 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., jossa tuulen nopeutena käytettiin 8 m/s 10 m korkeudella mitattuna, ilman lämpötilana 15°C, ilmanpaineena 101,325 kPa sekä ilman suhteellisena kosteutena 70 %.

Äänenpainetasot on mallinnettu käyttäen napakorkeuksiltaan 160 m korkeita voimaloita. Lähtötietoina eli referenssivoimalana on käytetty tuulivoimalaitosvalmistaja Vestas V117-3.3 MW:n voimalaa. Laskelmissa tuulivoimalan äänitehotaso ( $L_{WA}$ ) on 107,0 dB.

Laskenta on tehty 4,0 m maapinta-tasosta. Maanpinnan kovuutena käytettiin arvoa 0,4 Ympäristöhallinnon ohjeen 2/2014 "Tuulivoimaloiden melun mallintaminen" mukaisesti.

Melumallinnuksen laskentatuloksia on havainnollistettu keskiäänitasokarttojen avulla. Keskiäänitasokartassa on melun keskiäänitaso- eli ekvivalenttiäänitasokäyrät ( $L_{Aeq}$ ) 5 dB välein.

21.4.2015

**Taulukko 1. Mallinnusohjelma ja tuulivoimaloiden äänitehotasot sekä melun erityispiirteet**

MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT							
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO version 2.8.579				Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2			
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)							
Tuulivoimalan valmistaja: Vestas				Tyyppi: V117		Sarjanumero/t:-	
Nimellisteho: 3,3 MW		Napakorkeus:160		Roottorin halkaisija:117		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:		Level 0 – Level 4	
Ei		Ei		Noise mode, lähtömelutaso:		104,2 – 100,9 dB(A)	
AKUSTISET TIEDOT / LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
Melupäästötiedot perustuvat valmistajan dokumenttiin " DMS no.: 0038-6455_03, V117-3.3MW-Mk2A-50/60Hz – Third Octaves according to General Specification, Date 2014-10-20 ).							
Oktaaveittain [Hz], dB(A)		1/3-oktaaveittain, LWA dB [Hz]					
		20	59,6	200	89,1	2000	95,0
63	88,6	25	64,2	250	91,5	2500	93,5
125	95,6	31,5	67,8	315	93,0	3150	90,2
250	99,0	40	71,5	400	93,7	4000	88,5
500	101,6	50	75,3	500	94,8	5000	81,0
1000	101,4	63	80,6	630	96,5	6300	74,2
2000	98,5	80	80,6	800	97,7	8000	69,8
4000	93,7	100	84,4	1000	98,8		
8000	84,2	125	89,7	1250	97,7		
<b>107,0 dB(A)</b>		160	87,0	1600	96,9		
Melun erityispiirteiden mittaus ja havainnot:							
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)		Muu, Mikä: +2 dB lisäys (maapinnan korkeus >60m)	
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei

21.4.2015

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

AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT			
Laskenta korkeus		Laskentaruudun koko [m·m]	
ISO 9613-2: 4,0 m		25x25 m	
Suhteellinen kosteus		Lämpötila	
70 %	Muu, mikä ja miksi:	ISO 9613-2: 15 C°	
Maastomallin lähde ja tarkkuus			
Maastomallin lähde: MML maastotietokanta		Vaakaresoluutio:1,0 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:	
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet > 35 dB(A), lkm (ilman meluntorjuntaa/voimalan ohjausta)			
Asukkaat: 0 kpl	Vapaa-ajan rakennukset: 0 kpl	Hoito- ja oppilaitokset: 0 kpl	
Melun leviäminen virkistys- tai luonnonsuojelualueille			
Virkistysalueet: 0 kpl		Luonnonsuojelualueet: 0 kpl	

**2.1.2 Matalataajuinen melumallinnus**

Matalataajuinen melu laskettiin Ympäristöministeriön ohjeen 2/2014 mukaisin menetelmin käyttäen voimalavalmistajilta saatuja arvioita niiden äänitehotasoista (DMS 0038-6455\_V03, V117-3.3MW-Mk2A-50/60 Hz, Third Octaves according to General Specification, Date 2014-10-20).

Ohje antaa menetelmän matalataajuisen melun laskentaan rakennusten ulkopuolelle. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohje 1/2003 antaa matalataajuiselle melulle ohjearvot asuinhuoneissa. Rakennusten sisälle kantautuva äänitaso arvioitiin tanskalaisen DSO1284 laskentaohjeen mukaisin ääneneristävyysarvoin ja tuloksia verrattiin ohjearvoihin.

Matalataajuinen tai pienitaajuinen melun osalta asuntojen sisätiloissa käytetään lisäksi seuraavia terssikaistoittain määritettyjä taajuuspainottamattomia tunnin keskiäänitasoon  $L_{eq,1h}$  perustuvia suunnitteluohjearvoja.

**Taulukko 3. Ympäristöministeriön annetut matalataajuisen melun suunnitteluohjearvot asuntojen sisätiloissa taajuuspainottamattomia tunnin keskiäänitasoina  $L_{eq,1h}$** 

Terssikaistan keskitaajuus/Hz	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
$L_{eq,1h}/dB$	82	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34

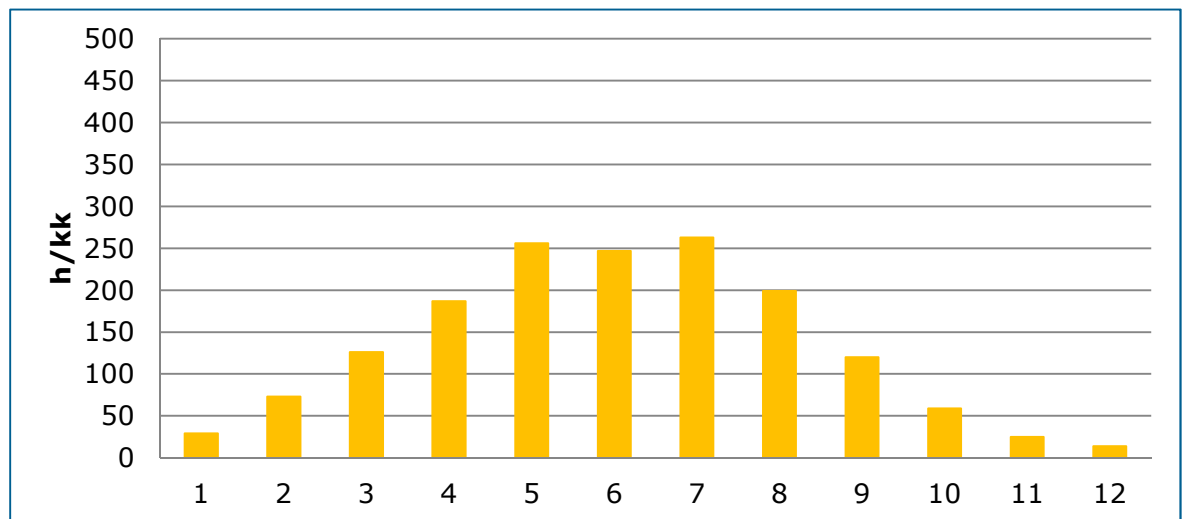
21.4.2015

## 2.2 Varjostusmallinnus

Tuulivoimaloiden varjostusvaikutuksia mallinnettiin WindPRO-ohjelman Shadow-moduulilla. Varjostulaskennassa käytettiin Vestas V126-3.3 MW voimalaa jonka roottorin halkaisija on 126 metriä ja napakorkeus 160 metriä. Mallinnus tehtiin niin sanotulle todelliselle tilanteelle (real case). Mallinuksissa tehtiin kaksi eri laskentatilannetta:

- 1) Todellinen tilanne, jossa puuston suojaavaa vaikutusta ei huomioitu (real case, no forest)
- 2) Todellinen tilanne, jossa puuston suojaava 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. Laskentojen tuulen suunta ja nopeusjakamana tuuliatlaksen tuulisuustietoa hankealueen läheisyydeltä (lib 27611).



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

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.

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 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.

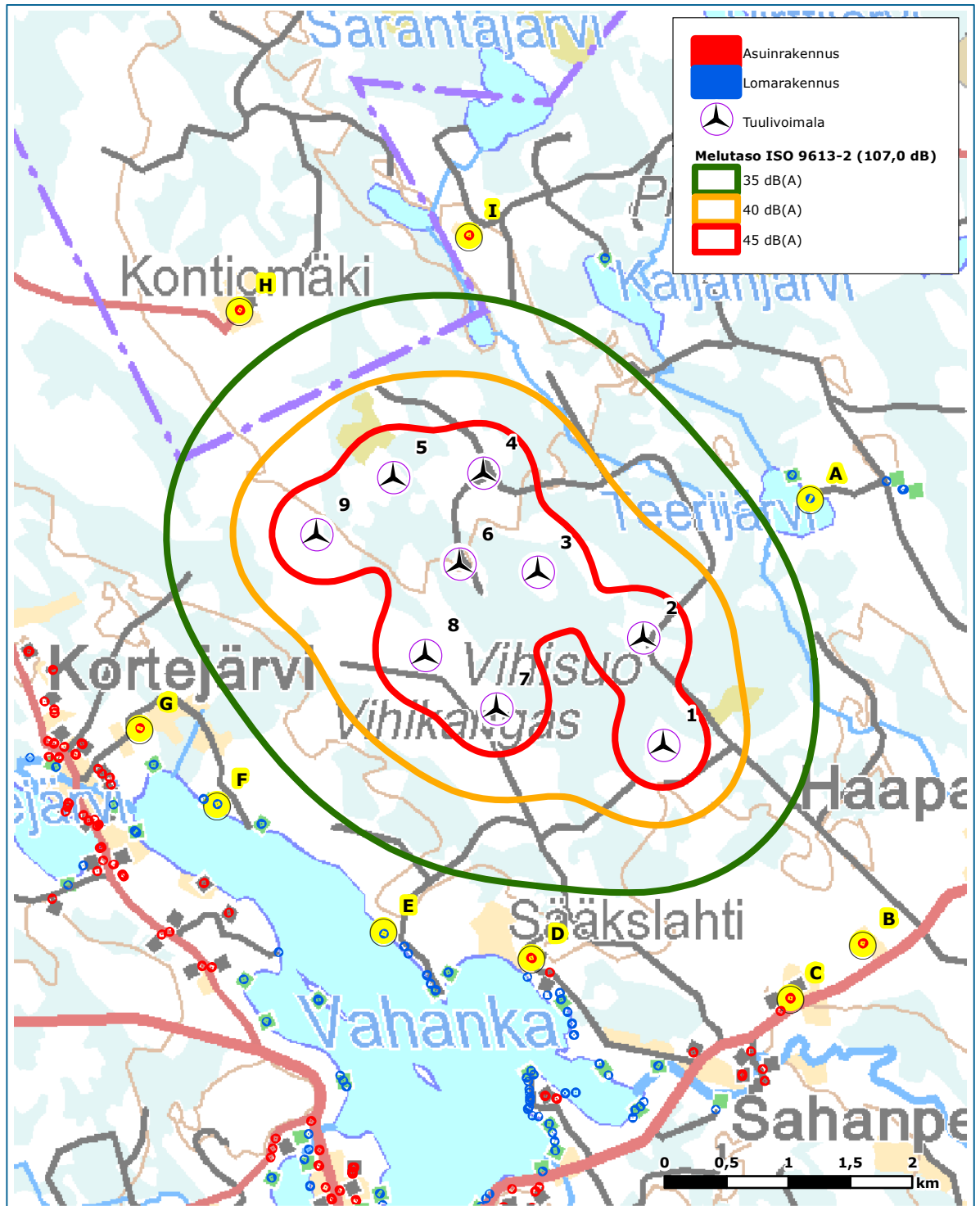
Varjostuksen tarkastelukorkeutena lähialueen asuin- tai lomarakennusten pihapiirissä käytettiin 2,0 metriä ja laskenta-alueen kokoa 5,0 x 5,0 metriä.

21.4.2015

### 3 MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUSTEN TULOKSET

#### 3.1 Melun laskentatulokset ISO 9613-2

Lähimmät loma- ja asuinrakennukset sijaitsevat noin 2 km päässä lähimmistä voimaloista. Lähimpien loma- ja asuinrakennusten pihapiirissä melutasot laskelmien mukaan jäävät alle 35 dB(A). Katso tarkemmat laskentatulokset liitteestä 1.



Kuva 2. Laskennalliset melutasot Vestas V117-3.3 MW voimaloilla standardin ISO 9613-2 mukaisesti.

21.4.2015

**Taulukko 4. Laskennalliset melutasot standardin ISO 9613-2 mukaisesti.**

Laskentapiste	ETRS89- TM35 Itä	ETRS89- TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskenta- korkeus (m)	Melutaso dB(A)
A Lomarakennus (Teerijärvi)	377293	6980108	195,0	4,0	32,6
B Asuinrakennus (Soinintie 1480)	377721	6976515	173,5	4,0	28,3
C Asuinrakennus (Soinintie 1560)	377135	6976074	162,5	4,0	28,4
D Asuinrakennus (Sääkslahdentie 170)	375045	6976396	172,5	4,0	31,8
E Lomarakennus (Sääksniementie)	373848	6976617	167,5	4,0	31,5
F Lomarakennus (Leväahontie)	372505	6977638	170,8	4,0	31,7
G Asuinrakennus (Leväahontie 62)	371881	6978253	177,5	4,0	31,0
H Asuinrakennus (Kontiomäentie 300)	372686	6981632	213,0	4,0	32,5
I Asuinrakennus (Sarantajärventie, Lepola)	374539	6982234	207,5	4,0	32,1



21.4.2015

### 3.2 Matalataajuiset melutasot

Edellä esitetyt suunnitteluohjeiden mukaiset melutasot on laskettu rakennuskohteittain lähimpien rakennusten (A-I) kohdalla niin sisätiloissa kuin rakennusten ulkopuolella.

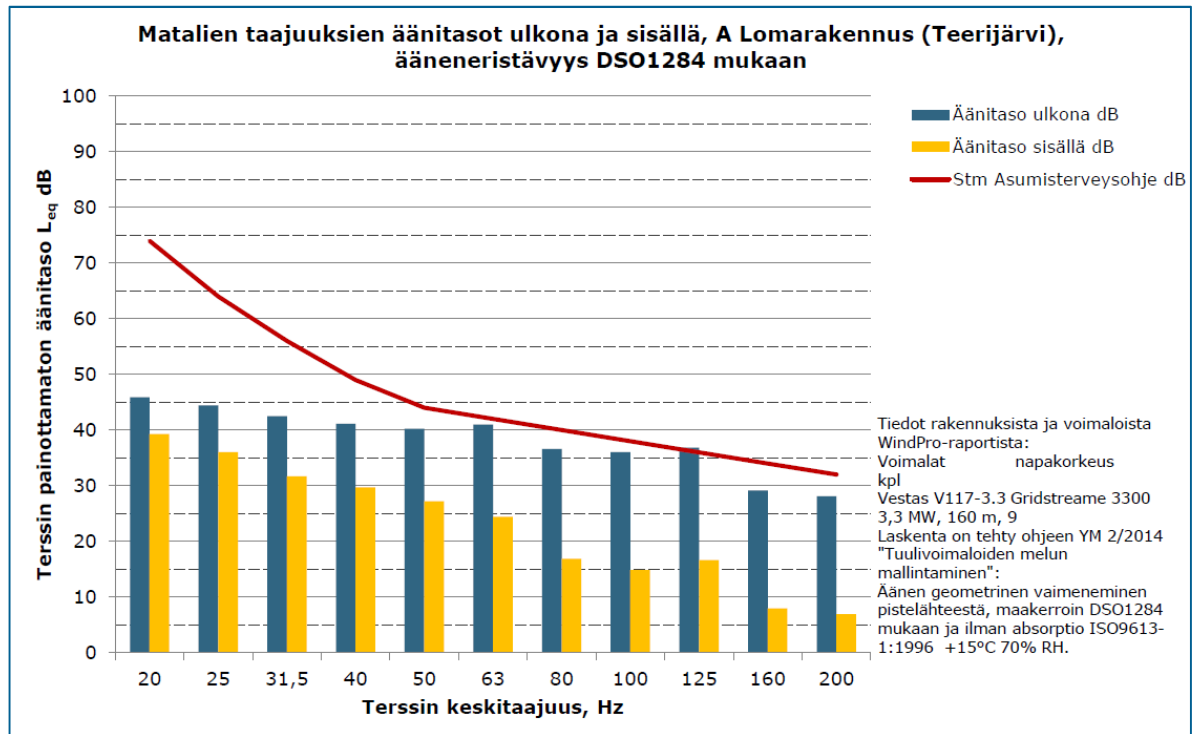
Rakennuskohtaiset matalataajuiset äänitasot lähimpien rakennusten (A-I) ulkopuolella on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 5).

Rakennuskohtaiset matalataajuiset äänitasot rakennuskohteiden (A-I) sisätiloissa ja ulkopuolella ilmenee seuraavista kuvista (Kuva 3 – Kuva 11). Sisätilojen laskennallisia tuloksia tulee verrata Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeessa (2003:1) annettuihin ohjeisiin. Nämä ovat enimmäisarvoja, jotka on laadittu yöaikaiselle melulle nukkumiseen tarkoitettuihin tiloihin. Ohjeiden tärkeimpänä kriteerinä on se, että melu ei vaikeuttaisi nukahtamista.

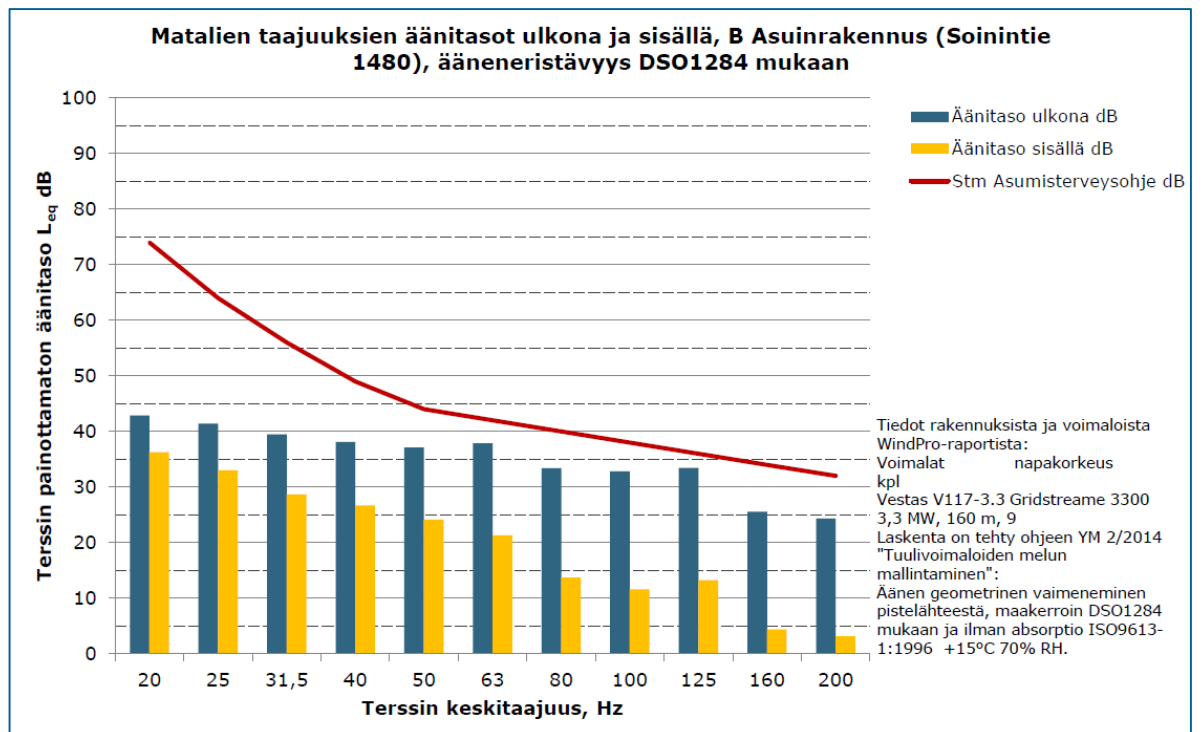
**Taulukko 5. Laskennalliset matalataajuiset lineaariset tai painottomat melutasot ( $L_{eq,1h}$ ) rakennusten (A-I) ulkopuolella.**

Laskentakohte	Tersikaistan keskitäajuus, Hz										
	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
A Lomarakennus (Teerijärvi)	45,9	44,4	42,5	41,1	40,2	41,0	36,6	36,0	36,8	29,1	28,1
B Asuinrakennus (Soinintie 1480)	42,9	41,4	39,5	38,1	37,1	37,9	33,4	32,8	33,4	25,6	24,4
C Asuinrakennus (Soinintie 1560)	42,9	41,5	39,5	38,2	37,2	37,9	33,5	32,9	33,5	25,7	24,4
D Asuinrakennus (Sääkslahdentie 170)	45,3	43,9	41,9	40,6	39,6	40,4	36,0	35,4	36,2	28,5	27,4
E Lomarakennus (Sääksniementie)	45,2	43,7	41,8	40,5	39,5	40,3	35,9	35,3	36,0	28,3	27,2
F Lomarakennus (Leväahontie)	45,4	43,9	42,0	40,6	39,7	40,5	36,0	35,5	36,2	28,5	27,4
G Asuinrakennus (Leväahontie 62)	44,9	43,4	41,5	40,1	39,2	39,9	35,5	34,9	35,7	27,9	26,8
H Asuinrakennus (Kontiomäentie 300)	45,7	44,2	42,3	40,9	40,0	40,8	36,4	35,8	36,6	28,9	27,9
I Asuinrakennus (Sarantajärventie, Lepola)	45,5	44,1	42,1	40,8	39,8	40,6	36,2	35,6	36,4	28,7	27,7

21.4.2015

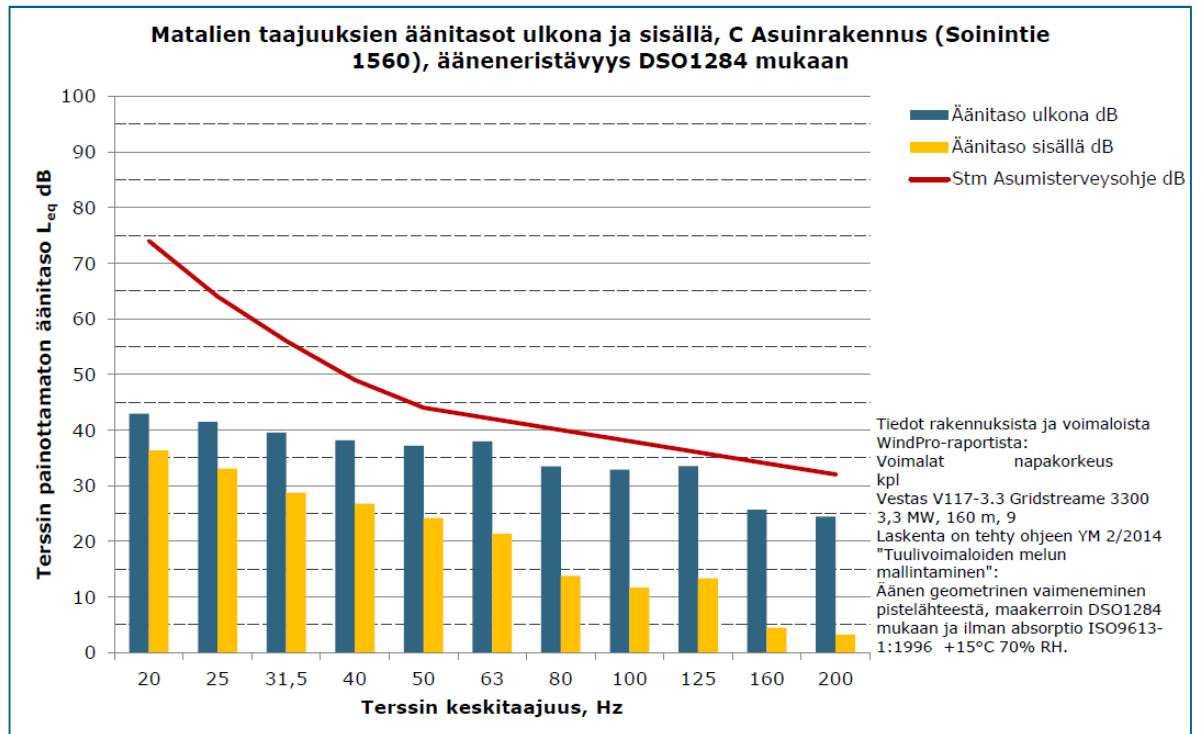


**Kuva 3. Matalataajuiset äänitasot ulkona ja sisällä kohteessa A ja vertailu STM:n asumisterveysohjeeseen.**

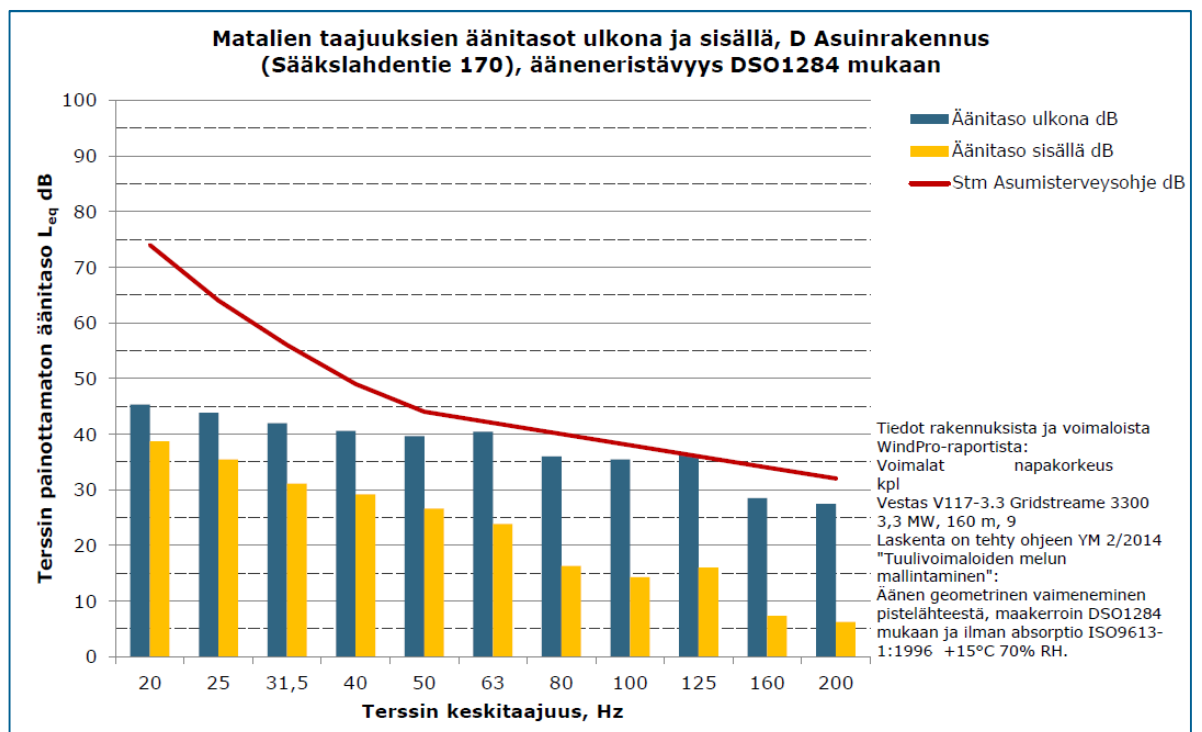


**Kuva 4. Matalataajuiset äänitasot ulkona ja sisällä kohteessa B ja vertailu STM:n asumisterveysohjeeseen.**

21.4.2015

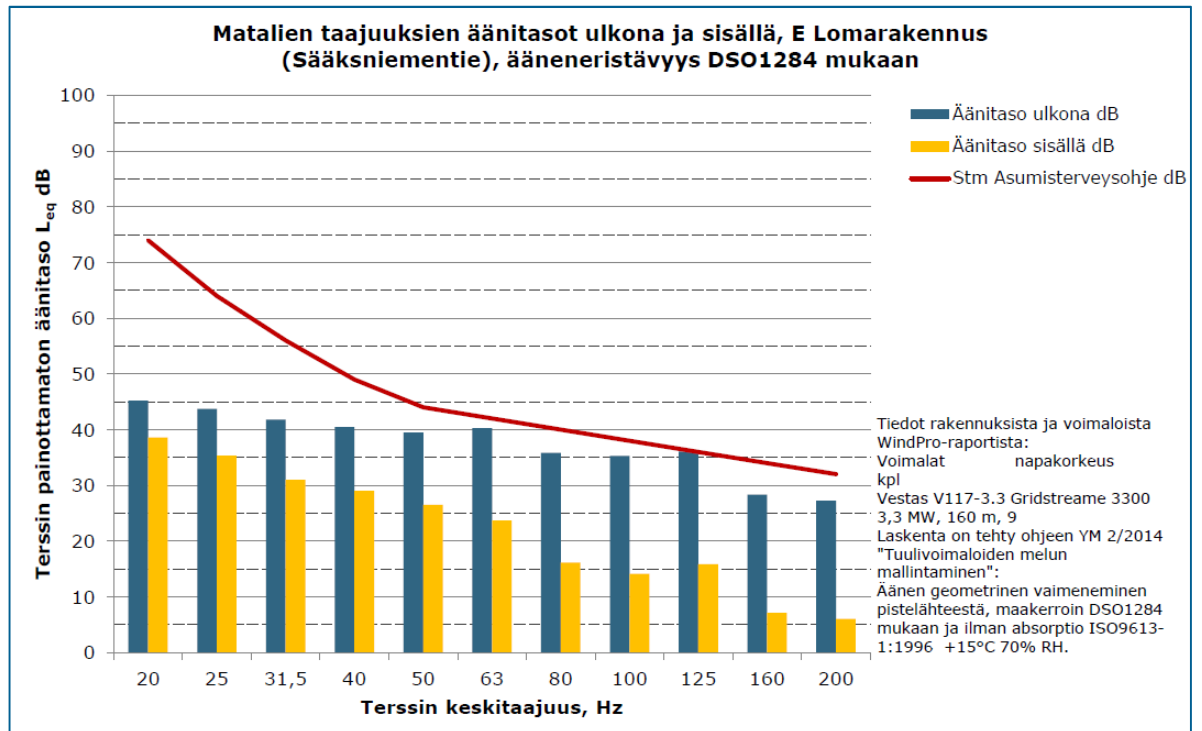


**Kuva 5. Matalataajuiset äänitasot ulkona ja sisällä kohteessa C ja vertailu STM:n asumisterveysohjeeseen.**

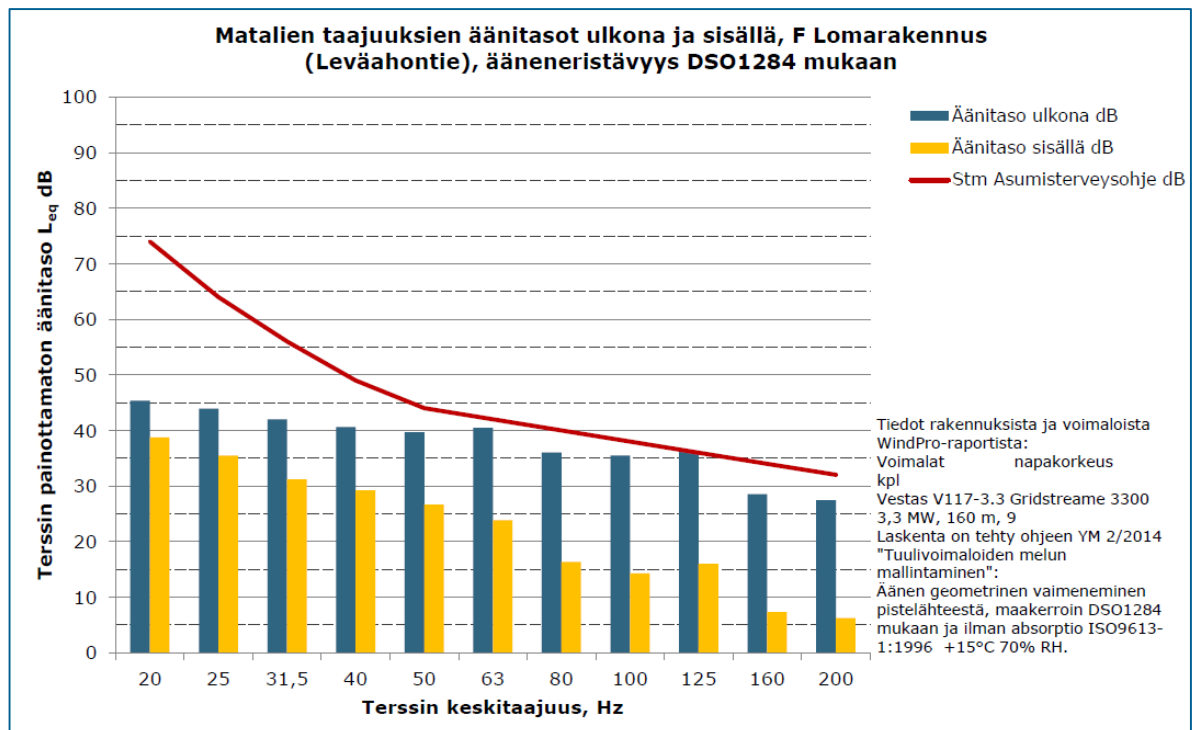


**Kuva 6. Matalataajuiset äänitasot ulkona ja sisällä kohteessa D ja vertailu STM:n asumisterveysohjeeseen.**

21.4.2015

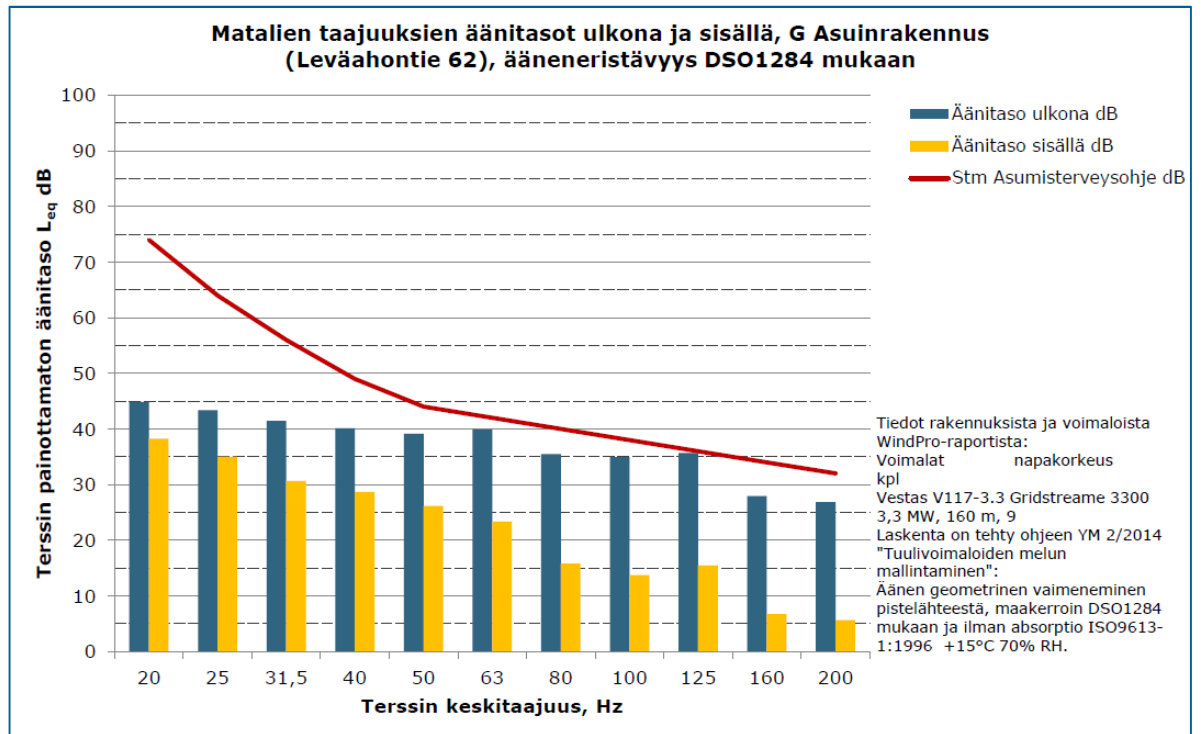


**Kuva 7. Matalataajuiset äänitasot ulkona ja sisällä kohteessa E ja vertailu STM:n asumisterveysohjeeseen.**

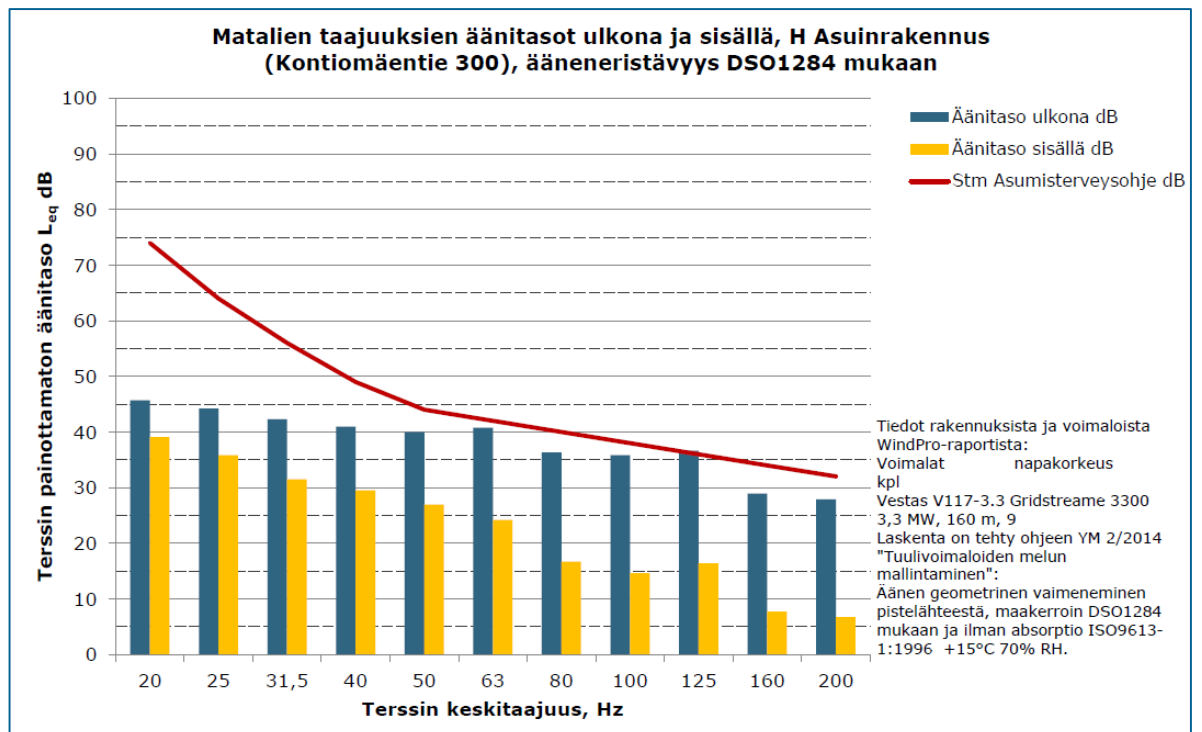


**Kuva 8. Matalataajuiset äänitasot ulkona ja sisällä kohteessa F ja vertailu STM:n asumisterveysohjeeseen.**

21.4.2015

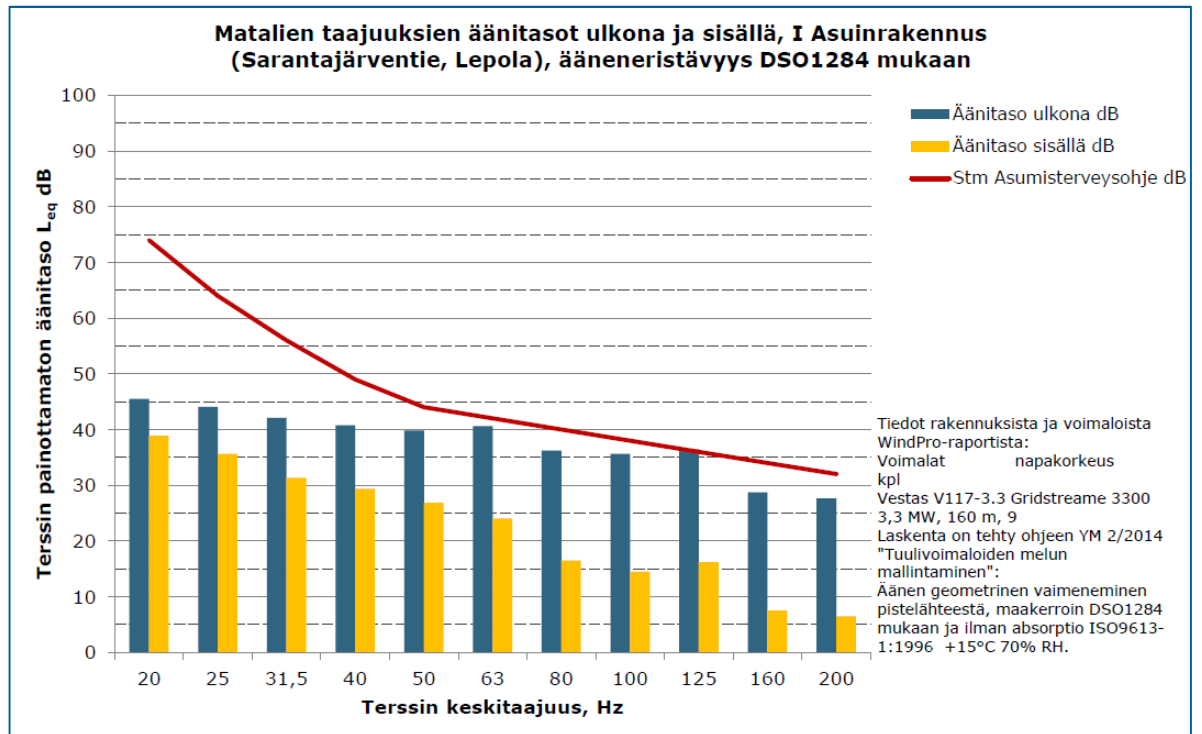


**Kuva 9. Matalataajuiset äänitasot ulkona ja sisällä kohteessa G ja vertailu STM:n asumisterveysohjeeseen.**



**Kuva 10. Matalataajuiset äänitasot ulkona ja sisällä kohteessa H ja vertailu STM:n asumisterveysohjeeseen.**

21.4.2015



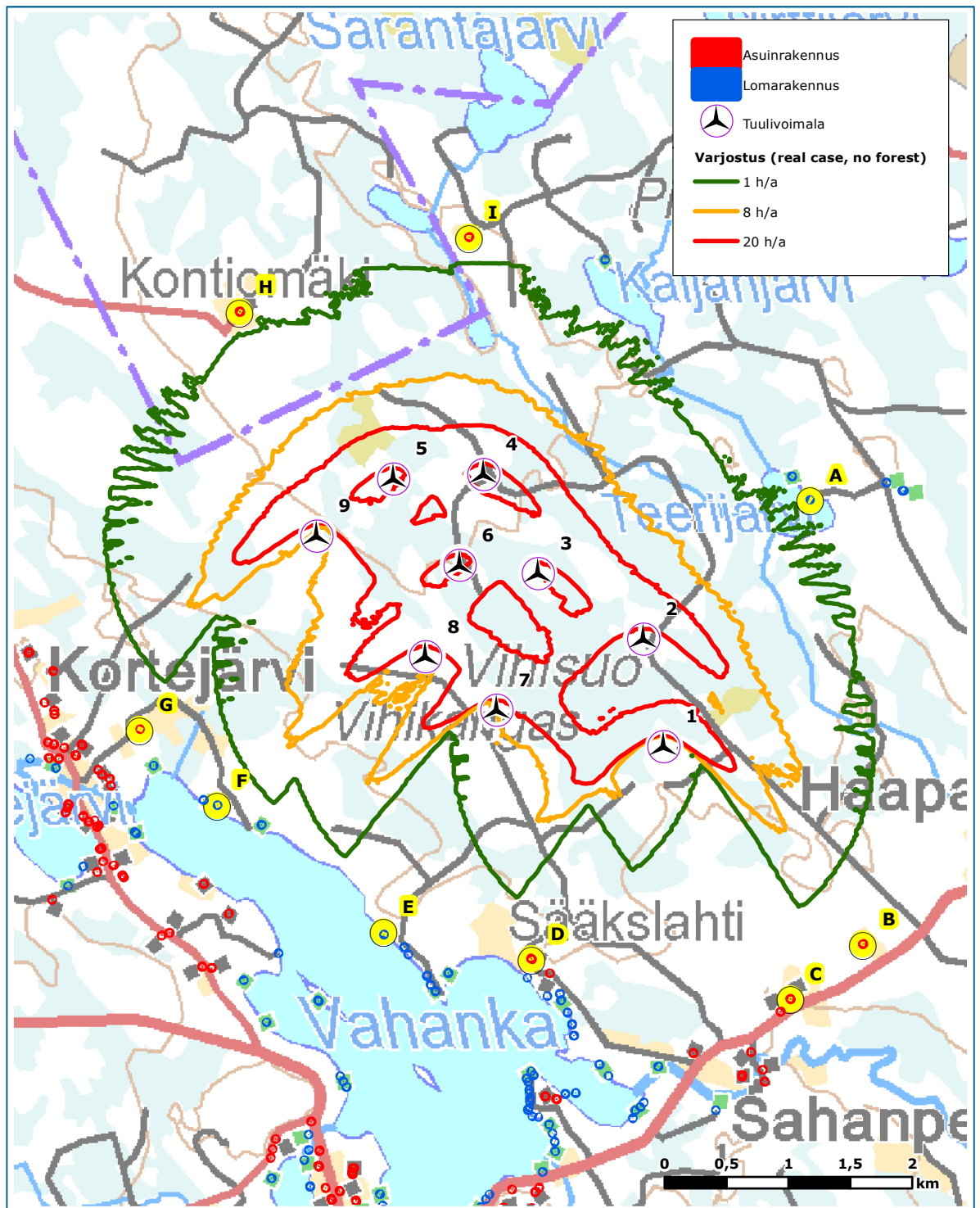
**Kuva 11. Matalataajuiset äänitasot ulkona ja sisällä kohteessa I ja vertailu STM:n asumisterveysohjeeseen.**

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

21.4.2015

### 3.3 Varjostusmallinnusten tulokset

Tuulivoimaloiden läheisyydessä sijaitsevien asuin- ja lomarakennusten kohdalla varjostustunnit ovat "real case, no forest"-laskenta tulosten perusteella 0 tuntia vuodessa kaikissa tarkastelu kohteissa (A-I). Katso tarkemmat laskentatulokset liitteestä 2.



Kuva 12. Varjostusmallinnus V126 x 9 x HH160, puuston suojaavaa vaikutusta ei huomioitu.

21.4.2015

Varjostusvaikutukset ulottuvat merkittävästi pienemmille alueille lähiympäristöön kun metsäalueilla kasvava puusto huomioidaan. Katso tarkemmat laskentatulokset liitteestä 3.

**Taulukko 6. 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)	Laskentapiste (m)	Varjostus (h/a)
A Lomarakennus (Teerijävi)	377293	6980108	195,0	5 x 5	0:00
B Asuinrakennus (Soinintie 1480)	377721	6976515	173,5	5 x 5	0:00
C Asuinrakennus (Soinintie 1560)	377135	6976074	162,5	5 x 5	0:00
D Asuinrakennus (Sääkslahdentie 170)	375045	6976396	172,5	5 x 5	0:00
E Lomarakennus (Sääksniementie)	373848	6976617	167,5	5 x 5	0:00
F Lomarakennus (Leväahontie)	372505	6977638	170,8	5 x 5	0:00
G Lomarakennus (Leväahontie 62)	371881	6978253	177,5	5 x 5	0:00
H Asuinrakennus (Kontiomäentie 300)	372686	6981632	213,0	5 x 5	0:00
I Asuinrakennus (Sarantajärventie, Lepola)	374539	6982234	207,5	5 x 5	0:00

**Taulukko 7. Laskennalliset varjostustunnit vuodessa lähialueen laskentapisteissä kun puuston suojaavaa vaikutus on huomioitu "real case, forest 20-20-15"**

Laskentapiste	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskentapiste (m)	Varjostus (h/a)
A Lomarakennus (Teerijävi)	377293	6980108	195,0	5 x 5	0:00
B Asuinrakennus (Soinintie 1480)	377721	6976515	173,5	5 x 5	0:00
C Asuinrakennus (Soinintie 1560)	377135	6976074	162,5	5 x 5	0:00
D Asuinrakennus (Sääkslahdentie 170)	375045	6976396	172,5	5 x 5	0:00
E Lomarakennus (Sääksniementie)	373848	6976617	167,5	5 x 5	0:00
F Lomarakennus (Leväahontie)	372505	6977638	170,8	5 x 5	0:00
G Lomarakennus (Leväahontie 62)	371881	6978253	177,5	5 x 5	0:00
H Asuinrakennus (Kontiomäentie 300)	372686	6981632	213,0	5 x 5	0:00
I Asuinrakennus (Sarantajärventie, Lepola)	374539	6982234	207,5	5 x 5	0:00



## **Liite 1: Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2**

Project:  
**8K Karstula kaavaluonnos**

Printed/Page  
16.4.2015 15:34 / 1

Licensed user:  
**FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy**  
Osmontie 34, PO Box 950  
FI-00601 Helsinki  
+358104095666



Hans Vadbäck / hans.vadback@fcg.fi  
Calculated:  
16.4.2015 15:28/2.8.579

## DECIBEL - Main Result

**Calculation:** Karstula Vihisuo V117 x 9 x HH160 (kaavaehdotus)

### 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:

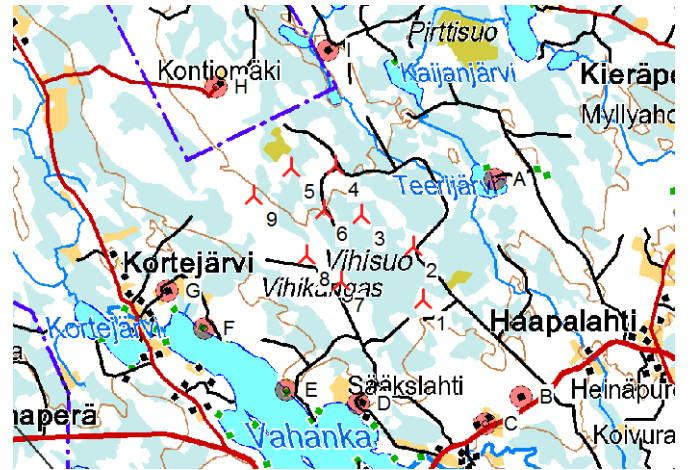
Pure and Impulse tone penalty are added to WTG source noise

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

4,0 m 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)



📍 New WTG

🏠 Noise sensitive area

## WTGs

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89				WTG type			Noise data				Wind speed [m/s]	Status	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
1	376 107	6 978 123	184,8	VESTAS V117-3.3 GridStream 33...Yes	VESTAS	V117-3.3 GridStream-3 300	3 300	117,0	160,0	EMD	Level 0 - Estimated - Mode 0 - 01-2014	8,0	From other hub height	107,0	0 dB h
2	375 945	6 978 992	197,5	VESTAS V117-3.3 GridStream 33...Yes	VESTAS	V117-3.3 GridStream-3 300	3 300	117,0	160,0	EMD	Level 0 - Estimated - Mode 0 - 01-2014	8,0	From other hub height	107,0	0 dB h
3	375 094	6 979 521	201,7	VESTAS V117-3.3 GridStream 33...Yes	VESTAS	V117-3.3 GridStream-3 300	3 300	117,0	160,0	EMD	Level 0 - Estimated - Mode 0 - 01-2014	8,0	From other hub height	107,0	0 dB h
4	374 654	6 980 322	207,5	VESTAS V117-3.3 GridStream 33...Yes	VESTAS	V117-3.3 GridStream-3 300	3 300	117,0	160,0	EMD	Level 0 - Estimated - Mode 0 - 01-2014	8,0	From other hub height	107,0	0 dB h
5	373 925	6 980 288	209,1	VESTAS V117-3.3 GridStream 33...Yes	VESTAS	V117-3.3 GridStream-3 300	3 300	117,0	160,0	EMD	Level 0 - Estimated - Mode 0 - 01-2014	8,0	From other hub height	107,0	0 dB h
6	374 461	6 979 588	200,0	VESTAS V117-3.3 GridStream 33...Yes	VESTAS	V117-3.3 GridStream-3 300	3 300	117,0	160,0	EMD	Level 0 - Estimated - Mode 0 - 01-2014	8,0	From other hub height	107,0	0 dB h
7	374 757	6 978 416	191,3	VESTAS V117-3.3 GridStream 33...Yes	VESTAS	V117-3.3 GridStream-3 300	3 300	117,0	160,0	EMD	Level 0 - Estimated - Mode 0 - 01-2014	8,0	From other hub height	107,0	0 dB h
8	374 184	6 978 848	195,4	VESTAS V117-3.3 GridStream 33...Yes	VESTAS	V117-3.3 GridStream-3 300	3 300	117,0	160,0	EMD	Level 0 - Estimated - Mode 0 - 01-2014	8,0	From other hub height	107,0	0 dB h
9	373 305	6 979 825	197,7	VESTAS V117-3.3 GridStream 33...Yes	VESTAS	V117-3.3 GridStream-3 300	3 300	117,0	160,0	EMD	Level 0 - Estimated - Mode 0 - 01-2014	8,0	From other hub height	107,0	0 dB h

h) Generic octave distribution used

## 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)]	Demands fulfilled ? Noise
		East	North	Z	Imission height [m]				
A	Lomarakennus (Teerijärvi)	377 293	6 980 108	195,0	4,0	35,0	32,6	Yes	
B	Asuinrakennus (Soinintie 1480)	377 721	6 976 515	173,5	4,0	40,0	28,3	Yes	
C	Asuinrakennus (Soinintie 1560)	377 135	6 976 074	162,5	4,0	40,0	28,4	Yes	
D	Asuinrakennus (Sääkslahdentie 170)	375 045	6 976 396	172,5	4,0	40,0	31,8	Yes	
E	Lomarakennus (Sääksniementie)	373 848	6 976 617	167,5	4,0	35,0	31,5	Yes	
F	Lomarakennus (Leväahontie)	372 505	6 977 638	170,8	4,0	35,0	31,7	Yes	
G	Asuinrakennus (Leväahontie 62)	371 881	6 978 253	177,5	4,0	40,0	31,0	Yes	
H	Asuinrakennus (Kontiomäentie 300)	372 686	6 981 632	213,0	4,0	40,0	32,5	Yes	
I	Asuinrakennus (Sarantajärventie, Lepola)	374 539	6 982 234	207,5	4,0	40,0	32,1	Yes	

### Distances (m)

NSA	WTG								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	2313	1750	2277	2648	3373	2879	3049	3355	3998
B	2279	3048	3993	4889	5352	4480	3522	4237	5519
C	2293	3152	4007	4920	5297	4416	3338	4050	5361
D	2028	2748	3126	3945	4050	3245	2041	2598	3845
E	2715	3168	3160	3791	3672	3034	2016	2256	3254
F	3634	3697	3201	3438	3006	2762	2383	2070	2329
G	4228	4131	3454	3460	2885	2906	2881	2379	2121
H	4901	4194	3202	2364	1828	2707	3825	3162	1910
I	4400	3534	2769	1916	2041	2647	3824	3405	2707

Project:

8K Karstula kaavaluonnos

Printed/Page

16.4.2015 15:34 / 2

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

16.4.2015 15:28/2.8.579

## DECIBEL - Detailed results

**Calculation:** Karstula Vihisuo V117 x 9 x HH160 (kaavaehdotus) **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 Lomarakennus (Teerijärvi)

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	2 313	2 317	<b>24,35</b>	107,0	0,00	78,30	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	1 750	1 758	<b>27,81</b>	107,0	0,00	75,90	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	2 277	2 283	<b>24,55</b>	107,0	0,00	78,17	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	2 648	2 654	<b>22,61</b>	107,0	0,00	79,48	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	3 373	3 377	<b>19,42</b>	107,0	0,00	81,57	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	2 879	2 884	<b>21,52</b>	107,0	0,00	80,20	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	3 049	3 053	<b>20,77</b>	107,0	0,00	80,69	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	3 355	3 359	<b>19,49</b>	107,0	0,00	81,52	-	-	0,00	0,00	-	0,00
9	3 998	4 002	<b>17,12</b>	107,0	0,00	83,04	-	-	0,00	0,00	-	0,00

Sum 32,63

- Data undefined due to calculation with octave data

#### Noise sensitive area: B Asuinrakennus (Soinintie 1480)

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	2 279	2 285	<b>24,53</b>	107,0	0,00	78,18	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	3 048	3 054	<b>20,76</b>	107,0	0,00	80,70	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	3 993	3 997	<b>17,14</b>	107,0	0,00	83,04	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	4 889	4 893	<b>14,37</b>	107,0	0,00	84,79	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	5 352	5 355	<b>13,28</b>	107,0	0,00	85,58	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	4 480	4 484	<b>15,57</b>	107,0	0,00	84,03	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	3 522	3 526	<b>18,84</b>	107,0	0,00	81,95	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	4 237	4 241	<b>16,33</b>	107,0	0,00	83,55	-	-	0,00	0,00	-	0,00
9	5 519	5 522	<b>12,91</b>	107,0	0,00	85,84	-	-	0,00	0,00	-	0,00

Sum 28,32

- Data undefined due to calculation with octave data

#### Noise sensitive area: C Asuinrakennus (Soinintie 1560)

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	2 293	2 299	<b>24,45</b>	107,0	0,00	78,23	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	3 152	3 157	<b>20,32</b>	107,0	0,00	80,99	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	4 007	4 011	<b>17,09</b>	107,0	0,00	83,07	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	4 920	4 924	<b>14,28</b>	107,0	0,00	84,85	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	5 297	5 301	<b>13,40</b>	107,0	0,00	85,49	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	4 416	4 420	<b>15,76</b>	107,0	0,00	83,91	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	3 338	3 343	<b>19,56</b>	107,0	0,00	81,48	-	-	0,00	0,00	-	0,00

To be continued on next page...

Project:

8K Karstula kaavaluonnos

Printed/Page

16.4.2015 15:34 / 3

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

16.4.2015 15:28/2.8.579

## DECIBEL - Detailed results

**Calculation:** Karstula Vihisuo V117 x 9 x HH160 (kaavaehdotus) **Noise calculation model:** ISO 9613-2 General 8,0 m/s

...continued from previous page

		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]
8	4 050	4 054	<b>16,95</b>	107,0	0,00	83,16	-	-	0,00	0,00	-	0,00
9	5 361	5 364	<b>13,26</b>	107,0	0,00	85,59	-	-	0,00	0,00	-	0,00
Sum	28,36											

- Data undefined due to calculation with octave data

### Noise sensitive area: D Asuinrakennus (Sääkslahdentie 170)

		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	2 028	2 035	<b>26,00</b>	107,0	0,00	77,17	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	2 748	2 754	<b>22,12</b>	107,0	0,00	79,80	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	3 126	3 131	<b>20,43</b>	107,0	0,00	80,91	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	3 945	3 950	<b>17,30</b>	107,0	0,00	82,93	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	4 050	4 054	<b>16,95</b>	107,0	0,00	83,16	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	3 245	3 250	<b>19,93</b>	107,0	0,00	81,24	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	2 041	2 048	<b>25,91</b>	107,0	0,00	77,23	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	2 598	2 604	<b>22,85</b>	107,0	0,00	79,31	-	-	0,00	0,00	-	0,00
9	3 845	3 849	<b>17,65</b>	107,0	0,00	82,71	-	-	0,00	0,00	-	0,00
Sum	31,80											

- Data undefined due to calculation with octave data

### Noise sensitive area: E Lomarakennus (Sääksniementie)

		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	2 715	2 720	<b>22,28</b>	107,0	0,00	79,69	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	3 168	3 174	<b>20,25</b>	107,0	0,00	81,03	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	3 160	3 166	<b>20,28</b>	107,0	0,00	81,01	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	3 791	3 797	<b>17,84</b>	107,0	0,00	82,59	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	3 672	3 677	<b>18,27</b>	107,0	0,00	82,31	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	3 034	3 040	<b>20,82</b>	107,0	0,00	80,66	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	2 016	2 024	<b>26,06</b>	107,0	0,00	77,12	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	2 256	2 263	<b>24,65</b>	107,0	0,00	78,10	-	-	0,00	0,00	-	0,00
9	3 254	3 259	<b>19,90</b>	107,0	0,00	81,26	-	-	0,00	0,00	-	0,00
Sum	31,54											

- Data undefined due to calculation with octave data

### Noise sensitive area: F Lomarakennus (Leväahontie)

		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	3 634	3 638	<b>18,42</b>	107,0	0,00	82,22	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	3 697	3 701	<b>18,18</b>	107,0	0,00	82,37	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	3 201	3 207	<b>20,11</b>	107,0	0,00	81,12	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	3 438	3 443	<b>19,16</b>	107,0	0,00	81,74	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	3 006	3 013	<b>20,94</b>	107,0	0,00	80,58	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	2 762	2 769	<b>22,05</b>	107,0	0,00	79,85	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	2 383	2 389	<b>23,96</b>	107,0	0,00	78,56	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	2 070	2 077	<b>25,74</b>	107,0	0,00	77,35	-	-	0,00	0,00	-	0,00
9	2 329	2 336	<b>24,25</b>	107,0	0,00	78,37	-	-	0,00	0,00	-	0,00
Sum	31,75											

- Data undefined due to calculation with octave data

Project:

8K Karstula kaavaluonnos

Printed/Page

16.4.2015 15:34 / 4

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

16.4.2015 15:28/2.8.579

## DECIBEL - Detailed results

**Calculation:** Karstula Vihisuo V117 x 9 x HH160 (kaavaehdotus) **Noise calculation model:** ISO 9613-2 General 8,0 m/s

### Noise sensitive area: G Asuinrakennus (Leväahontie 62)

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	4 228	4 232	<b>16,36</b>	107,0	0,00	83,53	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	4 131	4 135	<b>16,68</b>	107,0	0,00	83,33	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	3 454	3 459	<b>19,10</b>	107,0	0,00	81,78	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	3 460	3 465	<b>19,08</b>	107,0	0,00	81,79	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	2 885	2 891	<b>21,49</b>	107,0	0,00	80,22	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	2 906	2 911	<b>21,39</b>	107,0	0,00	80,28	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	2 881	2 886	<b>21,51</b>	107,0	0,00	80,21	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	2 379	2 386	<b>23,98</b>	107,0	0,00	78,55	-	-	0,00	0,00	-	0,00
9	2 121	2 129	<b>25,43</b>	107,0	0,00	77,56	-	-	0,00	0,00	-	0,00

Sum 31,04

- Data undefined due to calculation with octave data

### Noise sensitive area: H Asuinrakennus (Kontiomäentie 300)

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	4 901	4 902	<b>14,34</b>	107,0	0,00	84,81	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	4 194	4 196	<b>16,48</b>	107,0	0,00	83,46	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	3 202	3 205	<b>20,12</b>	107,0	0,00	81,12	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	2 364	2 369	<b>24,07</b>	107,0	0,00	78,49	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	1 828	1 835	<b>27,28</b>	107,0	0,00	76,27	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	2 707	2 711	<b>22,33</b>	107,0	0,00	79,66	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	3 825	3 827	<b>17,73</b>	107,0	0,00	82,66	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	3 162	3 165	<b>20,29</b>	107,0	0,00	81,01	-	-	0,00	0,00	-	0,00
9	1 910	1 915	<b>26,75</b>	107,0	0,00	76,65	-	-	0,00	0,00	-	0,00

Sum 32,49

- Data undefined due to calculation with octave data

### Noise sensitive area: I Asuinrakennus (Sarantajärventie, Lepola)

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	4 400	4 402	<b>15,82</b>	107,0	0,00	83,87	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	3 534	3 537	<b>18,80</b>	107,0	0,00	81,97	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	2 769	2 773	<b>22,03</b>	107,0	0,00	79,86	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	1 916	1 922	<b>26,71</b>	107,0	0,00	76,68	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	2 041	2 047	<b>25,92</b>	107,0	0,00	77,22	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	2 647	2 651	<b>22,62</b>	107,0	0,00	79,47	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	3 824	3 827	<b>17,73</b>	107,0	0,00	82,66	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	3 405	3 408	<b>19,30</b>	107,0	0,00	81,65	-	-	0,00	0,00	-	0,00
9	2 707	2 711	<b>22,33</b>	107,0	0,00	79,66	-	-	0,00	0,00	-	0,00

Sum 32,12

- Data undefined due to calculation with octave data

Project:

8K Karstula kaavaluonnos

Printed/Page

16.4.2015 15:34 / 5

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

16.4.2015 15:28/2.8.579

## DECIBEL - Assumptions for noise calculation

**Calculation:** Karstula Vihisuo V117 x 9 x HH160 (kaavaehdotus) **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 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 V117-3.3 GridStream 3300 117.0 !O!

**Noise:** Level 0 - Estimated - Mode 0 - 01-2014

Source	Source/Date	Creator	Edited
Manufacturer	3.1.2014	EMD	16.1.2014 11:24

Based on Document no.: 0035-1209 V05.

Status	Hub height [m]	Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]	Pure tones	Octave data								
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]	
From other hub height	160,0	8,0	107,0	No	Generic data	88,6	95,6	99,0	101,6	101,4	98,5	93,7	84,2

**NSA:** Lomarakennus (Teerijärvi)-A

### Predefined calculation standard:

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

**Noise demand:** 35,0 dB(A)

**Distance demand:**

**NSA:** Asuinrakennus (Soinintie 1480)-B

### Predefined calculation standard:

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

**Noise demand:** 40,0 dB(A)

**Distance demand:**

**NSA:** Asuinrakennus (Soinintie 1560)-C

### Predefined calculation standard:

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

**Noise demand:** 40,0 dB(A)

**Distance demand:**

**NSA:** Asuinrakennus (Sääkslahdentie 170)-D

### Predefined calculation standard:

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

**Noise demand:** 40,0 dB(A)

**Distance demand:**

Project:

8K Karstula kaavaluonnos

Printed/Page

16.4.2015 15:34 / 6

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

16.4.2015 15:28/2.8.579

## DECIBEL - Assumptions for noise calculation

**Calculation:** Karstula Vihisuo V117 x 9 x HH160 (kaavaehdotus) **Noise calculation model:** ISO 9613-2 General 8,0 m/s

**NSA:** Lomarakennus (Sääksniementie)-E

**Predefined calculation standard:**

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

**Noise demand:** 35,0 dB(A)

**Distance demand:**

**NSA:** Lomarakennus (Leväahontie)-F

**Predefined calculation standard:**

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

**Noise demand:** 35,0 dB(A)

**Distance demand:**

**NSA:** Asuinrakennus (Leväahontie 62)-G

**Predefined calculation standard:**

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

**Noise demand:** 40,0 dB(A)

**Distance demand:**

**NSA:** Asuinrakennus (Kontiomäentie 300)-H

**Predefined calculation standard:**

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

**Noise demand:** 40,0 dB(A)

**Distance demand:**

**NSA:** Asuinrakennus (Sarantjärventie, Lepola)-I

**Predefined calculation standard:**

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

**Noise demand:** 40,0 dB(A)

**Distance demand:**

Project:  
**8K Karstula kaavaluonnos**

Printed/Page  
 16.4.2015 15:34 / 7

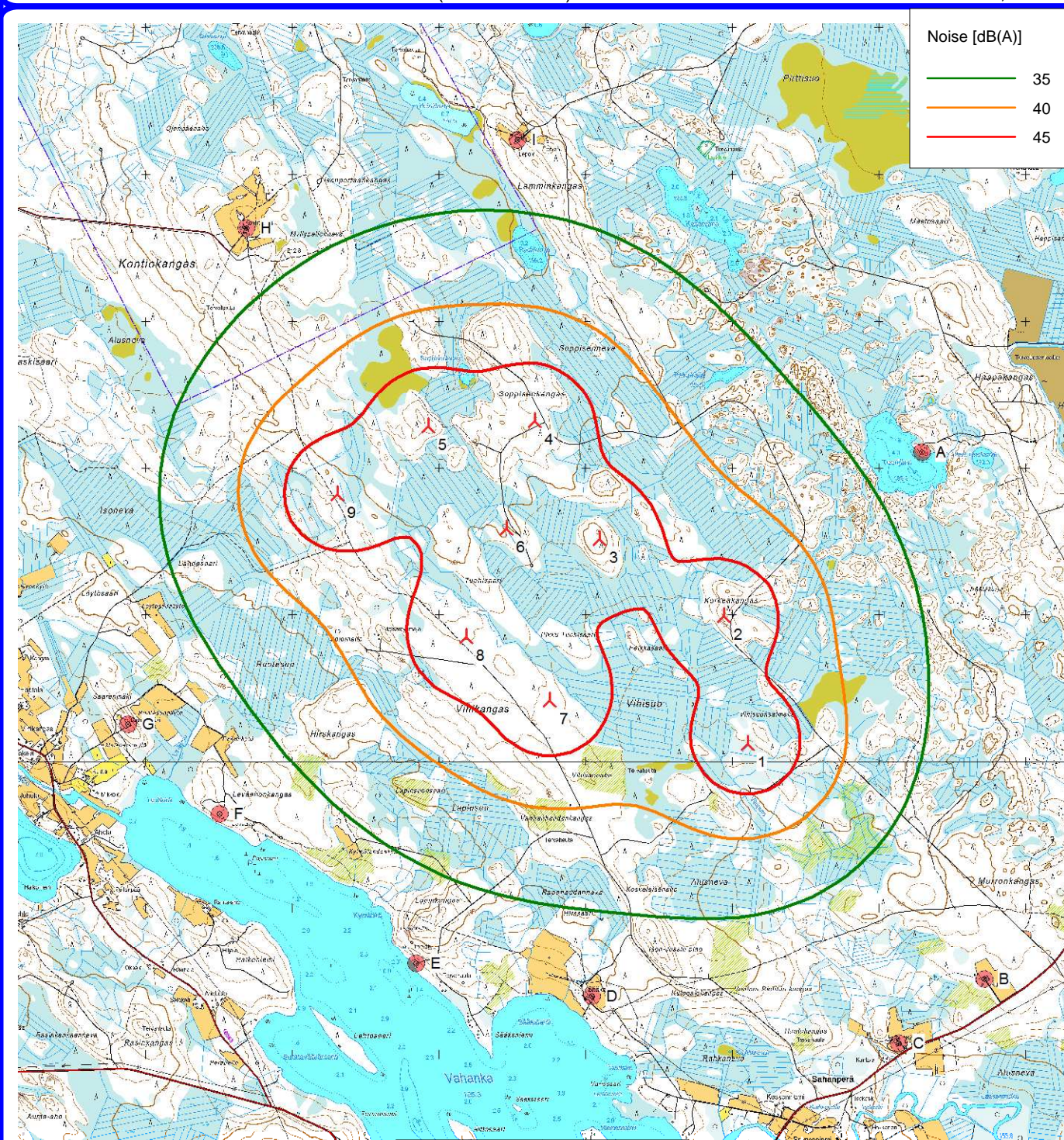
Licensed user:  
**FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy**  
 Osmontie 34, PO Box 950  
 FI-00601 Helsinki  
 +358104095666



Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi  
 Calculated:  
 16.4.2015 15:28/2.8.579

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

Calculation: Karstula Vihisuo V117 x 9 x HH160 (kaavaehdotus) Noise calculation model: ISO 9613-2 General 8,0 m/s



0 500 1000 1500 2000 m

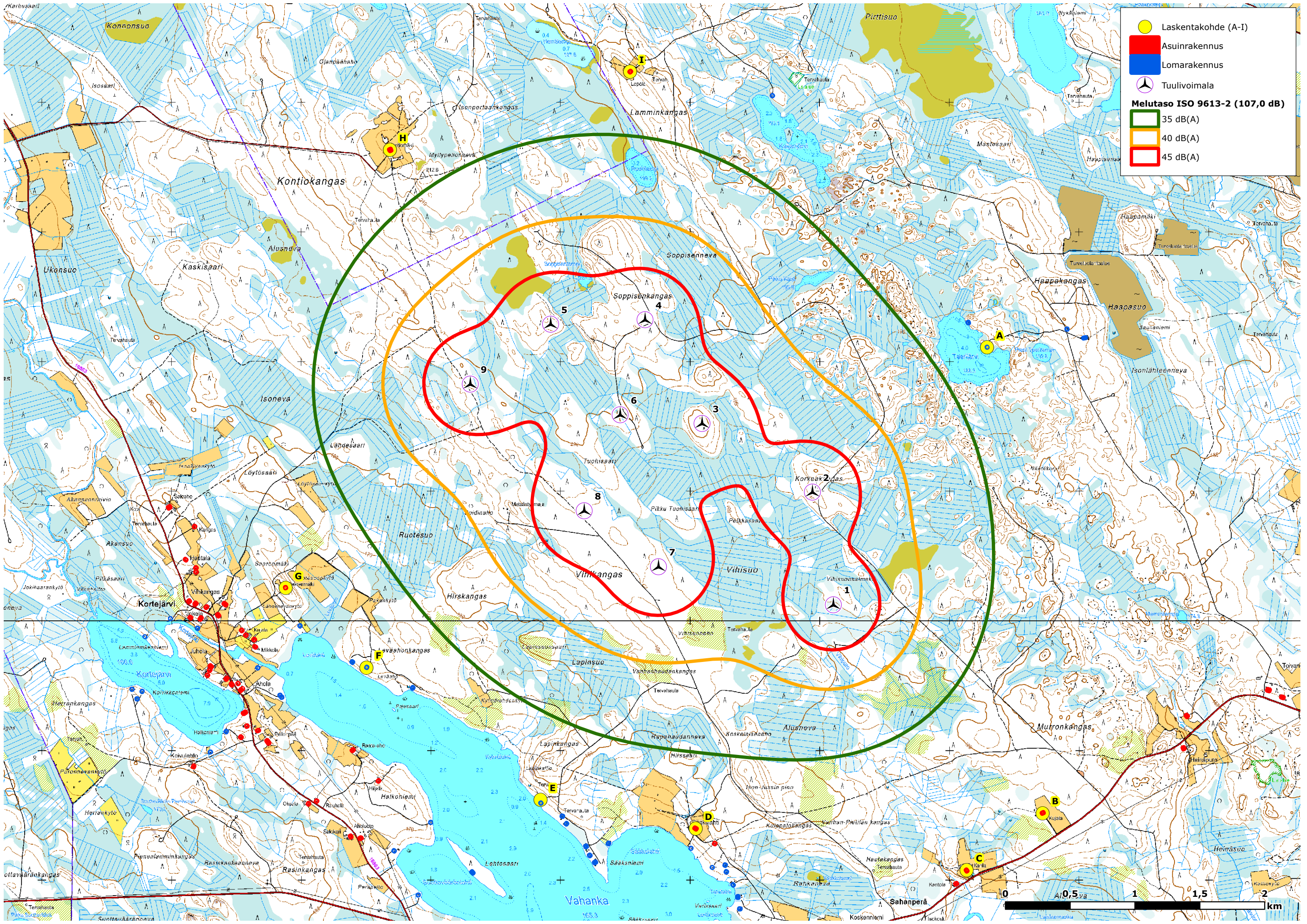
Map: Vihisuo peruskartat , Print scale 1:40 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 374 706 North: 6 979 222

🚧 New WTG

🏠 Noise sensitive area

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





● Laskentakohde (A-I)  
■ Asuinrakennus  
■ Lomarakennus  
⊙ Tuulivoimala  
**Melitaso ISO 9613-2 (107,0 dB)**  
  35 dB(A)  
  40 dB(A)  
  45 dB(A)



## **Liite 2: Varjostusmallinnusten tulokset "real case, no forest"**

Project:  
**8K Karstula kaavaluonnos**

Printed/Page  
21.4.2015 16:39 / 1

Licensed user:  
**FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy**  
Osmontie 34, PO Box 950  
FI-00601 Helsinki  
+358104095666  
Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi  
Calculated:  
16.4.2015 15:50/2.8.579



## SHADOW - Main Result

**Calculation:** Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 kaavaehdotus "real case, 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

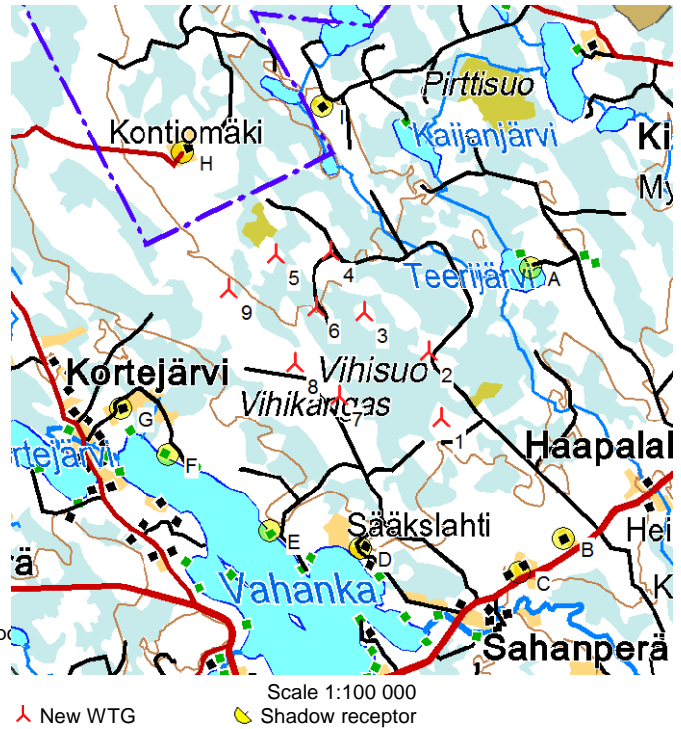
Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
Day step for calculation 1 days  
Time step for calculation 1 minutes

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:  
Kyyjärvi Sodar MCP MERRA\_Site data 12 sectors; Radius: 20 000 m (5)

Operational time  
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum  
521 529 326 507 605 830 911 1130 795 878 950 598 8581  
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: 8K\_Karstula\_height\_contourlines.wpd  
Obstacles used in calculation  
Eye height: 2,0 m  
Grid resolution: 10,0 m



### WTGs

No	Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89			Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
	East	North	Z		Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM [RPM]
			[m]									
1	376 107	6 978 123	184,8	VESTAS V126-3.3 G...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	1 713	0,0
2	375 945	6 978 992	197,5	VESTAS V126-3.3 G...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	1 713	0,0
3	375 094	6 979 521	201,7	VESTAS V126-3.3 G...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	1 713	0,0
4	374 654	6 980 322	207,5	VESTAS V126-3.3 G...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	1 713	0,0
5	373 925	6 980 288	209,1	VESTAS V126-3.3 G...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	1 713	0,0
6	374 461	6 979 588	200,0	VESTAS V126-3.3 G...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	1 713	0,0
7	374 757	6 978 416	191,3	VESTAS V126-3.3 G...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	1 713	0,0
8	374 184	6 978 848	195,4	VESTAS V126-3.3 G...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	1 713	0,0
9	373 305	6 979 825	197,7	VESTAS V126-3.3 G...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	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	Lomarakenus (Teerijävi)	377 293	6 980 108	195,0	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"
B	Asuinrakennus (Soinintie 1480)	377 721	6 976 515	173,5	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"
C	Asuinrakennus (Soinintie 1560)	377 135	6 976 074	162,5	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"
D	Asuinrakennus (Sääkslahdentie 170)	375 045	6 976 396	172,5	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"
E	Lomarakenus (Sääksniementie)	373 848	6 976 617	167,5	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"
F	Lomarakenus (Leväahontie)	372 505	6 977 638	170,8	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"
G	Lomarakenus (Leväahontie 62)	371 881	6 978 253	177,5	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"
H	Asuinrakennus (Kontiomäentie 300)	372 686	6 981 632	213,0	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"
I	Asuinrakennus (Sarantajärventie, Lepola)	374 539	6 982 234	207,5	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"

Project:

8K Karstula kaavaluonnos

Printed/Page

21.4.2015 16:39 / 2

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadbäck / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

16.4.2015 15:50/2.8.579



## SHADOW - Main Result

**Calculation:** Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 kaavaehdotus "real case, no forest"

### Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, expected values	
		Shadow hours	per year
		[h/year]	
A	Lomarakennus (Teerijävi)	0:00	
B	Asuinrakennus (Soinintie 1480)	0:00	
C	Asuinrakennus (Soinintie 1560)	0:00	
D	Asuinrakennus (Sääkslahdentie 170)	0:00	
E	Lomarakennus (Sääksniementie)	0:00	
F	Lomarakennus (Leväahontie)	0:00	
G	Lomarakennus (Leväahontie 62)	0:00	
H	Asuinrakennus (Kontiomäentie 300)	0:00	
I	Asuinrakennus (Sarantajärventie, Lepola)	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 V126-3.3 GridStreame	3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (292)	0:00	0:00
2	VESTAS V126-3.3 GridStreame	3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (293)	0:00	0:00
3	VESTAS V126-3.3 GridStreame	3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (294)	0:00	0:00
4	VESTAS V126-3.3 GridStreame	3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (295)	0:00	0:00
5	VESTAS V126-3.3 GridStreame	3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (296)	0:00	0:00
6	VESTAS V126-3.3 GridStreame	3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (297)	0:00	0:00
7	VESTAS V126-3.3 GridStreame	3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (298)	0:00	0:00
8	VESTAS V126-3.3 GridStreame	3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (299)	0:00	0:00
9	VESTAS V126-3.3 GridStreame	3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (300)	0:00	0:00

Project:

8K Karstula kaavaluonnos

Printed/Page

21.4.2015 16:39 / 3

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

16.4.2015 15:50/2.8.579

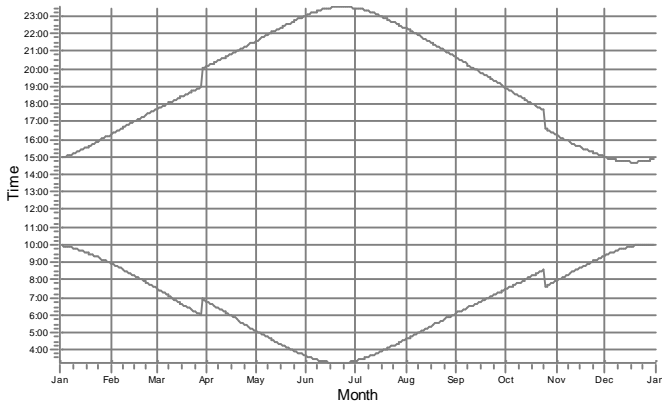


SUUNNITTELU JA TEKNIikka

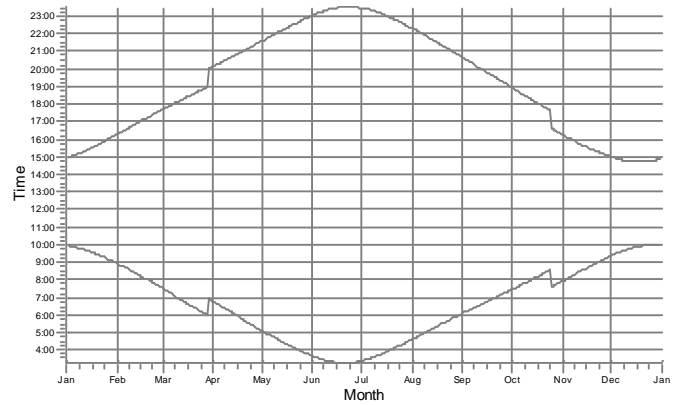
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 kaavaehdotus "real case, no forest"

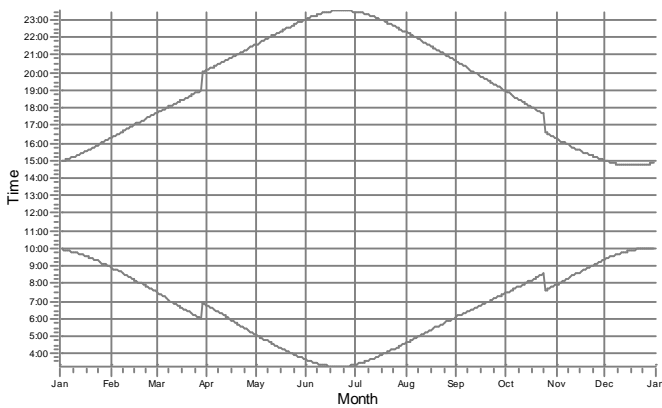
A: Lomarakennus (Teerijävi)



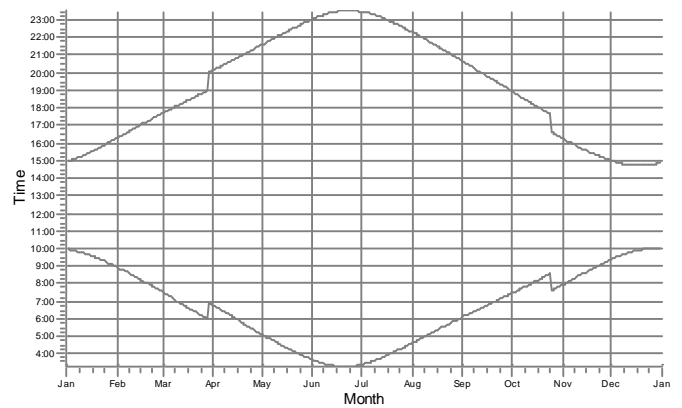
B: Asuinrakennus (Sointie 1480)



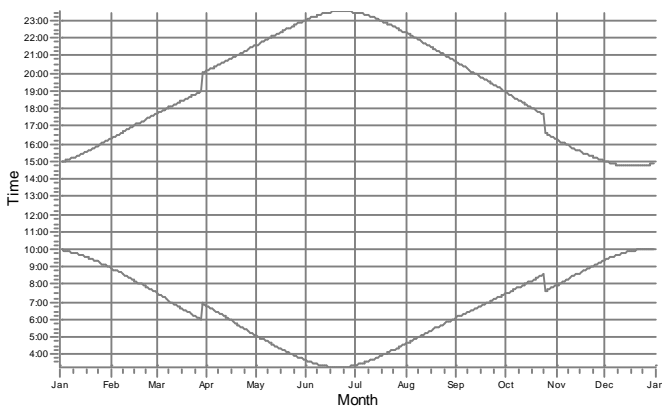
C: Asuinrakennus (Sointie 1560)



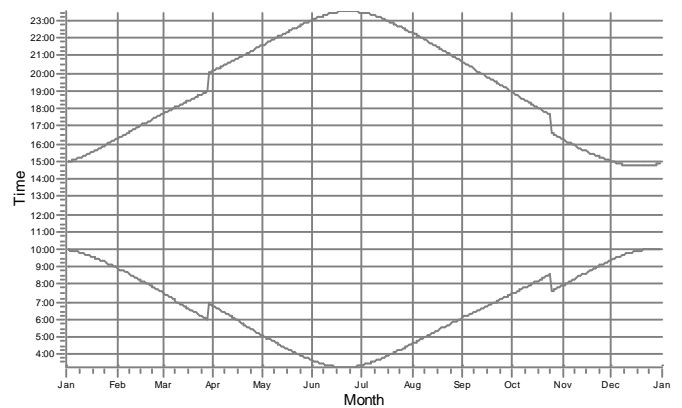
D: Asuinrakennus (Sääkslahdentie 170)



E: Lomarakennus (Sääksniementie)



F: Lomarakennus (Leväähontie)



WTGs

Project:

8K Karstula kaavuluonnos

Printed/Page

21.4.2015 16:39 / 4

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

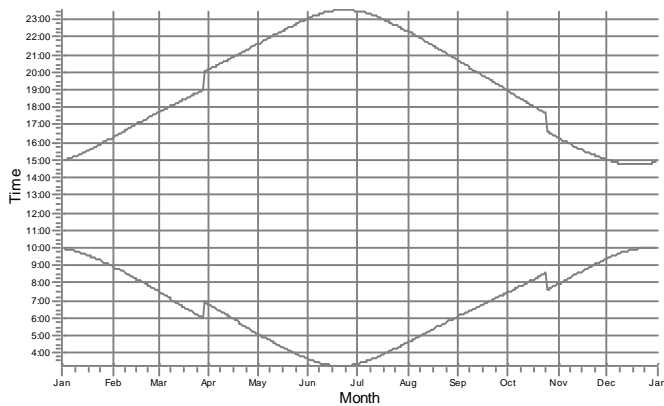
Calculated:

16.4.2015 15:50/2.8.579

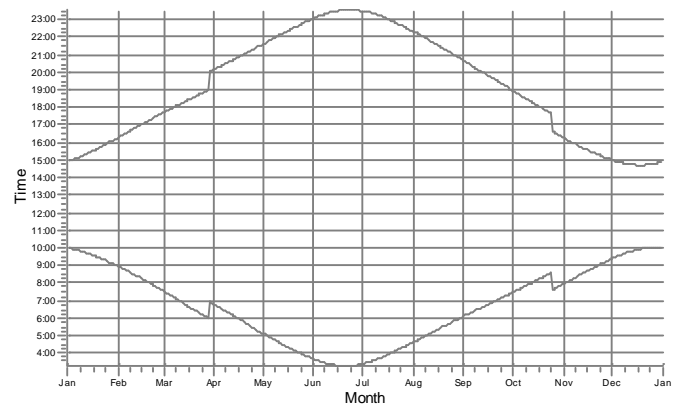
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 kaavaehdotus "real case, no forest"

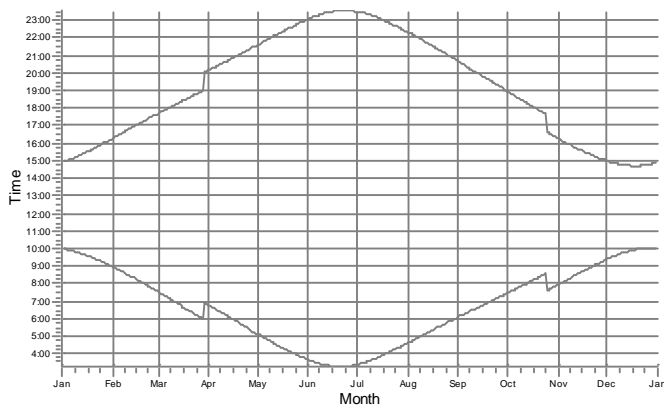
G: Lomarakennus (Leväahontie 62)



H: Asuinrakennus (Kontiomäentie 300)



I: Asuinrakennus (Sarantjärventie, Lepola)



WTGs

Project:  
**8K Karstula kaavaluonnos**

Printed/Page  
21.4.2015 16:39 / 5

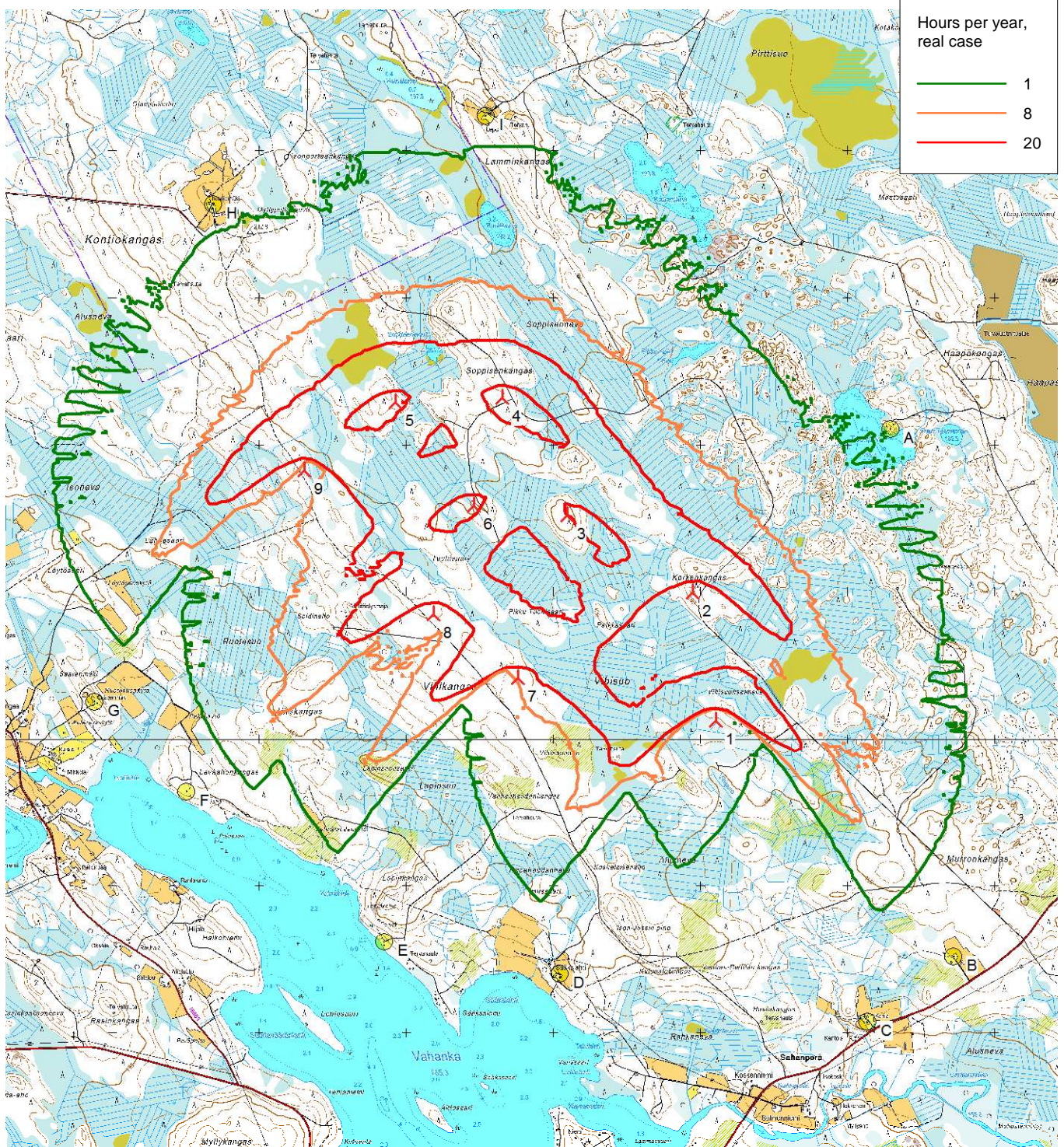
Licensed user:  
**FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy**  
Osmontie 34, PO Box 950  
FI-00601 Helsinki  
+358104095666



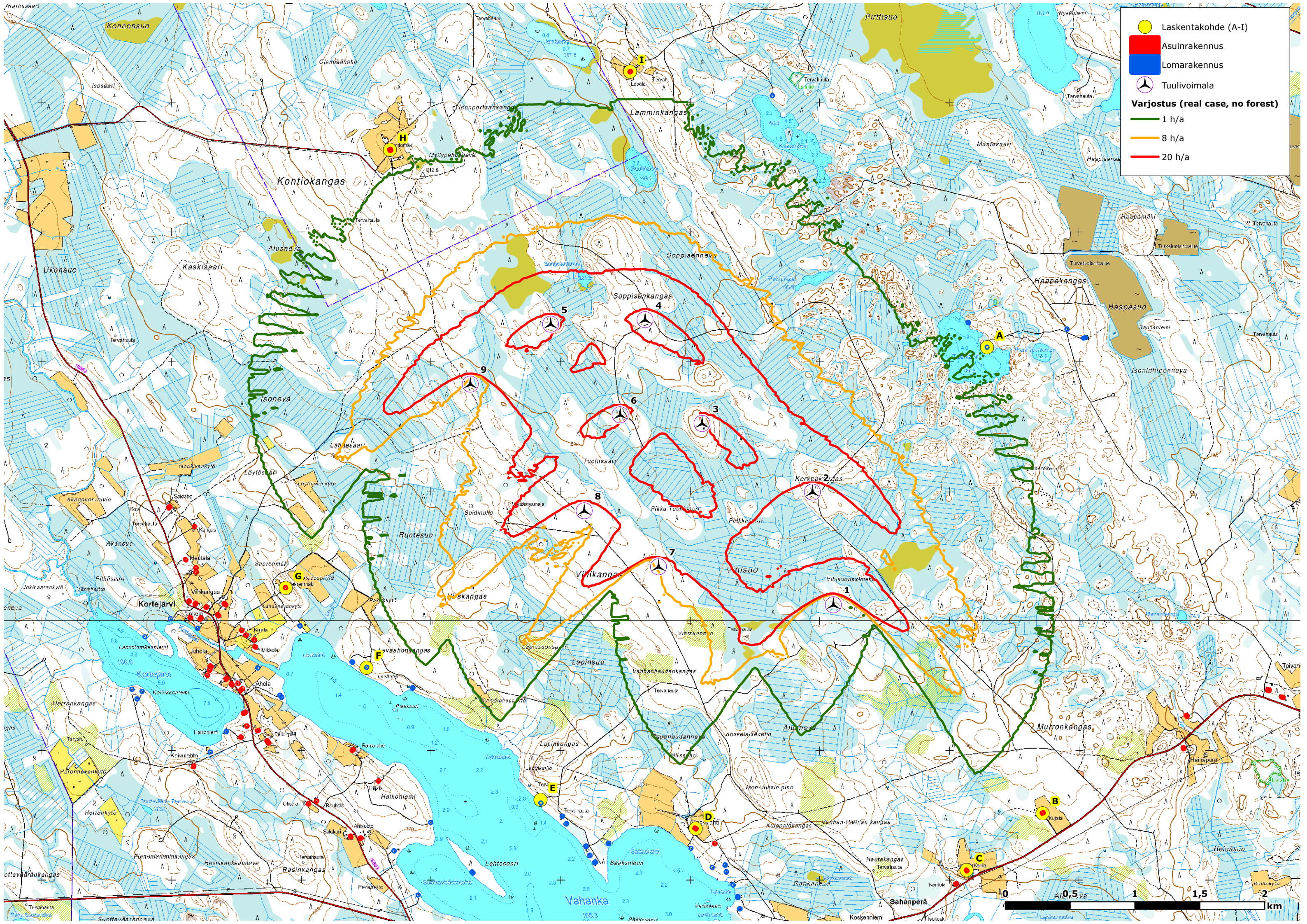
Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi  
Calculated:  
16.4.2015 15:50/2.8.579

### SHADOW - Map

Calculation: Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 kaavaehdotus "real case, no forest"



Map: Vihisuo peruskartat , Print scale 1:40 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 374 852 North: 6 979 084  
 ▲ New WTG      ● Shadow receptor  
 Flicker map level: Height Contours: 8K\_Karstula\_height\_contourlines.wpo (5)



- Laskentakohde (A-I)
- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- ⊙ Tuulivoimala

**Varjostus (real case, no forest)**

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





### **Liite 3. Varjostusmallinnusten tulokset "real case, forest 20-20-15"**

Project:

8K Karstula kaavaluonnos

Printed/Page

21.4.2015 16:40 / 1

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

16.4.2015 16:35/2.8.579

FCG

SUUNNITTELU JA TEKNIikka

## SHADOW - Main Result

Calculation: Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 kaavaehdotus "real case, forest 20-20-15"

### 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:

Kyyjärvi Sodar MCP MERRA\_Site data 12 sectors; Radius: 20 000 m (5)

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
521	529	326	507	605	830	911	1130	795	878	950	598	8581

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: 8K\_Karstula\_height\_contourlines.wpc

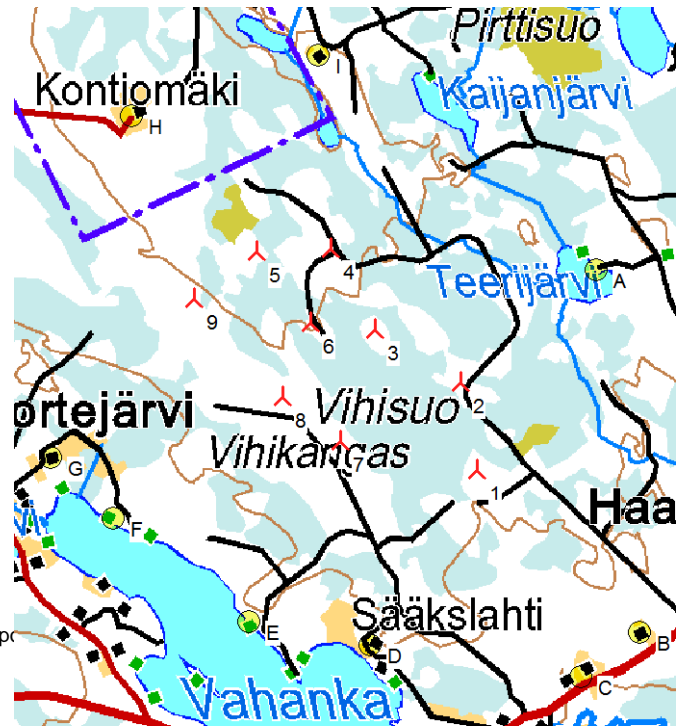
Area object(s) used in calculation:

8K\_roughness\_areas

Obstacles used in calculation

Eye height: 2,0 m

Grid resolution: 10,0 m



New WTG

Shadow receptor

### WTGs

	Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89			Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
	East	North	Z [m]		Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	376 107	6 978 123	184,8	VESTAS V126-3.3 G...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	1 713	0,0
2	375 945	6 978 992	197,5	VESTAS V126-3.3 G...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	1 713	0,0
3	375 094	6 979 521	201,7	VESTAS V126-3.3 G...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	1 713	0,0
4	374 654	6 980 322	207,5	VESTAS V126-3.3 G...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	1 713	0,0
5	373 925	6 980 288	209,1	VESTAS V126-3.3 G...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	1 713	0,0
6	374 461	6 979 588	200,0	VESTAS V126-3.3 G...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	1 713	0,0
7	374 757	6 978 416	191,3	VESTAS V126-3.3 G...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	1 713	0,0
8	374 184	6 978 848	195,4	VESTAS V126-3.3 G...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	1 713	0,0
9	373 305	6 979 825	197,7	VESTAS V126-3.3 G...	Yes	VESTAS	V126-3.3 GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	1 713	0,0

### Shadow receptor-Input

No.	Name	Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89							Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
		East	North	Z [m]	Width [m]	Height [m]	Height a.g.l. [m]	Direction mode			
A	Lomarakenus (Teerijävi)	377 293	6 980 108	195,0	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
B	Asuinrakennus (Soinintie 1480)	377 721	6 976 515	173,5	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
C	Asuinrakennus (Soinintie 1560)	377 135	6 976 074	162,5	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
D	Asuinrakennus (Sääkslahdentie 170)	375 045	6 976 396	172,5	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
E	Lomarakenus (Sääksniementie)	373 848	6 976 617	167,5	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
F	Lomarakenus (Leväahontie)	372 505	6 977 638	170,8	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
G	Lomarakenus (Leväahontie 62)	371 881	6 978 253	177,5	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
H	Asuinrakennus (Kontiomäentie 300)	372 686	6 981 632	213,0	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
I	Asuinrakennus (Sarantajärventie, Lepola)	374 539	6 982 234	207,5	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	

Project:

8K Karstula kaavaluonnos

Printed/Page

21.4.2015 16:40 / 2

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadbäck / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

16.4.2015 16:35/2.8.579



## SHADOW - Main Result

**Calculation:** Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 kaavaehdotus "real case, forest 20-20-15"

### Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, expected values	
		Shadow hours	per year
		[h/year]	
A	Lomarakennus (Teerijävi)	0:00	
B	Asuinrakennus (Soinintie 1480)	0:00	
C	Asuinrakennus (Soinintie 1560)	0:00	
D	Asuinrakennus (Sääkslahdentie 170)	0:00	
E	Lomarakennus (Sääksniementie)	0:00	
F	Lomarakennus (Leväahontie)	0:00	
G	Lomarakennus (Leväahontie 62)	0:00	
H	Asuinrakennus (Kontiomäentie 300)	0:00	
I	Asuinrakennus (Sarantajärventie, Lepola)	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 V126-3.3 GridStreame	3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (292)	0:00	0:00
2	VESTAS V126-3.3 GridStreame	3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (293)	0:00	0:00
3	VESTAS V126-3.3 GridStreame	3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (294)	0:00	0:00
4	VESTAS V126-3.3 GridStreame	3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (295)	0:00	0:00
5	VESTAS V126-3.3 GridStreame	3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (296)	0:00	0:00
6	VESTAS V126-3.3 GridStreame	3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (297)	0:00	0:00
7	VESTAS V126-3.3 GridStreame	3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (298)	0:00	0:00
8	VESTAS V126-3.3 GridStreame	3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (299)	0:00	0:00
9	VESTAS V126-3.3 GridStreame	3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (300)	0:00	0:00

Project:

8K Karstula kaavaluonnos

Printed/Page

21.4.2015 16:40 / 3

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

16.4.2015 16:35/2.8.579

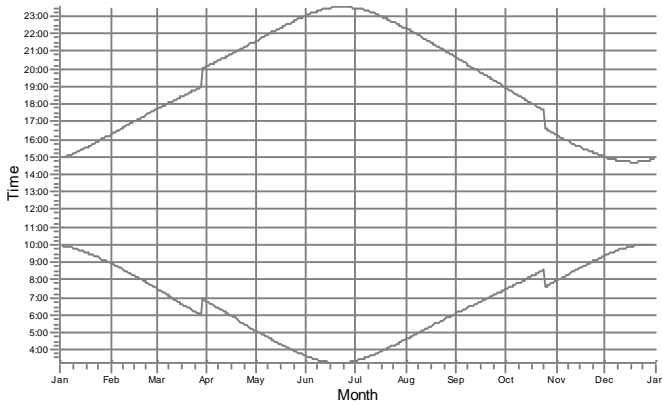


SUUNNITTELU JA TEKNIikka

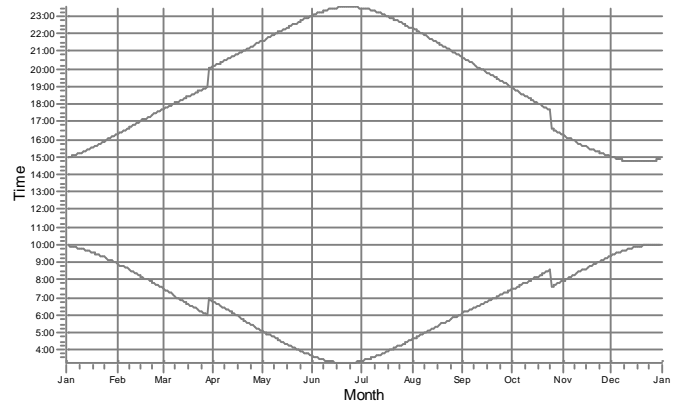
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 kaavaehdotus "real case, forest 20-20-15"

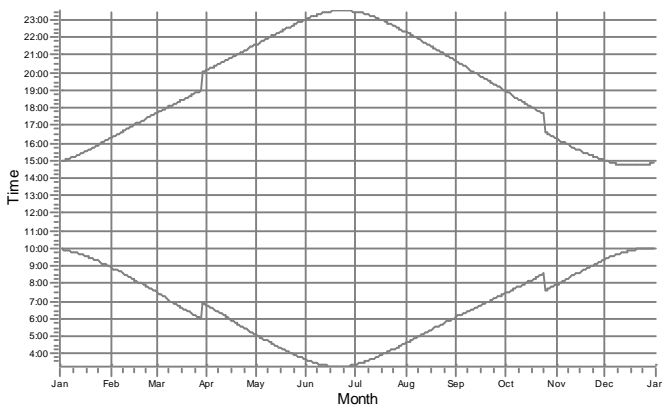
A: Lomarakennus (Teerijävi)



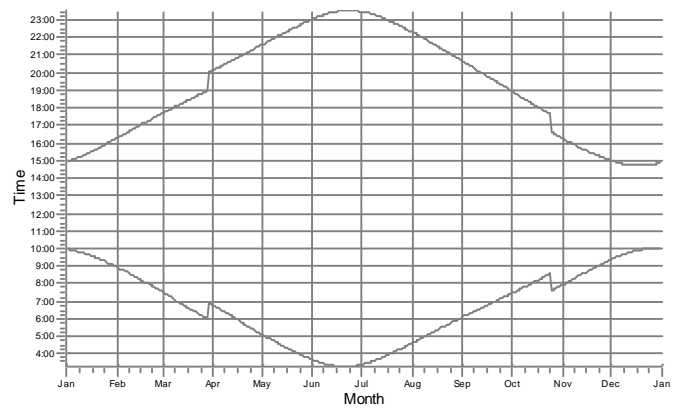
B: Asuinrakennus (Sointie 1480)



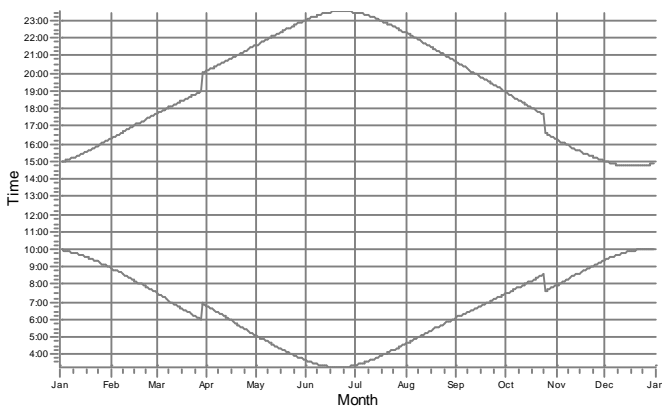
C: Asuinrakennus (Sointie 1560)



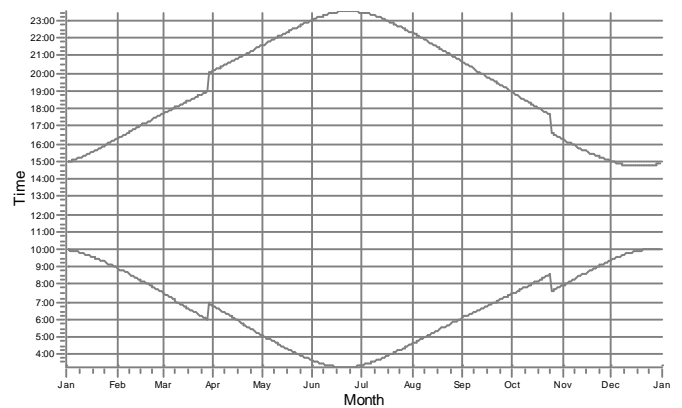
D: Asuinrakennus (Sääkslahdentie 170)



E: Lomarakennus (Sääksniementie)



F: Lomarakennus (Leväähontie)



WTGs

Project:

8K Karstula kaavuluonnos

Printed/Page

21.4.2015 16:40 / 4

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

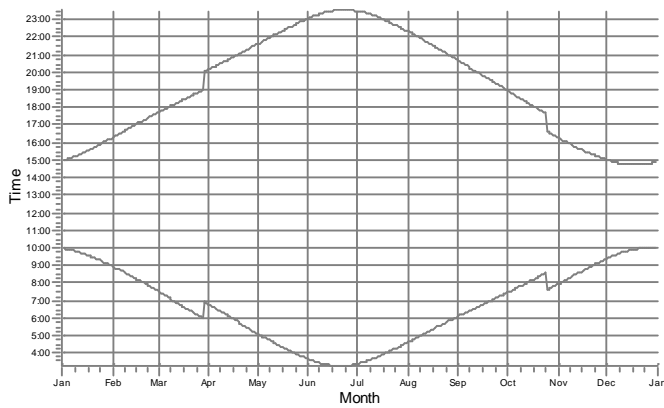
Calculated:

16.4.2015 16:35/2.8.579

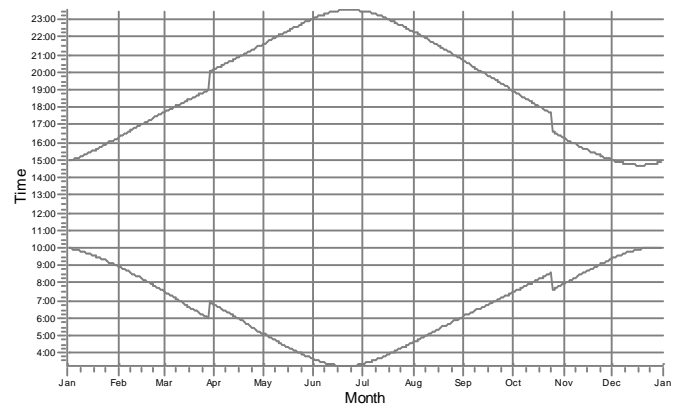
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 kaavaehdotus "real case, forest 20-20-15"

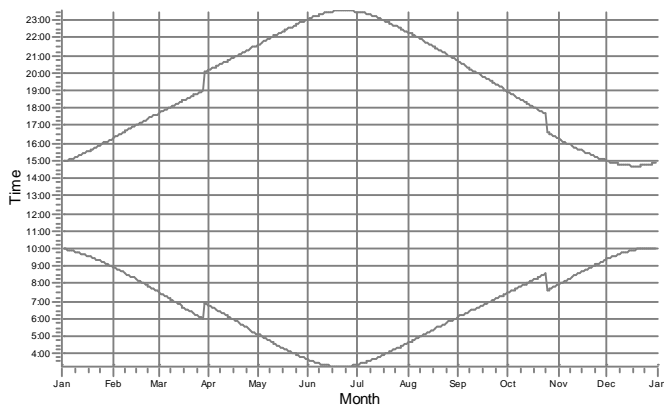
G: Lomarakennus (Leväahontie 62)



H: Asuinrakennus (Kontiomäentie 300)



I: Asuinrakennus (Sarantjärventie, Lepola)



WTGs

Project:  
**8K Karstula kaavuluonnos**

Printed/Page  
 21.4.2015 16:40 / 5

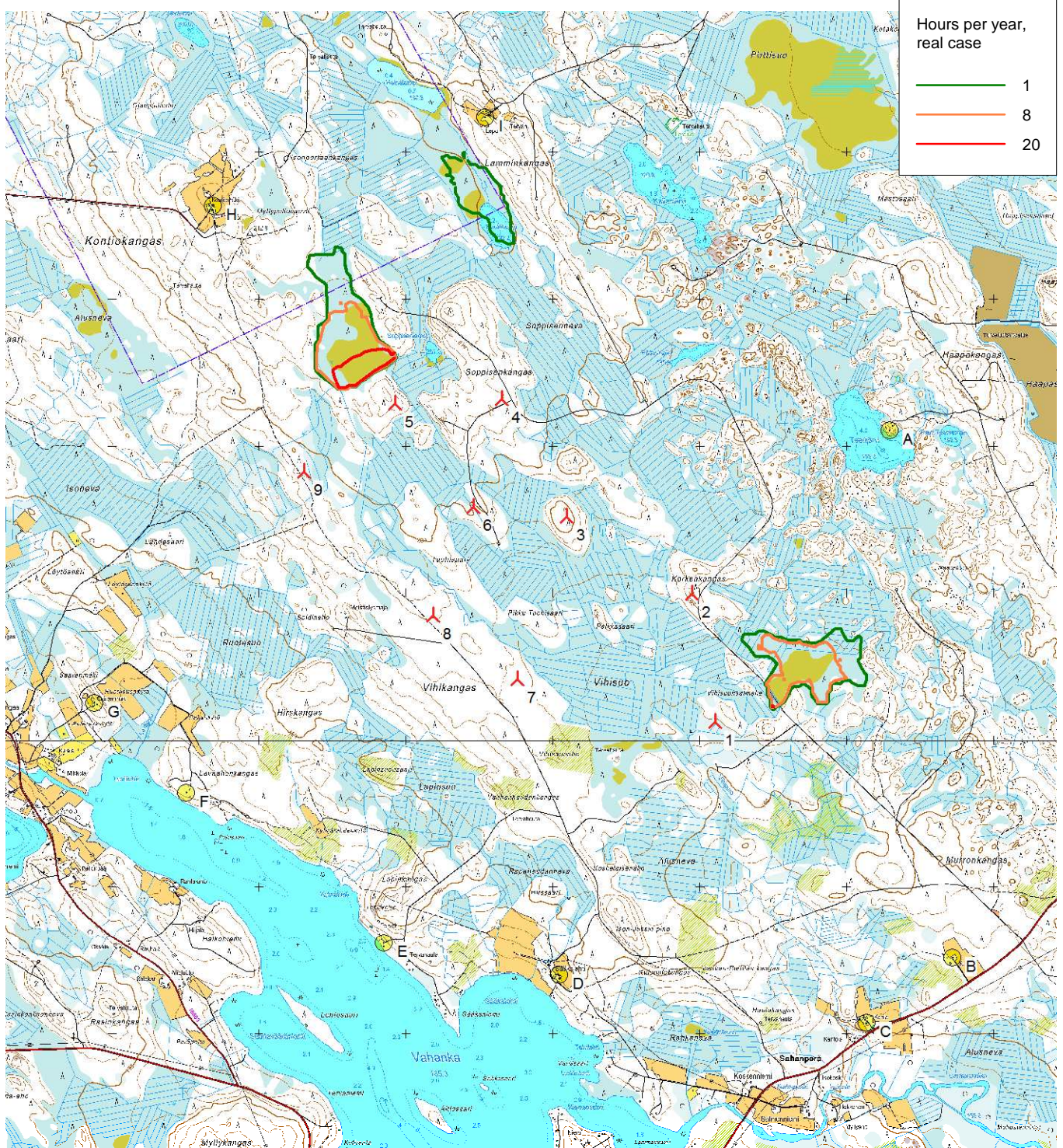
Licensed user:  
**FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy**  
 Osmontie 34, PO Box 950  
 FI-00601 Helsinki  
 +358104095666



Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi  
 Calculated:  
 16.4.2015 16:35/2.8.579

**SHADOW - Map**

Calculation: Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 kaavaehdotus "real case, forest 20-20-15"

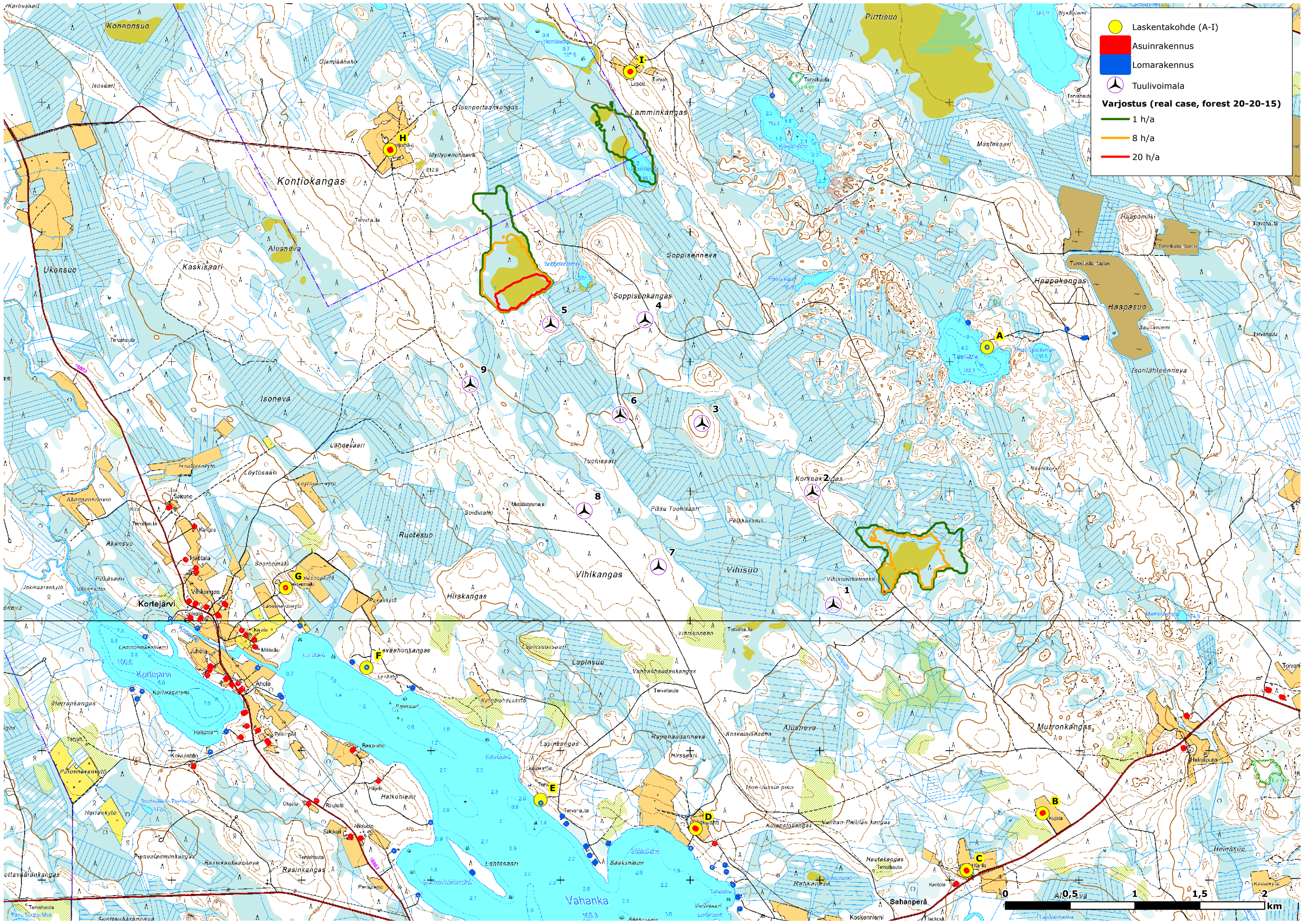


0 500 1000 1500 2000 m

Map: Vihisuo peruskartat , Print scale 1:40 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 374 852 North: 6 979 084

New WTG      Shadow receptor

Flicker map level: Height Contours: 8K\_Karstula\_height\_contourlines.wpo (5)



**Legend:**

- Laskentakohde (A-I)
- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Tuulivoimala
- Varjostus (real case, forest 20-20-15)**
- 1 h/a
- 8 h/a
- 20 h/a

