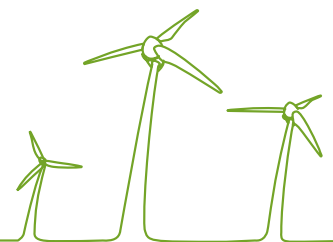


METSÄHALLITUS

Vihisuo tuulivoimahanke, Karstula

Melu- ja varjostusmallinnukset V126 x 9 x HH160



Vadbäck Hans

26.11.2014

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
4	JOHTOPÄÄTÖS	15

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"

26.11.2014

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. Hankesuunnitelman mukaisen tuulivoimamelun leviämisyöhykkeet mallinnettiin noudattaen uusimpia tuulivoimamelun ohjeita (Ympäristöministeriö 2/2014).

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, 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 V126 voimalaa. Laskelmissa tuulivoimalan lähtömelutaso (L_{WA}) on 105,9 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 ns. leviämiskarttojen avulla. Leviämiskartta esittää melun leviämisen keskiäänitasokäyrät 5 dB:n välein.

26.11.2014

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: V126		Sarjanumero/t:-	
Nimellisteho: 3,3 MW		Napakorkeus:160		Roottorin halkaisija:126		Tornin tyyppi: hybridi	
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun							
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus		Muu, mikä: " Serrated trailing edges"			
Kyllä	-	dB	Kyllä	-	dB	Noise mode säätö: Level 0 – Level 4	
Ei			Ei			Noise mode, lähtömelutaso: 105,9 – 101,0 dB(A)	
AKUSTISET TIEDOT /LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
Melupäästötiedot perustuvat dokumenttiin " DMS 0048-2151_V01 , V126-3.3MW-Mk2A-50/60 Hz Third Octaves according to General Specification, Date 2014-11-11).							
Oktaaveittain [Hz], dB(A)		1/3-oktaaveittain [Hz], dB(LIN) - unweighted					
		20	113,9	200	100,5	2000	92,5
63	87,9	25	115,3	250	99,5	2500	90,1
125	94,1	31,5	110,0	315	98,6	3150	87,1
250	95,7	40	109,2	400	97,2	4000	86,2
500	99,2	50	109,9	500	96,9	5000	79,8
1000	101,8	63	109,3	630	98,2	6300	76,3
2000	98,1	80	107,5	800	97,6	8000	75,0
4000	91,2	100	106,5	1000	97,3		
8000	85,8	125	107,1	1250	96,3		
105,9 dB(A)		160	102,2	1600	93,4		
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

26.11.2014

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 absorptioon 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°		Tuulenoisuus: 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 0048-2151_V01, V126-3.3MW-Mk2A-50/60 Hz, Third Octaves according to General Specification, Date 2014-11-11).

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

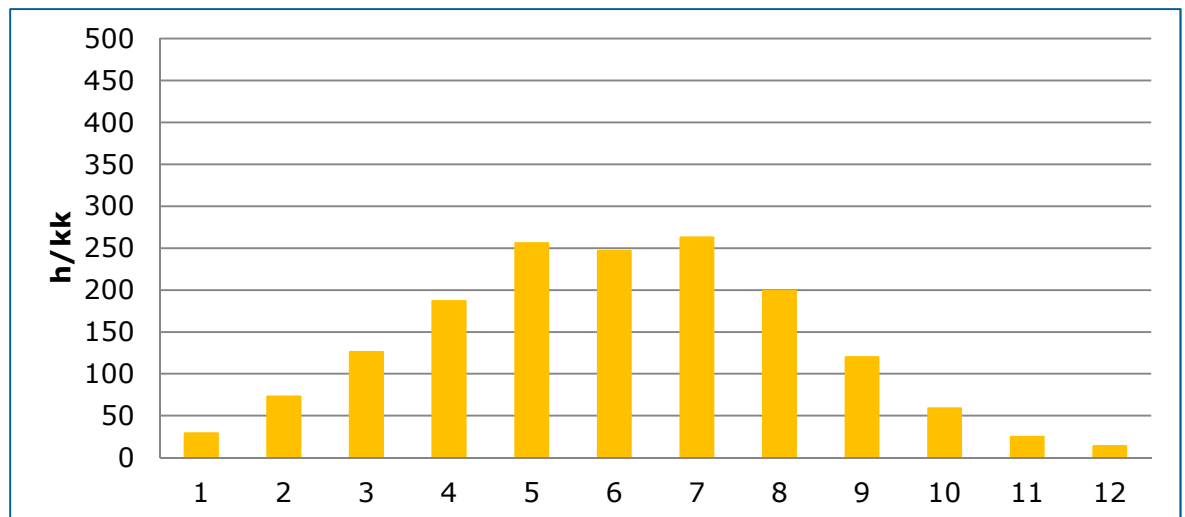
26.11.2014

2.2 Varjostusmallinnus

Tuulivoimaloiden varjostusvaikutuksia mallinnettiin WindPRO-ohjelman Shadow-moduulilla. 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 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. Laskentojen tuulen suunta ja nopeusjakamana käytettiin Suomen 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.

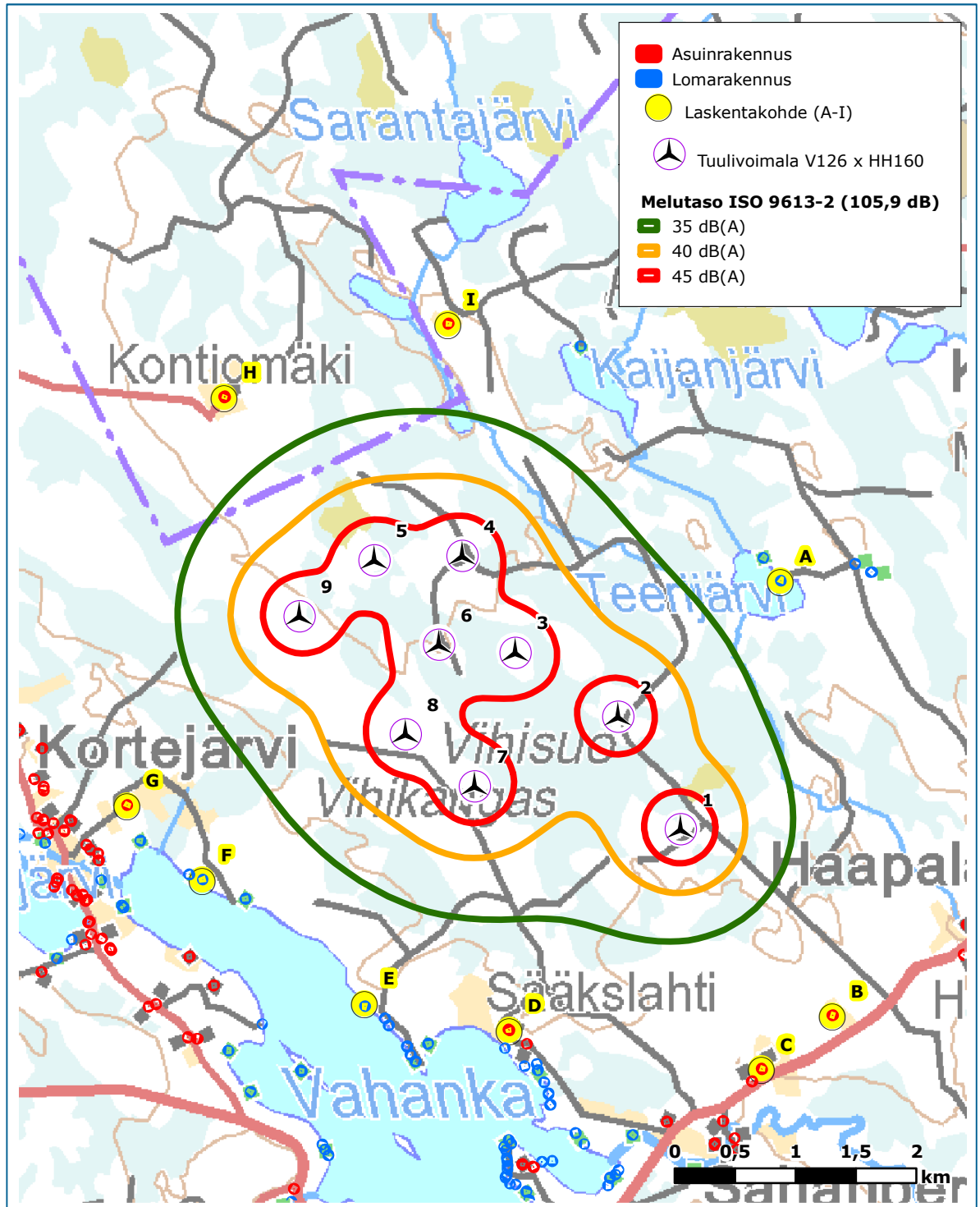
Varjostuksen tarkastelukorkeutena lähialueen asuin- tai lomarakennusten pihapiirissä käytettiin 2,0 metriä ja laskenta-alueen kokoa 5,0 x 5,0 metriä.

26.11.2014

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 N131 x 8 x HH144 standardin ISO 9613-2 mukaisesti.

26.11.2014

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	30,9
B Asuinrakennus (Soinintie 1480)	377721	6976515	173,5	4,0	27,2
C Asuinrakennus (Soinintie 1560)	377135	6976074	162,5	4,0	27,0
D Asuinrakennus (Sääkslahdentie 170)	375045	6976396	172,5	4,0	29,7
E Lomarakennus (Sääksniementie)	373848	6976617	167,5	4,0	29,5
F Lomarakennus (Leväahontie)	372505	6977638	170,8	4,0	29,8
G Asuinrakennus (Leväahontie 62)	371881	6978253	177,5	4,0	29,1
H Asuinrakennus (Kontiomäentie 300)	372686	6981632	213,0	4,0	30,7
I Asuinrakennus (Sarantajärventie, Lepola)	374539	6982234	207,5	4,0	30,3

26.11.2014

3.2 Matalataajuiset melutasot

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

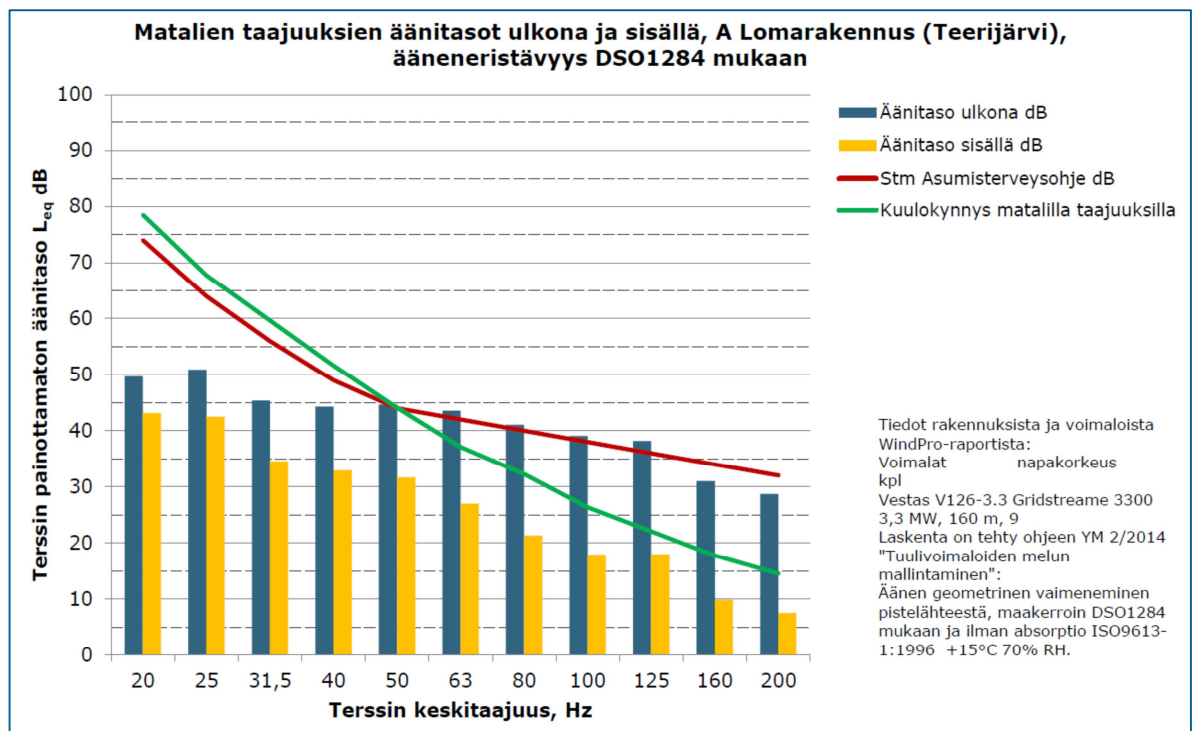
Rakennuskohtaiset matalataajuiset äänitasot lähimpien rakennusten (A-I) ulkopuolella on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 5).

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 ohjearvoihin. Nämä ovat enimmäisarvoja, jotka on laadittu yöaikaiselle melulle nukkumiseen tarkoitettuihin tiloihin. Ohjearvojen tärkeimpänä kriteerinä on se, että melu ei vaikeuttaisi nukahtamista.

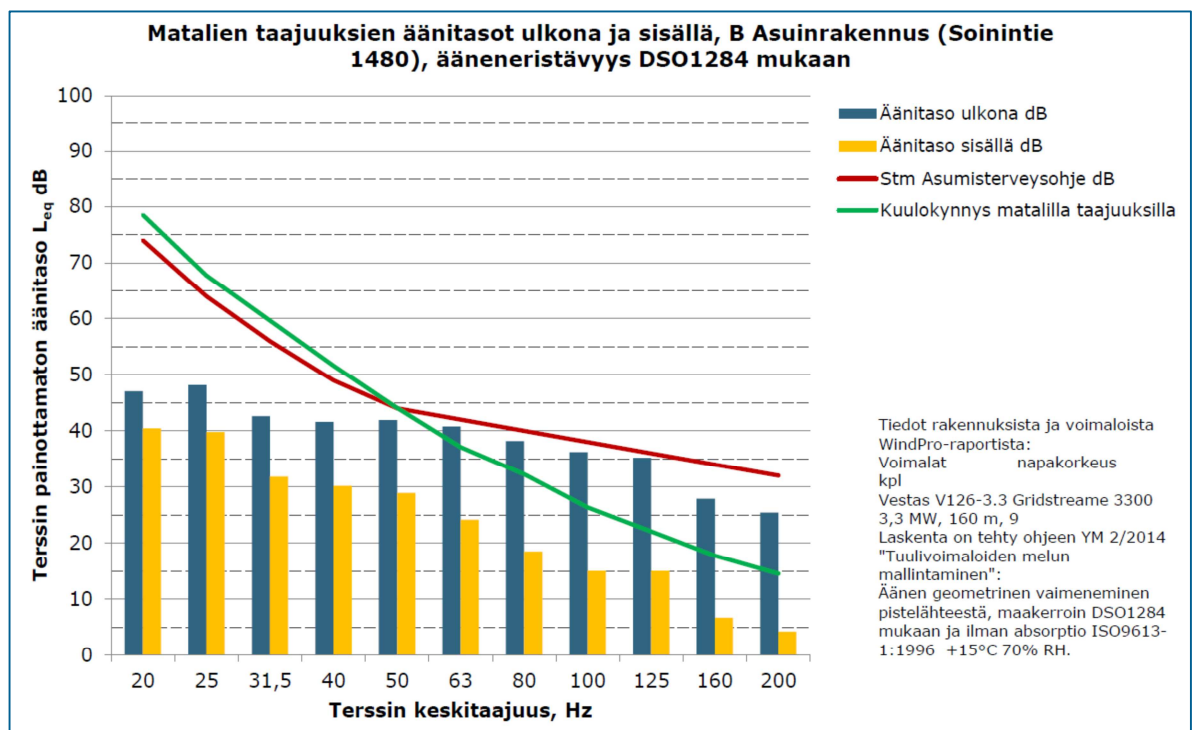
Taulukko 5. Laskennalliset matalataajuiset lineaariset tai painottomat melutasot ($L_{eq,1h}$) rakennusten (A-I) ulkopuolella.

Laskentakohte	Terssikaistan keskitajuus, Hz										
	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
A Lomarakenus (Teerijärvi)	49,7	50,9	45,4	44,3	44,7	43,6	41,0	39,1	38,2	31,0	28,7
B Asuinrakennus (Soinintie 1480)	47,0	48,2	42,6	41,6	41,9	40,8	38,2	36,2	35,2	27,9	25,4
C Asuinrakennus (Soinintie 1560)	47,0	48,1	42,6	41,5	41,8	40,7	38,1	36,1	35,1	27,8	25,3
D Asuinrakennus (Sääkslahdentie 170)	49,0	50,1	44,6	43,5	43,9	42,8	40,2	38,3	37,3	30,1	27,7
E Lomarakenus (Sääksniementie)	48,9	50,0	44,5	43,5	43,8	42,7	40,2	38,2	37,2	30,0	27,6
F Lomarakenus (Leväahontie)	49,1	50,3	44,7	43,7	44,0	42,9	40,4	38,4	37,5	30,3	27,9
G Asuinrakennus (Leväahontie 62)	48,6	49,8	44,2	43,2	43,5	42,4	39,9	37,9	36,9	29,7	27,3
H Asuinrakennus (Kontiomäentie 300)	49,4	50,6	45,1	44,0	44,4	43,3	40,7	38,8	37,9	30,7	28,4
I Asuinrakennus (Sarantajärventie, Lepola)	49,3	50,4	44,9	43,9	44,2	43,1	40,6	38,6	37,7	30,5	28,2

26.11.2014

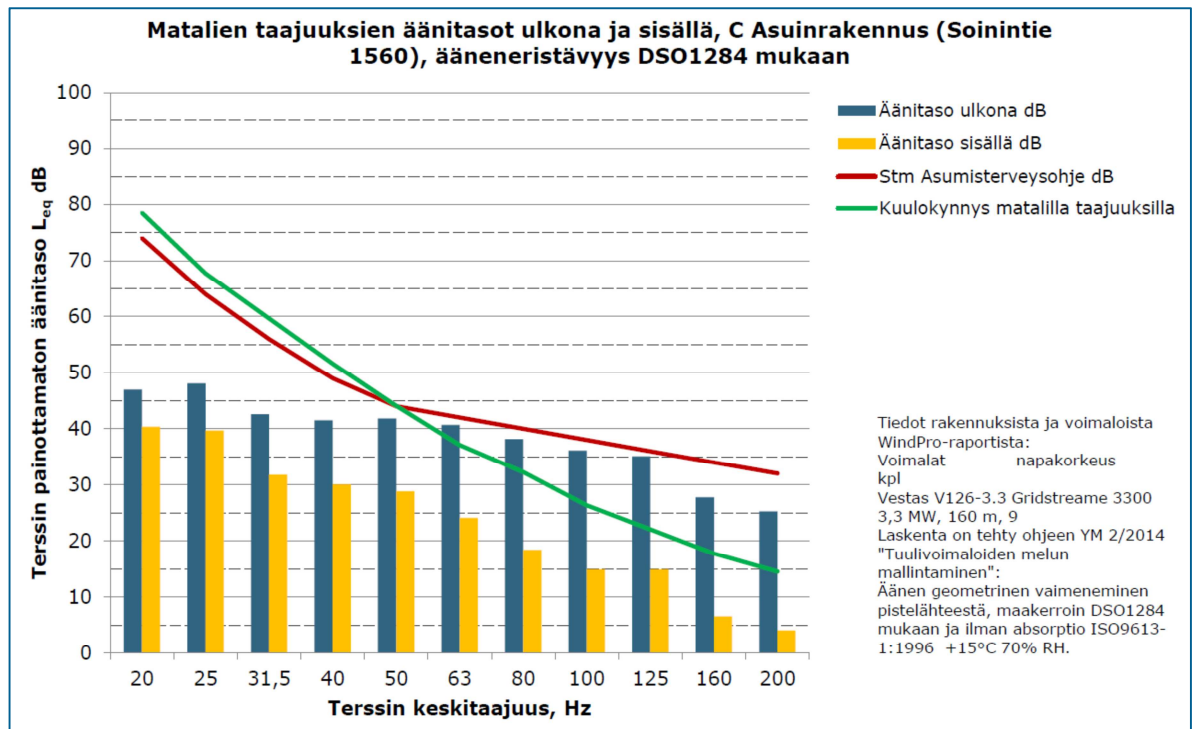


Kuva 3. Matalataajuiset äänitasot ulkona ja sisällä kohteessa A ja vertailu STM:n asumisterveysohjeeseen.

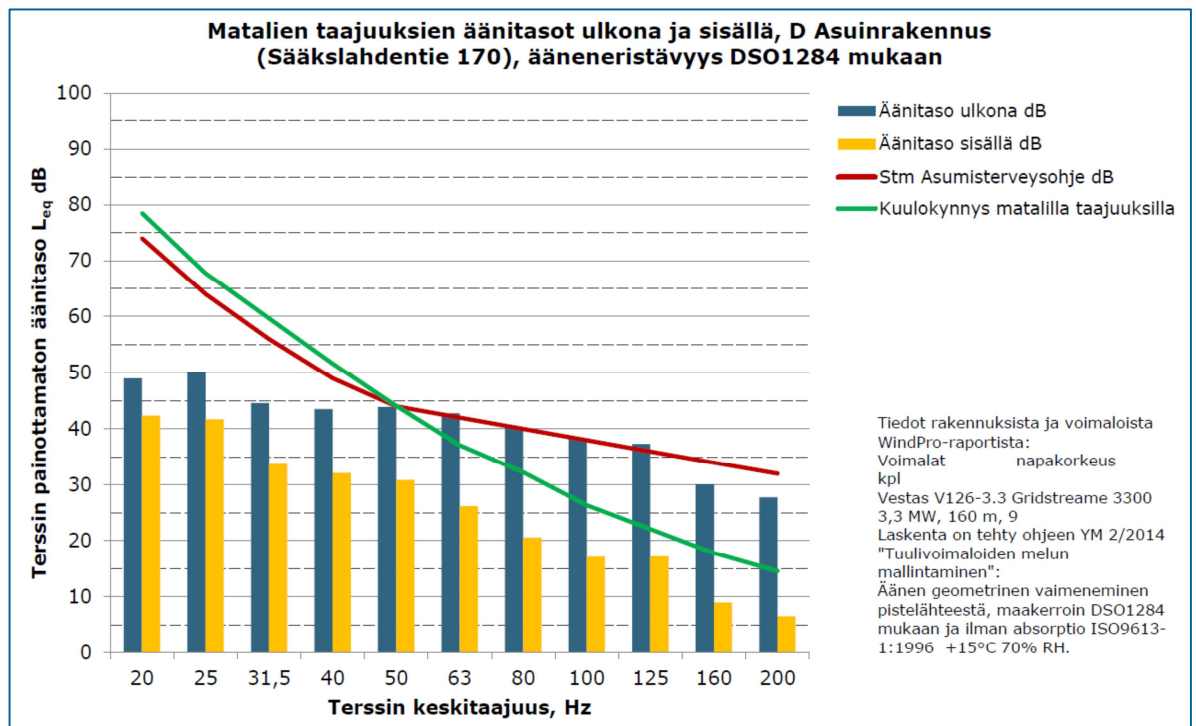


Kuva 4. Matalataajuiset äänitasot ulkona ja sisällä kohteessa B ja vertailu STM:n asumisterveysohjeeseen.

26.11.2014

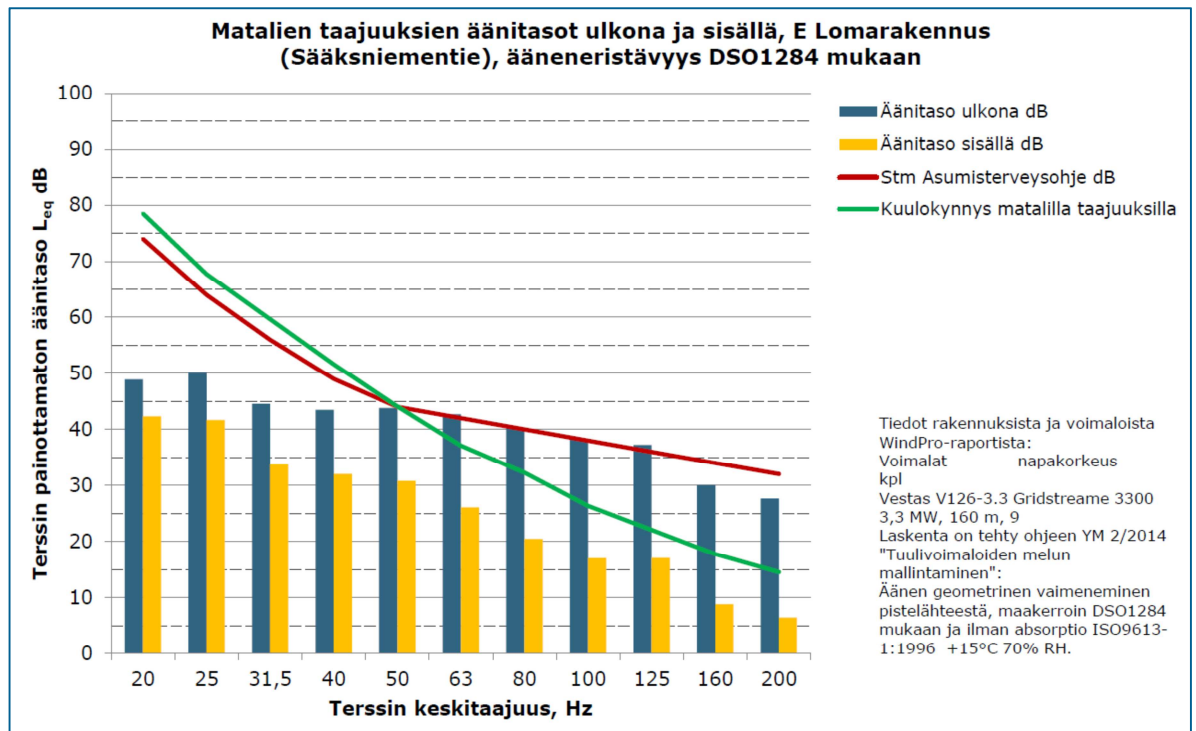


Kuva 5. Matalataajuiset äänitasot ulkona ja sisällä kohteessa C ja vertailu STM:n asumisterveysohjeeseen.

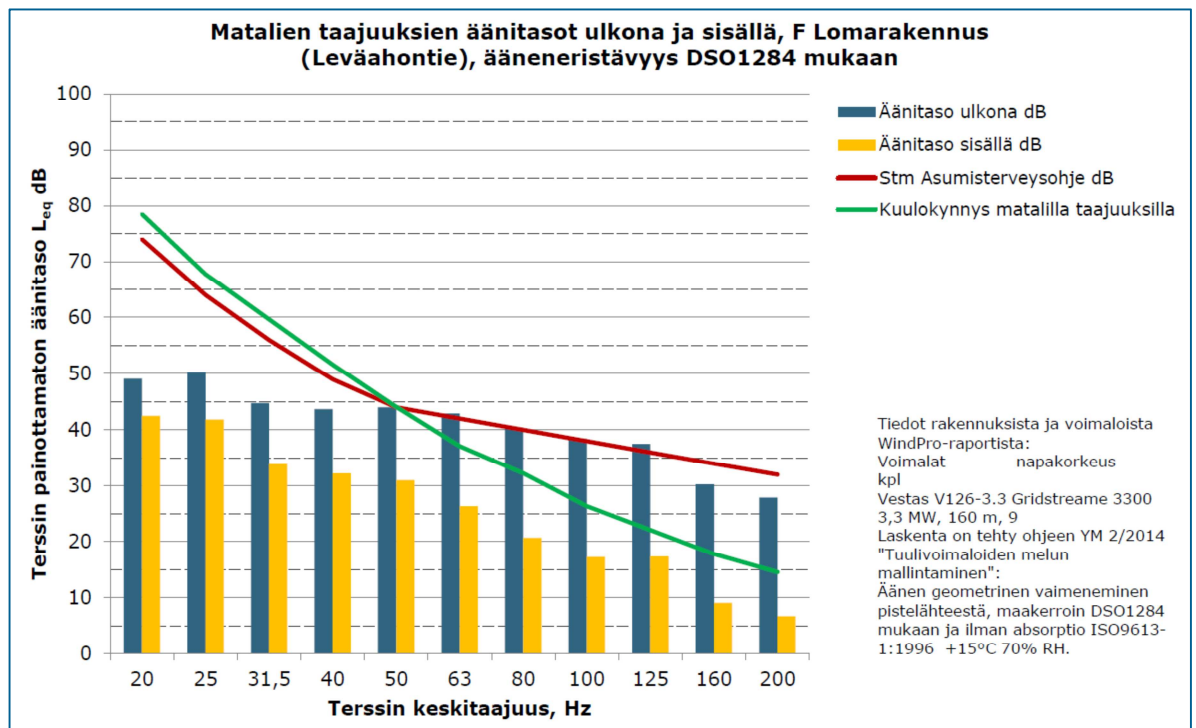


Kuva 6. Matalataajuiset äänitasot ulkona ja sisällä kohteessa D ja vertailu STM:n asumisterveysohjeeseen.

26.11.2014

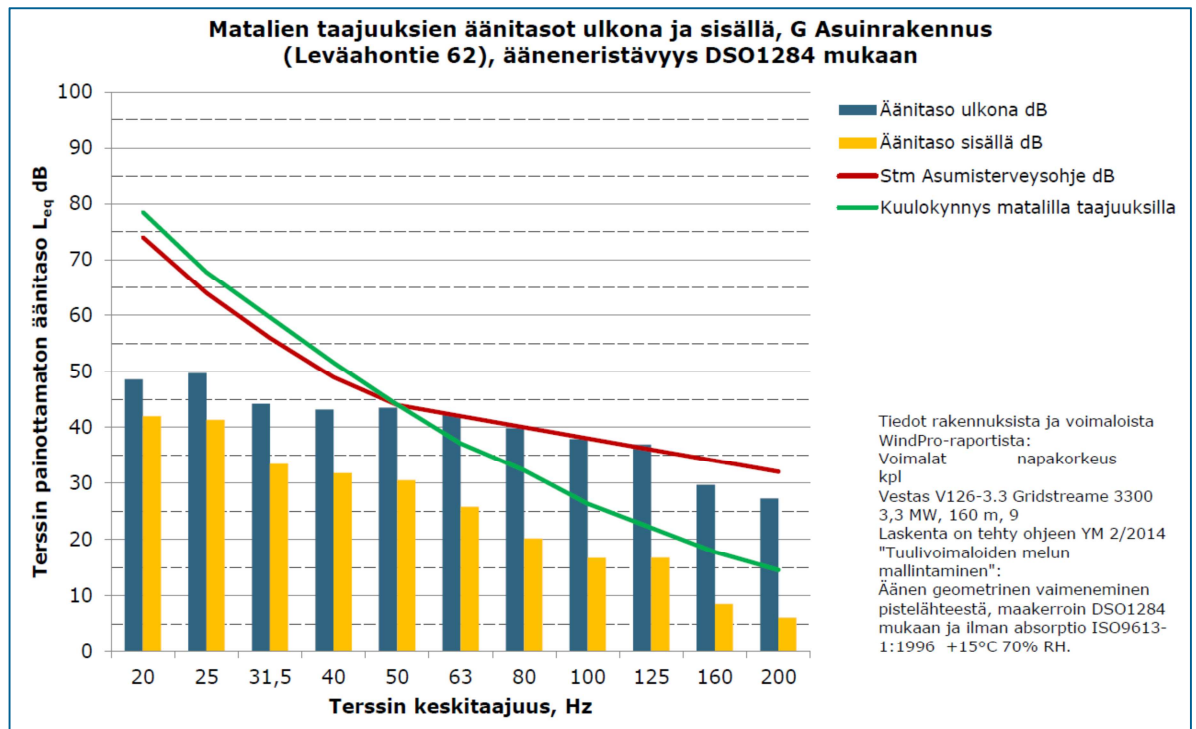


Kuva 7. Matalataajuiset äänitasot ulkona ja sisällä kohteessa E ja vertailu STM:n asumisterveysohjeeseen.

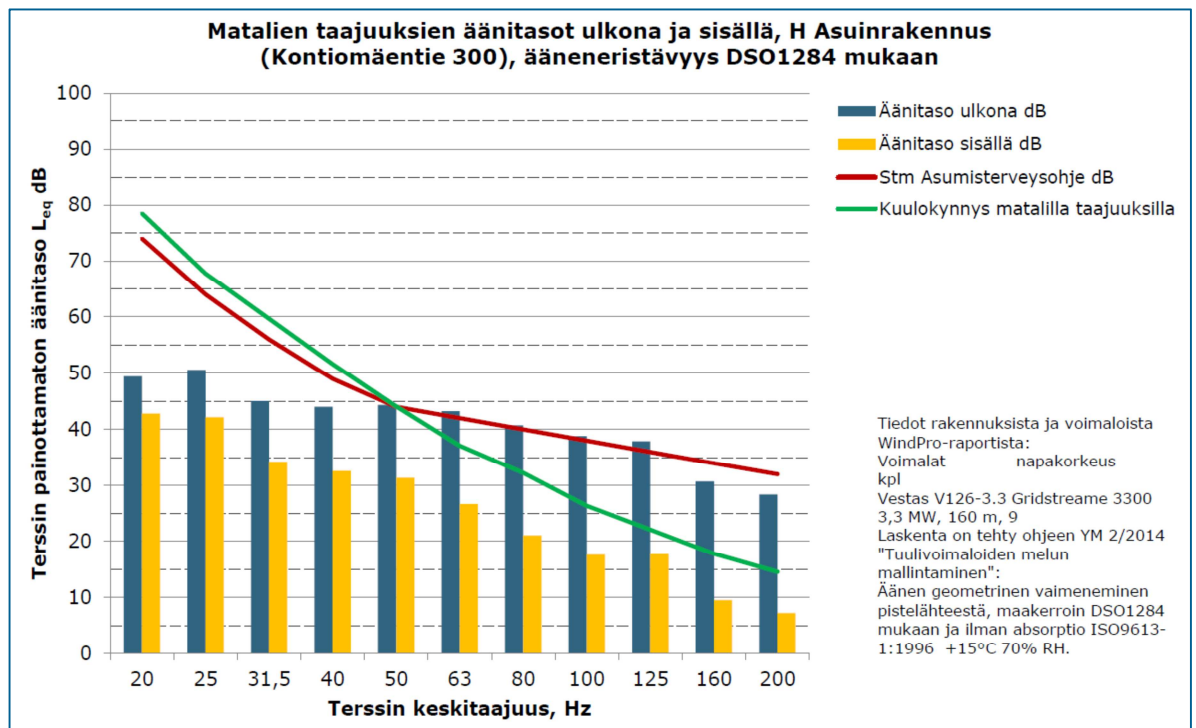


Kuva 8. Matalataajuiset äänitasot ulkona ja sisällä kohteessa F ja vertailu STM:n asumisterveysohjeeseen.

26.11.2014

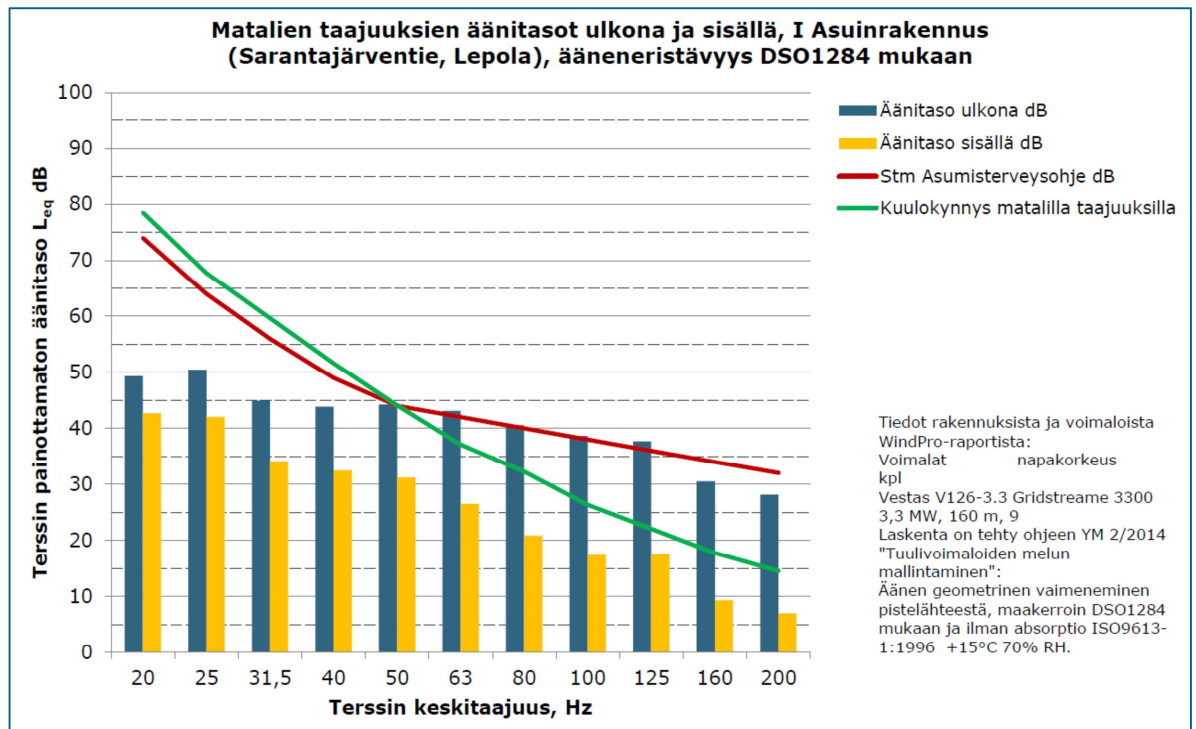


Kuva 9. Matalataajuiset äänitasot ulkona ja sisällä kohteessa G ja vertailu STM:n asumisterveysohjeeseen.



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

26.11.2014



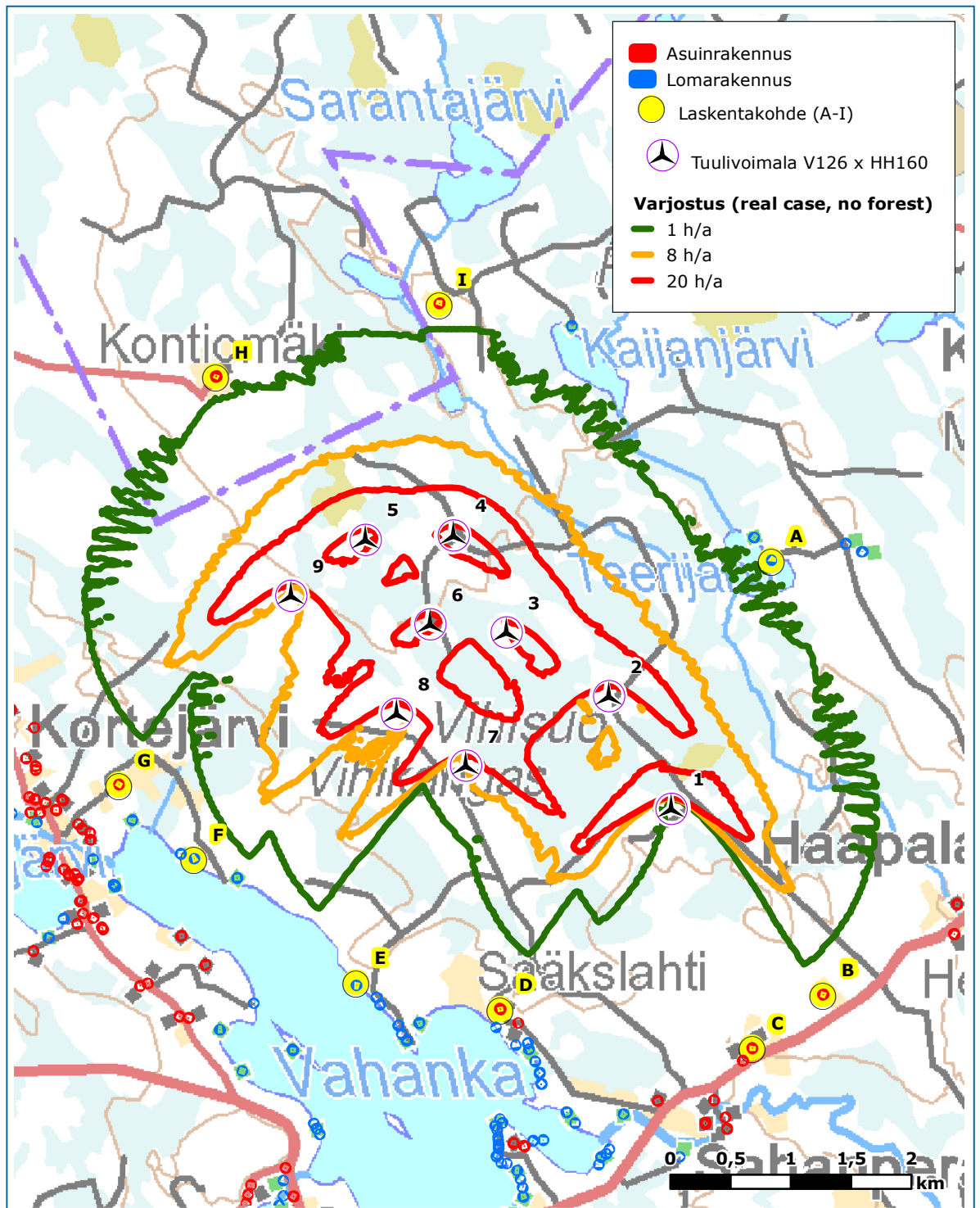
Kuva 11. Matalataajuiset äänitasot ulkona ja sisällä kohteessa I ja vertailu STM:n asumisterveysohjeeseen.

Matalataajuiset äänitasot ovat pääosin ulkonakin alle asuinhuoneiden sisäohjearvojen ja sisällä äänitason jää kaikissa rakennuksissa alle ohjearvon kun huomioidaan rakenteiden ääneneristävyys. Myös ihmisen keskimääräisen kuulokynnyksen alle jäädään kaikkien asuinrakennusten sisätiloissa.

26.11.2014

3.3 Varjostusmallinnusten tulokset

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



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

26.11.2014

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

4 JOHTOPÄÄTÖS

Melun- ja varjostusmallinnustulosten perusteella tuulivoimahanke voidaan toteuttaa alustavien voimaloiden sijoitusten mukaisesti, eikä hankkeesta ole odotettavissa merkittävää haittaa melun tai varjostuksen osalta lähialueen asutukselle.

Liite 1: Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

21.11.2014 17:15 / 1

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

21.11.2014 17:13/2.8.579



SUUNNITTELU JA TEKNIikka

DECIBEL - Main Result

Calculation: Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 (kaavaluonnos)

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	East North Z			Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Noise data		Wind speed [m/s]	Status	Lwa,ref [dB(A)]	Pure tones
	Valid	Manufact.	Type-generator		Creator	Name										
1	376 461	6 978 061	190,0	VESTAS V126-3.3 GridStreame...Yes	VESTAS	V126-3.3	GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	USER	Mode 0 - serrated trailing edges	8,0	User value	105,9	0 dB
2	375 945	6 978 992	197,5	VESTAS V126-3.3 GridStreame...Yes	VESTAS	V126-3.3	GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	USER	Mode 0 - serrated trailing edges	8,0	User value	105,9	0 dB
3	375 094	6 979 521	201,7	VESTAS V126-3.3 GridStreame...Yes	VESTAS	V126-3.3	GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	USER	Mode 0 - serrated trailing edges	8,0	User value	105,9	0 dB
4	374 654	6 980 322	207,5	VESTAS V126-3.3 GridStreame...Yes	VESTAS	V126-3.3	GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	USER	Mode 0 - serrated trailing edges	8,0	User value	105,9	0 dB
5	373 925	6 980 288	209,1	VESTAS V126-3.3 GridStreame...Yes	VESTAS	V126-3.3	GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	USER	Mode 0 - serrated trailing edges	8,0	User value	105,9	0 dB
6	374 461	6 979 588	200,0	VESTAS V126-3.3 GridStreame...Yes	VESTAS	V126-3.3	GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	USER	Mode 0 - serrated trailing edges	8,0	User value	105,9	0 dB
7	374 757	6 978 416	191,3	VESTAS V126-3.3 GridStreame...Yes	VESTAS	V126-3.3	GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	USER	Mode 0 - serrated trailing edges	8,0	User value	105,9	0 dB
8	374 184	6 978 848	195,4	VESTAS V126-3.3 GridStreame...Yes	VESTAS	V126-3.3	GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	USER	Mode 0 - serrated trailing edges	8,0	User value	105,9	0 dB
9	373 305	6 979 825	197,7	VESTAS V126-3.3 GridStreame...Yes	VESTAS	V126-3.3	GridStreame-3 300	3 300	126,0	160,0	USER	Mode 0 - serrated trailing edges	8,0	User value	105,9	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)]	Demands fulfilled ? Noise
			East	North	Z [m]				
A Lomarakenus (Teerijärvi)			377 293	6 980 108	195,0	4,0	35,0	30,9	Yes
B Asuinrakennus (Soinintie 1480)			377 721	6 976 515	173,5	4,0	40,0	27,2	Yes
C Asuinrakennus (Soinintie 1560)			377 135	6 976 074	162,5	4,0	40,0	27,0	Yes
D Asuinrakennus (Sääkslahdentie 170)			375 045	6 976 396	172,5	4,0	40,0	29,7	Yes
E Lomarakenus (Sääksniementie)			373 848	6 976 617	167,5	4,0	35,0	29,5	Yes
F Lomarakenus (Leväahontie)			372 505	6 977 638	170,8	4,0	35,0	29,8	Yes
G Asuinrakennus (Leväahontie 62)			371 881	6 978 253	177,5	4,0	40,0	29,1	Yes
H Asuinrakennus (Kontiomäentie 300)			372 686	6 981 632	213,0	4,0	40,0	30,7	Yes
I Asuinrakennus (Sarantajärventie, Lepola)			374 539	6 982 234	207,5	4,0	40,0	30,3	Yes

Distances (m)

NSA	WTG								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	2210	1750	2277	2648	3373	2879	3049	3355	3998
B	1994	3048	3993	4889	5352	4480	3522	4237	5519
C	2098	3152	4007	4920	5297	4416	3338	4050	5361
D	2186	2748	3126	3945	4050	3245	2041	2598	3845
E	2986	3168	3160	3791	3672	3034	2016	2256	3254
F	3979	3697	3201	3438	3006	2762	2383	2070	2329
G	4585	4131	3454	3460	2885	2906	2881	2379	2121
H	5197	4194	3202	2364	1828	2707	3825	3162	1910
I	4595	3534	2769	1916	2041	2647	3824	3405	2707

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

21.11.2014 17:15 / 2

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

21.11.2014 17:13/2.8.579

DECIBEL - Detailed results

Calculation: Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 (kaavaluonnos) **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	2 210	2 215	23,12	105,9	0,00	77,91	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	1 750	1 758	26,10	105,9	0,00	75,90	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	2 277	2 283	22,72	105,9	0,00	78,17	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	2 648	2 654	20,72	105,9	0,00	79,48	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	3 373	3 377	17,45	105,9	0,00	81,57	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	2 879	2 884	19,60	105,9	0,00	80,20	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	3 049	3 053	18,83	105,9	0,00	80,69	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	3 355	3 359	17,53	105,9	0,00	81,52	-	-	0,00	0,00	-	0,00
9	3 998	4 002	15,14	105,9	0,00	83,04	-	-	0,00	0,00	-	0,00
Sum	30,90											

Sum 30,90

- 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	1 994	2 002	24,44	105,9	0,00	77,03	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	3 048	3 054	18,82	105,9	0,00	80,70	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	3 993	3 997	15,15	105,9	0,00	83,04	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	4 889	4 893	12,39	105,9	0,00	84,79	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	5 352	5 355	11,34	105,9	0,00	85,58	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	4 480	4 484	13,58	105,9	0,00	84,03	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	3 522	3 526	16,87	105,9	0,00	81,95	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	4 237	4 241	14,34	105,9	0,00	83,55	-	-	0,00	0,00	-	0,00
9	5 519	5 522	10,98	105,9	0,00	85,84	-	-	0,00	0,00	-	0,00
Sum	27,23											

Sum 27,23

- 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	2 098	2 106	23,78	105,9	0,00	77,47	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	3 152	3 157	18,37	105,9	0,00	80,99	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	4 007	4 011	15,10	105,9	0,00	83,07	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	4 920	4 924	12,31	105,9	0,00	84,85	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	5 297	5 301	11,46	105,9	0,00	85,49	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	4 416	4 420	13,78	105,9	0,00	83,91	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	3 338	3 343	17,59	105,9	0,00	81,48	-	-	0,00	0,00	-	0,00

To be continued on next page...

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

21.11.2014 17:15 / 3

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

21.11.2014 17:13/2.8.579

DECIBEL - Detailed results

Calculation: Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 (kaavaluonnos) **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	14,96	105,9	0,00	83,16	-	-	0,00	0,00	-	0,00
9	5 361	5 364	11,32	105,9	0,00	85,59	-	-	0,00	0,00	-	0,00
Sum	26,96											

- 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	2 186	2 193	23,25	105,9	0,00	77,82	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	2 748	2 754	20,22	105,9	0,00	79,80	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	3 126	3 131	18,48	105,9	0,00	80,91	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	3 945	3 950	15,31	105,9	0,00	82,93	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	4 050	4 054	14,96	105,9	0,00	83,16	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	3 245	3 250	17,98	105,9	0,00	81,24	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	2 041	2 048	24,14	105,9	0,00	77,23	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	2 598	2 604	20,97	105,9	0,00	79,31	-	-	0,00	0,00	-	0,00
9	3 845	3 849	15,67	105,9	0,00	82,71	-	-	0,00	0,00	-	0,00
Sum	29,71											

- 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	2 986	2 991	19,11	105,9	0,00	80,52	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	3 168	3 174	18,30	105,9	0,00	81,03	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	3 160	3 166	18,33	105,9	0,00	81,01	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	3 791	3 797	15,86	105,9	0,00	82,59	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	3 672	3 677	16,29	105,9	0,00	82,31	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	3 034	3 040	18,89	105,9	0,00	80,66	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	2 016	2 024	24,29	105,9	0,00	77,12	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	2 256	2 263	22,83	105,9	0,00	78,10	-	-	0,00	0,00	-	0,00
9	3 254	3 259	17,94	105,9	0,00	81,26	-	-	0,00	0,00	-	0,00
Sum	29,54											

- 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	3 979	3 983	15,20	105,9	0,00	83,00	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	3 697	3 701	16,20	105,9	0,00	82,37	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	3 201	3 207	18,16	105,9	0,00	81,12	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	3 438	3 443	17,19	105,9	0,00	81,74	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	3 006	3 013	19,01	105,9	0,00	80,58	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	2 762	2 769	20,15	105,9	0,00	79,85	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	2 383	2 389	22,12	105,9	0,00	78,56	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	2 070	2 077	23,95	105,9	0,00	77,35	-	-	0,00	0,00	-	0,00
9	2 329	2 336	22,42	105,9	0,00	78,37	-	-	0,00	0,00	-	0,00
Sum	29,83											

- Data undefined due to calculation with octave data

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

21.11.2014 17:15 / 4

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

21.11.2014 17:13/2.8.579

DECIBEL - Detailed results

Calculation: Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 (kaavaluonnos) **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	4 585	4 588	13,27	105,9	0,00	84,23	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	4 131	4 135	14,69	105,9	0,00	83,33	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	3 454	3 459	17,13	105,9	0,00	81,78	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	3 460	3 465	17,11	105,9	0,00	81,79	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	2 885	2 891	19,57	105,9	0,00	80,22	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	2 906	2 911	19,47	105,9	0,00	80,28	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	2 881	2 886	19,59	105,9	0,00	80,21	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	2 379	2 386	22,14	105,9	0,00	78,55	-	-	0,00	0,00	-	0,00
9	2 121	2 129	23,64	105,9	0,00	77,56	-	-	0,00	0,00	-	0,00

Sum 29,13

- 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	5 197	5 199	11,68	105,9	0,00	85,32	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	4 194	4 196	14,49	105,9	0,00	83,46	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	3 202	3 205	18,17	105,9	0,00	81,12	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	2 364	2 369	22,23	105,9	0,00	78,49	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	1 828	1 835	25,56	105,9	0,00	76,27	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	2 707	2 711	20,43	105,9	0,00	79,66	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	3 825	3 827	15,74	105,9	0,00	82,66	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	3 162	3 165	18,34	105,9	0,00	81,01	-	-	0,00	0,00	-	0,00
9	1 910	1 915	25,00	105,9	0,00	76,65	-	-	0,00	0,00	-	0,00

Sum 30,67

- 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	4 595	4 597	13,24	105,9	0,00	84,25	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	3 534	3 537	16,82	105,9	0,00	81,97	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	2 769	2 773	20,13	105,9	0,00	79,86	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	1 916	1 922	24,96	105,9	0,00	76,68	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	2 041	2 047	24,15	105,9	0,00	77,22	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	2 647	2 651	20,73	105,9	0,00	79,47	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	3 824	3 827	15,75	105,9	0,00	82,66	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	3 405	3 408	17,33	105,9	0,00	81,65	-	-	0,00	0,00	-	0,00
9	2 707	2 711	20,43	105,9	0,00	79,66	-	-	0,00	0,00	-	0,00

Sum 30,28

- Data undefined due to calculation with octave data

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

21.11.2014 17:15 / 5

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

21.11.2014 17:13/2.8.579

DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 (kaavaluonnos) **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]	[dB/km]
	0,1	0,4	1,1	2,4	4,1	8,8	26,4	93,7

WTG: VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O!

Noise: Mode 0 - serrated trailing edges

Source	Source/Date	Creator	Edited
Manufacturer DMS 0048-2151_V01	19.11.2014	USER	19.11.2014 12:12

Based on Document no.: DMS 0048-2151_V01

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]
User value	160,0	8,0	105,9	No	87,9	94,1	95,7	99,2	101,8	98,1	91,2	85,8

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 kaavaluonnos

Printed/Page

21.11.2014 17:15 / 6

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

21.11.2014 17:13/2.8.579

DECIBEL - Assumptions for noise calculation**Calculation:** Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 (kaavaluonnos) **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 kaavaluonnos

Printed/Page

21.11.2014 17:15 / 7

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

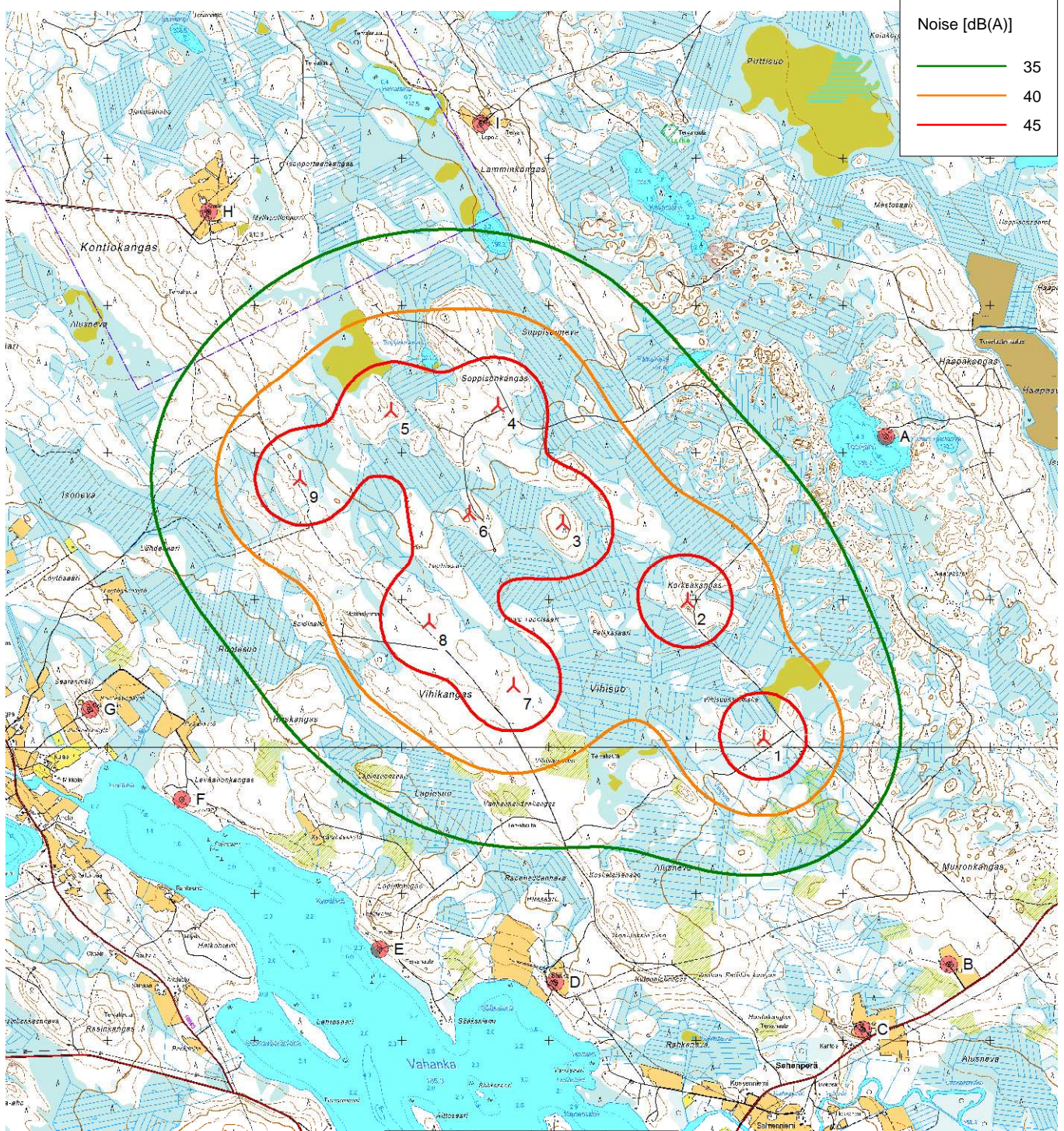
21.11.2014 17:13/2.8.579



SUUNNITTELU JA TEKNIikka

DECIBEL - Map 8,0 m/s

Calculation: Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 (kaavaluonnos) 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: 374 883 North: 6 979 191

🚧 New WTG

🏠 Noise sensitive area

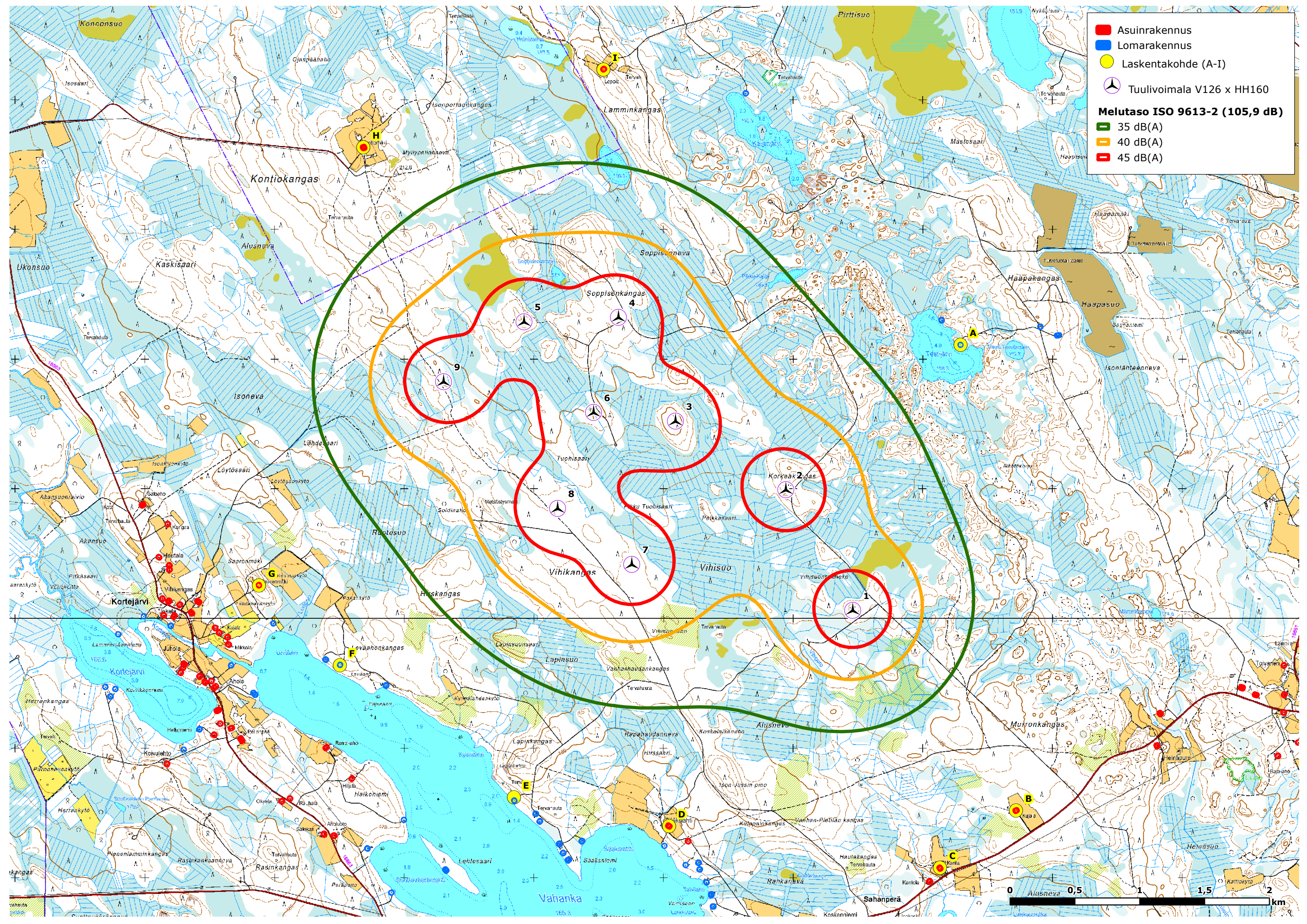
Noise calculation model: ISO 9613-2 General. Wind speed: 8,0 m/s

Height above sea level from active line object

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Laskentakohde (A-I)
- Tuulivoimala V126 x HH160

Melutaso ISO 9613-2 (105,9 dB)

- 35 dB(A)
- 40 dB(A)
- 45 dB(A)



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

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

21.11.2014 17:29 / 1

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

21.11.2014 17:24/2.8.579

FCG

SUUNNITTELU JA TEKNIikka

SHADOW - Main Result

Calculation: Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 "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	829	911	1 131	796	878	950	597	8 581

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



Scale 1:100 000

Scale 1:100 000

▲ New WTG

● Shadow receptor

WTGs

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89	East North Z			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	376 461	6 978 061	190,0	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	Lomarakennus (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	Lomarakennus (Sääksniementie)	373 848	6 976 617	167,5	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"
F	Lomarakennus (Leväahontie)	372 505	6 977 638	170,8	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"
G	Lomarakennus (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 kaavaluonnos

Printed/Page

21.11.2014 17:29 / 2

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadbäck / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

21.11.2014 17:24/2.8.579

SHADOW - Main Result

Calculation: Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 "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
1	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (232)	0:00	0:00
2	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (233)	0:00	0:00
3	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (234)	0:00	0:00
4	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (235)	0:00	0:00
5	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (236)	0:00	0:00
6	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (237)	0:00	0:00
7	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (238)	0:00	0:00
8	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (239)	0:00	0:00
9	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (240)	0:00	0:00

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

21.11.2014 17:29 / 3

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

21.11.2014 17:24/2.8.579

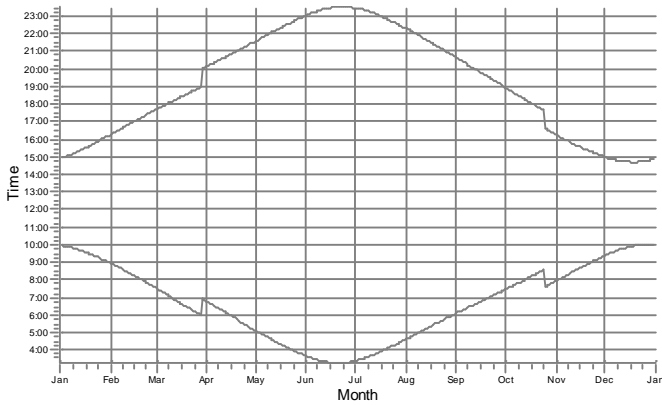


SUUNNITTELU JA TEKNIikka

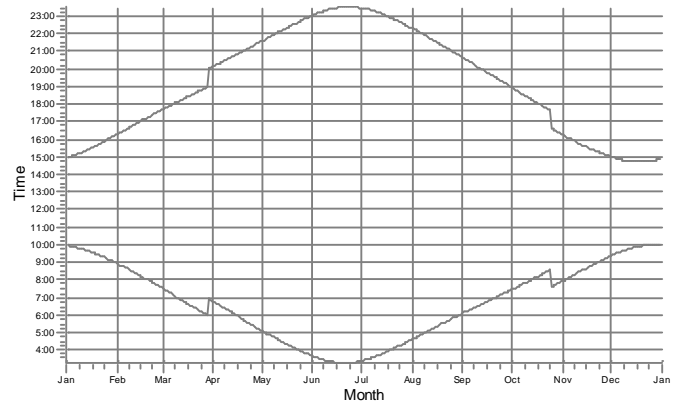
SHADOW - Calendar, graphical

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

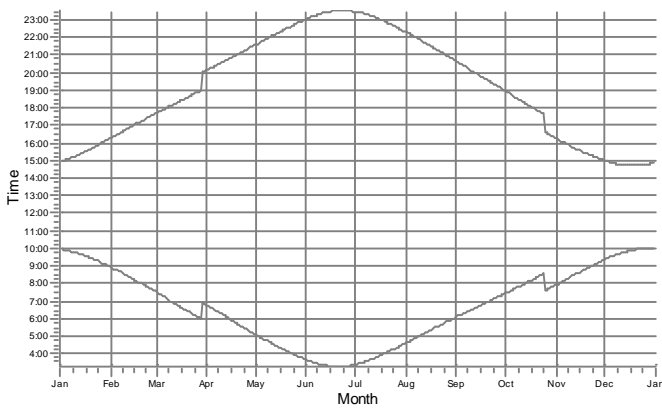
A: Lomarakennus (Teerijävi)



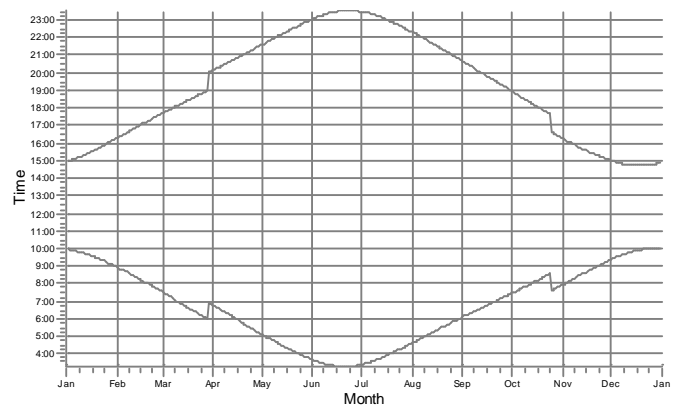
B: Asuinrakennus (Sointie 1480)



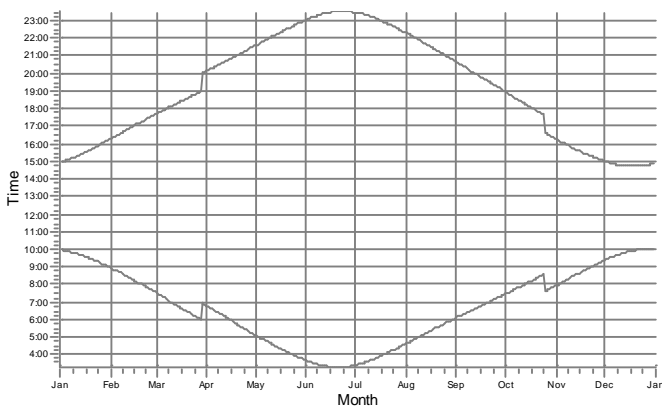
C: Asuinrakennus (Sointie 1560)



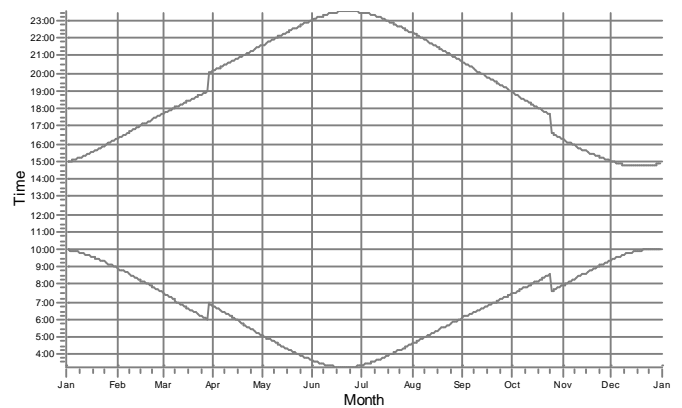
D: Asuinrakennus (Sääkslahdentie 170)



E: Lomarakennus (Sääksniementie)



F: Lomarakennus (Leväähontie)



WTGs

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

21.11.2014 17:29 / 4

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadbäck / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

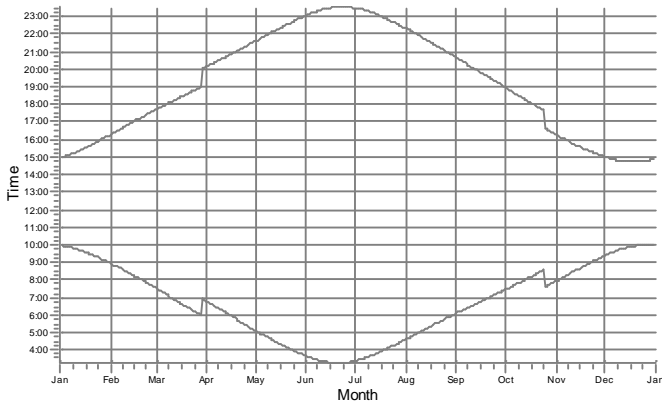
21.11.2014 17:24/2.8.579



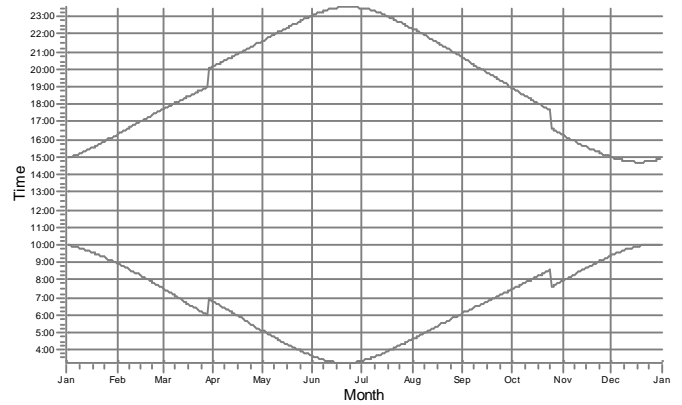
SHADOW - Calendar, graphical

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

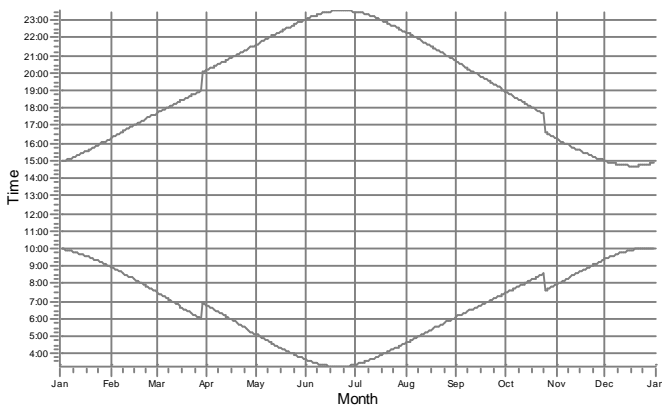
G: Lomarakennus (Leväahontie 62)



H: Asuinrakennus (Kontiomäentie 300)



I: Asuinrakennus (Sarantjärventie, Lepola)



WTGs

Project:
8K kaavaluonnos

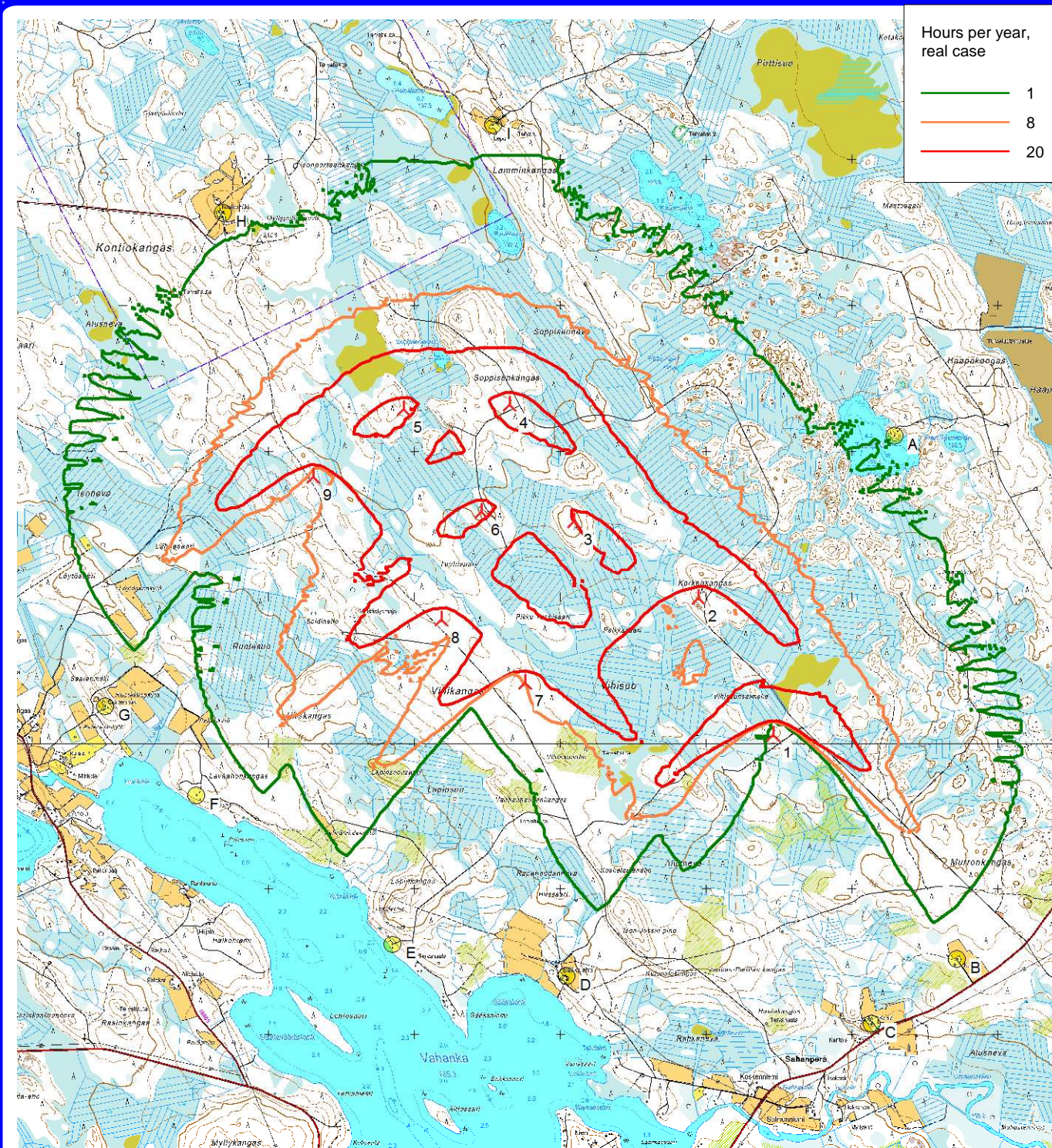
Printed/Page
 21.11.2014 17:29 / 5



Licensed user:
FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy
 Osmontie 34, PO Box 950
 FI-00601 Helsinki
 +358104095666
 Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi
 Calculated:
 21.11.2014 17:24/2.8.579

SHADOW - Map

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

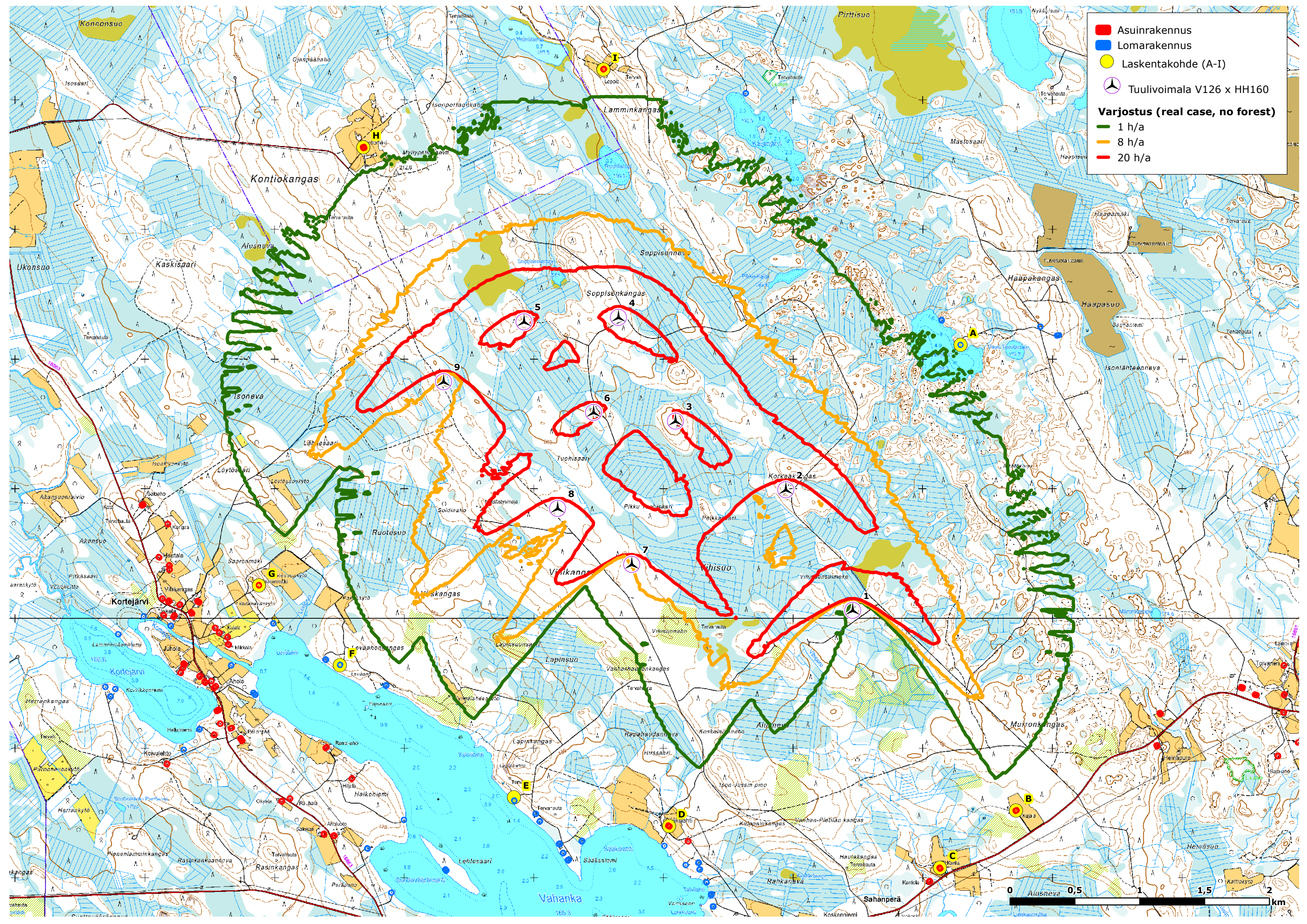


Map: Vihisuo peruskartat , Print scale 1:40 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 374 852 North: 6 979 084
 ▲ New WTG ● Shadow receptor
 Flicker map level: Height Contours: 8K_Karstula_height_contourlines.wpo (5)

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Laskentakohde (A-I)
- ✪ Tuulivoimala V126 x HH160

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 kaavaluonnos

Printed/Page

21.11.2014 17:54 / 1

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

21.11.2014 17:48/2.8.579

FCG

SUUNNITTELU JA TEKNIikka

SHADOW - Main Result

Calculation: Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 "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	829	911	1 131	796	878	950	597	8 581

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

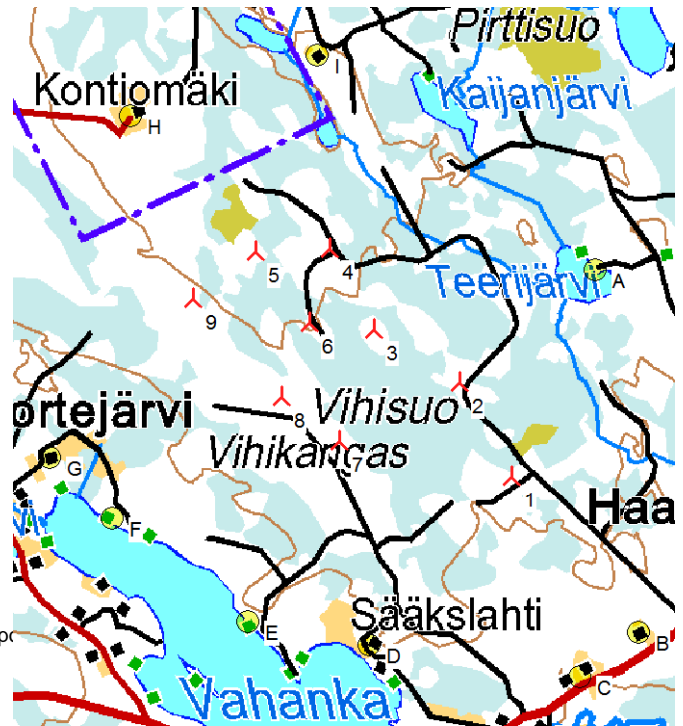
Area object(s) used in calculation:

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	376 461	6 978 061	190,0	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]				
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 kaavaluonnos

Printed/Page

21.11.2014 17:54 / 2

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadbäck / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

21.11.2014 17:48/2.8.579

**SHADOW - Main Result****Calculation:** Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 "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
1	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (232)	0:00	0:00
2	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (233)	0:00	0:00
3	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (234)	0:00	0:00
4	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (235)	0:00	0:00
5	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (236)	0:00	0:00
6	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (237)	0:00	0:00
7	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (238)	0:00	0:00
8	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (239)	0:00	0:00
9	VESTAS V126-3.3 GridStreame 3300 126.0 !O! hub: 160,0 m (TOT: 223,0 m) (240)	0:00	0:00

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

21.11.2014 17:54 / 3

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

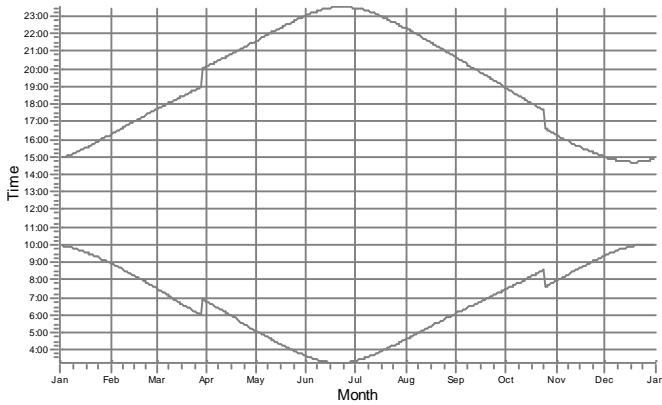
21.11.2014 17:48/2.8.579



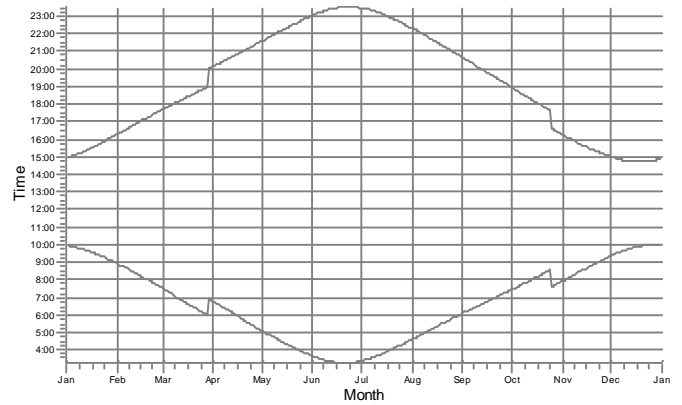
SHADOW - Calendar, graphical

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

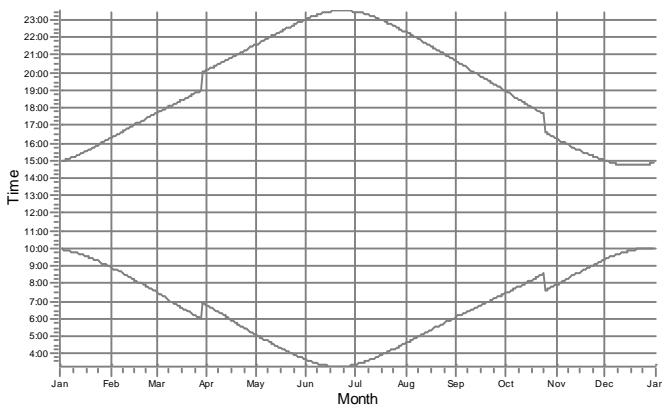
A: Lomarakennus (Teerijävi)



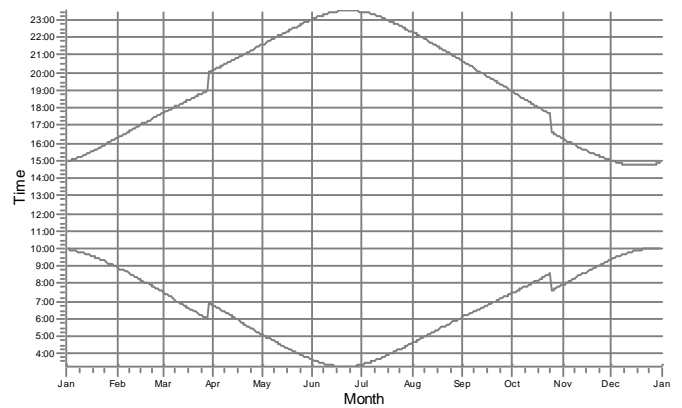
B: Asuinrakennus (Sointie 1480)



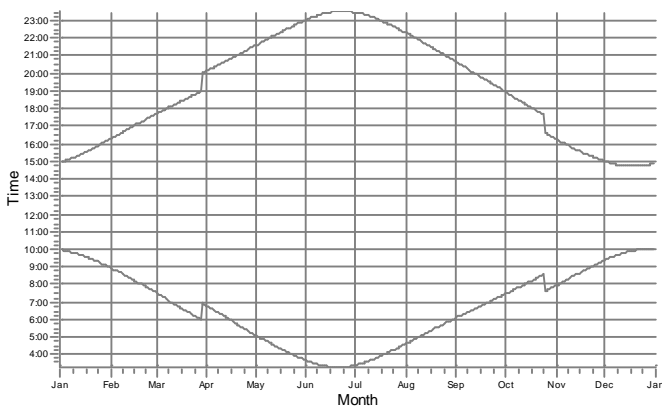
C: Asuinrakennus (Sointie 1560)



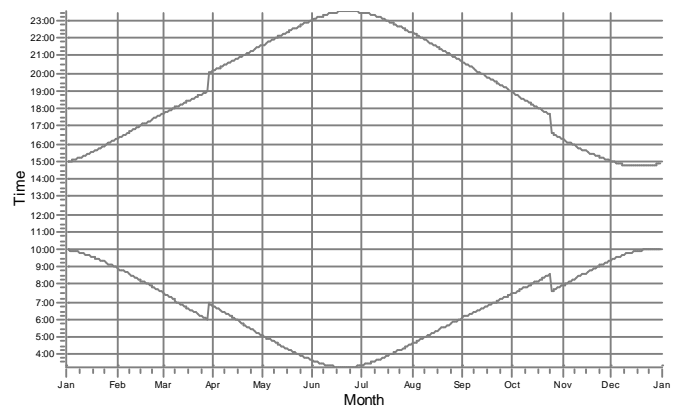
D: Asuinrakennus (Sääkslahdentie 170)



E: Lomarakennus (Sääksniementie)



F: Lomarakennus (Leväahontie)



WTGs

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

21.11.2014 17:54 / 4

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

21.11.2014 17:48/2.8.579

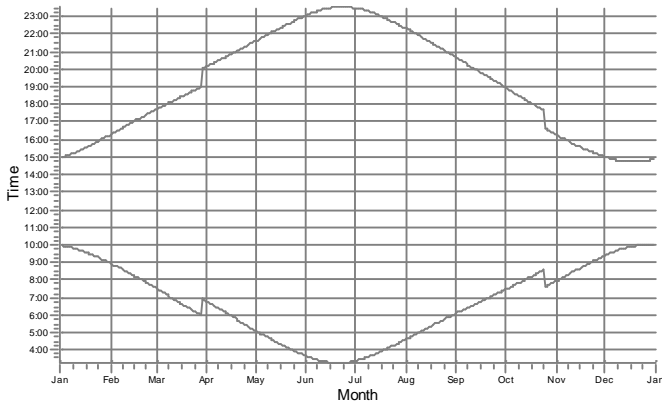


SUUNNITTELU JA TEKNIikka

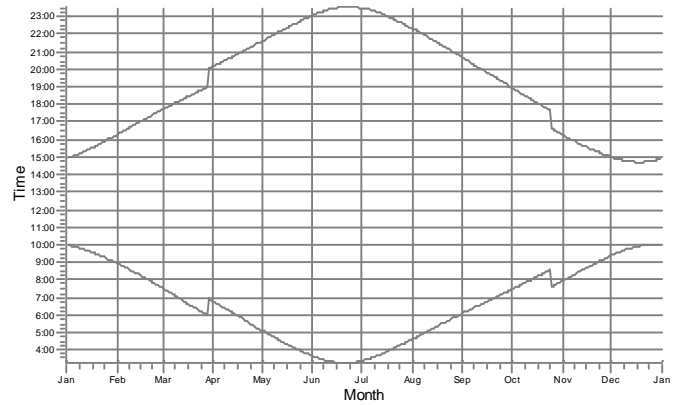
SHADOW - Calendar, graphical

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

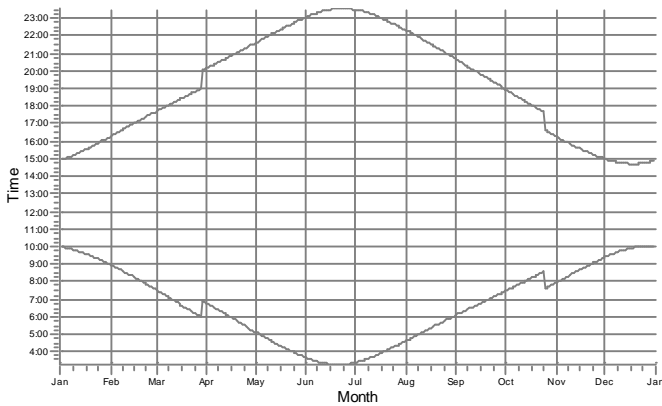
G: Lomarakennus (Leväahontie 62)



H: Asuinrakennus (Kontiomäentie 300)



I: Asuinrakennus (Sarantjärventie, Lepola)



WTGs

Project:
8K kaavaluonnos

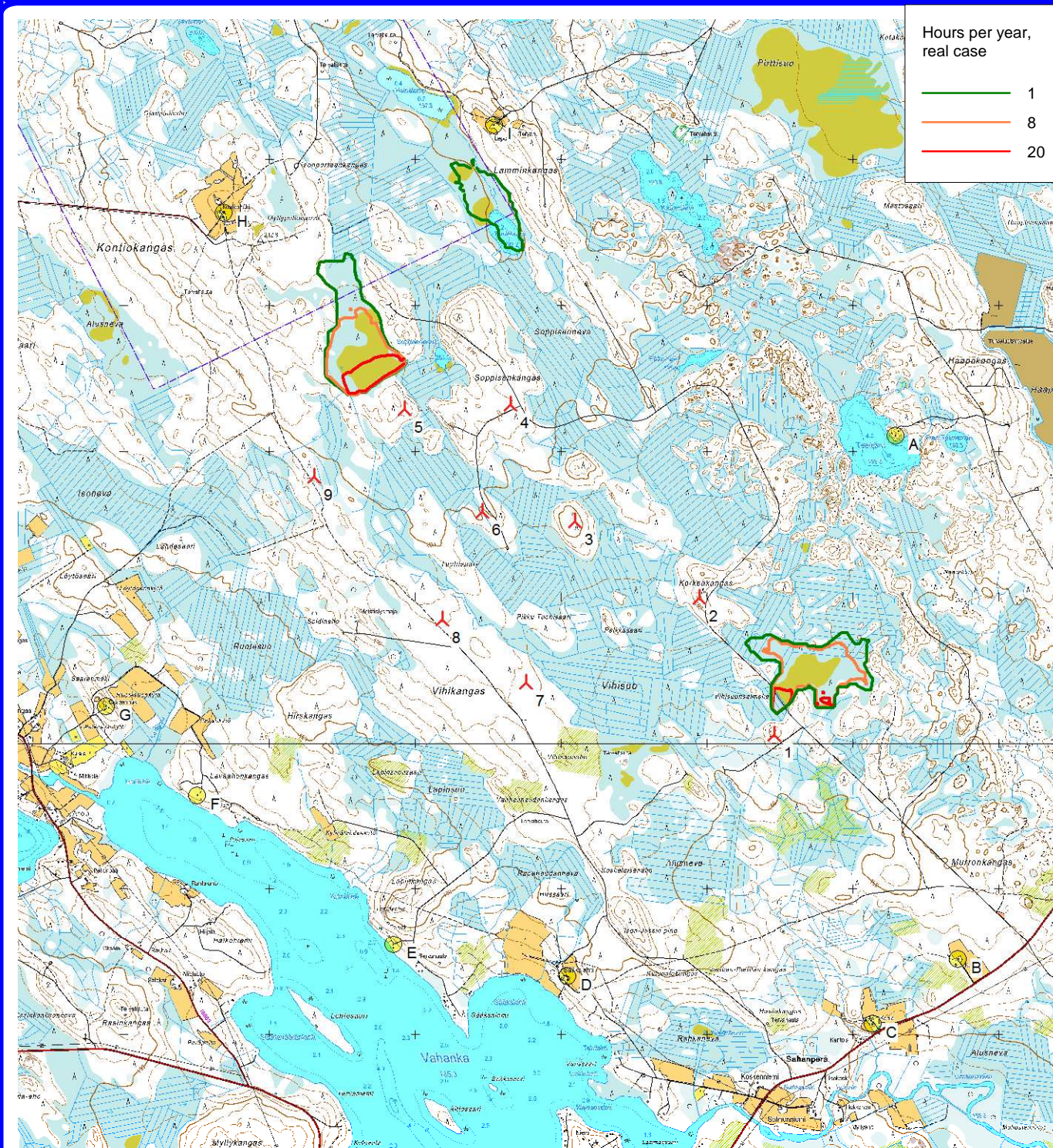
Printed/Page
 21.11.2014 17:54 / 5



Licensed user:
FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy
 Osmontie 34, PO Box 950
 FI-00601 Helsinki
 +358104095666
 Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi
 Calculated:
 21.11.2014 17:48/2.8.579

SHADOW - Map

Calculation: Karstula Vihisuo V126 x 9 x HH160 "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)

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Laskentakohde (A-I)
- Tuulivoimala V126 x HH160

Varjostus (real case, forest 20-20-15)

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

