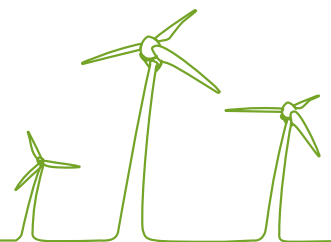


GREENWATT MUSTALAMMINMÄKI OY AB

Mustalamminmäki tuulivoimahanke, Karstula

Melu- ja varjostusmallinnukset N131 x 8 x HH144



Vadbäck Hans

6.10.2014

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	1
Liite 2:	Varjostusmallinnusten tulokset "real case, no forest"	1
Liite 3:	Varjostusmallinnusten tulokset "real case, forest 20-20-15"	1

6.10.2014

1 MELU- JA VARJOSTUSMALLINNUKSEN TAVOITTEET

Karstulan Mustalamminmäelle 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. 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.

6.10.2014

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: 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
AKUSTISET TIEDOT /LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT							
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

6.10.2014

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.

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

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

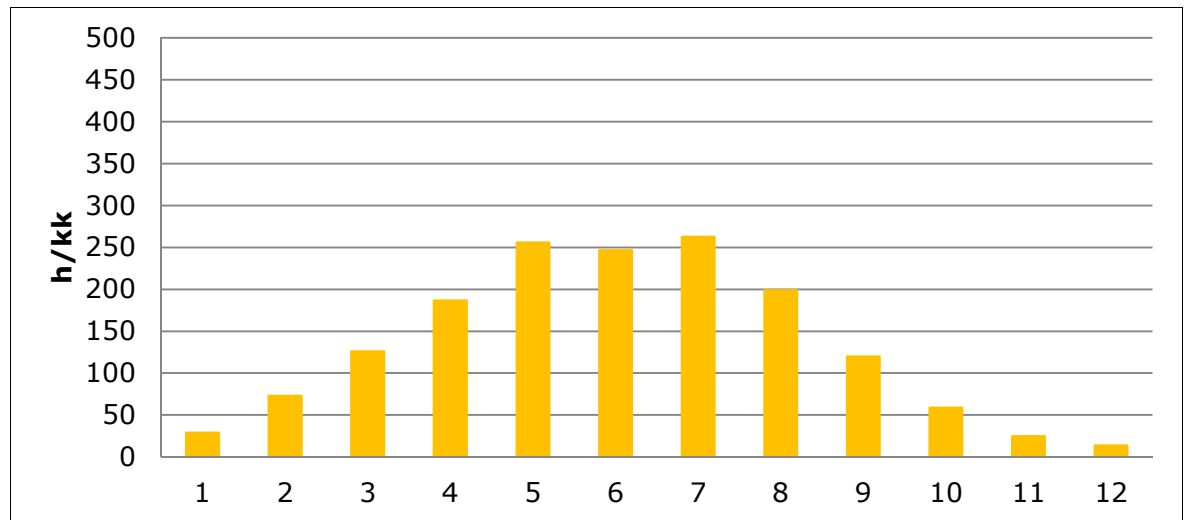
6.10.2014

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.

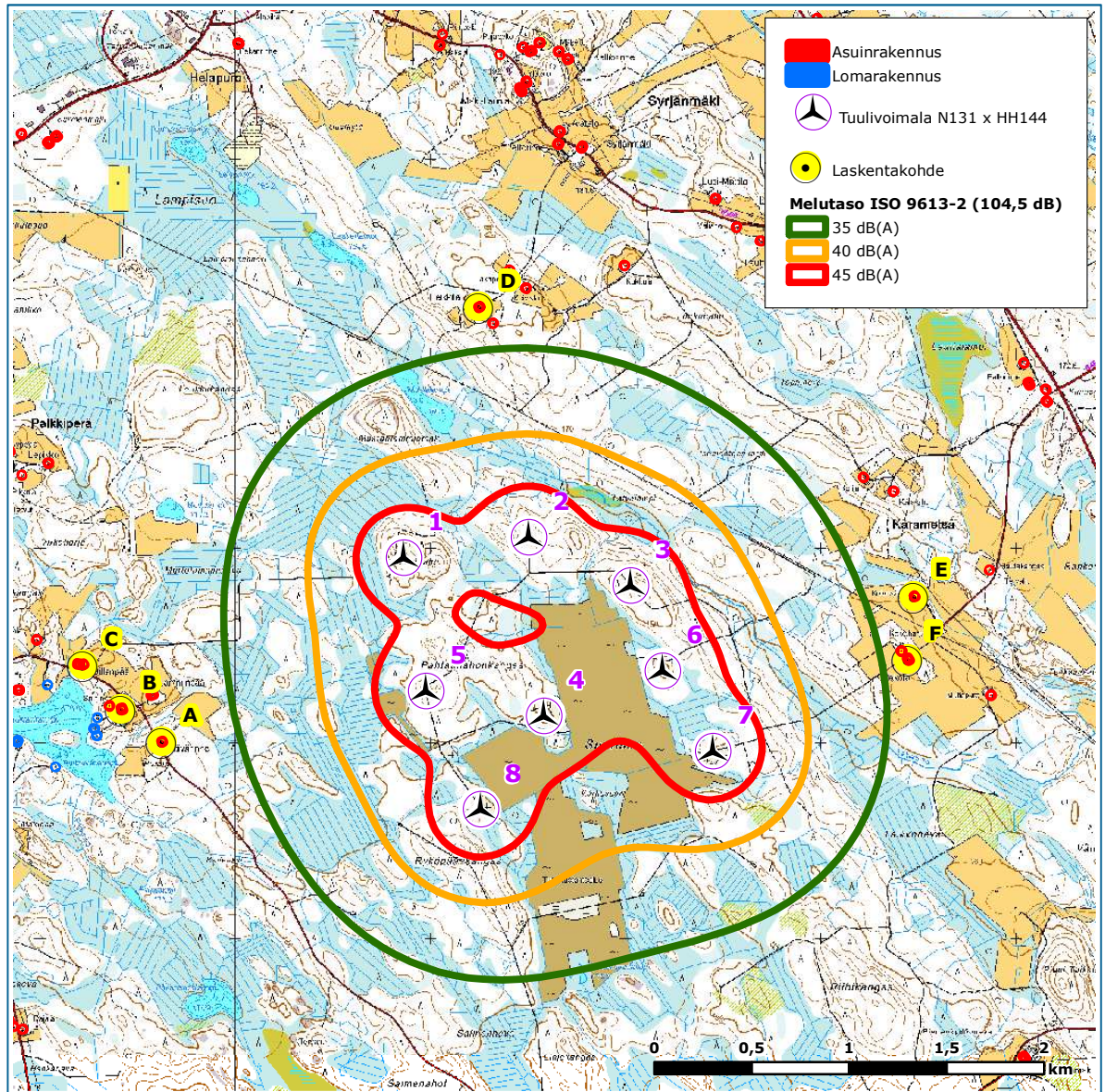
Varjostuksen tarkastelukorkeutena lähialueen asuin- tai lomarakennusten pihapiirissä käytettiin 2,0 metriä ja laskenta-alueen kokoa 5,0 x 5,0 metriä.

6.10.2014

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.

6.10.2014

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 Asuinrakennus (Hakkurintie 165)	391 630	6 971 006	177,5	4,0	31,9
B Asuinrakennus (Hakkurintie 144)	391 421	6 971 172	180,0	4,0	30,6
C Asuinrakennus (Hakkurintie 109)	391 226	6 971 400	178,3	4,0	29,5
D Asuinrakennus (Nevantauksentie100)	393 257	6 973 236	181,8	4,0	33,1
E Asuinrakennus (Latvapurontie 146)	395 489	6 971 751	157,5	4,0	32,9
F Asuinrakennus (Latvapurontie 165)	395 458	6 971 428	165,0	4,0	33,8

3.2 Matalataajuiset melutasot

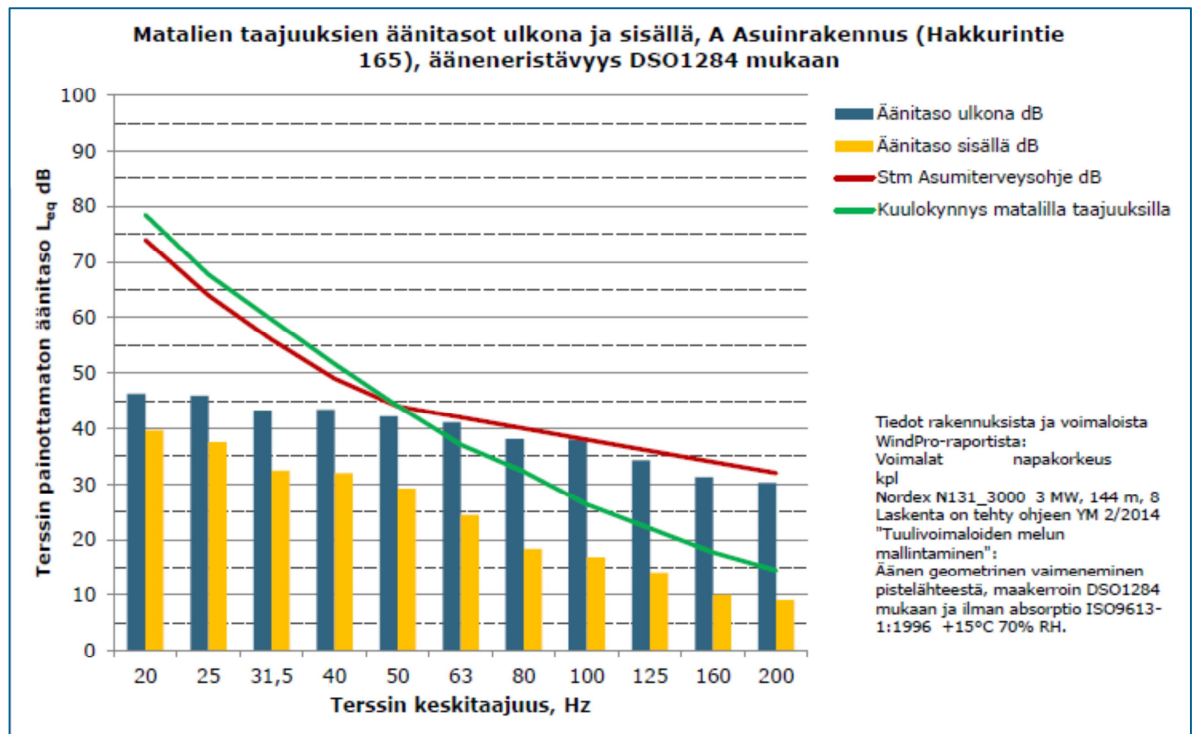
Edellä esitetyt suunnitteluohjeiden mukaiset melutasot on laskettu rakennuskohteittain lähimpien rakennusten (A-F) kohdalla niin sisätiloissa kuin rakennusten ulkopuolella.

Rakennuskohtaiset matalataajuiset äänitasot lähimpien rakennusten (A-F) ulkopuolella on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 5). Rakennuskohtaiset matalataajuiset äänitasot rakennuskohteiden (A-F) sisätiloissa ja ulkopuolella ilmenee seuraavista kuvista (Kuva 3 – Kuva 8).

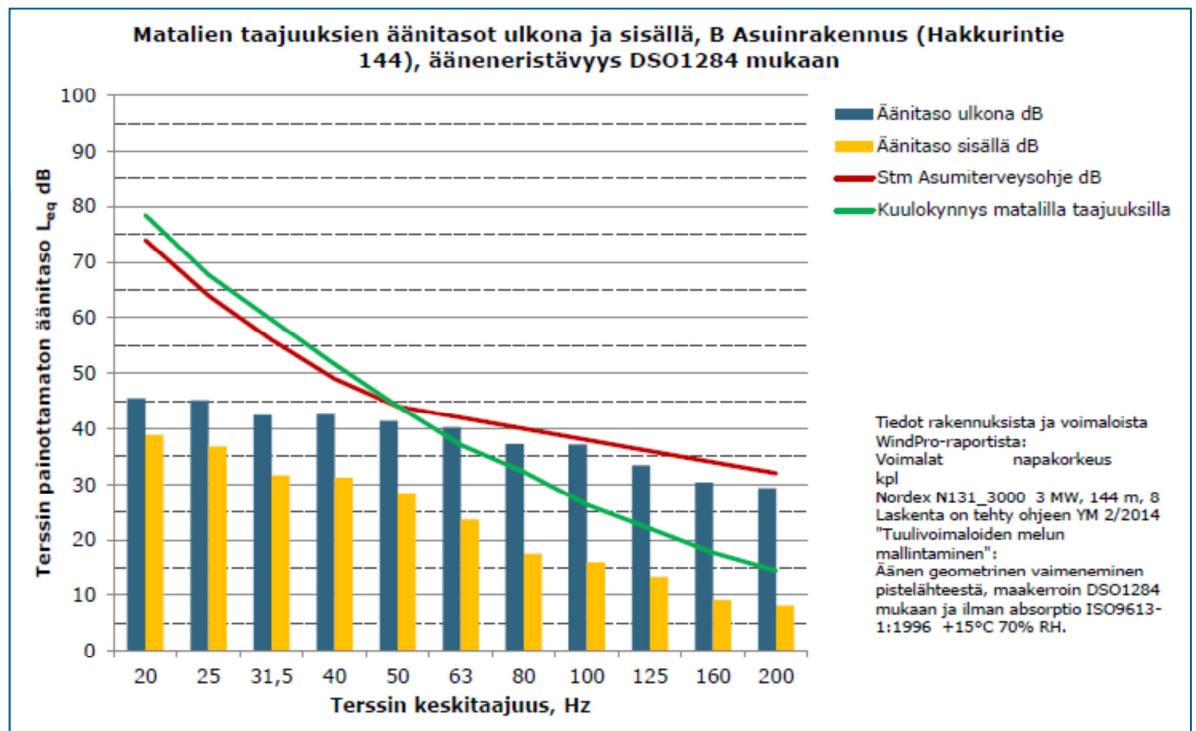
Taulukko 5. Laskennalliset matalataajuiset lineaariset tai painottomat melutasot ($L_{eq,1h}$) rakennusten (A-F) ulkopuolella.

Laskentakohte	Terssikaistan keskitäajuus, Hz										
	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
A Asuinrakennus (Hakkurintie 165)	46,3	46,0	43,2	43,4	42,2	41,1	38,1	38,0	34,3	31,2	30,3
B Asuinrakennus (Hakkurintie 144)	45,5	45,2	42,4	42,6	41,4	40,3	37,3	37,2	33,4	30,4	29,4
C Asuinrakennus (Hakkurintie 109)	44,8	44,4	41,7	41,9	40,6	39,5	36,5	36,4	32,7	29,5	28,5
D Asuinrakennus (Nevantauksentie100)	47,1	46,7	44,0	44,2	43,0	41,9	38,9	38,9	35,1	32,1	31,2
E Asuinrakennus (Latvapurontie 146)	47,0	46,6	43,9	44,1	42,8	41,8	38,8	38,7	35,0	32,0	31,1
F Asuinrakennus (Latvapurontie 165)	47,5	47,2	44,4	44,6	43,4	42,3	39,3	39,3	35,6	32,6	31,7

6.10.2014

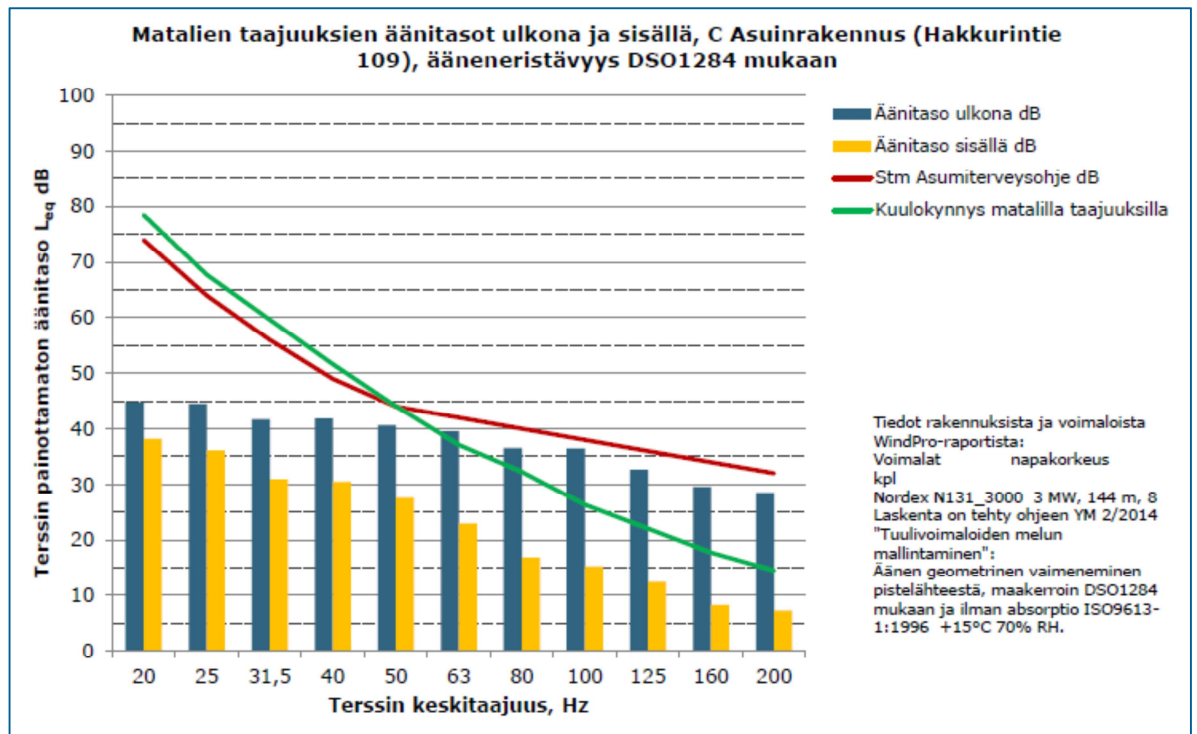


Kuva 3. Matalataajuiset äänitasot sisällä kohteessa A ja vertailu STM:n asumiterveysohjeeseen.

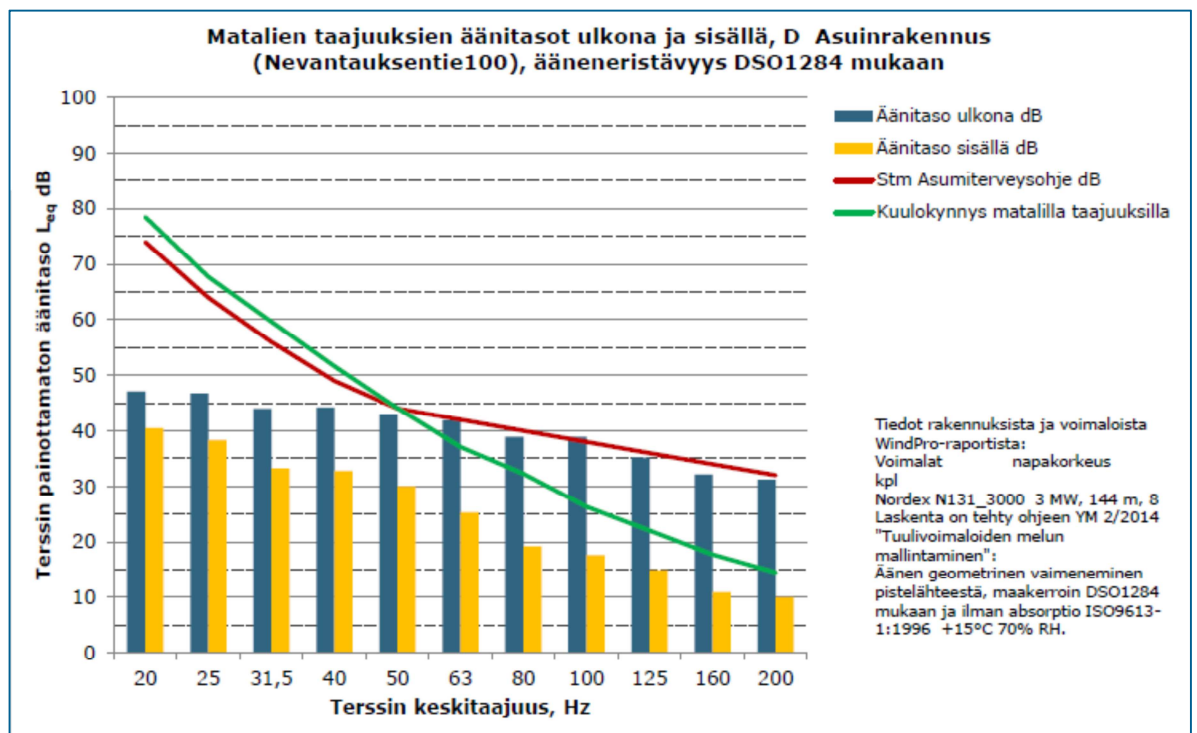


Kuva 4. Matalataajuiset äänitasot sisällä kohteessa B ja vertailu STM:n asumiterveysohjeeseen.

6.10.2014

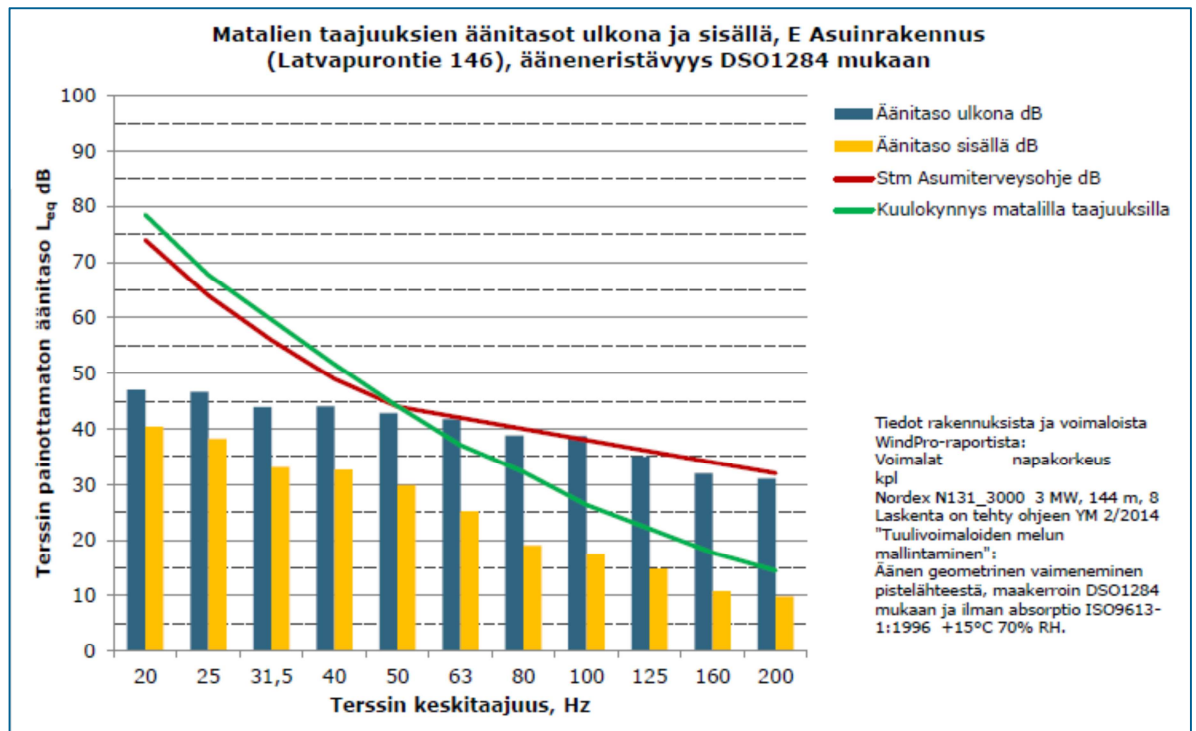


Kuva 5. Matalataajuiset äänitasot sisällä kohteessa C ja vertailu STM:n asumiterveysohjeeseen.

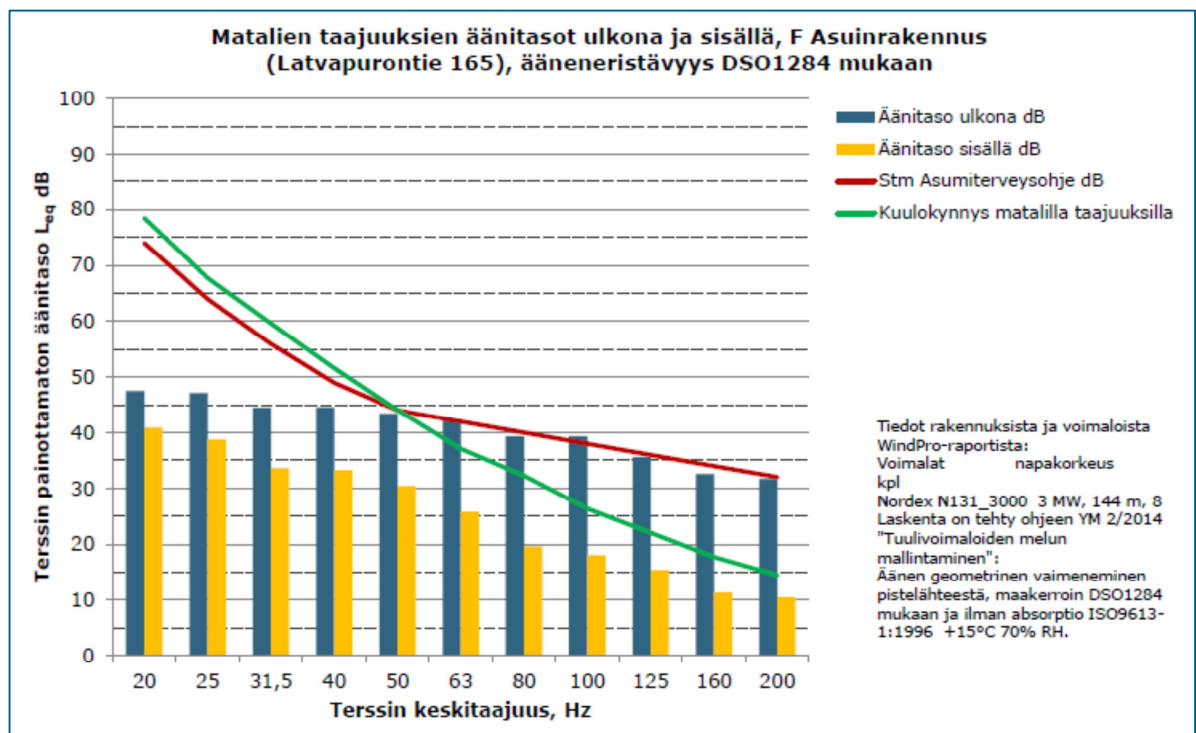


Kuva 6. Matalataajuiset äänitasot sisällä kohteessa D ja vertailu STM:n asumiterveysohjeeseen.

6.10.2014



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



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

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

6.10.2014

asuinrakennusten sisätiloissa. Koska oletusääneneristävyydellä äänitaso on huonoimmillaankin 10 dB ohjearvon alapuolella, on ohjearvon ylittyminen epätodennäköistä huolimatta rakennusten eroista matalien äänien ääneneristävyydessä.

3.3 Varjostusmallinnusten tulokset

Tuulivoimaloiden itäpuolella sijaitsevan asuinrakennuksen "A" varjostustunnit ovat "real case, no forest"-laskenta tulosten perusteella yli 8 tuntia vuodessa. Varjostusvaikutukset ovat vähäisemmät kun alueella kasvava puusto huomioidaan ja jää tällöin alle 8 tuntia vuodessa.

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 Asuinrakennus (Hakkurintie 165)	391 630	6 971 006	177,5	5 x 5	9:26
B Asuinrakennus (Hakkurintie 144)	391 421	6 971 172	180,0	5 x 5	4:16
C Asuinrakennus (Hakkurintie 109)	391 226	6 971 400	178,3	5 x 5	0:00
D Asuinrakennus (Nevantauksentie100)	393 257	6 973 236	181,8	5 x 5	4:31
E Asuinrakennus (Latvapurontie 146)	395 489	6 971 751	157,5	5 x 5	4:59
F Asuinrakennus (Latvapurontie 165)	395 458	6 971 428	165,0	5 x 5	6:41

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 Asuinrakennus (Hakkurintie 165)	391 630	6 971 006	177,5	5 x 5	0:00
B Asuinrakennus (Hakkurintie 144)	391 421	6 971 172	180,0	5 x 5	4:16
C Asuinrakennus (Hakkurintie 109)	391 226	6 971 400	178,3	5 x 5	0:00
D Asuinrakennus (Nevantauksentie100)	393 257	6 973 236	181,8	5 x 5	3:35
E Asuinrakennus (Latvapurontie 146)	395 489	6 971 751	157,5	5 x 5	4:59
F Asuinrakennus (Latvapurontie 165)	395 458	6 971 428	165,0	5 x 5	6:41

Liite 1: Melun leviämismallinnuksen tulokset ISO 9613-2

Project:
8K kaavaluonnos

Printed/Page
23.9.2014 10:24 / 1



Licensed user:
FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666
Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi
Calculated:
23.9.2014 10:23/2.8.579

DECIBEL - Main Result

Calculation: Karstula Mustanlamminmäki 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:

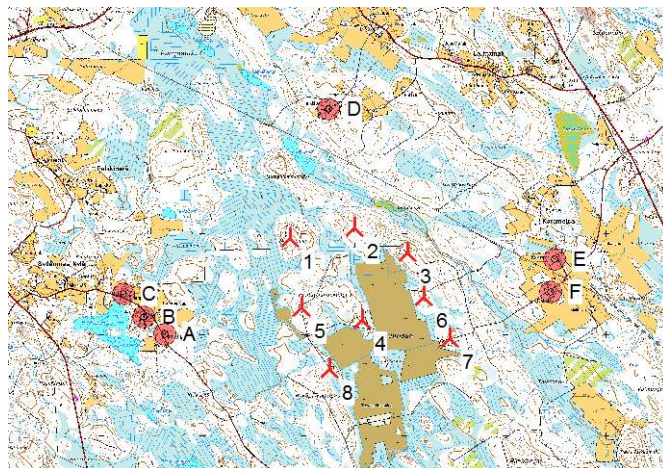
Pure and Impulse tone penalty are added to WTG source noise

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

4,0 m Allow override of model height with height from NSA object

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

0,0 dB(A)



New WTG

Noise sensitive area

WTGs

	Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89				WTG type			Noise data				Wind speed [m/s]	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	392 868	6 971 956	184,8	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
2	393 510	6 972 061	177,5	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
3	394 033	6 971 813	183,1	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
4	393 587	6 971 144	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
5	392 982	6 971 271	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
6	394 196	6 971 374	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	394 456	6 970 962	179,2	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	393 263	6 970 665	182,5	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]	Noise [dB(A)]	Sound Level From WTGs [dB(A)]	Demands fulfilled ? Noise
		East	North	Z [m]					
A	Asuinrakennus (Hakkurintie 165)	391 630	6 971 006	177,5	4,0	40,0	31,9	Yes	
B	Asuinrakennus (Hakkurintie 144)	391 421	6 971 172	180,0	4,0	40,0	30,6	Yes	
C	Asuinrakennus (Hakkurintie 109)	391 226	6 971 400	178,3	4,0	40,0	29,5	Yes	
D	Asuinrakennus (Nevantauksentie100)	393 257	6 973 236	181,8	4,0	40,0	33,1	Yes	
E	Asuinrakennus (Latvapurontie 146)	395 489	6 971 751	157,5	4,0	40,0	32,9	Yes	
F	Asuinrakennus (Latvapurontie 165)	395 458	6 971 428	165,0	4,0	40,0	33,8	Yes	

Distances (m)

WTG	A	B	C	D	E	F
1	1561	1646	1734	1338	2629	2643
2	2155	2270	2378	1202	2004	2049
3	2535	2689	2838	1621	1458	1476
4	1962	2166	2375	2119	1997	1893
5	1378	1564	1761	1984	2553	2481
6	2592	2782	2971	2086	1347	1264
7	2826	3042	3260	2571	1300	1106
8	1668	1910	2166	2571	2477	2324

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

23.9.2014 10:24 / 2

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

23.9.2014 10:23/2.8.579



DECIBEL - Detailed results

Calculation: Karstula Mustanlamminmäki 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 (Hakkurintie 165)

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	1 561	1 568	25,08	104,5	0,00	74,91	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	2 155	2 160	20,90	104,5	0,00	77,69	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	2 535	2 539	18,72	104,5	0,00	79,09	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	1 962	1 967	22,15	104,5	0,00	76,87	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	1 378	1 385	26,63	104,5	0,00	73,83	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	2 592	2 596	18,42	104,5	0,00	79,29	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	2 826	2 829	17,24	104,5	0,00	80,03	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	1 668	1 674	24,24	104,5	0,00	75,48	-	-	0,00	0,00	-	0,00
Sum	31,85											

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: B Asuinrakennus (Hakkurintie 144)

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	1 646	1 652	24,41	104,5	0,00	75,36	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	2 270	2 274	20,22	104,5	0,00	78,14	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	2 689	2 693	17,92	104,5	0,00	79,60	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	2 166	2 170	20,84	104,5	0,00	77,73	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	1 564	1 570	25,06	104,5	0,00	74,92	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	2 782	2 785	17,45	104,5	0,00	79,90	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	3 042	3 045	16,22	104,5	0,00	80,67	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	1 910	1 916	22,49	104,5	0,00	76,65	-	-	0,00	0,00	-	0,00
Sum	30,64											

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: C Asuinrakennus (Hakkurintie 109)

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	1 734	1 741	23,74	104,5	0,00	75,81	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	2 378	2 382	19,59	104,5	0,00	78,54	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	2 838	2 841	17,18	104,5	0,00	80,07	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	2 375	2 380	19,60	104,5	0,00	78,53	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	1 761	1 767	23,54	104,5	0,00	75,95	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	2 971	2 974	16,55	104,5	0,00	80,47	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	3 260	3 263	15,26	104,5	0,00	81,27	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	2 166	2 171	20,84	104,5	0,00	77,73	-	-	0,00	0,00	-	0,00
Sum	29,53											

- Data undefined due to calculation with octave data

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

23.9.2014 10:24 / 3

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

23.9.2014 10:23/2.8.579

DECIBEL - Detailed results

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

Noise sensitive area: D Asuinrakennus (Nevantauksentie100)

		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	1 338	1 345	27,00	104,5	0,00	73,58	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	1 202	1 210	28,31	104,5	0,00	72,65	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	1 621	1 627	24,60	104,5	0,00	75,23	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	2 119	2 123	21,13	104,5	0,00	77,54	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	1 984	1 989	21,99	104,5	0,00	76,97	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	2 086	2 090	21,34	104,5	0,00	77,40	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	2 571	2 574	18,53	104,5	0,00	79,21	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	2 571	2 575	18,53	104,5	0,00	79,22	-	-	0,00	0,00	-	0,00

Sum 33,08

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: E Asuinrakennus (Latvapurontie 146)

		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	2 629	2 634	18,22	104,5	0,00	79,41	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	2 004	2 010	21,86	104,5	0,00	77,06	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	1 458	1 467	25,92	104,5	0,00	74,33	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	1 997	2 003	21,90	104,5	0,00	77,04	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	2 553	2 558	18,62	104,5	0,00	79,16	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	1 347	1 357	26,90	104,5	0,00	73,65	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	1 300	1 310	27,33	104,5	0,00	73,34	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	2 477	2 482	19,03	104,5	0,00	78,90	-	-	0,00	0,00	-	0,00

Sum 32,90

- Data undefined due to calculation with octave data

Noise sensitive area: F Asuinrakennus (Latvapurontie 165)

		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	2 643	2 648	18,15	104,5	0,00	79,46	-	-	0,00	0,00	-	0,00
2	2 049	2 055	21,57	104,5	0,00	77,25	-	-	0,00	0,00	-	0,00
3	1 476	1 485	25,77	104,5	0,00	74,43	-	-	0,00	0,00	-	0,00
4	1 893	1 899	22,60	104,5	0,00	76,57	-	-	0,00	0,00	-	0,00
5	2 481	2 486	19,01	104,5	0,00	78,91	-	-	0,00	0,00	-	0,00
6	1 264	1 273	27,68	104,5	0,00	73,10	-	-	0,00	0,00	-	0,00
7	1 106	1 116	29,28	104,5	0,00	71,96	-	-	0,00	0,00	-	0,00
8	2 324	2 329	19,89	104,5	0,00	78,34	-	-	0,00	0,00	-	0,00

Sum 33,76

- Data undefined due to calculation with octave data

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

23.9.2014 10:24 / 4

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadbäck / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

23.9.2014 10:23/2.8.579



DECIBEL - Assumptions for noise calculation

Calculation: Karstula Mustanlamminmäki 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 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	125	250	500	1000	2000	4000	8000
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 (Hakkurintie 165)-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 (Hakkurintie 144)-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 (Hakkurintie 109)-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 (Nevantauksentie100)-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

23.9.2014 10:24 / 5

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

23.9.2014 10:23/2.8.579



DECIBEL - Assumptions for noise calculation

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

NSA: Asuinrakennus (Latvapurentie 146)-E

Predefined calculation standard:

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

Noise demand: 40,0 dB(A)

Distance demand:

NSA: Asuinrakennus (Latvapurentie 165)-F

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
 23.9.2014 10:24 / 6

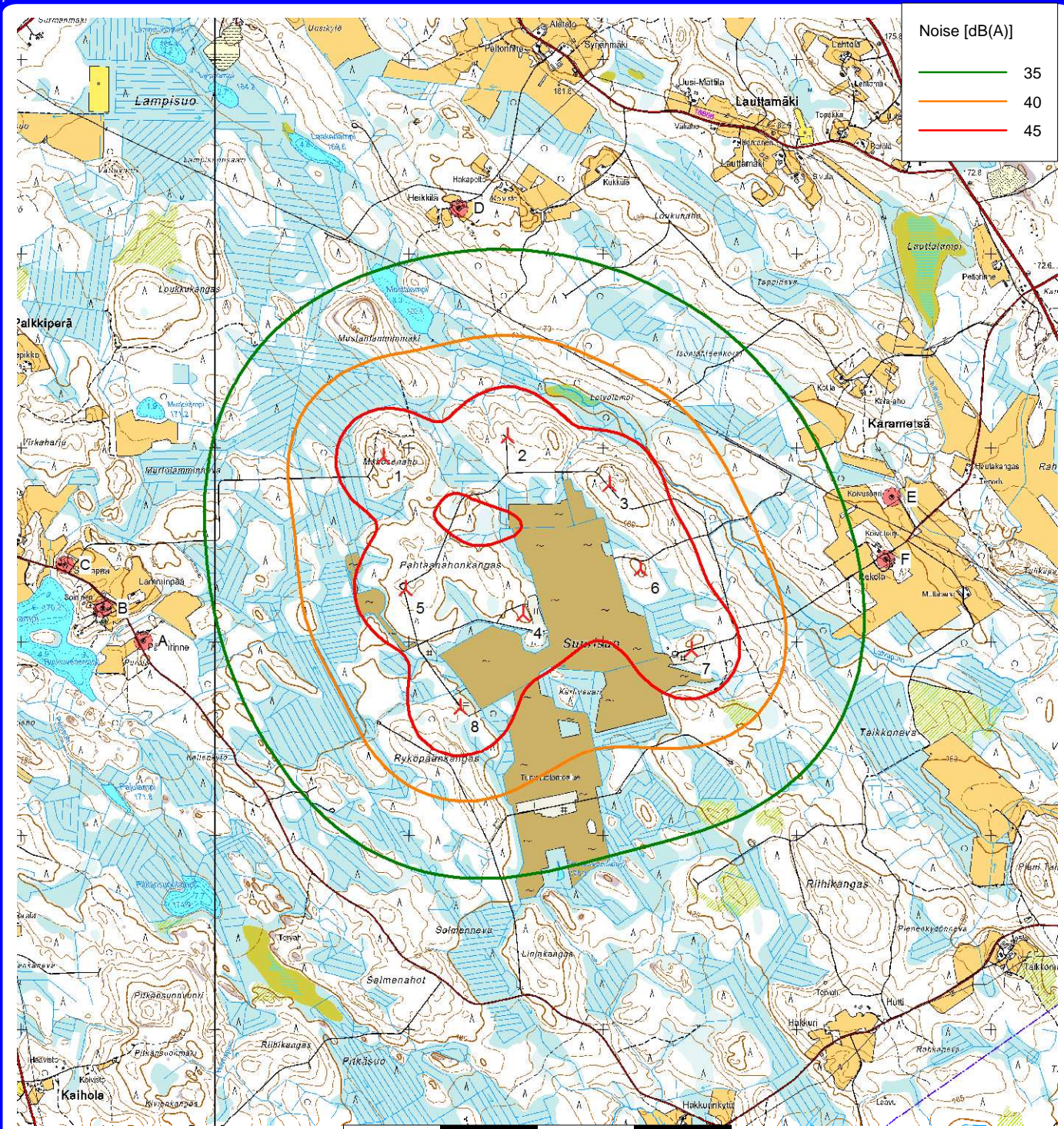
Licensed user:
FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy
 Osmontie 34, PO Box 950
 FI-00601 Helsinki
 +358104095666



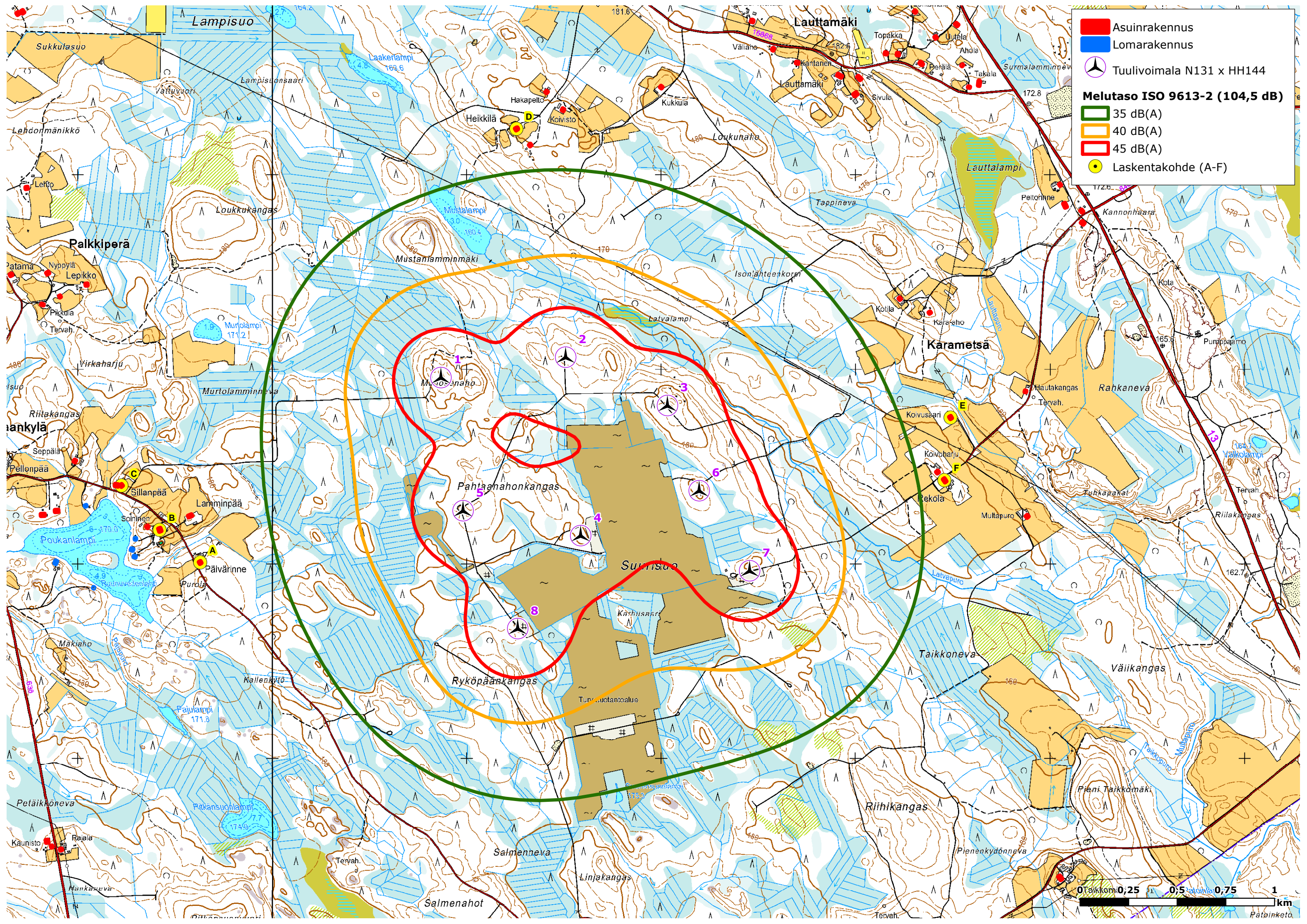
Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi
 Calculated:
 23.9.2014 10:23/2.8.579

DECIBEL - Map 8,0 m/s

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



Map: Mustalamminmäki peruskartat , Print scale 1:30 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 393 662 North: 6 971 363
 ▲ 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

Tuulivoimala N131 x HH144

Melutaso ISO 9613-2 (104,5 dB)

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

Laskentakohde (A-F)



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

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

23.9.2014 11:20 / 1

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadbäck / hans.vadbäck@fcg.fi

Calculated:

23.9.2014 11:20/2.8.579

FCG

SUUNNITTELU JA TEKNIikka

SHADOW - Main Result

Calculation: Karstula Mustalamminmäki 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
521	529	328	508	620	824	906	1 123	785	878	965	594	8 581

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

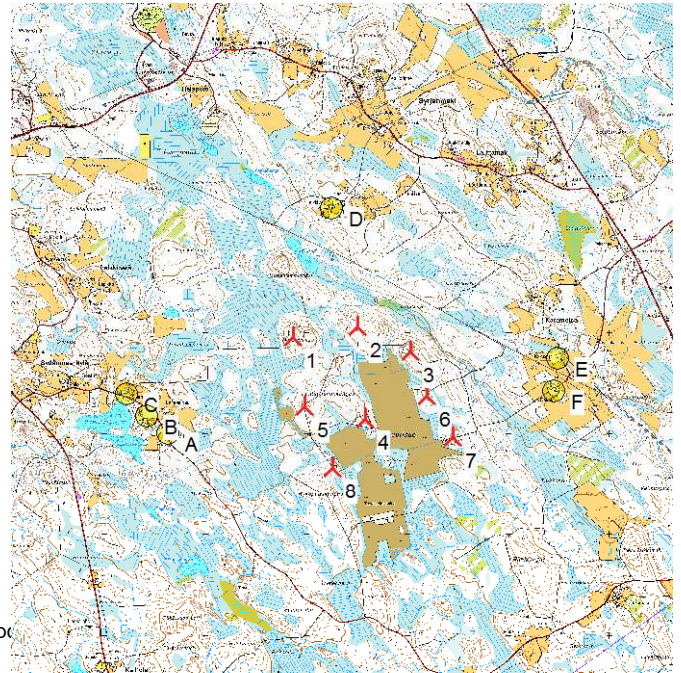
A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:

Height contours used: Height Contours: 8K_Karstula_height_contourlines.wpr

Obstacles used in calculation

Eye height: 2,0 m

Grid resolution: 10,0 m



New WTG

Scale 1:75 000

Shadow receptor

WTGs

	Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89				WTG type				Shadow data			
	East	North	Z	Row data/Description	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM [RPM]
			[m]									
1	392 868	6 971 956	184,8	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
2	393 510	6 972 061	177,5	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
3	394 033	6 971 813	183,1	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
4	393 587	6 971 144	180,0	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
5	392 982	6 971 271	185,0	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
6	394 196	6 971 374	180,0	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
7	394 456	6 970 962	179,2	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
8	393 263	6 970 665	182,5	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	Height [m]						
A	Asuinrakennus (Hakkurintie 165)	391 630	6 971 006	177,5	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
B	Asuinrakennus (Hakkurintie 144)	391 421	6 971 172	180,0	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
C	Asuinrakennus (Hakkurintie 109)	391 226	6 971 400	178,3	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
D	Asuinrakennus (Nevantauksentie 100)	393 257	6 973 236	181,8	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
E	Asuinrakennus (Latvapuronatie 146)	395 489	6 971 751	157,5	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	
F	Asuinrakennus (Latvapuronatie 165)	395 458	6 971 428	165,0	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"	

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

23.9.2014 11:20 / 2

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadbäck / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

23.9.2014 11:20/2.8.579



SHADOW - Main Result

Calculation: Karstula Mustalamminmäki 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 (Hakkurintie 165)	9:26	
B	Asuinrakennus (Hakkurintie 144)	4:16	
C	Asuinrakennus (Hakkurintie 109)	0:00	
D	Asuinrakennus (Nevantauksentie 100)	4:31	
E	Asuinrakennus (Latvapuron tie 146)	4:59	
F	Asuinrakennus (Latvapuron tie 165)	6:41	

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) (184)	50:36	10:05
2	NORDEX N131/3000	3000	131.0	!O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (185)	23:34	2:00
3	NORDEX N131/3000	3000	131.0	!O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (186)	26:08	4:48
4	NORDEX N131/3000	3000	131.0	!O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (187)	0:00	0:00
5	NORDEX N131/3000	3000	131.0	!O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (188)	17:03	4:07
6	NORDEX N131/3000	3000	131.0	!O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (189)	19:20	3:53
7	NORDEX N131/3000	3000	131.0	!O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (190)	23:58	3:51
8	NORDEX N131/3000	3000	131.0	!O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (191)	5:38	1:07

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

23.9.2014 11:20 / 3

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

23.9.2014 11:20/2.8.579

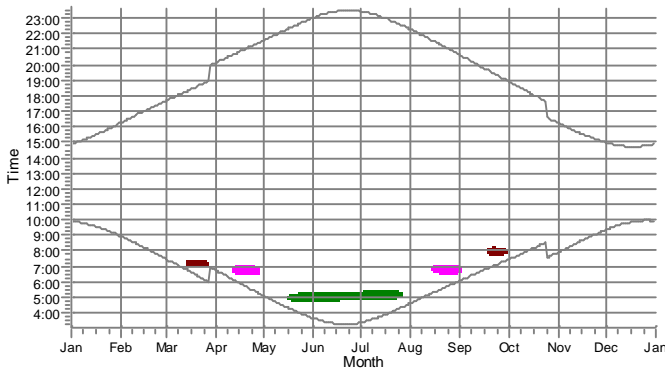


SUUNNITTELU JA TEKNIikka

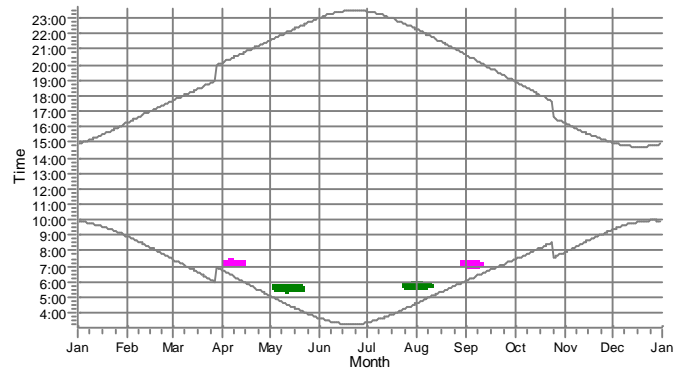
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Karstula Mustalamminmäki N131 x 8 x HH144 "real case, no forest"

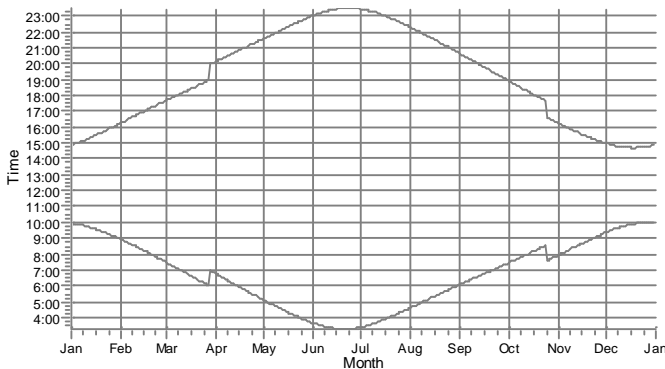
A: Asuinrakennus (Hakkurintie 165)



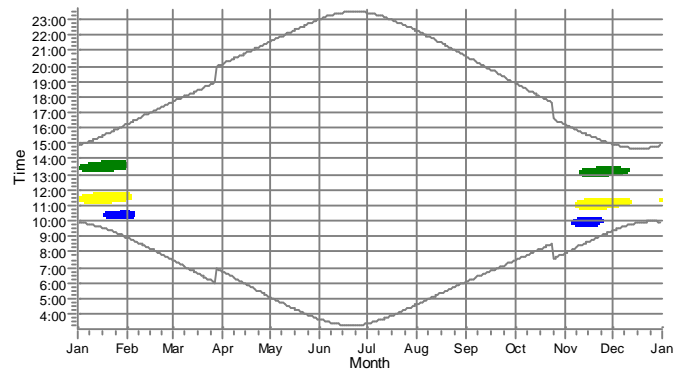
B: Asuinrakennus (Hakkurintie 144)



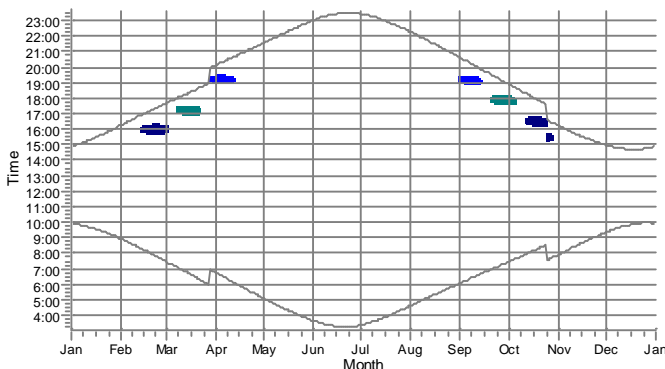
C: Asuinrakennus (Hakkurintie 109)



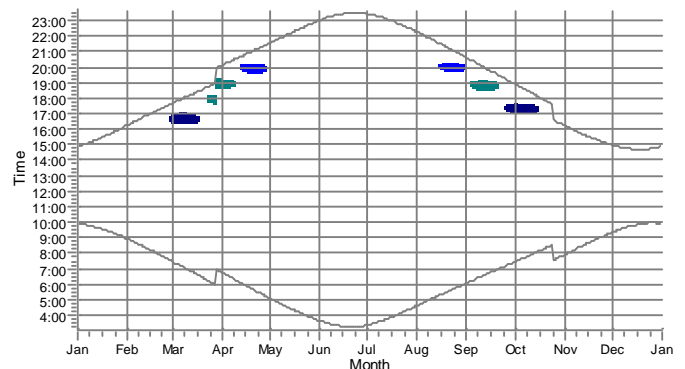
D: Asuinrakennus (Nevantauksentie 100)



E: Asuinrakennus (Latvapurentie 146)



F: Asuinrakennus (Latvapurentie 165)



WTGs

- 1: NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O! hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (184)
- 2: NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O! hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (185)
- 3: NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O! hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (186)
- 5: NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O! hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (188)
- 6: NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O! hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (189)
- 7: NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O! hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (190)
- 8: NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O! hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (191)

Project:
8K kaavaluonnos

Printed/Page
23.9.2014 11:20 / 4

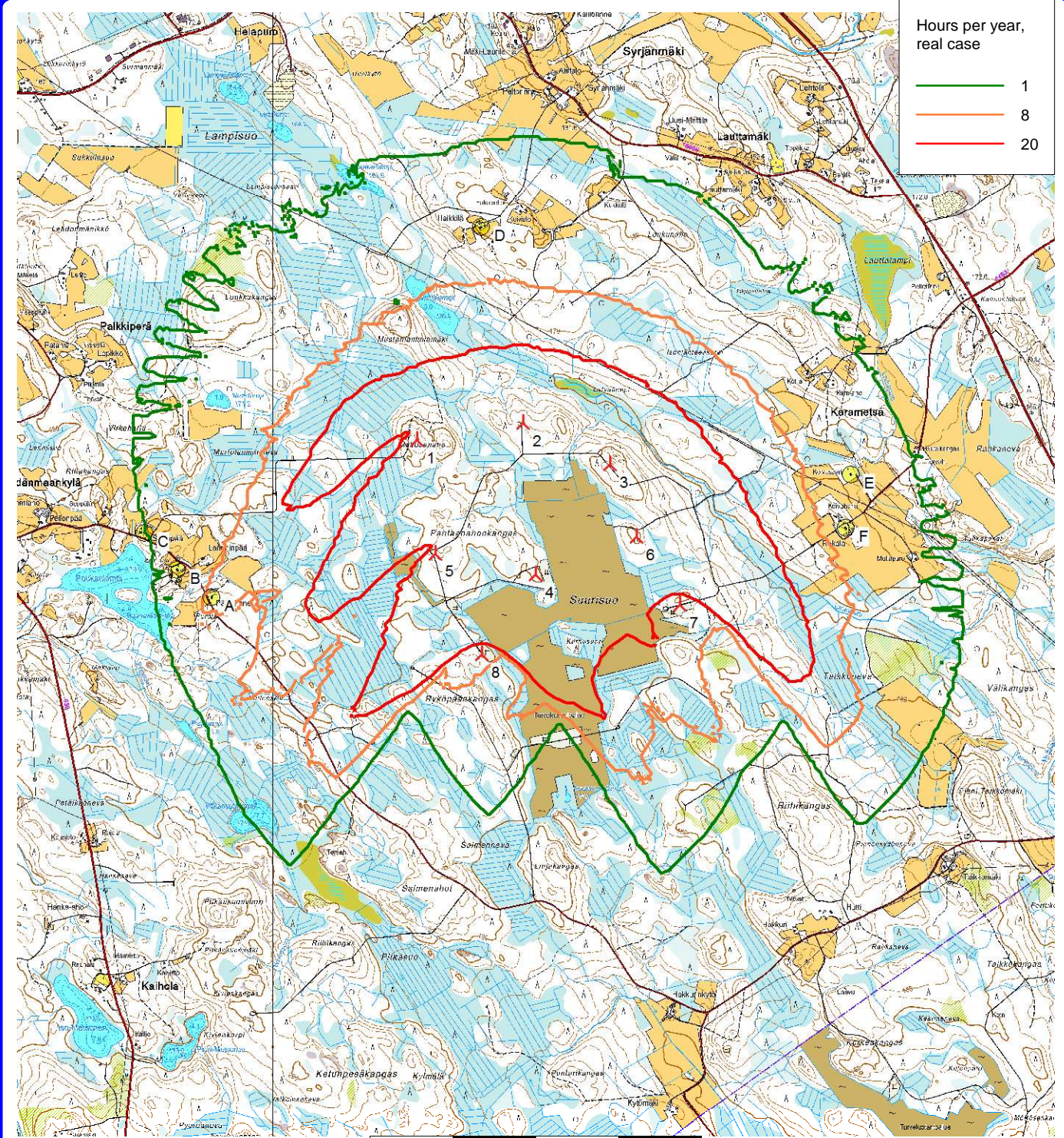
Licensed user:
FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666



Hans Vadbäck / hans.vadbäck@fcg.fi
Calculated:
23.9.2014 11:20/2.8.579

SHADOW - Map

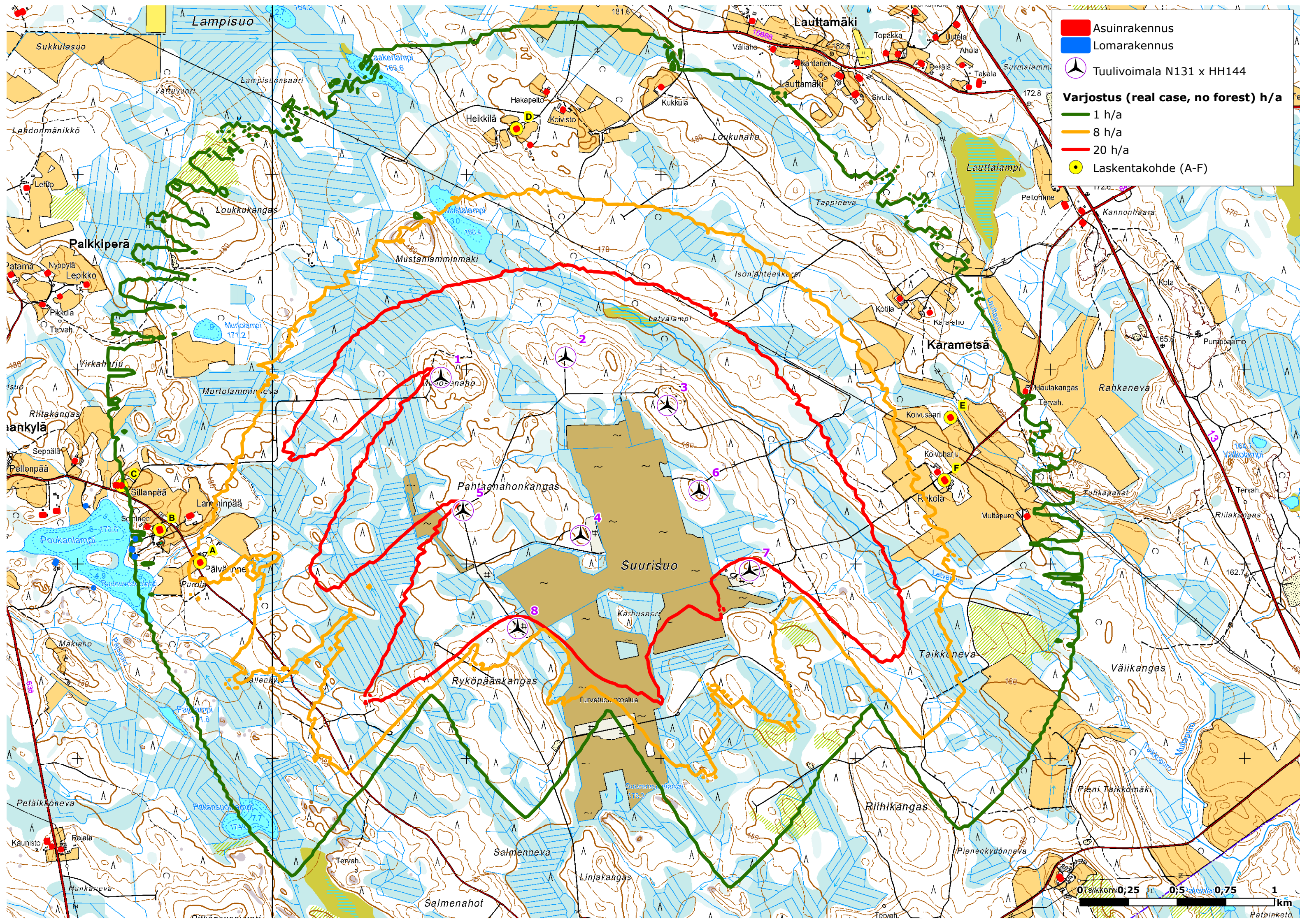
Calculation: Karstula Mustalamminmäki N131 x 8 x HH144 "real case, no forest"



Map: Mustalamminmäki peruskartat , Print scale 1:35 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 393 587 North: 6 971 144

▲ New WTG ● Shadow receptor

Flicker map level: Height Contours: 8K_Karstula_height_contourlines.wpo (5)



Asuinrakennus
Lomarakennus
Tuulivoimala N131 x HH144

Varjostus (real case, no forest) h/a
1 h/a
8 h/a
20 h/a
Laskentakohde (A-F)



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

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

29.9.2014 16:36 / 1

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

29.9.2014 16:28/2.8.579



SUUNNITTELU JA TEKNIikka

SHADOW - Main Result

Calculation: Karstula Mustalamminmäki 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
521	529	328	508	620	824	906	1123	785	878	965	594	8581

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

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
Height contours used: Height Contours: 8K_Karstula_height_contourlines.wpc

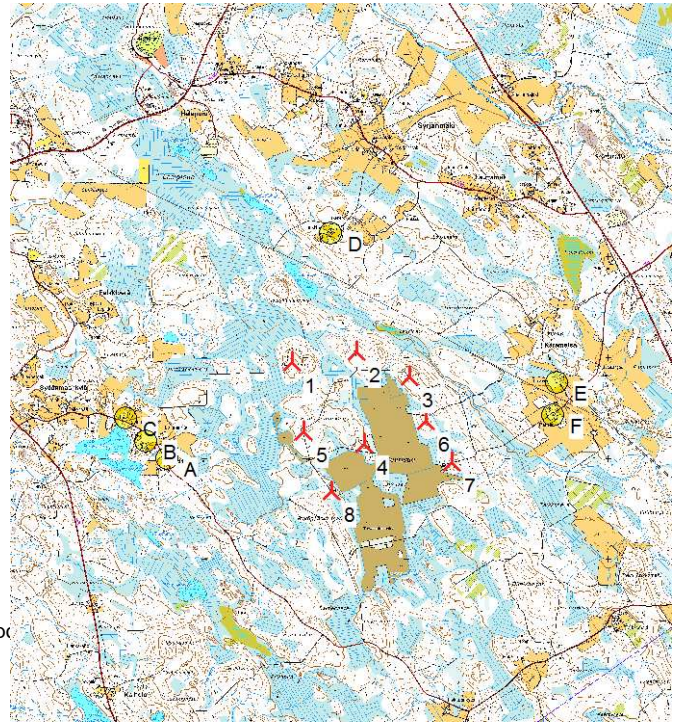
Area object(s) used in calculation:

8K_roughness_areas

Obstacles used in calculation

Eye height: 2,0 m

Grid resolution: 10,0 m



New WTG

Scale 1:75 000

Shadow receptor

WTGs

No.	Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89			Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
	East	North	Z [m]		Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	392 868	6 971 956	184,8	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
2	393 510	6 972 061	177,5	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
3	394 033	6 971 813	183,1	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
4	393 587	6 971 144	180,0	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
5	392 982	6 971 271	185,0	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
6	394 196	6 971 374	180,0	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
7	394 456	6 970 962	179,2	NORDEX N131/3000 3000 131....	Yes	NORDEX	N131/3000-3 000	3 000	131,0	144,0	1 721	10,3
8	393 263	6 970 665	182,5	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]						
A	Asuinrakennus (Hakkurintie 165)	391 630	6 971 006	177,5	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"
B	Asuinrakennus (Hakkurintie 144)	391 421	6 971 172	180,0	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"
C	Asuinrakennus (Hakkurintie 109)	391 226	6 971 400	178,3	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"
D	Asuinrakennus (Nevantauksentie 100)	393 257	6 973 236	181,8	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"
E	Asuinrakennus (Latvapurontie 146)	395 489	6 971 751	157,5	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"
F	Asuinrakennus (Latvapurontie 165)	395 458	6 971 428	165,0	5,0	5,0	2,0	0,0	90,0	"Green house mode"

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

29.9.2014 16:36 / 2

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadbäck / hans.vadback@fcg.fi

Calculated:

29.9.2014 16:28/2.8.579



SHADOW - Main Result

Calculation: Karstula Mustalamminmäki 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 (Hakkurintie 165)	0:00	
B	Asuinrakennus (Hakkurintie 144)	4:16	
C	Asuinrakennus (Hakkurintie 109)	0:00	
D	Asuinrakennus (Nevantauksentie 100)	3:35	
E	Asuinrakennus (Latvapuron tie 146)	4:59	
F	Asuinrakennus (Latvapuron tie 165)	6:41	

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)	(184)	28:59	4:16
2	NORDEX N131/3000	3000	131.0 !O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(185)	23:34	1:59
3	NORDEX N131/3000	3000	131.0 !O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(186)	16:37	3:54
4	NORDEX N131/3000	3000	131.0 !O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(187)	0:00	0:00
5	NORDEX N131/3000	3000	131.0 !O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(188)	7:00	1:36
6	NORDEX N131/3000	3000	131.0 !O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(189)	19:20	3:53
7	NORDEX N131/3000	3000	131.0 !O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(190)	23:58	3:51
8	NORDEX N131/3000	3000	131.0 !O!	hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m)	(191)	0:00	0:00

Project:

8K kaavaluonnos

Printed/Page

29.9.2014 16:36 / 3

Licensed user:

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osmontie 34, PO Box 950

FI-00601 Helsinki

+358104095666

Hans Vadbäck / hans.vadbäck@fcg.fi

Calculated:

29.9.2014 16:28/2.8.579

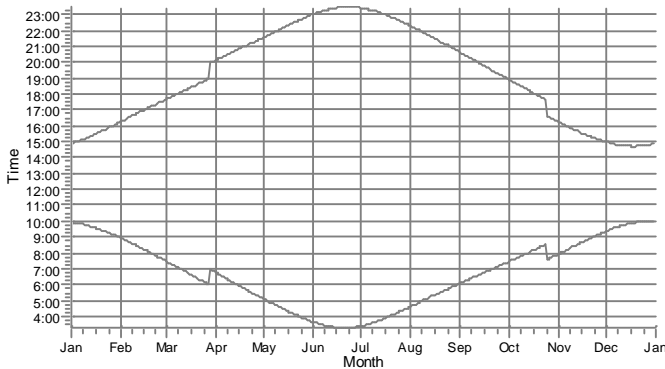


SUUNNITTELU JA TEKNIikka

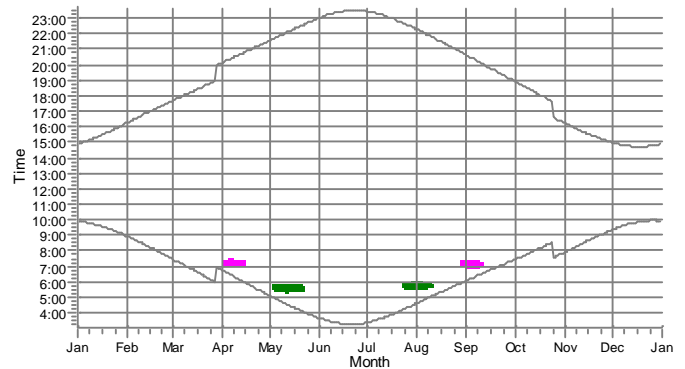
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Karstula Mustalamminmäki N131 x 8 x HH144 "forest 20-20-15"

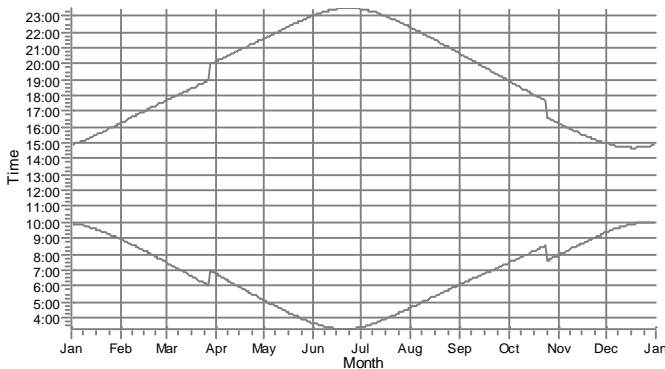
A: Asuinrakennus (Hakkurintie 165)



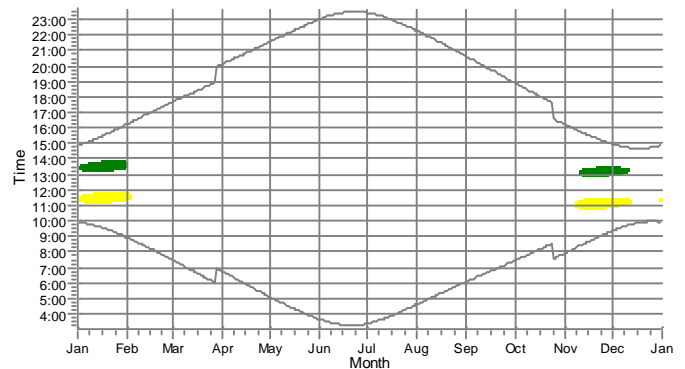
B: Asuinrakennus (Hakkurintie 144)



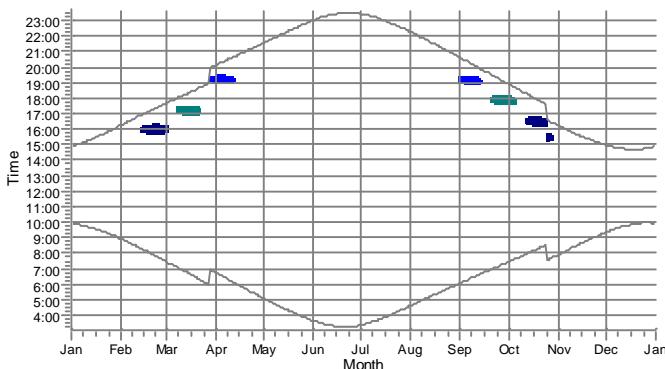
C: Asuinrakennus (Hakkurintie 109)



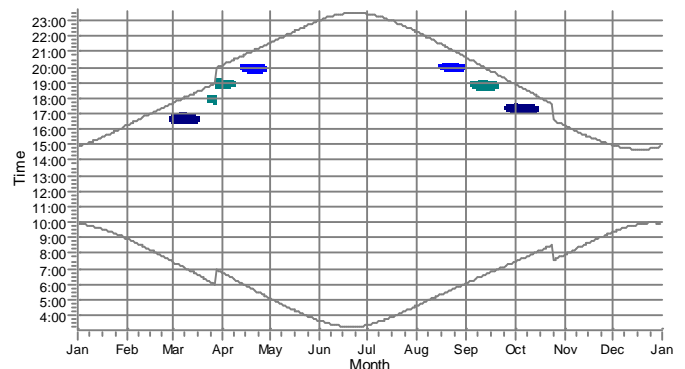
D: Asuinrakennus (Nevantauksentie 100)



E: Asuinrakennus (Latvapurentie 146)



F: Asuinrakennus (Latvapurentie 165)



WTGs

- 1: NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O! hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (184)
- 2: NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O! hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (185)
- 3: NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O! hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (186)
- 5: NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O! hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (188)
- 6: NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O! hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (189)
- 7: NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O! hub: 144,0 m (TOT: 209,5 m) (190)

Project:
8K kaavaluonnos

Printed/Page
29.9.2014 16:36 / 4

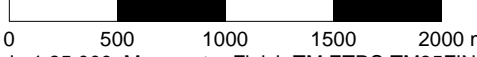
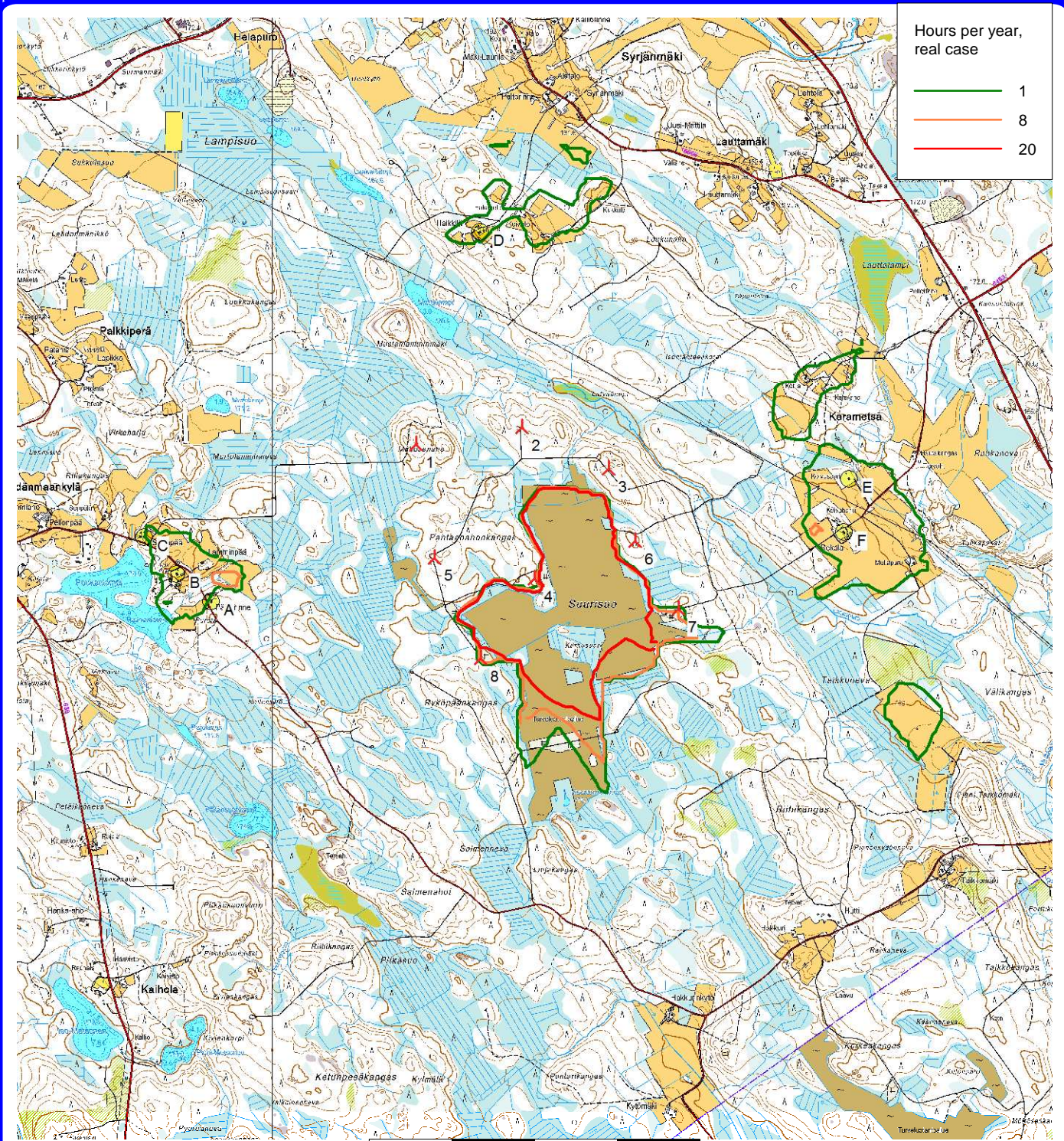
Licensed user:
FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy
Osmontie 34, PO Box 950
FI-00601 Helsinki
+358104095666



Hans Vadback / hans.vadback@fcg.fi
Calculated:
29.9.2014 16:28/2.8.579

SHADOW - Map

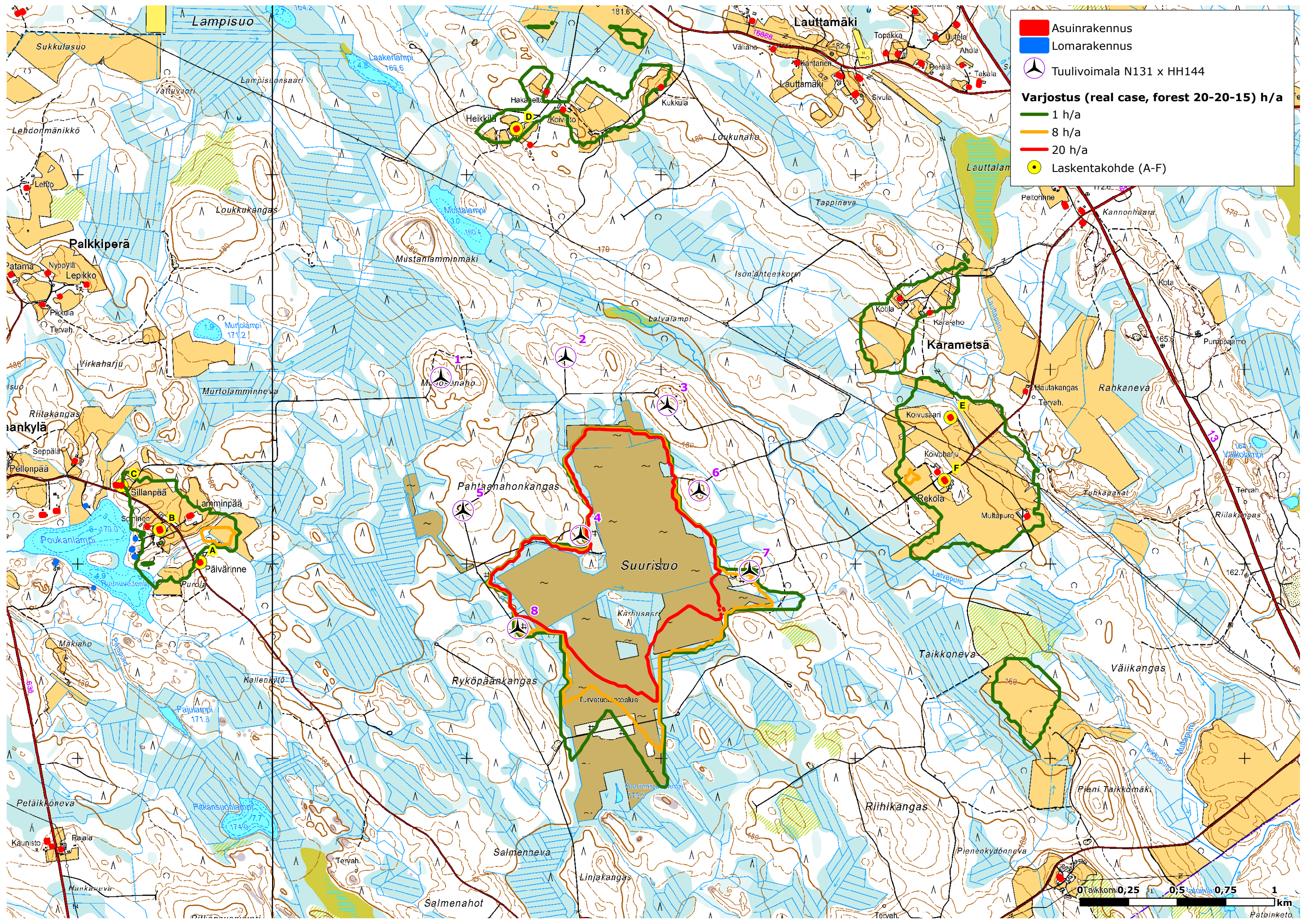
Calculation: Karstula Mustalamminmäki N131 x 8 x HH144 "forest 20-20-15"



Map: Mustalamminmäki peruskartat , Print scale 1:35 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 393 587 North: 6 971 144

New WTG Shadow receptor

Flicker map level: Height Contours: 8K_Karstula_height_contourlines.wpo (5)



Asuinrakennus
Lomarakennus
Tuulivoimala N131 x HH144
Varjostus (real case, forest 20-20-15) h/a
1 h/a
8 h/a
20 h/a
Laskentakohte (A-F)



■ Asuinrakennus
■ Lomarakennus
⊗ Tuulivoimala N131 x HH144
Varjostus (real case, forest 20-20-15) h/a
— 1 h/a
— 8 h/a
— 20 h/a
● Laskentakohde (A-F)

