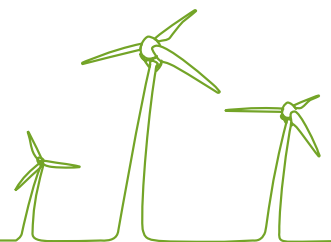


GREENWATT KOIRAMÄKI OY AB

# **Koiramäki tuulivoimahanke, Karstula**

Melu- ja varjostusmallinnukset N131 x 8 x HH144



Vadbäck Hans

15.10.2014

## 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 .....	7
3.3	Varjostusmallinnusten tulokset .....	11

## 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"

15.10.2014

---

## 1 MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUKSEN TAVOITTEET

Karstulan Koiramäelle suunnitella 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. 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 144 m korkeita voimaloita. Lähtötietoina eli referenssivoimalana on käytetty tuulivoimalaitosvalmistaja Nordex N131 voimalaa. Laskelmissa tuulivoimalan lähtömelutaso ( $L_{WA}$ ) on 104,5 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.

15.10.2014

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

<b>MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT</b>							
Mallinnusohjelma ja versio: WindPRO version 2.8.579				Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2			
<b>TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)</b>							
Tuulivoimalan valmistaja: Nordex				Tyyppi: N131		Sarjanumero/t:-	
Nimellisteho:3,0 MW		Napakorkeus:144		Roottorin halkaisija:131		Tornin tyyppi: hybridi	
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun							
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus		Muu, mikä			
Kyllä	-	dB	Kyllä	-	dB	-	dB
Ei			Ei			-	dB
<b>AKUSTISET TIEDOT /LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT</b>							
Melupäästötiedot perustuvat dokumenttiin "Technical Report, Octave sound power levels, F008_246_A04_EN Revision 01, 2014-03-11.							
Oktaaveittain [Hz], dB(A)		1/3-oktaaveittain [Hz], dB(LIN) - unweighted					
31,5	73,2	20	108,3	200	99,4	2000	91,7
63	83,0	25	108,2	250	98,3	2500	91,0
125	90,0	31,5	105,7	315	98,0	3150	90,7
250	94,8	40	106,1	400	95,5	4000	90,5
500	96,4	50	105,2	500	94,6	5000	88,8
1000	99,3	63	104,6	630	94,4	6300	84,7
2000	98,2	80	102,3	800	95,0	8000	79,7
4000	95,8	100	103,1	1000	94,8	10000	71,1
8000	85,7	125	100,8	1250	94,1		
		160	99,9	1600	93,8		
Melun erityispiirteiden mittaus ja havainnot:							
Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitu- dimodulaatio)		Muu, Mikä:	
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei



15.10.2014

**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	Pystyresoluutio:0,5
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	
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 (Third octave sound power levels, F008\_246\_A07\_EN, Revisoin 01, 2014-03-11 ja Octave sound power levels F008\_246\_A04\_En, Revisoin 01, 2014-03-11).

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.

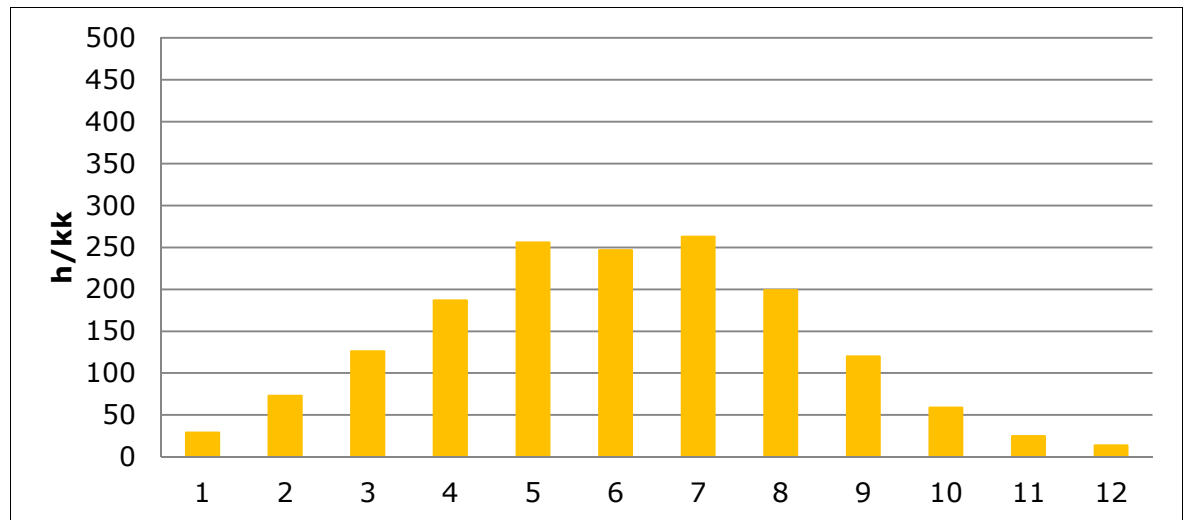
15.10.2014

## 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 30326).



**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.

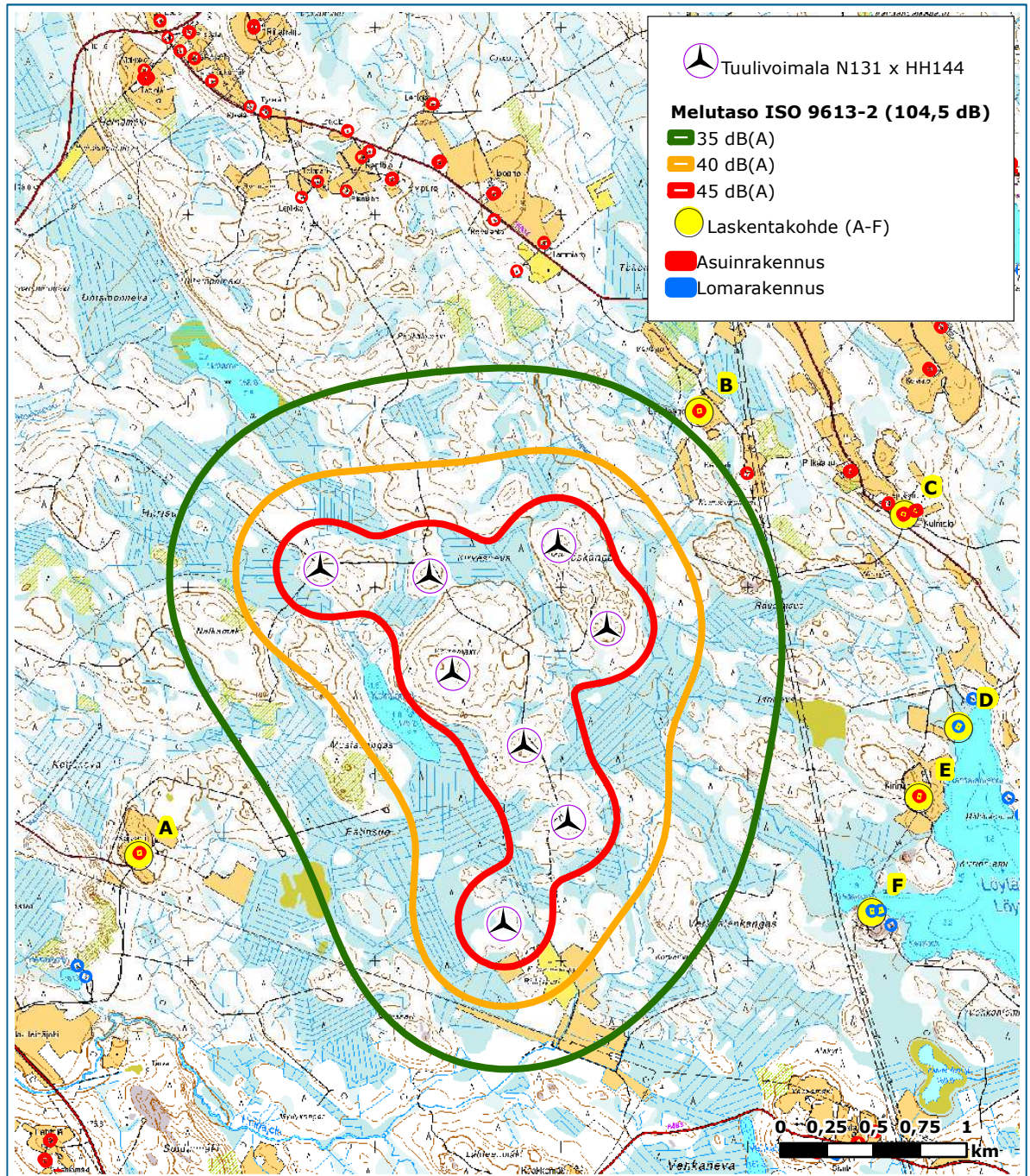
Varjostuksen tarkastelukorkeutena lähialueen asuin- tai lomarakennusten pihapiirissä käytettiin 2,0 metriä ja laskenta-alueen kokoa 5,0 x 5,0 metriä.

15.10.2014

### 3 MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUSTEN TULOKSET

#### 3.1 Melun laskentatulokset ISO 9613-2

Lähimpien asuinrakennusten pihapiirissä melutasot ovat laskelmien mukaan alle 35 dB(A) ja lähimpien lomarakennusten kohdalla laskennallinen melutaso on alle 35 dB(A). Katso tarkemmat laskentatulokset liitteestä 1.



Kuva 2. Laskennalliset melutasot N131 x 8 x HH144 standardin ISO 9613-2 mukaisesti.



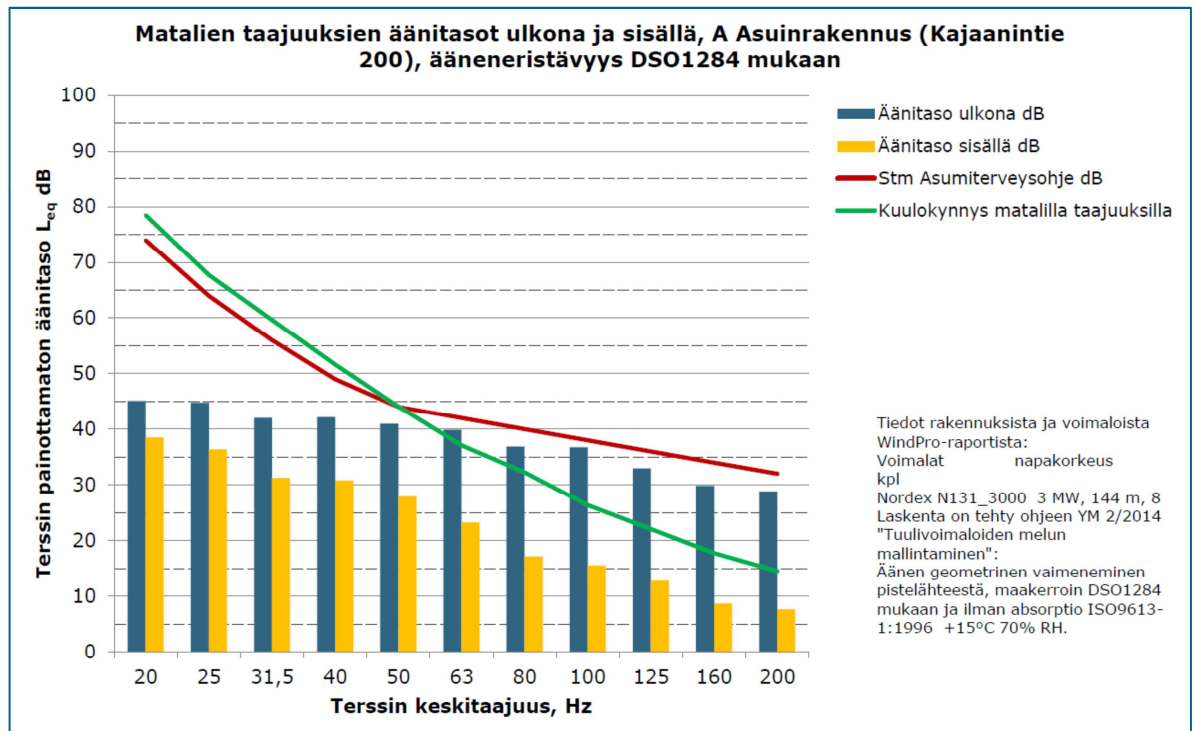
15.10.2014

**Taulukko 3. Laskennalliset melutasot standardin ISO 9613-2 mukaisesti.**

Laskentapiste	ETRS89-TM35 Itä	ETRS89-TM35 Pohjoinen	Z (m)	Laskenta-korkeus (m)	Melutaso dB(A)
A Asuinrakennus (Kajaanintie 200)	395 740	6 975 563	183,6	4,0	29,9
B Asuinrakennus (Kelta-ahontie 90)	398 747	6 977 942	190,0	4,0	33,8
C Asuinrakennus (Kulmalantie 133a)	399 847	6 977 389	185,0	4,0	29,2
D Lomarakennus (Rantalanlahti)	400 138	6 976 250	170,0	4,0	28,3
E Asuinrakennus (Kinnusentie 130)	399 927	6 975 875	177,5	4,0	29,2
F Lomarakennus (Puteroinen)	399 673	6 975 257	176,6	4,0	29,5

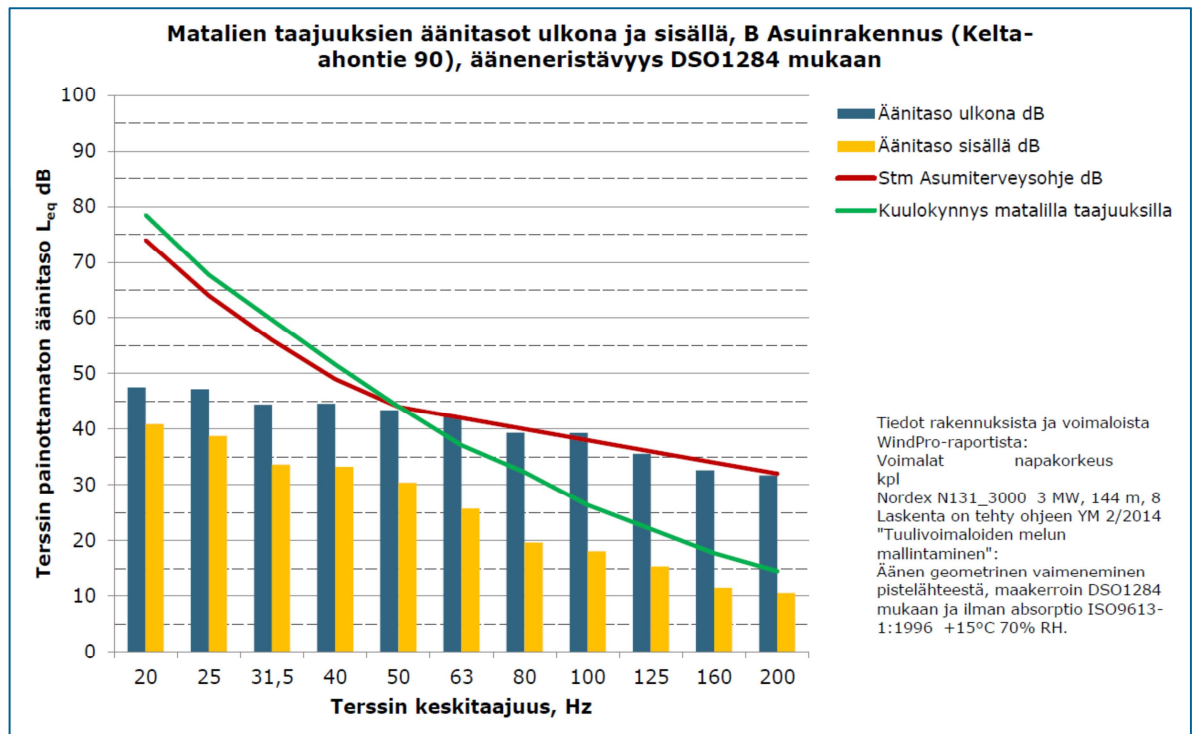
### 3.2 Matalataajuiset melutasot

Rakennuskohtaiset matalataajuiset äänitasot lähimpien rakennusten (A-F) on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 3 – Kuva 8).

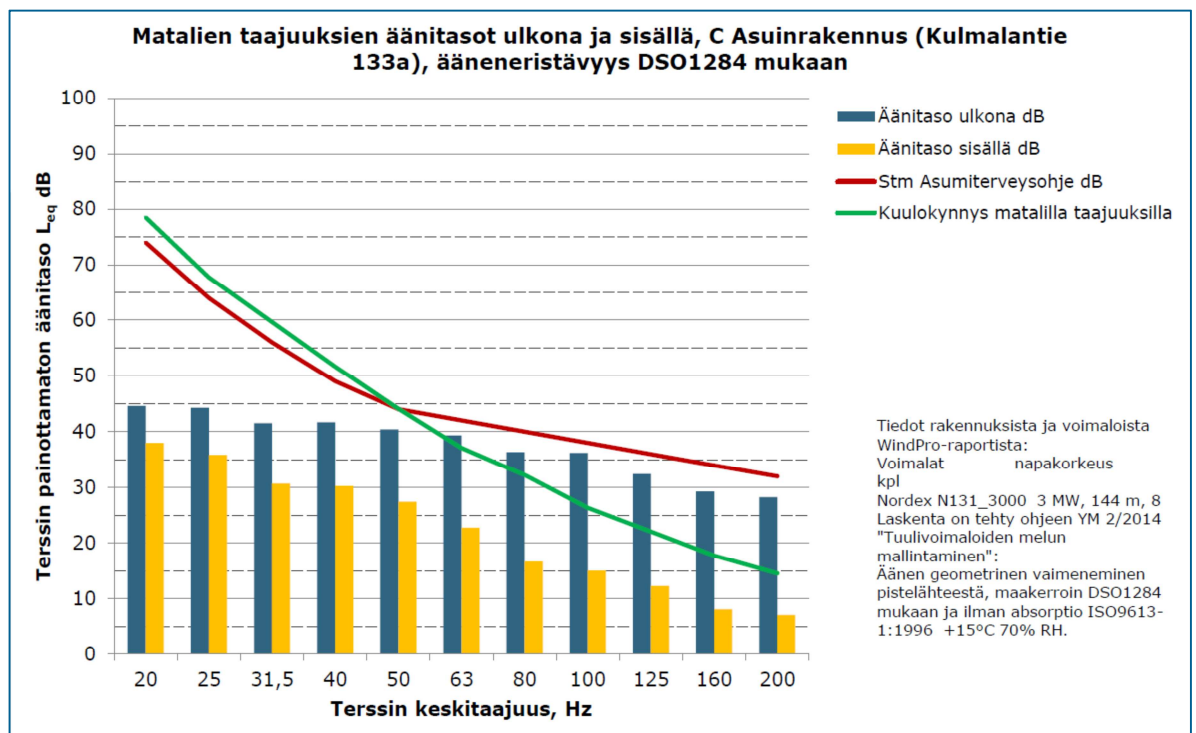


**Kuva 3. Matalataajuiset äänitasot sisällä kohteessa A ja vertailu STM:n asumisterveysohjeeseen.**

15.10.2014

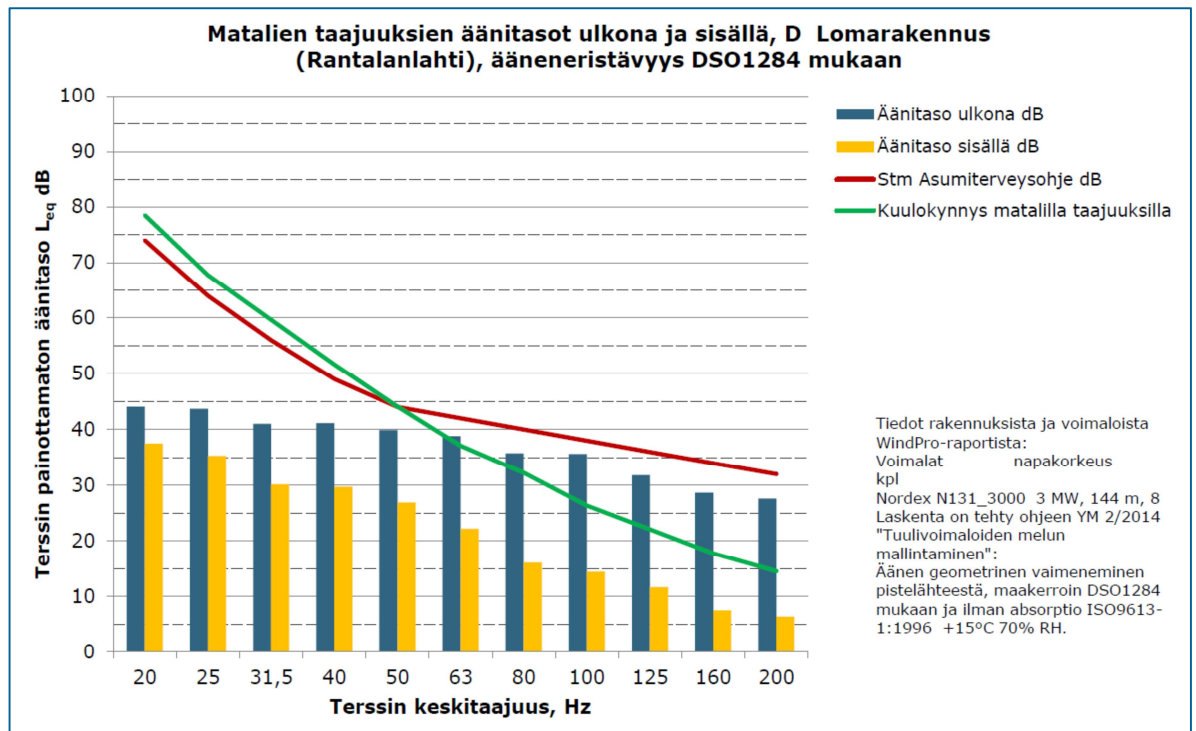


Kuva 4. Matalataajuiset äänitasot sisällä kohteessa B ja vertailu STM:n asumiterveysohjeeseen.

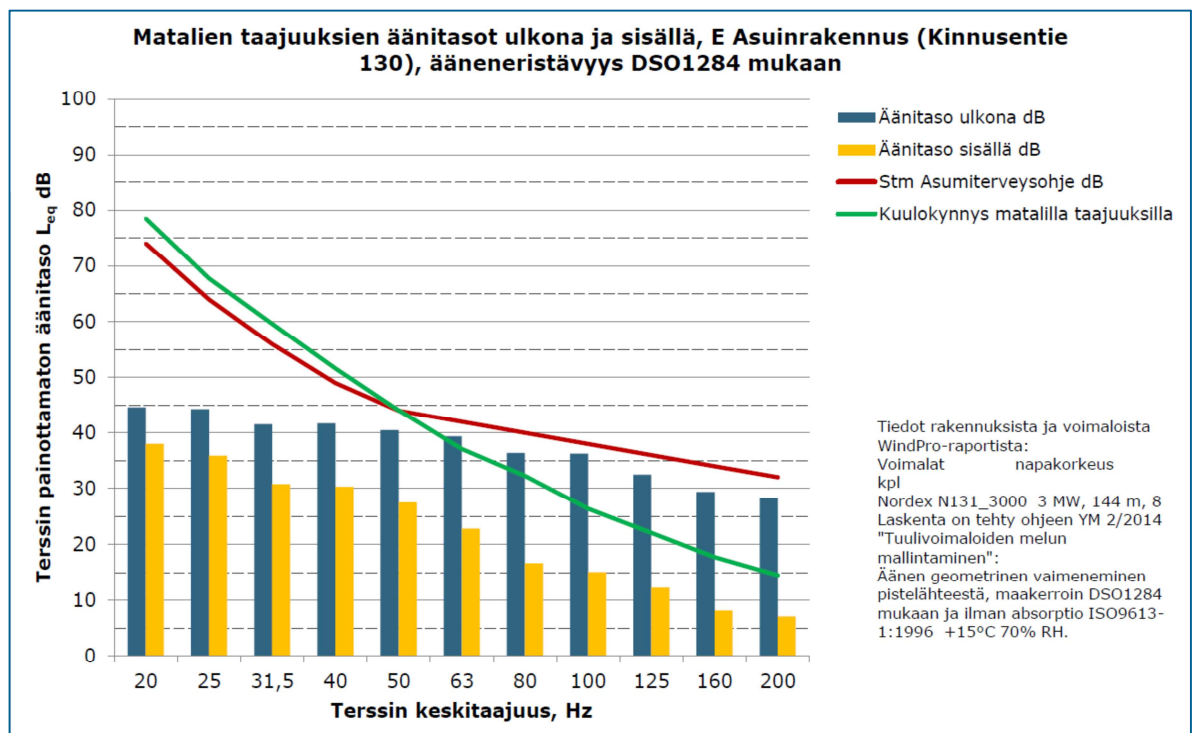


Kuva 5. Matalataajuiset äänitasot sisällä kohteessa C ja vertailu STM:n asumiterveysohjeeseen.

15.10.2014

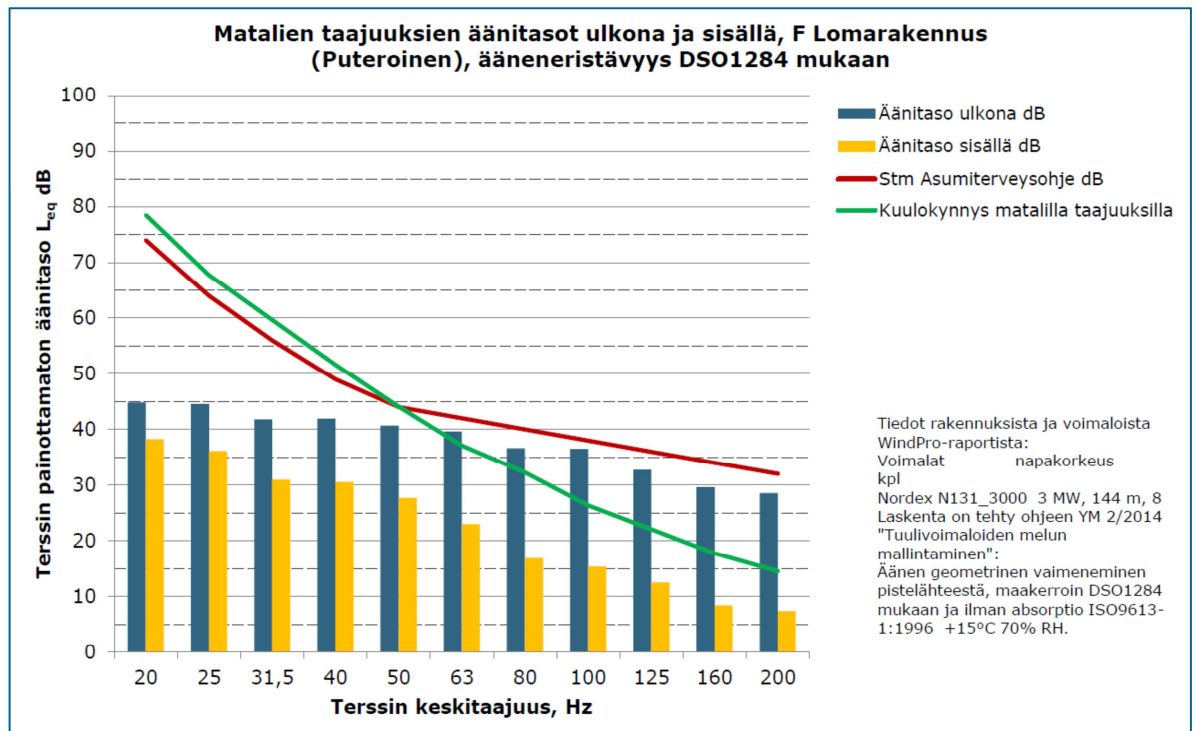


**Kuva 6. Matalataajuiset äänitasot sisällä kohteessa D ja vertailu STM:n asumiterveysohjeeseen.**



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

15.10.2014



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

Matalataajuiset äänitasot ovat pääosin ulkonakin alle asuinhuoneiden sisäohjearvojen ja sisällä äänitaso jää kaikissa rakennuksissa alle ohjearvon kun huomioidaan rakenteiden ääneneristävyyden. Myös ihmisen keskimääräisen kuulokynnyksen alle jäävät kaikkien asuinrakennusten sisätiloissa. Koska oletusääneneristävyydellä äänitaso on huonoimmillaankin 10 dB ohjearvon alapuolella, on ohjearvon ylittyminen epätodennäköistä huolimatta rakennusten eroista matalien äänien ääneneristävyydessä.

15.10.2014

### 3.3 Varjostusmallinnusten tulokset

Tuulivoimaloiden läheisyydessä sijaitsevien asuinrakennusten kohdalla varjostustunnit ovat "real case, no forest"-laskenta tulosten perusteella alle 8 tuntia vuodessa kaikissa tarkastelukohteissa (A-F). Varjostusvaikutuksia ei ole lainkaan tarkastelukohteissa kun alueella kasvava puusto huomioidaan ja muissa lähialueen rakennusten kohdalla jäädyään vaikutustasolle noin 1 tunti vuodessa.

**Taulukko 4. 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)	Laskentapikkuna (m)	Varjostus (h/a)
A Asuinrakennus (Kajaanintie 200)	395 740	6 975 563	183,6	5 x 5	0:00
B Asuinrakennus (Kelta-ahontie 90)	398 747	6 977 942	190,0	5 x 5	4:50
C Asuinrakennus (Kulmalantie 133a)	399 847	6 977 389	185,0	5 x 5	0:51
D Lomarakennus (Rantalanlahti)	400 138	6 976 250	170,0	5 x 5	0:00
E Asuinrakennus (Kinnusentie 130)	399 927	6 975 875	177,5	5 x 5	0:00
F Lomarakennus (Puteroinen)	399 673	6 975 257	176,6	5 x 5	1:25

**Taulukko 5. 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)	Laskentapikkuna (m)	Varjostus (h/a)
A Asuinrakennus (Kajaanintie 200)	395 740	6 975 563	183,6	5 x 5	0:00
B Asuinrakennus (Kelta-ahontie 90)	398 747	6 977 942	190,0	5 x 5	0:00
C Asuinrakennus (Kulmalantie 133a)	399 847	6 977 389	185,0	5 x 5	0:00
D Lomarakennus (Rantalanlahti)	400 138	6 976 250	170,0	5 x 5	0:00
E Asuinrakennus (Kinnusentie 130)	399 927	6 975 875	177,5	5 x 5	0:00
F Lomarakennus (Puteroinen)	399 673	6 975 257	176,6	5 x 5	0:00



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

Project:  
8K kaavaluonnos

Printed/Page  
15.10.2014 15:01 / 1



Licensed user:  
**FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy**  
Osmontie 34, PO Box 950  
FI-00601 Helsinki  
+358104095666  
Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi  
Calculated:  
15.10.2014 14:26/2.8.579

## DECIBEL - Main Result

Calculation: Karstula Koiramäki N131 x 8 x HH144

### Noise calculation model:

ISO 9613-2 General

### Wind speed:

8,0 m/s

### Ground attenuation:

General, Ground factor: 0,4

### Meteorological coefficient, C0:

0,0 dB

### Type of demand in calculation:

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

### Noise values in calculation:

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

### Pure tones:

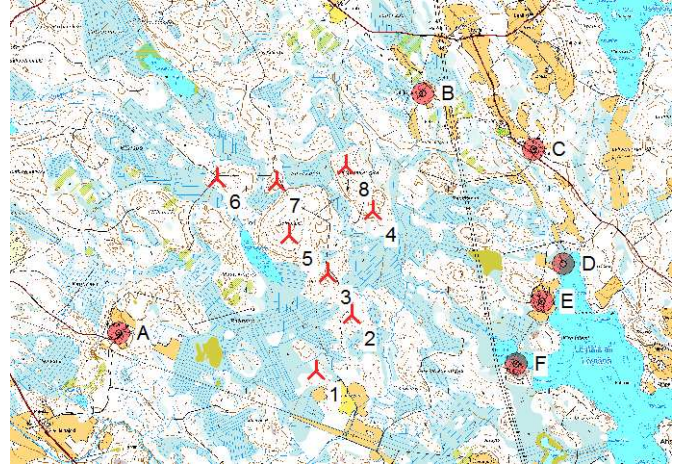
Pure and Impulse tone penalty are added to WTG source noise

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

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

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

0,0 dB(A)



Scale 1:75 000

New WTG

Noise sensitive area

## WTGs

	Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89				WTG type			Noise data				Wind speed [m/s]	Lwa,ref [dB(A)]	Pure tones	
	East	North	Z [m]	Row data/Description	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Creator				Name
1	397 695	6 975 196	168,9	NORDEX N131/3000 300...	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	USER	Level - 104.5 dB(A) - R00	8,0	104,5	0 dB
2	398 041	6 975 741	173,1	NORDEX N131/3000 300...	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	USER	Level - 104.5 dB(A) - R00	8,0	104,5	0 dB
3	397 805	6 976 155	179,6	NORDEX N131/3000 300...	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	USER	Level - 104.5 dB(A) - R00	8,0	104,5	0 dB
4	398 251	6 976 780	185,0	NORDEX N131/3000 300...	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	USER	Level - 104.5 dB(A) - R00	8,0	104,5	0 dB
5	397 421	6 976 540	196,8	NORDEX N131/3000 300...	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	USER	Level - 104.5 dB(A) - R00	8,0	104,5	0 dB
6	396 714	6 977 099	180,0	NORDEX N131/3000 300...	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	USER	Level - 104.5 dB(A) - R00	8,0	104,5	0 dB
7	397 299	6 977 062	181,9	NORDEX N131/3000 300...	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	USER	Level - 104.5 dB(A) - R00	8,0	104,5	0 dB
8	397 988	6 977 226	192,5	NORDEX N131/3000 300...	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	USER	Level - 104.5 dB(A) - R00	8,0	104,5	0 dB

## Calculation Results

### Sound Level

Noise sensitive area No.	Name	Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89				Imission height [m]	Demands Noise [dB(A)]	Sound Level From WTGs [dB(A)]	Demands fulfilled ? Noise
		East	North	Z [m]					
A	Asuinrakennus (Kajaanintie 200)	395 740	6 975 563	183,6	4,0	40,0	29,9	Yes	
B	Asuinrakennus (Kelta-ahontie 90)	398 747	6 977 942	190,0	4,0	40,0	33,8	Yes	
C	Asuinrakennus (Kulmalantie 133a)	399 847	6 977 389	185,0	4,0	40,0	29,2	Yes	
D	Lomarakennus (Rantalanlahti)	400 138	6 976 250	170,0	4,0	35,0	28,3	Yes	
E	Asuinrakennus (Kinnusentie 130)	399 927	6 975 875	177,5	4,0	40,0	29,2	Yes	
F	Lomarakennus (Puteroinen)	399 673	6 975 257	176,6	4,0	35,0	29,5	Yes	

### Distances (m)

WTG	A	B	C	D	E	F
1	1990	2941	3072	2661	2333	1979
2	2309	2311	2444	2157	1891	1702
3	2149	2020	2385	2335	2140	2072
4	2791	1264	1708	1960	1905	2084
5	1944	1930	2570	2733	2593	2592
6	1819	2201	3146	3528	3439	3486
7	2163	1695	2569	2953	2884	2983
8	2796	1044	1866	2361	2364	2592

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

15.10.2014 15:01 / 2

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

15.10.2014 14:26/2.8.579

## DECIBEL - Detailed results

**Calculation:** Karstula Koiramäki N131 x 8 x HH144 **Noise calculation model:** ISO 9613-2 General 8,0 m/s

### Assumptions

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

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

### Calculation Results

#### Noise sensitive area: A Asuinrakennus (Kajaanintie 200)

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	1 990	1 993	<b>21,97</b>	104,5	0,00	76,99	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	2 309	2 312	<b>19,99</b>	104,5	0,00	78,28	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	2 149	2 153	<b>20,95</b>	104,5	0,00	77,66	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	2 791	2 794	<b>17,41</b>	104,5	0,00	79,92	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	1 944	1 950	<b>22,26</b>	104,5	0,00	76,80	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	1 819	1 824	<b>23,13</b>	104,5	0,00	76,22	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	2 163	2 167	<b>20,86</b>	104,5	0,00	77,72	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	2 796	2 800	<b>17,38</b>	104,5	0,00	79,94	-	-	0,00	0,00	-	0,00
Sum			29,94									

Sum 29,94

- Data undefined due to calculation with octave data

#### Noise sensitive area: B Asuinrakennus (Kelta-ahontie 90)

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	2 941	2 943	<b>16,69</b>	104,5	0,00	80,38	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	2 311	2 314	<b>19,98</b>	104,5	0,00	78,29	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	2 020	2 025	<b>21,76</b>	104,5	0,00	77,13	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	1 264	1 271	<b>27,70</b>	104,5	0,00	73,08	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	1 930	1 936	<b>22,35</b>	104,5	0,00	76,74	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	2 201	2 205	<b>20,63</b>	104,5	0,00	77,87	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	1 695	1 700	<b>24,04</b>	104,5	0,00	75,61	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	1 044	1 054	<b>29,97</b>	104,5	0,00	71,45	-	-	0,00	0,00	-	0,00
Sum			33,84									

Sum 33,84

- Data undefined due to calculation with octave data

#### Noise sensitive area: C Asuinrakennus (Kulmalantie 133a)

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	3 072	3 075	<b>16,08</b>	104,5	0,00	80,76	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	2 444	2 447	<b>19,22</b>	104,5	0,00	78,77	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	2 385	2 389	<b>19,55</b>	104,5	0,00	78,56	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	1 708	1 714	<b>23,94</b>	104,5	0,00	75,68	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	2 570	2 575	<b>18,53</b>	104,5	0,00	79,21	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	3 146	3 149	<b>15,75</b>	104,5	0,00	80,96	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	2 569	2 572	<b>18,55</b>	104,5	0,00	79,21	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	1 866	1 872	<b>22,79</b>	104,5	0,00	76,45	-	-	0,00	0,00	-	0,00
Sum			29,21									

Sum 29,21

- Data undefined due to calculation with octave data

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

15.10.2014 15:01 / 3

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

15.10.2014 14:26/2.8.579

## DECIBEL - Detailed results

Calculation: Karstula Koiramäki N131 x 8 x HH144 Noise calculation model: ISO 9613-2 General 8,0 m/s

### Noise sensitive area: D Lomarakenus (Rantalanlahti)

		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	2 661	2 664	<b>18,07</b>	104,5	0,00	79,51	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	2 157	2 162	<b>20,89</b>	104,5	0,00	77,70	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	2 335	2 339	<b>19,83</b>	104,5	0,00	78,38	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	1 960	1 966	<b>22,15</b>	104,5	0,00	76,87	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	2 733	2 738	<b>17,69</b>	104,5	0,00	79,75	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	3 528	3 531	<b>14,15</b>	104,5	0,00	81,96	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	2 953	2 957	<b>16,63</b>	104,5	0,00	80,42	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	2 361	2 367	<b>19,67</b>	104,5	0,00	78,48	-	-	0,00	0,00	-	0,00

Sum 28,26

- Data undefined due to calculation with octave data

### Noise sensitive area: E Asuinrakennus (Kinnusentie 130)

		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	2 333	2 337	<b>19,85</b>	104,5	0,00	78,37	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	1 891	1 895	<b>22,63</b>	104,5	0,00	76,55	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	2 140	2 145	<b>21,00</b>	104,5	0,00	77,63	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	1 905	1 911	<b>22,52</b>	104,5	0,00	76,62	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	2 593	2 598	<b>18,41</b>	104,5	0,00	79,29	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	3 439	3 442	<b>14,51</b>	104,5	0,00	81,74	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	2 884	2 888	<b>16,95</b>	104,5	0,00	80,21	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	2 364	2 369	<b>19,67</b>	104,5	0,00	78,49	-	-	0,00	0,00	-	0,00

Sum 29,16

- Data undefined due to calculation with octave data

### Noise sensitive area: F Lomarakenus (Puteroinen)

		Wind speed: 8,0 m/s										
No.	Distance	Sound distance	Calculated	LwA,ref	Dc	Adiv	Aatm	Agr	Abar	Amisc	A	Cmet
	[m]	[m]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
1	1 979	1 983	<b>22,04</b>	104,5	0,00	76,95	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	1 702	1 707	<b>23,99</b>	104,5	0,00	75,65	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	2 072	2 077	<b>21,42</b>	104,5	0,00	77,35	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	2 084	2 089	<b>21,35</b>	104,5	0,00	77,40	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	2 592	2 597	<b>18,42</b>	104,5	0,00	79,29	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	3 486	3 489	<b>14,32</b>	104,5	0,00	81,85	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	2 983	2 986	<b>16,49</b>	104,5	0,00	80,50	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	2 592	2 596	<b>18,42</b>	104,5	0,00	79,29	-	-	0,00	0,00	-	0,00

Sum 29,52

- Data undefined due to calculation with octave data

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

15.10.2014 15:01 / 4

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadbäck / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

15.10.2014 14:26/2.8.579

## DECIBEL - Assumptions for noise calculation

**Calculation:** Karstula Koirämäki N131 x 8 x HH144 **Noise calculation model:** ISO 9613-2 General 8,0 m/s

### Noise calculation model:

ISO 9613-2 General

### Wind speed:

8,0 m/s

### Ground attenuation:

General, Ground factor: 0,4

### Meteorological coefficient, C0:

0,0 dB

### Type of demand in calculation:

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

### Noise values in calculation:

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

### Pure tones:

Pure and Impulse tone penalty are added to WTG source noise

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

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

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

0,0 dB(A)

### Octave data required

Air absorption

63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]	[dB/km]
0,1	0,4	1,1	2,4	4,1	8,8	26,6	95,0

**WTG:** NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O!

**Noise:** Level - 104.5 dB(A) - R00

Source	Source/Date	Creator	Edited
NORDEX	3.12.2013	USER	22.9.2014 11:38
F008_245_A03_R00	21.11.2013		
F008_246_A07_EN_R01	11.03.2014		

Status	Hub height [m]	Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]	Pure tones	Octave data							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
From Windcat	144,0	8,0	104,5	No	83,0	90,0	94,8	96,4	99,3	98,2	95,8	85,7

**NSA:** Asuinrakennus (Kajaanintie 200)-A

### Predefined calculation standard:

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

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

**Distance demand:**

**NSA:** Asuinrakennus (Kelta-ahontie 90)-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 (Kulmalantie 133a)-C

### Predefined calculation standard:

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

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

**Distance demand:**

**NSA:** Lomarakennus (Rantalanlahti)-D

### Predefined calculation standard:

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

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

**Distance demand:**

Project:

**8K kaavaluonnos**

Printed/Page

15.10.2014 15:01 / 5

Licensed user:

**FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy**

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

15.10.2014 14:26/2.8.579



## DECIBEL - Assumptions for noise calculation

**Calculation:** Karstula Koiramäki N131 x 8 x HH144 **Noise calculation model:** ISO 9613-2 General 8,0 m/s

**NSA:** Asuinrakennus (Kinnusentie 130)-E

**Predefined calculation standard:**

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

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

**Distance demand:**

**NSA:** Lomarakennus (Puteroinen)-F

**Predefined calculation standard:**

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

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

**Distance demand:**



Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

15.10.2014 15:01 / 6

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

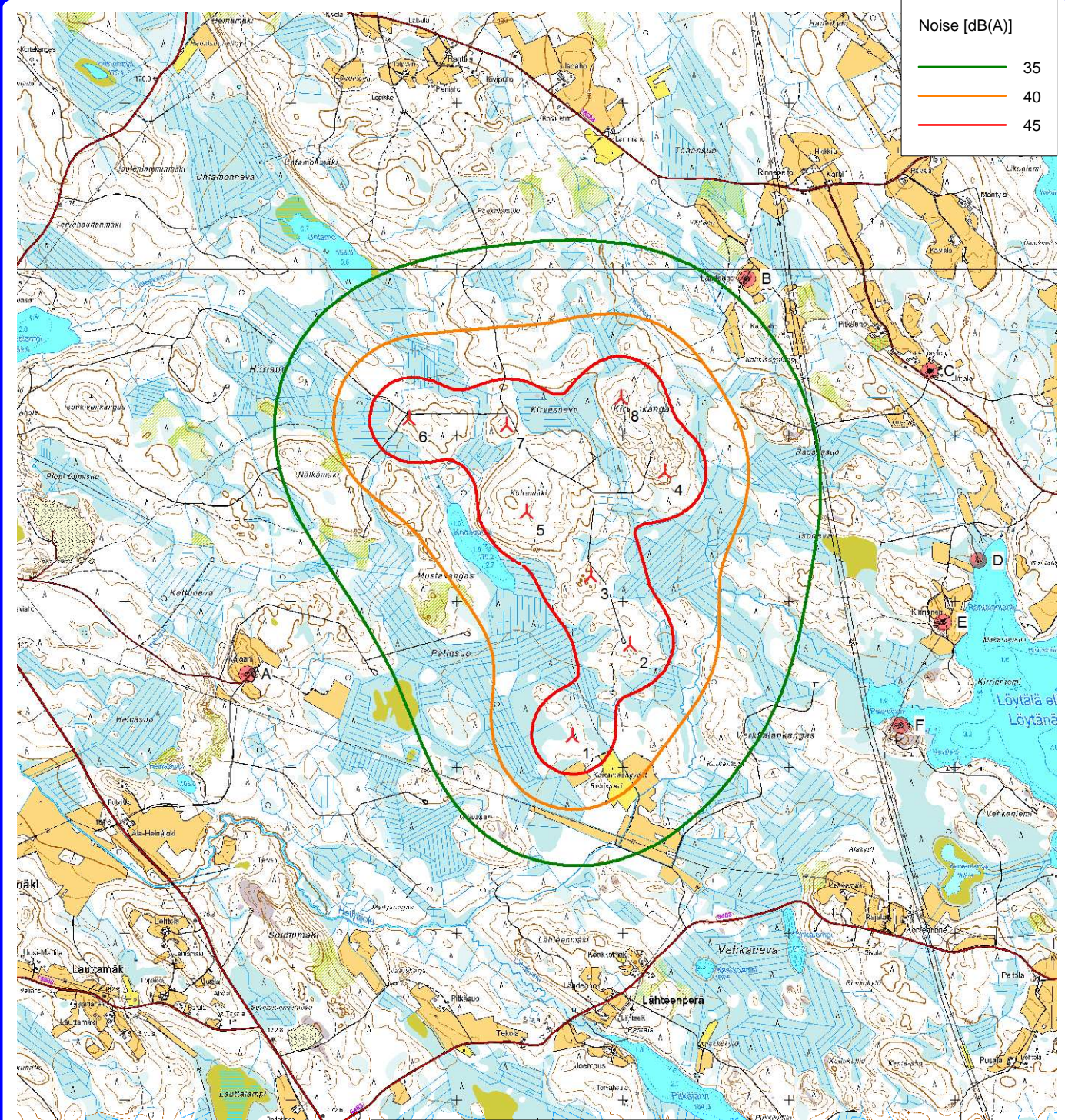
15.10.2014 14:26/2.8.579



SUUNNITTELU JA TEKNIikka

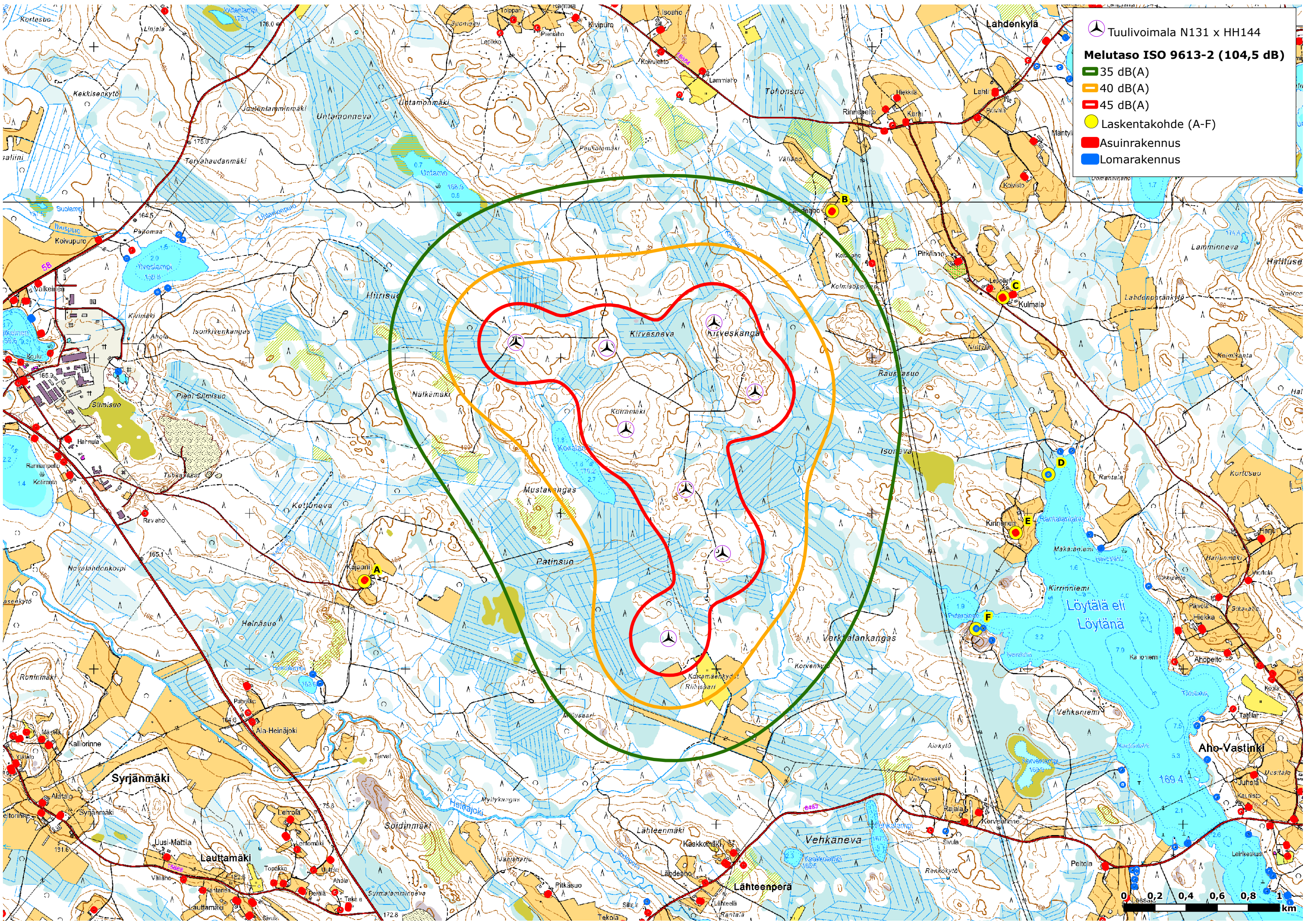
DECIBEL - Map 8,0 m/s

Calculation: Karstula Koiramäki N131 x 8 x HH144Noise calculation model: ISO 9613-2 General 8,0 m/s



Map: Koiramäki peruskartat , Print scale 1:35 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 397 482 North: 6 976 211  
 ▲ 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





Tuulivoimala N131 x HH144

**Melutaso ISO 9613-2 (104,5 dB)**

- 35 dB(A)
- 40 dB(A)
- 45 dB(A)
- Laskentakohde (A-F)
- Asuinrakennus
- Lomarakennus

Syrjänmäki

Lauttamäki

Lähteenperä

Aho-Vastinki

Löytälä eli  
Löytänä





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

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

15.10.2014 15:08 / 1

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

15.10.2014 15:08/2.8.579



## SHADOW - Main Result

Calculation: Koiramäki N131 x 8 x HH144 "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
520	533	332	504	621	829	899	1 120	792	886	950	587	8 574

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

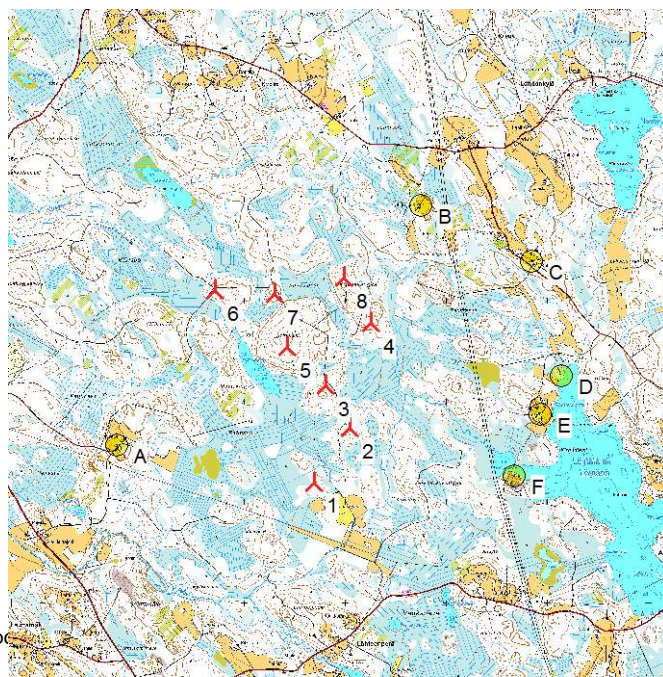
A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:

Height contours used: Height Contours: 8K\_Karstula\_height\_contourlines.wpc

Obstacles not used in calculation

Eye height: 1,5 m

Grid resolution: 10,0 m



Scale 1:75 000

New WTG

Shadow receptor

### WTGs

	Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89				WTG type				Shadow data			
	East	North	Z	Row data/Description	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM [RPM]
			[m]									
1	397 695	6 975 196	168,9	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
2	398 041	6 975 741	173,1	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
3	397 805	6 976 155	179,6	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
4	398 251	6 976 780	185,0	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
5	397 421	6 976 540	196,8	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
6	396 714	6 977 099	180,0	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
7	397 299	6 977 062	181,9	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
8	397 988	6 977 226	192,5	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3

### 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 [m]	Height [m]						
A	Asuinrakennus (Kajaanintie 200)	395 740	6 975 563	183,6	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
B	Asuinrakennus (Kelta-ahontie 90)	398 747	6 977 942	190,0	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
C	Asuinrakennus (Kulmalantie 133a)	399 847	6 977 389	185,0	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
D	Lomarakennus (Rantalaniemi)	400 138	6 976 250	170,0	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
E	Asuinrakennus (Kinnusentie 130)	399 927	6 975 875	177,5	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
F	Lomarakennus (Puteroinen)	399 673	6 975 257	176,6	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

15.10.2014 15:08 / 2

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadbäck / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

15.10.2014 15:08/2.8.579



## SHADOW - Main Result

Calculation: Koirämäki N131 x 8 x HH144 "real case\_no forest"

### Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, expected values	
		Shadow hours	per year
		[h/year]	
A	Asuinrakennus (Kajaanintie 200)	0:00	
B	Asuinrakennus (Kelta-ahontie 90)	4:50	
C	Asuinrakennus (Kulmalantie 133a)	0:51	
D	Lomarakennus (Rantalanlahti)	0:00	
E	Asuinrakennus (Kinnusentie 130)	0:00	
F	Lomarakennus (Puteroinen)	1:25	

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

No.	Name						Worst case	Expected
							[h/year]	[h/year]
1	NORDEX N131/3000 3000	131.0	!O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(192)		0:00	0:00
2	NORDEX N131/3000 3000	131.0	!O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(193)		5:46	1:25
3	NORDEX N131/3000 3000	131.0	!O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(194)		0:00	0:00
4	NORDEX N131/3000 3000	131.0	!O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(195)		23:39	2:30
5	NORDEX N131/3000 3000	131.0	!O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(196)		0:00	0:00
6	NORDEX N131/3000 3000	131.0	!O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(197)		0:00	0:00
7	NORDEX N131/3000 3000	131.0	!O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(198)		5:23	0:46
8	NORDEX N131/3000 3000	131.0	!O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(199)		17:00	2:24

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

15.10.2014 15:08 / 3

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

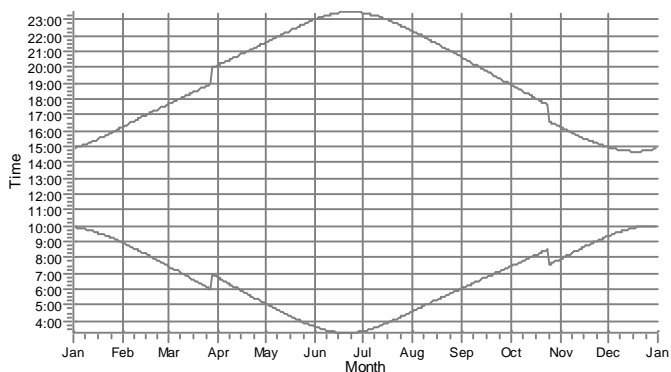
15.10.2014 15:08/2.8.579



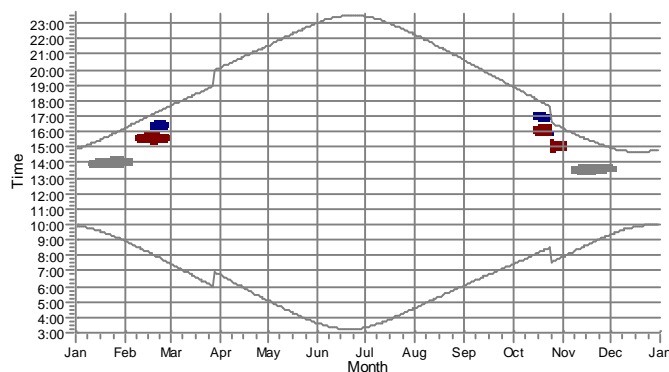
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Koiramäki N131 x 8 x HH144 "real case\_no forest"

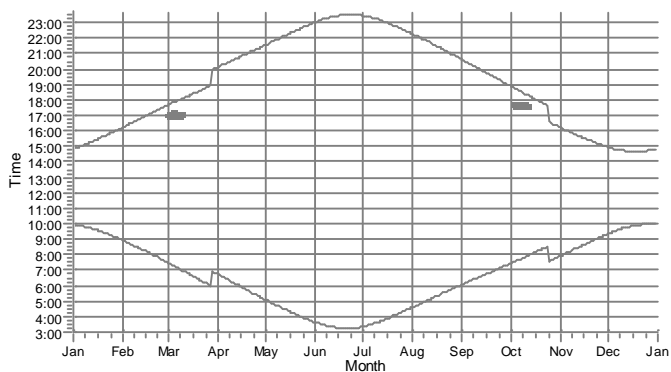
A: Asuinrakennus (Kajaanintie 200)



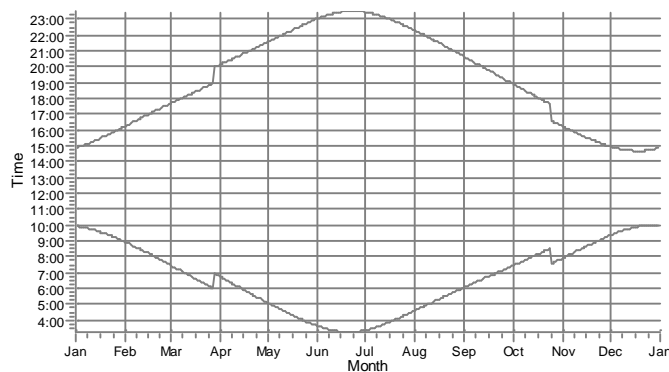
B: Asuinrakennus (Kelta-ahontie 90)



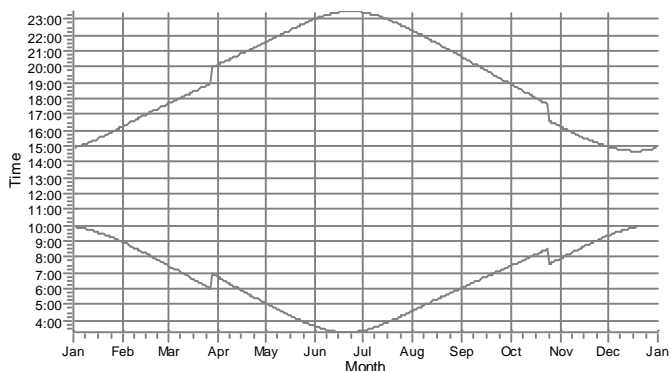
C: Asuinrakennus (Kulmalantie 133a)



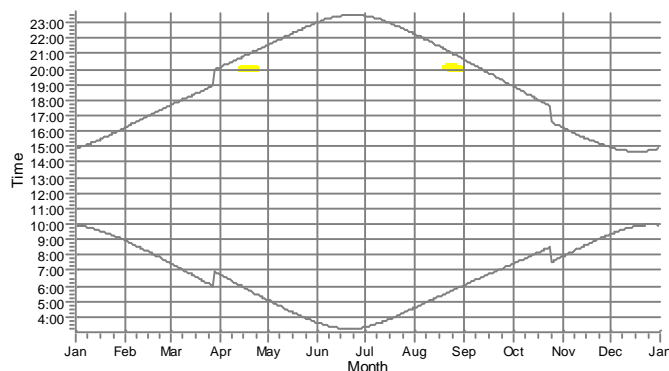
D: Lomarakennus (Rantalanlahti)



E: Asuinrakennus (Kinnusentie 130)



F: Lomarakennus (Puteroinen)



WTGs

- 2: NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O! hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (193)
- 4: NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O! hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (195)
- 7: NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O! hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (198)
- 8: NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O! hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (199)



Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

15.10.2014 15:08 / 4

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

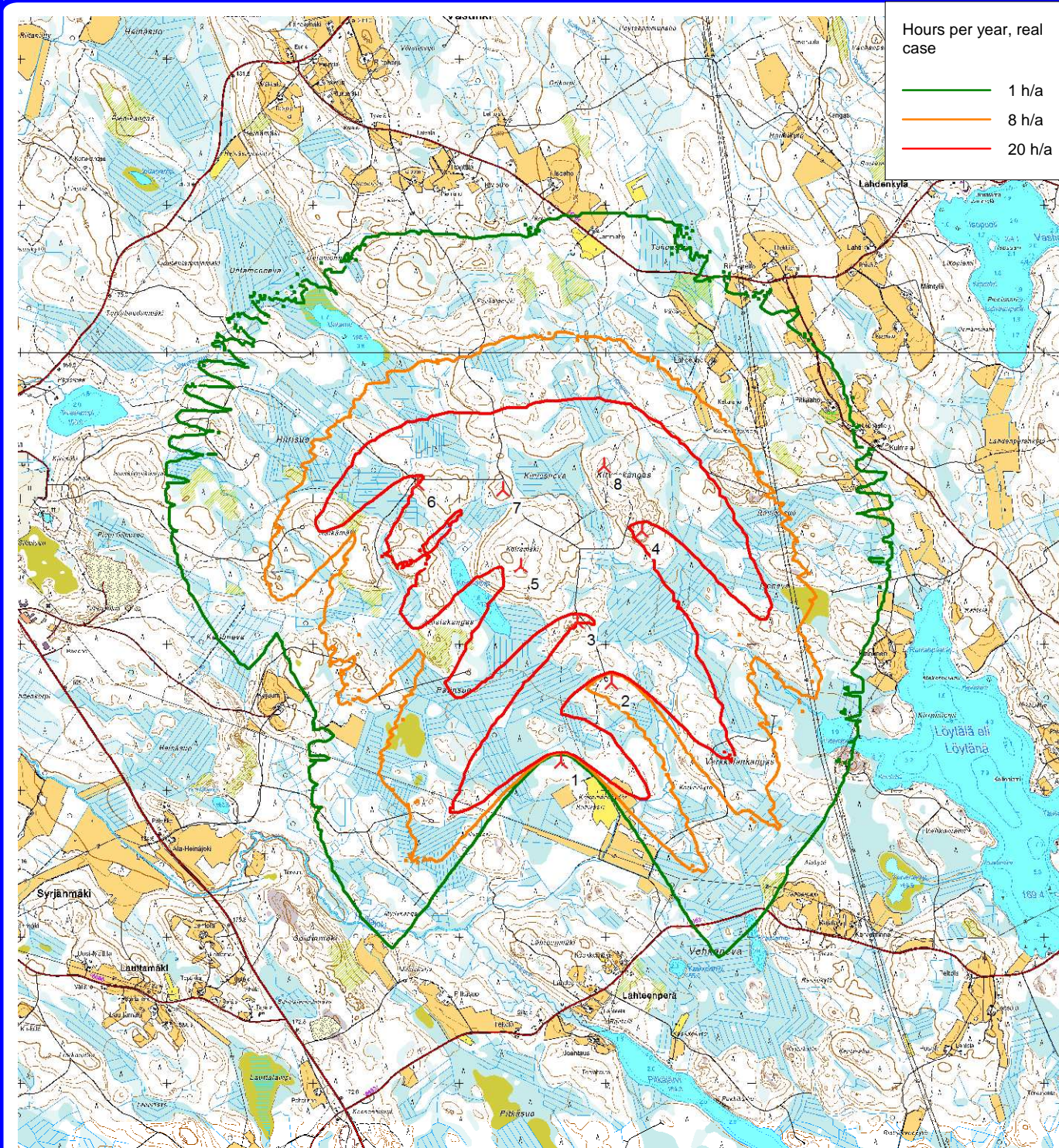
15.10.2014 15:08/2.8.579



SUUNNITTELU JA TEKNIikka

### SHADOW - Map

Calculation: Koiramäki N131 x 8 x HH144 "real case\_no forest"



Hours per year, real case

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

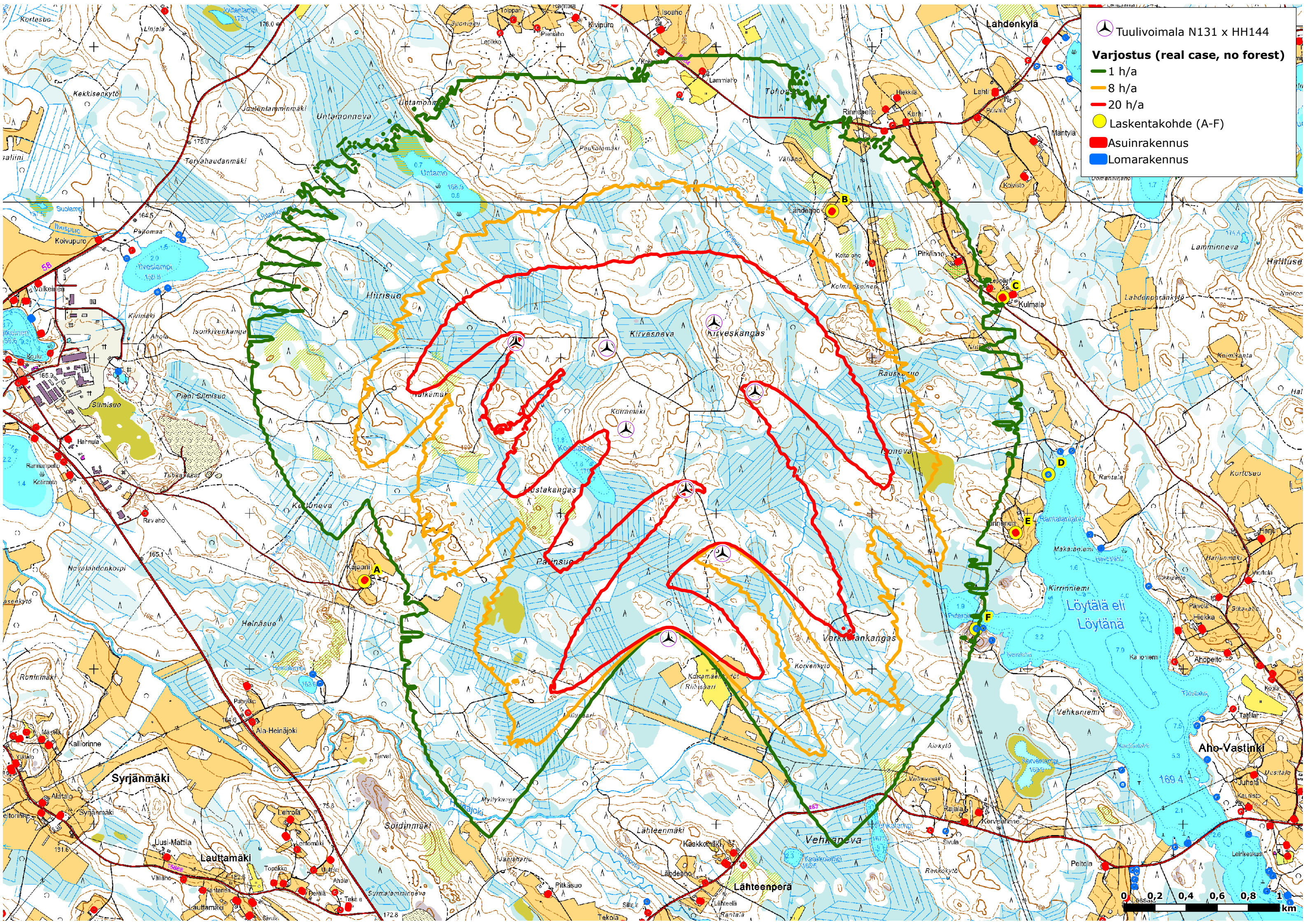
0 500 1000 1500 2000 m

Map: Koiramäki peruskartat , Print scale 1:40 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 397 560 North: 6 976 420

New WTG

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

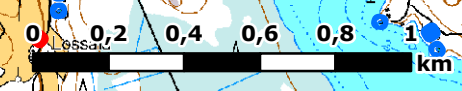




Tuulivoimala N131 x HH144

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

- 1 h/a
- 8 h/a
- 20 h/a
- Laskentakohde (A-F)
- Asuinrakennus
- Lomarakennus





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

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

15.10.2014 14:59 / 1

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

15.10.2014 14:37/2.8.579



## SHADOW - Main Result

Calculation: Koiramäki N131 x 8 x HH144 "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
520	533	332	504	621	829	899	1 120	792	886	950	587	8 574

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

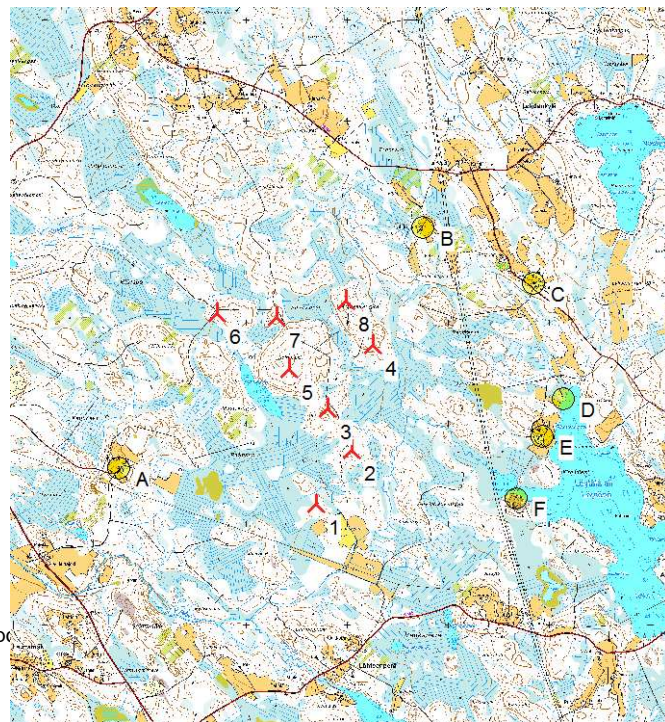
Area object(s) used in calculation:

8K\_roughness\_areas

Obstacles not used in calculation

Eye height: 1,5 m

Grid resolution: 10,0 m



New WTG

Shadow receptor

### WTGs

	Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89				WTG type				Shadow data			
	East	North	Z	Row data/Description	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	397 695	6 975 196	168,9	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
2	398 041	6 975 741	173,1	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
3	397 805	6 976 155	179,6	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
4	398 251	6 976 780	185,0	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
5	397 421	6 976 540	196,8	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
6	396 714	6 977 099	180,0	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
7	397 299	6 977 062	181,9	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
8	397 988	6 977 226	192,5	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3

### Shadow receptor-Input

No.	Name	Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89				Width [m]	Height [m]	Degrees from a.g.l. south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
		East	North	Z	Height [m]					
A	Asuinrakennus (Kajaanintie 200)	395 740	6 975 563	183,6	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"
B	Asuinrakennus (Kelta-ahontie 90)	398 747	6 977 942	190,0	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"
C	Asuinrakennus (Kulmalantie 133a)	399 847	6 977 389	185,0	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"
D	Lomarakennus (Rantalanlahti)	400 138	6 976 250	170,0	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"
E	Asuinrakennus (Kinnusentie 130)	399 927	6 975 875	177,5	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"
F	Lomarakennus (Puteroinen)	399 673	6 975 257	176,6	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"



Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

15.10.2014 14:59 / 2

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadbäck / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

15.10.2014 14:37/2.8.579

## SHADOW - Main Result

Calculation: Koirämäki N131 x 8 x HH144 "forest 20-20-15"

### Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, expected values	
		Shadow hours	per year
		[h/year]	
A	Asuinrakennus (Kajaanintie 200)	0:00	
B	Asuinrakennus (Kelta-ahontie 90)	0:00	
C	Asuinrakennus (Kulmalantie 133a)	0:00	
D	Lomarakennus (Rantalanlahti)	0:00	
E	Asuinrakennus (Kinnusentie 130)	0:00	
F	Lomarakennus (Puteroinen)	0:00	

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

No.	Name					Worst case	Expected
						[h/year]	[h/year]
1	NORDEX N131/3000 3000	131.0 !O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(192)	0:00	0:00	
2	NORDEX N131/3000 3000	131.0 !O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(193)	0:00	0:00	
3	NORDEX N131/3000 3000	131.0 !O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(194)	0:00	0:00	
4	NORDEX N131/3000 3000	131.0 !O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(195)	0:00	0:00	
5	NORDEX N131/3000 3000	131.0 !O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(196)	0:00	0:00	
6	NORDEX N131/3000 3000	131.0 !O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(197)	0:00	0:00	
7	NORDEX N131/3000 3000	131.0 !O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(198)	0:00	0:00	
8	NORDEX N131/3000 3000	131.0 !O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(199)	0:00	0:00	

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

15.10.2014 14:59 / 3

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

15.10.2014 14:37/2.8.579

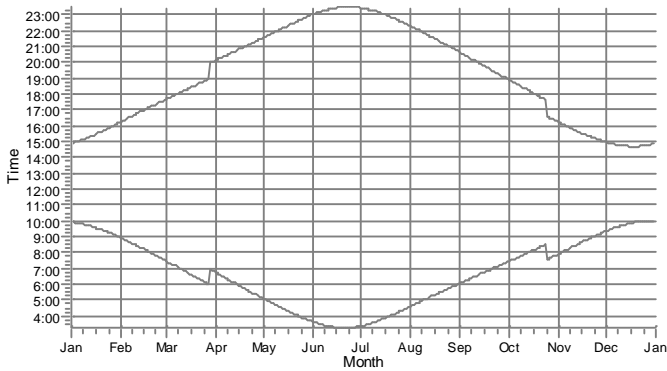


SUUNNITTELU JA TEKNIikka

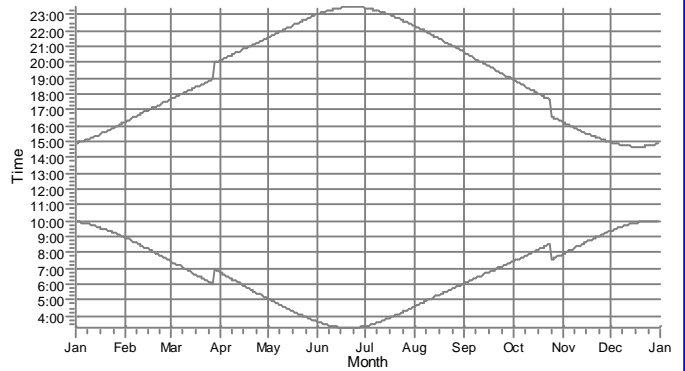
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Koiramäki N131 x 8 x HH144 "forest 20-20-15"

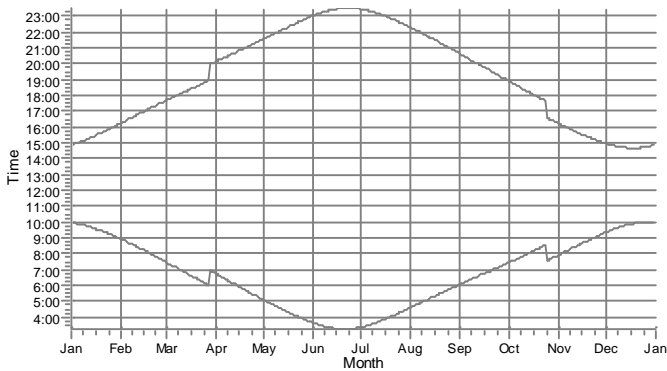
A: Asuinrakennus (Kajaanintie 200)



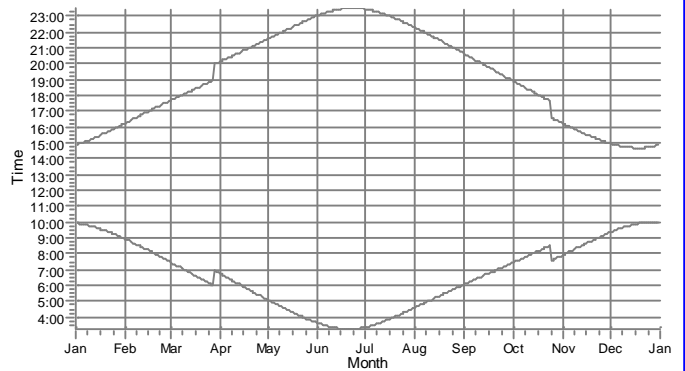
B: Asuinrakennus (Kelta-ahontie 90)



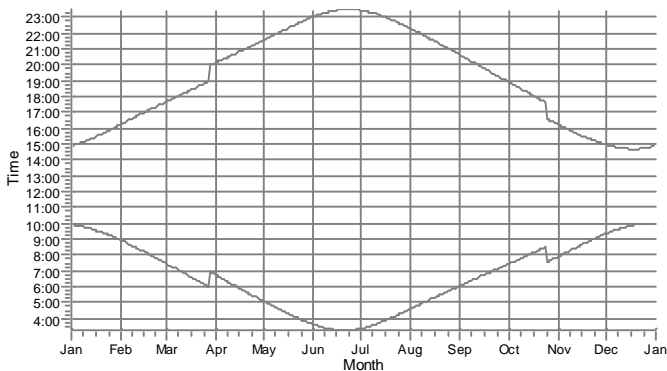
C: Asuinrakennus (Kulmalantie 133a)



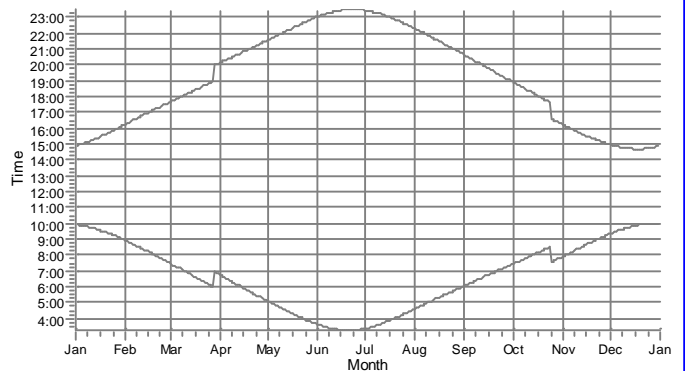
D: Lomarakennus (Rantalanlahti)



E: Asuinrakennus (Kinnusentie 130)



F: Lomarakennus (Puteroinen)



WTGs



Project:  
**8K kaavaluonnos**

Printed/Page  
15.10.2014 14:59 / 4

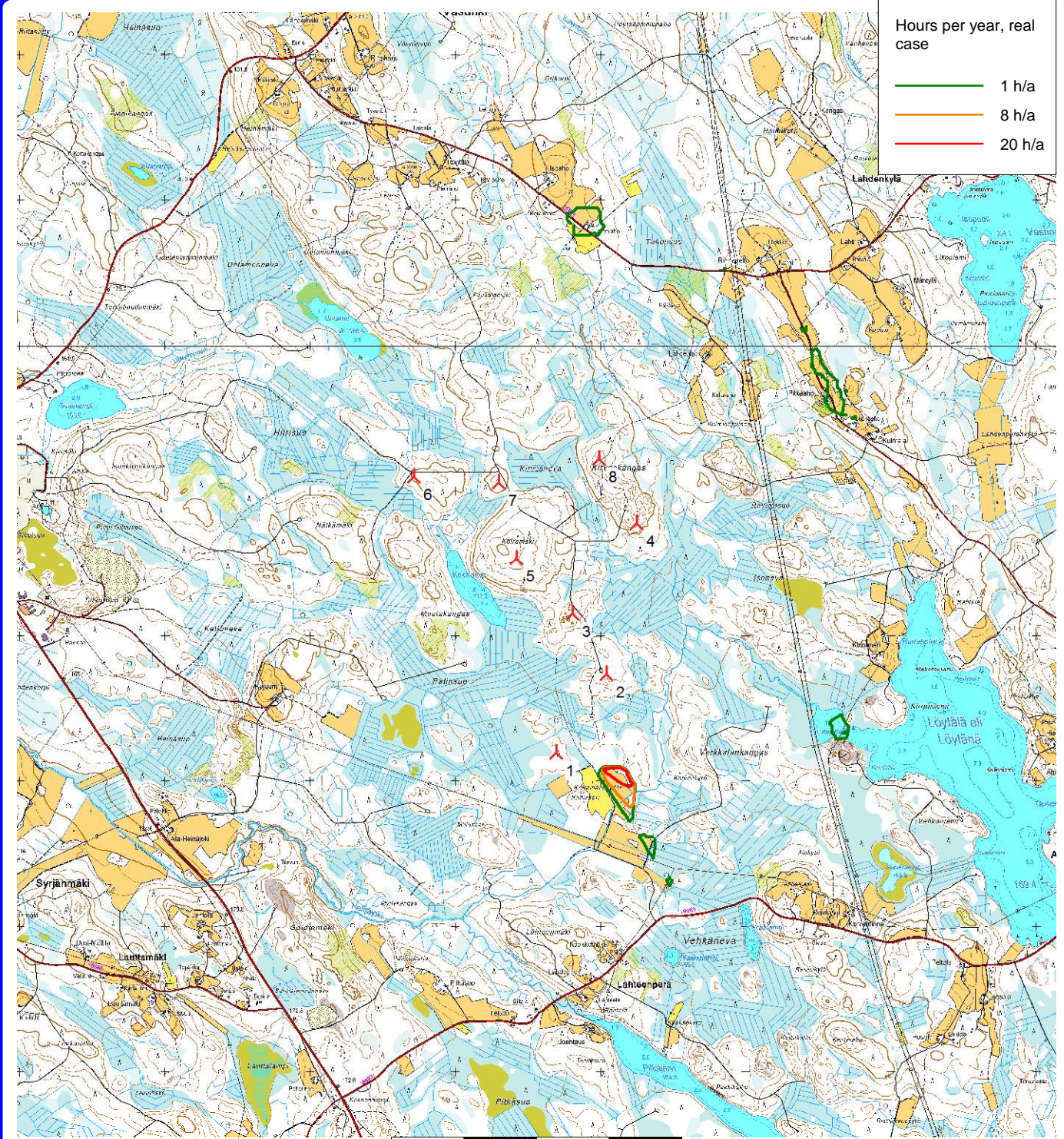
Licensed user:  
**FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy**  
Osmontie 34, PO Box 950  
FI-00601 Helsinki  
+358104095666



Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi  
Calculated:  
15.10.2014 14:37/2.8.579

### SHADOW - Map

Calculation: Koiramäki N131 x 8 x HH144 "forest 20-20-15"

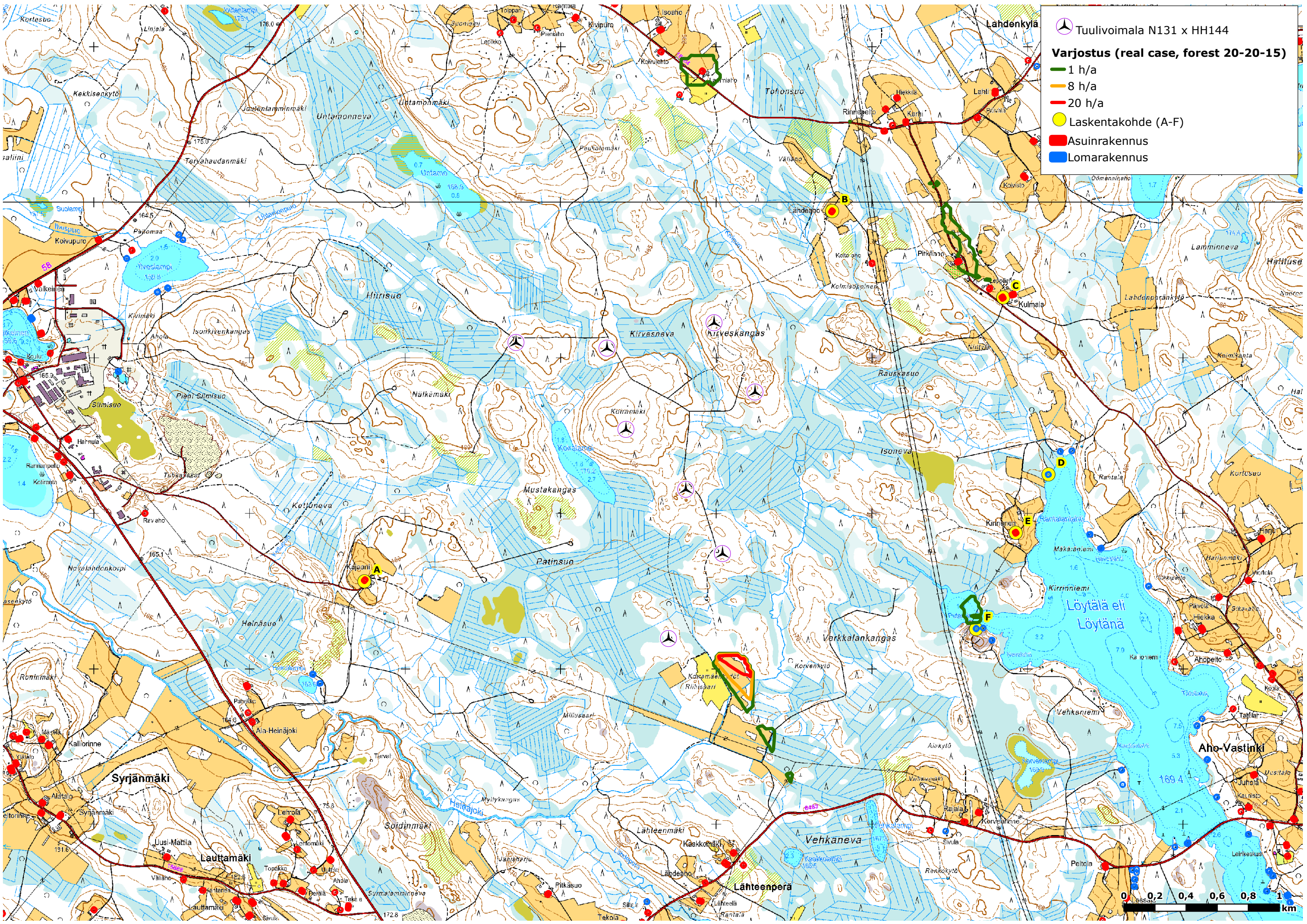


Map: Koiramäki peruskartat , Print scale 1:40 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 397 560 North: 6 976 420

▲ New WTG

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





Tuulivoimala N131 x HH144

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

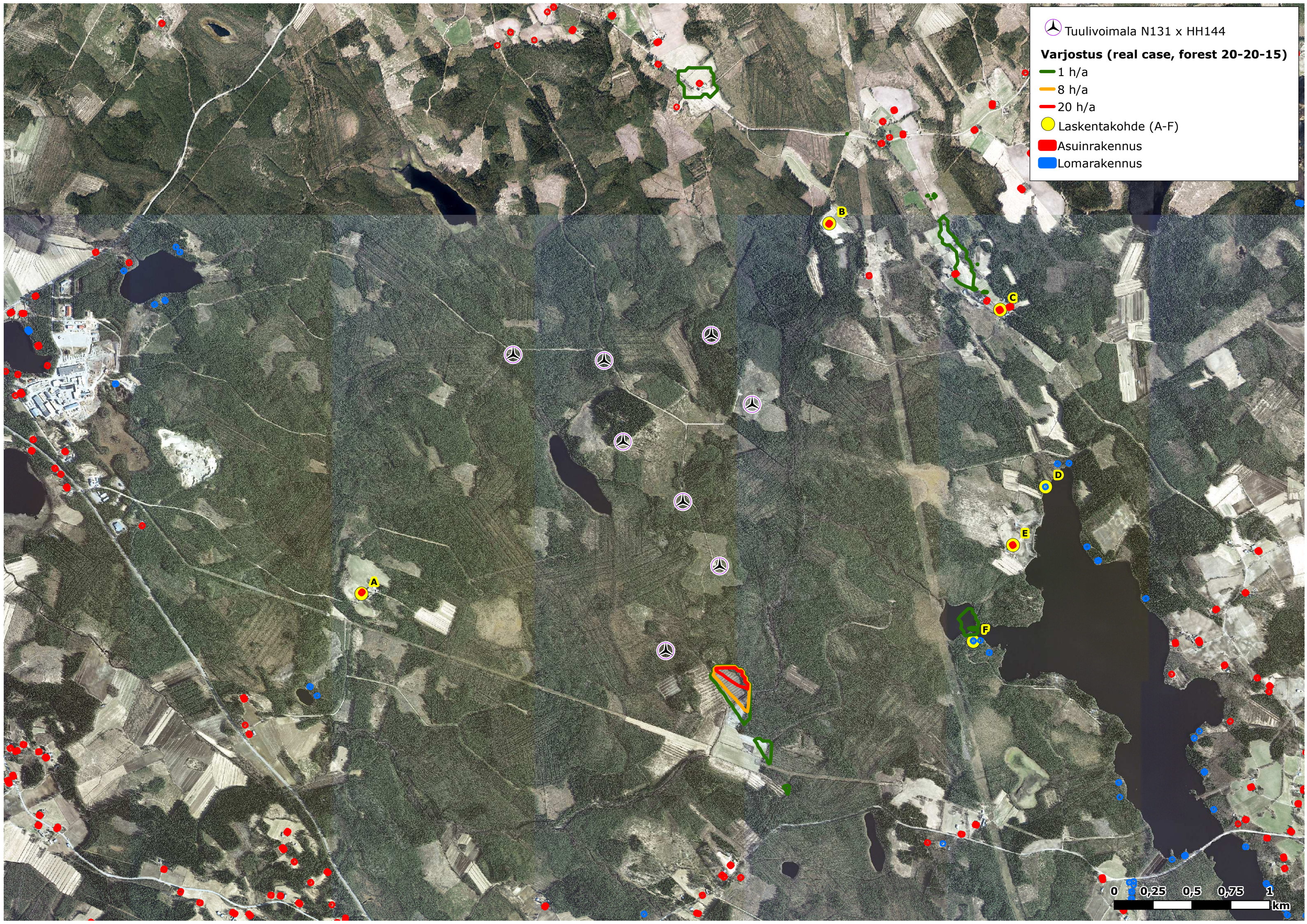
- 1 h/a
- 8 h/a
- 20 h/a

Laskentakohde (A-F)

- Asuinrakennus
- Lomarakennus







Tuulivoimala N131 x HH144

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

- 1 h/a
- 8 h/a
- 20 h/a
- Laskentakohde (A-F)
- Asuinrakennus
- Lomarakennus

