



Nuolivaaran tuulipuistohanke

Varjon vilkuntamallinnus

wpd Finland Oy

Päivitetty versio 26.11.2018

1. Johdanto

wpd Finland Oy suunnittelee tuulipuiston rakentamista Kemijärven Nuolivaaran ja Sallan Kuninkaankuusikon alueelle. Tuulivoimaloiden suunniteltu kokonaiskorkeus maanpinnasta olisi 250 metriä. Koska tuulivoimala on muusta ympäristöstä huomattavasti korkeammalle kohoava rakenne, se aiheuttaa myös pitkälle lankeavia varjoja. Tuulivoimalan roottorin pyöriessä myös sen heittämä varjo liikkuu, ja tästä liikkuvasta varjosta voi aurinkoisella säällä aiheutua häiritsevää vilkuntaa, jota kutsutaan yleisesti varjon vilkunnaksi tai välkevaikutukseksi. Vilkunnan esiintymiseen ja sen määrään vaikuttavat etäisyys tuulivoimalasta, auringon asema tuulivoimalaan ja katselupisteeseen nähden, sääolosuhteet sekä mahdolliset näköesteet kuten puut ja rakennukset.

Tässä raportissa esitetään Nuolivaaran tuulipuistohankkeen varjovälkemallinnus ja tarkastellaan varjon välkkeen vaikutuksia lähimmissä asuin- ja lomarakennuksissa.

2. Lähtötiedot

Suomessa ei ole käytössä suunnitteluohjeita tuulivoimalan varjon vilkunnan määrälle tai kestolle. Ympäristöministeriö suosittelee hyödyntämään muiden maiden ohjeistuksia välkkeen rajoittamisesta (Ympäristöministeriö 2016). Saksassa ohjearvo on worst case-tilanteessa 30 tuntia vuodessa ja 30 minuuttia päivässä. Tanskassa real case-tilanteessa ohjearvo on kymmenen tuntia vuodessa. Ruotsissa vastaava suositus on kahdeksan tuntia vuodessa ja 30 minuuttia päivässä.

Varjovälkemallinnuksessa on tarkasteltu yleiskaavan luonnoksen ohjeellisten voimalasijaintien mukaista tilannetta. Kaavaluonnoksessa on 17 tuulivoimalaa joiden napakorkeus on 175 metriä ja roottorin halkaisija 150 metriä. Mallinnuksessa tarkasteltu voimalatyyppi on Vestas V150 4200.

Välkevaikutusta on arvioitu kahdella eri tavalla: teoreettisella maksimimäärällä (worst case) ja todennäköisellä todellisella tilanteella (real case). Worst case-laskennassa oletetaan, että voimalat pyörivät jatkuvasti, voimalan roottori on aina kohtisuoraan katselupisteeseen nähden ja aurinko paistaa koko ajan auringonnoususta auringonlaskuun. Real case-laskennassa otetaan huomioon alueen auringonpaistetunnit ja tuulisuustiedot. Laskennassa käytetyt auringonpaistetunnit ovat Sodankylän Lapin ilmatieteellisen tutkimuskeskuksen normaalijaksolta 1981-2010 (Taulukko 1). Etäisyys tutkimusasemalta hankealueelle on noin 77 km. Alueen tuulisuustiedot ovat peräisin tuulimittauksista, jotka on kerätty SODAR AQS 500-laitteella pisteessä N 7416454 E 537729 (ETRS-TM35FIN). Tuulidataa kerättiin vuoden verran, marraskuusta 2016 marraskuuhun 2017.

Taulukko 1. Keskimääräiset päivittäiset auringonpaistetunnit Sodankylän ilmatieteellisessä tutkimuskeskuksessa normaalikaudella 1981-2011.

Kuukausi	tamm	helmi	maalis	huhti	touko	kesä	heinä	elo	syys	loka	marras	joulu
h/vrk	0,42	2,18	4,13	6,63	7,26	8,70	7,90	5,52	3,50	1,84	0,67	0,03

3. Mallinnus

Suomessa ei ole käytössä erityistä ohjeistusta tuulivoimalan varjon vilkunnan mallintamiseen. Tässä raportissa esitellyn mallinnuksen parametrien valinnassa on käytetty saksalaisen Mecklenburg-Vorpommernin osavaltion ympäristöministeriön antamaa ohjeistusta (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie, Mecklenburg-Vorpommern, 2017). Laskennan parametrit on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 2).

Ohjeistuksen mukaan laskenta rajoitetaan niihin aikoihin, kun auringon kulma horisontin yläpuolella on vähintään kolme astetta. Tätä matalammalla valon taittuminen ilmakehässä on niin suurta, että varjoja ei

voida katsoa syntyvän. Laskentaetäisyys voimalasta häiriintyvään kohteeseen määritellään puolestaan siten, että lavan tulee peittää vähintään 20 % auringon pinta-alasta, jotta varjon voidaan katsoa syntyvän.

Taulukko 2. Laskennan parametrit

Auringon vähimmäiskulma horisontin yläpuolella	3 °
Laskentaetäisyys (lavan pituudesta riippuvainen)	1 900 m
Laskentaverkon vaakaresoluutio	10 m
Korkeusmalli	2 m (Maanmittauslaitos)
Katselukorkeus	1,5 m

Mallinnus on tehty WindPro 3.2 -ohjelman SHADOW-moduulilla. Se ottaa huomioon voimaloiden ja reseptoripisteiden sijainnin, alueen korkeusmallin ja auringon aseman sekä real case-laskennassa myös tuulen nopeus- ja suuntajakauman sekä auringonpaistetiedot. Ohjelma laskee voimaloiden kuhunkin reseptoripisteeseen aiheuttaman varjon koko kalenterivuodelle minuutin tarkkuudella. Mikäli voimala ei korkeusmallin perusteella näkyisi jollekin alueelle, ei välkevaikutusta silloin katsota syntyvän.

Reseptoripisteiksi on valittu suunniteltua tuulipuistoa lähimmät asunnot ja loma-asunnot noin neljän kilometrin etäisyydellä, yhteensä 8 kpl (HH 01-02 ja RH 01-06). Talot on mallinnettu nk. "kasvihuoneina", eli laskennassa ei ole huomioitu talojen ikkunoiden kokoa ja suuntauksia. Tällöin välkevaikutuksen katsotaan syntyvän aina varjon ulottuessa reseptoripisteen kohdalle. Reseptoripisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.

Laskennassa ei ole huomioitu puuston aiheuttamaa estevaikutusta. Todellisuudessa puusto muodostaa monin paikoin näköesteen tuulivoimalalle. Mikäli voimala ei näy, ei siitä aiheudu myöskään varjon välkettä katselupisteeseen. Tämän vuoksi myös real case-laskenta liioittelee välkevaikutusta jonkin verran.

4. Tulokset

Tuulivoimaloiden välittömässä läheisyydessä välkevaikutusta esiintyy runsaasti. Vaikutus vähenee, kun siirrytään kauemmas voimaloista (Liite 2, Liite 3). Vaikutus painottuu etenkin voimaloiden itä-, pohjois- ja länsipuolille johtuen auringon asemasta pohjoisella pallonpuoliskolla.

Mallinnuksen perusteella Nuolivaaraan suunnitelluista tuulivoimaloista ei aiheutuisi välkevaikutusta yhteenkään reseptoripisteeseen. Kaikki reseptoripisteet sijaitsevat niin etäällä voimaloista, että välkevaikutusta ei voida katsoa syntyvän. Mallinnuksen tulokset on esitetty tarkemmin liitteissä.

5. Kirjallisuus

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie, Mecklenburg-Vorpommern. Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise). <https://www.lung.mv-regierung.de/dateien/wea_schattenwurf_hinweise.pdf> Viitattu 2.10.2017.

Ympäristöministeriö (2016). Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016.

6. Liitteet

1. Mallinnuksen lähtötiedot ja tulokset worst case
2. Mallinnuksen lähtötiedot ja tulokset real case
3. Kartta worst case
4. Kartta real case

SHADOW - Main Result

Calculation: MP proposal, 17xV150 @175m, RC

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

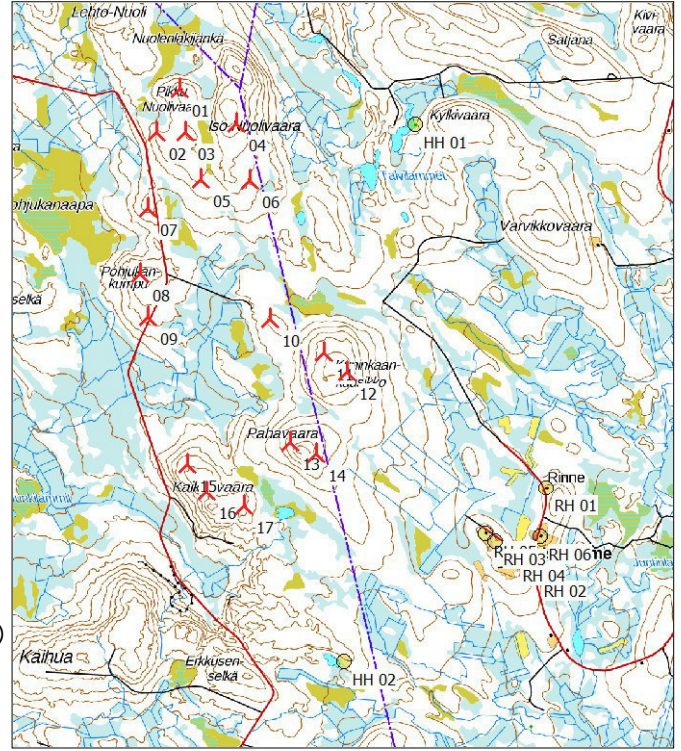
Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
0,42 2,18 4,13 6,63 7,26 8,70 7,90 5,52 3,50 1,84 0,67 0,03

Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:
NUOL LTC SODAR data @175m

Operational time
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
872 670 510 604 581 681 672 1.245 1.095 623 411 604 8.568
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: Elevation Grid Data Object: NUOL_EMDGrid_0.wpg (1)
Obstacles used in calculation
Eye height for map: 1,5 m
Grid resolution: 10,0 m

All coordinates are in
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89



Scale 1:100.000
New WTG
Shadow receptor

WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM [RPM]
			[m]									
01	537.824	7.418.926	280,9	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
02	537.523	7.418.364	269,2	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
03	537.902	7.418.364	279,3	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
04	538.574	7.418.480	297,1	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
05	538.107	7.417.744	269,4	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
06	538.759	7.417.724	268,4	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
07	537.403	7.417.354	251,3	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
08	537.303	7.416.487	255,4	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
09	537.410	7.415.923	234,1	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
10	539.016	7.415.897	241,2	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
11	539.737	7.415.456	276,1	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
12	540.042	7.415.202	273,4	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
13	539.294	7.414.276	276,8	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
14	539.633	7.414.114	277,1	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
15	537.924	7.413.973	249,2	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
16	538.178	7.413.613	248,3	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
17	538.678	7.413.418	251,6	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4

Shadow receptor-Input

No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]		[m]
HH 01	HH 01	540.937	7.418.458	208,6	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	2,0
HH 02	HH 02	539.997	7.411.368	224,5	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	2,0
RH 01	RH 01	542.667	7.413.658	210,8	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	2,0
RH 02	RH 02	542.532	7.412.529	206,5	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	2,0
RH 03	RH 03	541.987	7.412.952	220,6	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	2,0
RH 04	RH 04	542.253	7.412.732	220,8	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	2,0

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: MP proposal, 17xV150 @175m, RC

...continued from previous page

No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]		[m]
RH 05	RH 05	541.869	7.413.054	223,1	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	2,0
RH 06	RH 06	542.590	7.413.011	212,8	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	2,0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	Shadow hours per year [h/year]
HH 01	HH 01	0:00	0	0:00	0:00	0:00
HH 02	HH 02	0:00	0	0:00	0:00	0:00
RH 01	RH 01	0:00	0	0:00	0:00	0:00
RH 02	RH 02	0:00	0	0:00	0:00	0:00
RH 03	RH 03	0:00	0	0:00	0:00	0:00
RH 04	RH 04	0:00	0	0:00	0:00	0:00
RH 05	RH 05	0:00	0	0:00	0:00	0:00
RH 06	RH 06	0:00	0	0:00	0:00	0:00

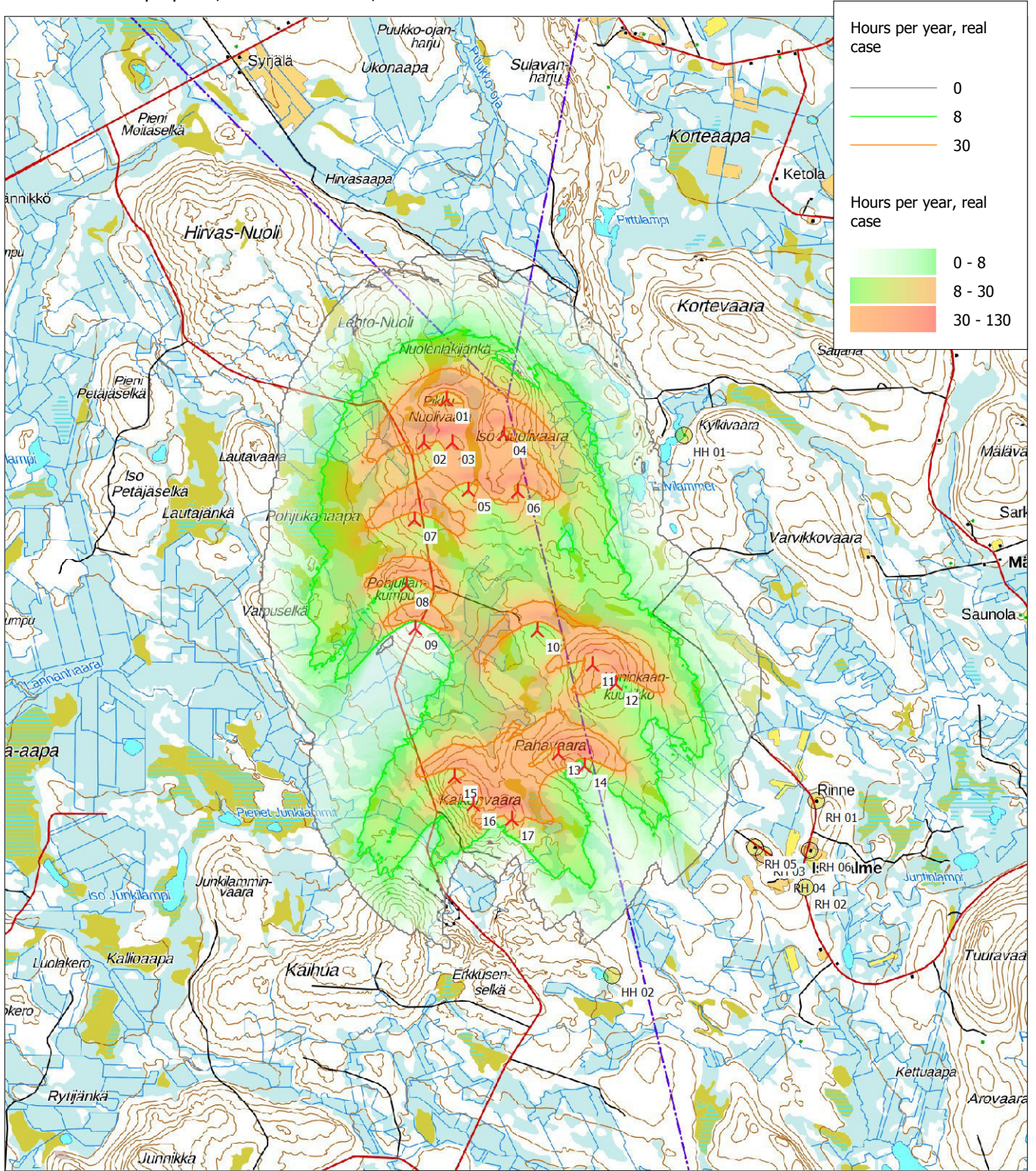
Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
01	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (2)	0:00	0:00
02	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (1)	0:00	0:00
03	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (3)	0:00	0:00
04	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (4)	0:00	0:00
05	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (6)	0:00	0:00
06	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (7)	0:00	0:00
07	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (5)	0:00	0:00
08	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (8)	0:00	0:00
09	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (9)	0:00	0:00
10	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (10)	0:00	0:00
11	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (11)	0:00	0:00
12	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (12)	0:00	0:00
13	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (13)	0:00	0:00
14	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (14)	0:00	0:00
15	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (15)	0:00	0:00
16	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (16)	0:00	0:00
17	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (17)	0:00	0:00

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

SHADOW - Map

Calculation: MP proposal, 17xV150 @175m, RC



Map: T100 , Print scale 1:75.000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 538.739 North: 7.416.384

New WTG

Shadow receptor

Flicker map level: Elevation Grid Data Object: NUOL_EMDGrid_0.wpg (1)

SHADOW - Main Result

Calculation: MP proposal, 17xV150 @175m, WC

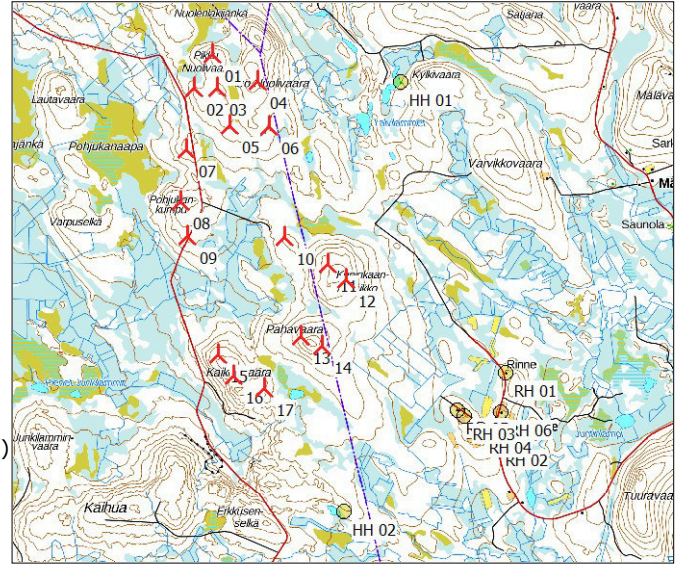
Assumptions for shadow calculations

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
The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:
The sun is shining all the day, from sunrise to sunset
The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun
The WTG is always operating

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: Elevation Grid Data Object: NUOL_EMDGrid_0.wpg (1)
Obstacles used in calculation
Eye height for map: 1,5 m
Grid resolution: 10,0 m

All coordinates are in
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89



Scale 1:125.000
New WTG Shadow receptor

WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM [RPM]
			[m]									
01	537.824	7.418.926	280,9	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
02	537.523	7.418.364	269,2	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
03	537.902	7.418.364	279,3	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
04	538.574	7.418.480	297,1	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
05	538.107	7.417.744	269,4	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
06	538.759	7.417.724	268,4	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
07	537.403	7.417.354	251,3	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
08	537.303	7.416.487	255,4	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
09	537.410	7.415.923	234,1	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
10	539.016	7.415.897	241,2	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
11	539.737	7.415.456	276,1	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
12	540.042	7.415.202	273,4	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
13	539.294	7.414.276	276,8	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
14	539.633	7.414.114	277,1	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
15	537.924	7.413.973	249,2	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
16	538.178	7.413.613	248,3	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4
17	538.678	7.413.418	251,6	VESTAS V150-4.2 (3rd o...	Yes	VESTAS	V150-4.2 (3rd oct)-4.200	4.200	150,0	175,0	1.900	10,4

Shadow receptor-Input

No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]		[m]
HH 01	HH 01	540.937	7.418.458	208,6	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	2,0
HH 02	HH 02	539.997	7.411.368	224,5	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	2,0
RH 01	RH 01	542.667	7.413.658	210,8	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	2,0
RH 02	RH 02	542.532	7.412.529	206,5	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	2,0
RH 03	RH 03	541.987	7.412.952	220,6	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	2,0
RH 04	RH 04	542.253	7.412.732	220,8	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	2,0
RH 05	RH 05	541.869	7.413.054	223,1	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	2,0
RH 06	RH 06	542.590	7.413.011	212,8	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"	2,0

SHADOW - Main Result

Calculation: MP proposal, 17xV150 @175m, WC

Calculation Results

Shadow receptor

Shadow, worst case

No.	Name	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]
HH 01	HH 01	0:00	0	0:00
HH 02	HH 02	0:00	0	0:00
RH 01	RH 01	0:00	0	0:00
RH 02	RH 02	0:00	0	0:00
RH 03	RH 03	0:00	0	0:00
RH 04	RH 04	0:00	0	0:00
RH 05	RH 05	0:00	0	0:00
RH 06	RH 06	0:00	0	0:00

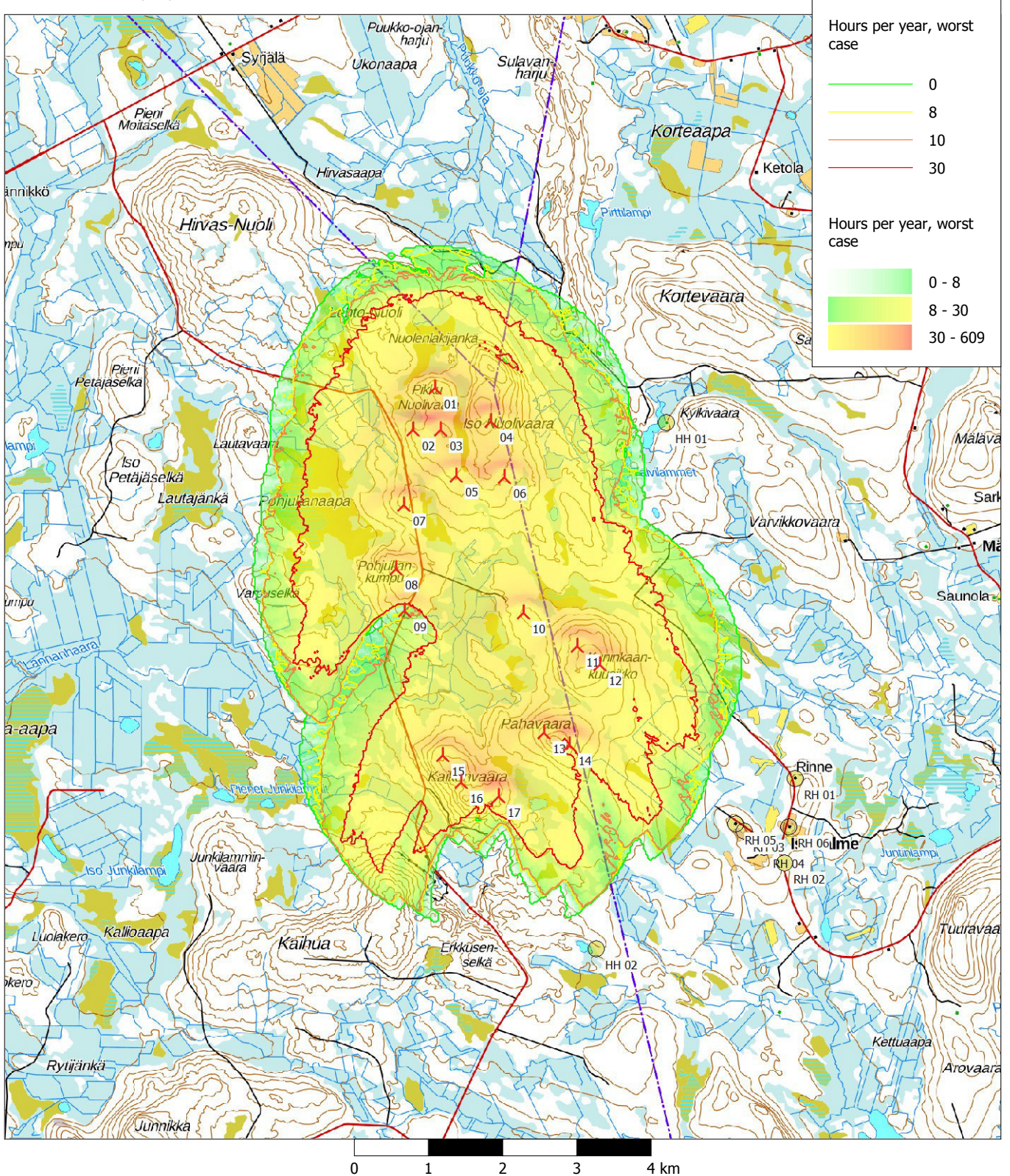
Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]
01	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (2)	0:00
02	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (1)	0:00
03	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (3)	0:00
04	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (4)	0:00
05	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (6)	0:00
06	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (7)	0:00
07	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (5)	0:00
08	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (8)	0:00
09	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (9)	0:00
10	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (10)	0:00
11	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (11)	0:00
12	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (12)	0:00
13	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (13)	0:00
14	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (14)	0:00
15	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (15)	0:00
16	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (16)	0:00
17	VESTAS V150-4.2 (3rd oct) 4200 150.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 250,0 m) (17)	0:00

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

SHADOW - Map

Calculation: MP proposal, 17xV150 @175m, WC



Map: T100 , Print scale 1:75.000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 538.739 North: 7.416.384

New WTG

Shadow receptor

Flicker map level: Elevation Grid Data Object: NUOL_EMDGrid_0.wpg (1)