

# VÄLKEMALLINNUSRAPORTTI

Markjärven tuulivoimapuisto

Winda Energy Oy

24.2.2026

## Sisällys

1. Johdanto .....	3
2. Tuulivoiman aiheuttaman välkkeen ohjeavot .....	3
3. Välkemallinnuksen asetukset ja lähtötiedot .....	4
4. Välkemallinnuksen tulokset .....	7
5. Lähteet .....	13

## Liitteet

Liite 1: Välkemallinnuksen WindPRO-tuloste sisältäen kuvaajat välkevaikutuksesta mallinnuspisteittäin

## 1. Johdanto

Tässä raportissa on mallinnettu Kruunupyyn kunnan alueella sijaitsevan Markjärven tuulivoimahankkeen välkettä sen osayleiskaava-alueen osayleiskaava-alueen varten. Välkemallinnus on toteutettu WindPRO-ohjelmiston SHADOW-moduulilla.

Tämä välkemallinnus on tehty mukaillen hankkeen ympäristövaikutusten arvioinnin välkemallinnusta. Tässä raportissa on myös YVA:n yhteysviranomaisen perustellussa päätelmässä toivoma 'worst case' -välkemallinnus, jossa oletetaan, että tuulivoimalat pyörivät aina ja aurinko paistaa aina päivällä.

Tuulivoimaloiden aiheuttama välke johtuu niiden pyörivien roottorien muodostamista liikkuvista varjoista. Kun tuulivoimalan lapa pyörähtää auringon ja ihmisen välissä, voi ohi välhtävän varjon kokea häiritseväksi. Välkevaikutus ulottuu vain noin kolmen kilometrin etäisyydelle tuulivoimalasta, sillä suuremmilla etäisyyksillä tuulivoimalan lapa peittää auringosta niin vähäisen osan ettei terävää varjoa muodostu.

Välkemallinnuksen on laatinut Winda Energy:ltä DI Aapeli Junkala.

## 2. Tuulivoiman aiheuttaman välkkeen ohjearvot

Suomessa ei ole viranomaisen määrittämiä ohjearvoja tuulivoimaloiden aiheuttamalle välkkeelle, mutta välke ei saa aiheuttaa tuulivoimalan lähialueen asukkaille kohtuutonta haittaa. Ympäristöministeriön (2016) *Tuulivoimarakentamisen suunnittelu* -oppaassa suositellaan käyttämään välkkeen arviointiin muiden maiden suosituksia. Esimerkiksi Saksassa, Tanskassa ja Ruotsissa on käytössä seuraavat välkkeen keston ohjearvot asutukselle:

Saksa:

- Ilman auringonpaisteaikojen huomiointia (ns. worst-case) 30 tuntia vuodessa ja 30 min päivässä.
- Auringonpaistetunnit ja tuulivoimalan toiminta-ajat huomioon ottaen (ns. real-case) kahdeksan tuntia vuodessa.

Tanska:

- Real-case mallinnuksessa välkettä saa olla enintään kymmenen tuntia vuodessa.

Ruotsi:

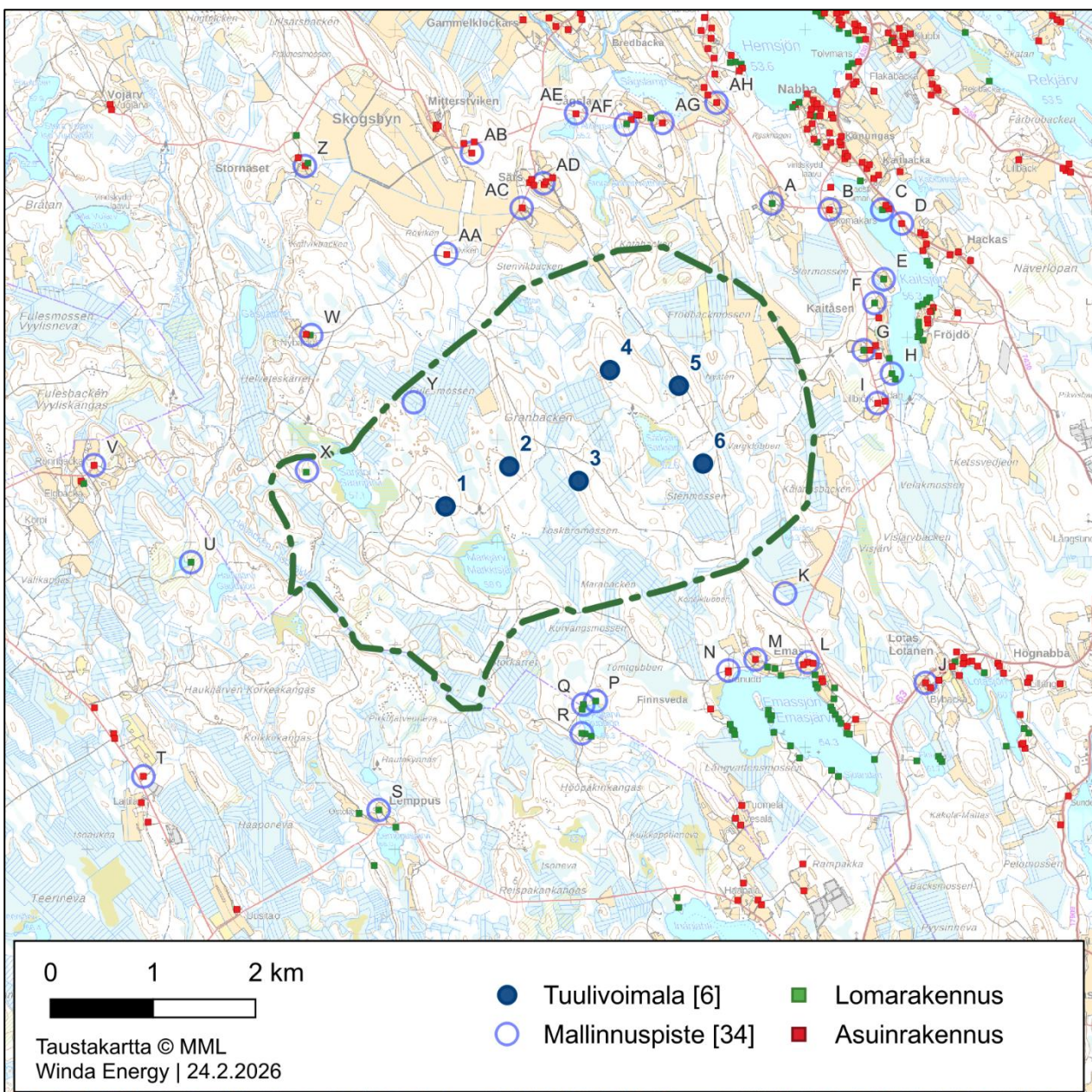
- Real-case mallinnuksessa välkettä saa olla enintään kahdeksan tuntia vuodessa ja 30 minuuttia päivässä

Real-case mallinnuksessa otetaan huomioon meteorologiseen dataan perustuva auringonpaisteen kuukausittainen todennäköisyys sekä tuulennopeuden ja suunnan vaihtelu. Worst-case mallissa oletetaan, että päivällä aurinko paistaa aina ja tuulennopeus on tarpeeksi suuri, etteivät tuulivoimalat ole ikinä pysähdyksissä.

## 3. Välkemallinnuksen asetukset ja lähtötiedot

### 3.1 Mallinnuspisteet

Markjärven tuulivoimaosayleiskaavan tuulivoimaloiden sijainnit, kaava-alue, asutus ja välkemallinnuksessa käytetyt mallinnuspisteet on esitetty kuvassa 1. Mallinnuspisteet ovat hankkeen lähimpiä asuin- ja lomarakennuksia ja ne ovat samat kuin Markjärven YVA-selostuksen välkemallinnuksessa. Mallinnuspisteiden koordinaatit sekä rakennusten tyypit on esitetty taulukossa 1.



Kuva 1. Markjärven osayleiskaava-alue, tuulivoimalapaikat ja mallinnuspisteet.

Piste	Rakennus	E	N
A	Lomarakennus 1	326677	7048304
B	Asuinrakennus 1	327243	7048247
C	Lomarakennus 2	327755	7048244
D	Asuinrakennus 2	327946	7048109
E	Lomarakennus 3	327770	7047566
F	Lomarakennus 4	327680	7047333
G	Lomarakennus 5	327574	7046873
H	Lomarakennus 6	327850	7046645
I	Asuinrakennus 3	327708	7046357
J	Asuinrakennus 4	328179	7043627
K	Lomarakennuksen rakennuslupa	326808	7044500
L	Asuinrakennus 5	327027	7043828
M	Asuinrakennus 6	326519	7043856
N	Asuinrakennus 7	326253	7043747
O	Asuinrakennus 8	326082	7043371
P	Lomarakennus 7	324961	7043451
Q	Lomarakennus 8	324839	7043416

Piste	Rakennus	E	N
R	Lomarakennus 9	324824	7043135
S	Lomarakennus 10	322842	7042387
T	Asuinrakennus 9	320546	7042715
U	Lomarakennus 11	321012	7044805
V	Asuinrakennus 10	320065	7045751
W	Lomarakennus 12	322184	7047020
X	Lomarakennus 13	322143	7045700
Y	Metsästysmajan rakennuslupa	323184	7046365
Z	Asuinrakennus 11	322122	7048669
AA	Asuinrakennus 12	323500	7047814
AB	Asuinrakennus 13	323751	7048800
AC	Asuinrakennus 14	324237	7048260
AD	Asuinrakennus 15	324449	7048502
AE	Asuinrakennus 16	324768	7049186
AF	Lomarakennus 14	325251	7049076
AG	Asuinrakennus 17	325611	7049091
AH	Asuinrakennus 18	326138	7049287

Taulukko 1. Välkemallinnuksen laskentapisteiden koordinaatit ETRS-TM35FIN muodossa.

### 3.2 Välkemallinnuksen asetukset

Taulukossa 2 on kuvattu välkemallinnuksessa käytetyn ohjelmiston asetukset ja mallinnuksen sekä tuulivoimalan lähtötiedot. Mallinnuksen lähtötiedot ovat muuten samat kuin hankkeen YVA:n välkemallinnuksessa, mutta tässä mallinnuksessa käytetyn tuulivoimalan lavan leveys on hieman kasvanut. Lavan dimensiot on saatu skaalaamalla Nordex N175 tuulivoimalan lapa lineaarisesti siten että roottorin halkaisijaksi saadaan 200 metriä.

Saksan välkemallinnusohjeiden mukaisesti välkettä ei huomioida, jos auringonpaisteen kulma on alle 3° horisontin yläpuolella. Laskennassa huomioidaan välke vain, jos tuulivoimalan lapa peittää vähintään 20 % auringosta. Mallinnuksessa käytetyillä lavan dimensioilla tämä tapahtuu, kun laskentapisteen etäisyys lähimpään tuulivoimalaan on enintään 2090 metriä.

Mallinnuksessa huomioidaan maastonkorkeus mutta ei metsää tai muita maanpinnan päällä olevia esteitä, jotka mahdollisesti voisivat vähentää välkkeen vaikutusta.

Taulukko 2. Välkemallinnuksessa käytetyn ohjelmiston ja tuulivoimalan lähtötiedot.

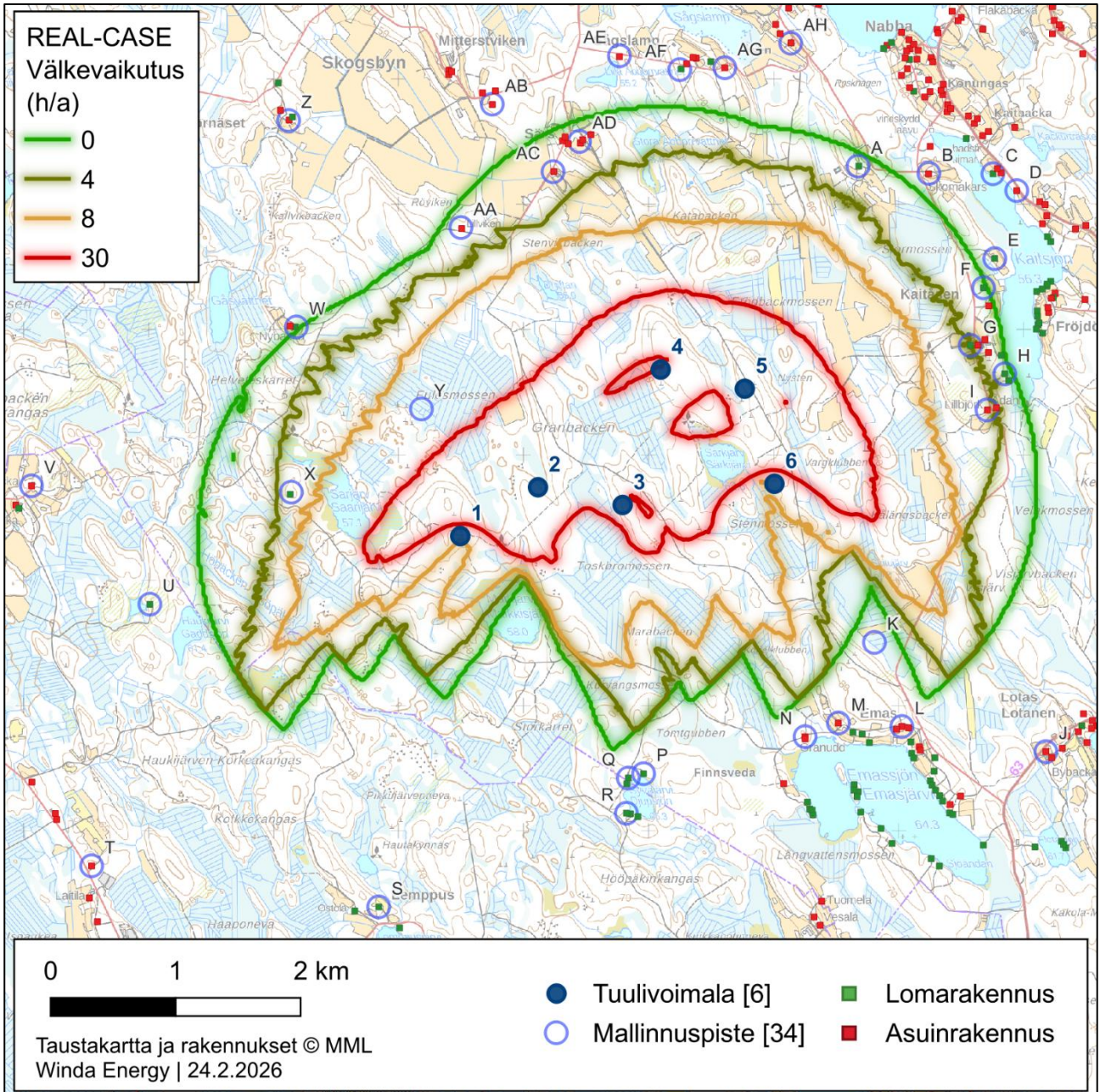
MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT											
<b>Mallinnusohjelma ja versio:</b> WindPRO 4.0, SHADOW-moduuli						<b>Mallinnusmenetelmät:</b> worst case & real case					
TUULIVOIMALAN TIEDOT											
<b>Mallinnuksen tuulivoimala perustuu:</b> Nordex N175/6.X, lavat skaalattuna suuremmiksi											
<b>Lavan maksimileveys:</b> 4.78 m			<b>Lavan leveys 1/10 kärjestä:</b> 1.39 m			<b>Napakorkeus:</b> 220			<b>Roottorin halkaisija:</b> 200		
MALLINNUASETUKSET											
<b>Laskentakorkeus:</b> 1,0 m			<b>Laskentaikkuna:</b> 1 m x 1 m "Green house mode"			<b>Laskennan maksimietäisyys ja peruste:</b> 2090 m Lavan on peitettävä 20 % siivestä					
<b>Maastomalli:</b> MML:n KM10 korkeusmalliin perustuva kolmioverkko											
METEOROLOGISET TIEDOT REAL-CASE MALLINNUKSESSA											
<b>Auringonpaisteisuustiedot:</b> Ilmatieteenlaitoksen Seinäjoen Pelmaan havaintoasema 1991–2020											
<b>Auringonpaisteen keskiarvo kuukausittaan (tuntia päivässä):</b>											
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
0.97	2.51	4.68	6.30	8.62	9.20	5.42	6.68	4.67	2.58	1.03	0.55
<b>Tuulisuustiedot:</b> EMD WRF Europe+ (ERA5) [hankealueen tuulennopeudet ja suunnat navan korkeudessa]											
<b>Tuulivoimalan käyntitunnit per tuulensuunta (12 kpl 30° sektoria, asteina pohjoisesta):</b>											
0° P	30°	60°	90° I	120°	150°	180° E	210°	240°	270° L	300°	330°
650	463	252	414	359	725	1214	1331	1151	906	613	672

## 4. Välkemallinnuksen tulokset

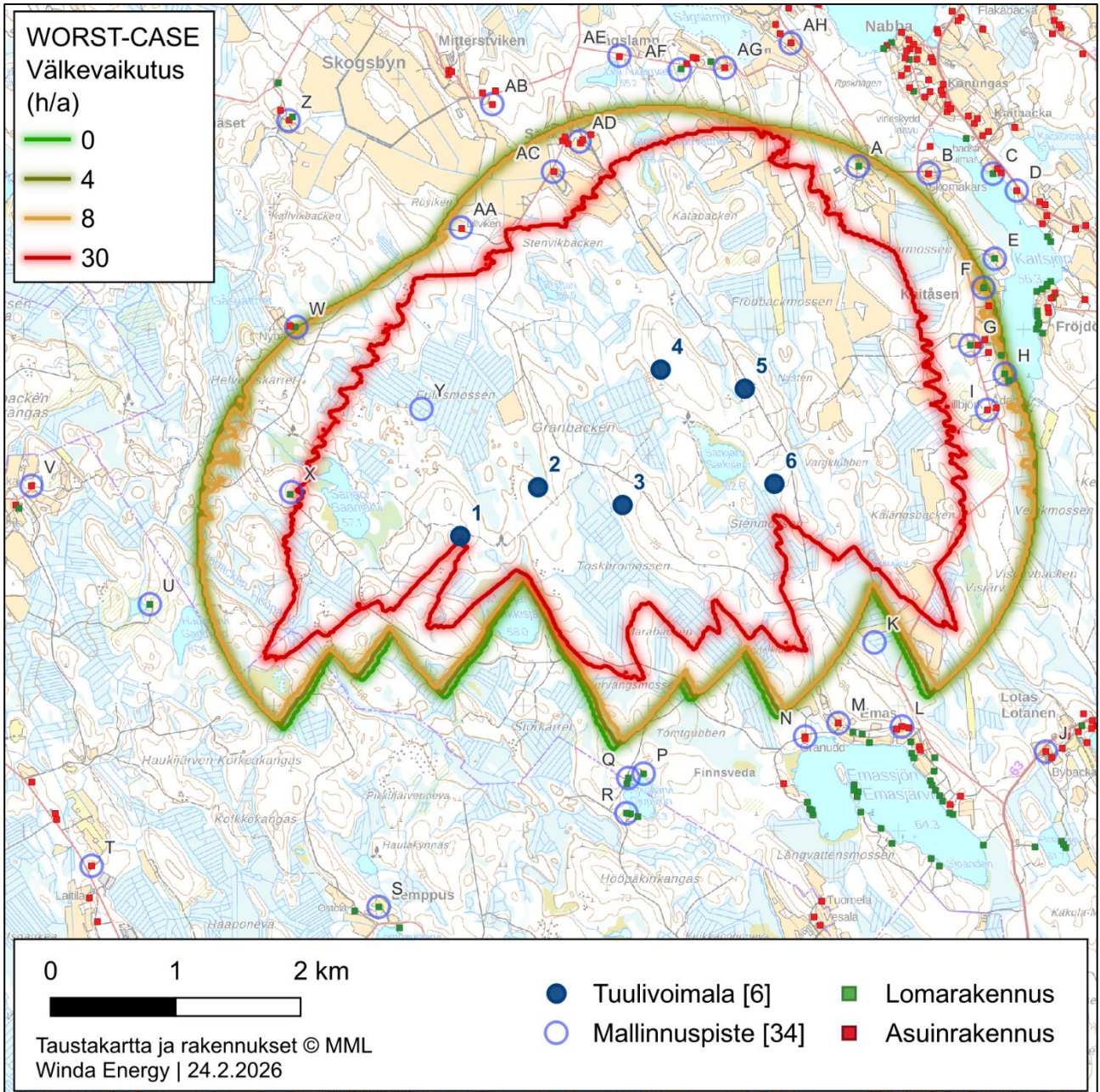
Välkemallinnuksen tuloksia on esitetty välkevaikutuskarttoina kuvissa 2–5 ja numeerisesti taulukossa 3. Real-case mallinnuksessa Saksan ja Ruotsin 8 h/a raja-arvo ei ylity yhdenkään asuin- tai lomarakennuksen, tai niiden rakentamisen mahdollistavan rakennusluvan kohdalla. Raja-arvo ylittyy vain mallinnuspisteessä Y, jossa on rakennuslupa metsästysmajan rakentamiselle. Ruotsin 30 min/pv real-case raja-arvo ei ylity yhdessäkään mallinnuspisteessä.

Worst-case mallinuksissa Saksan 30 h/a raja-arvo ylittyy vain mallinnuspisteessä Y, mutta Saksan 30 min/pv raja-arvo ylittyy Y:n lisäksi myös X:ssä, jossa sijaitsee lomarakennus. Jos auringonpaisteen ja tuulivoimalan pyörimisen todennäköisyyttä ei huomioida voidaan pisteessä X kokea välkettä enintään 42 min/pv.

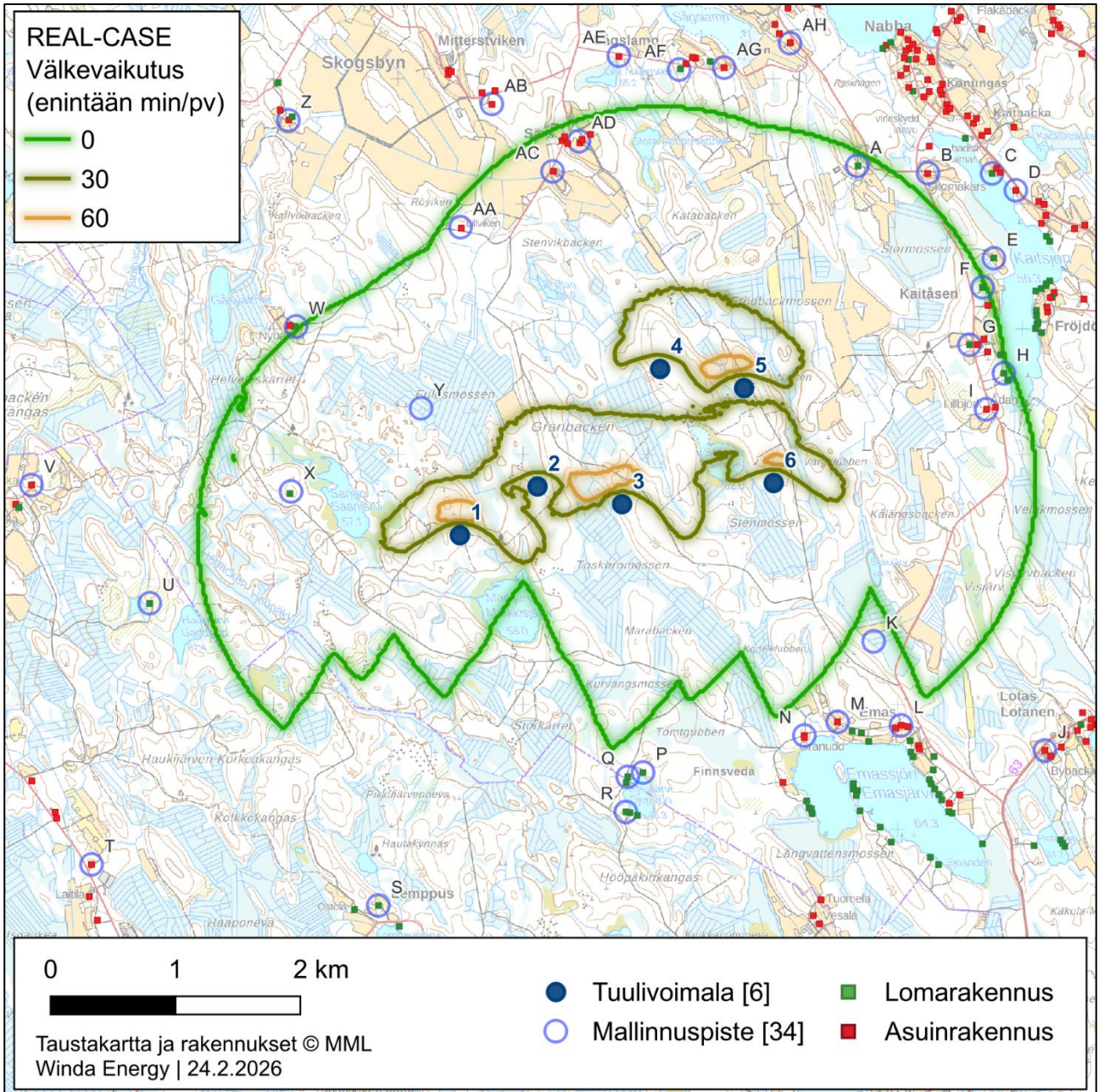
Taulukoon 3 on koottu mallinnuspisteiden real-case ja worst-case vuotuiset välketunnit sekä tieto ylittääkö välke pisteessä Saksan, Tanskan tai Ruotsin ohjearvot.



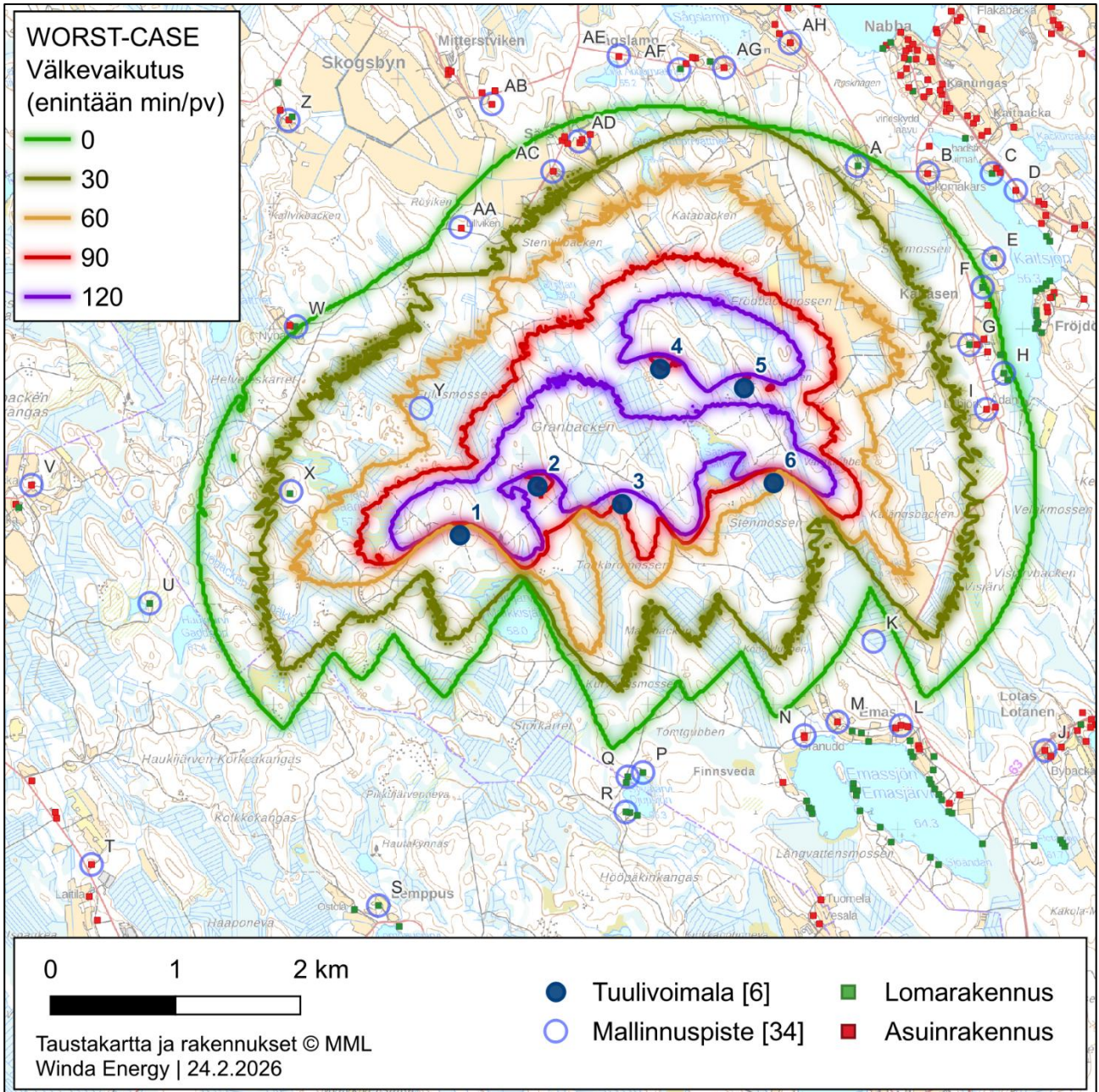
Kuva 2: Välkevaikutuksen kesto vuodessa real-case mallinnuksessa



Kuva 3: Välkevaikutuksen kesto vuodessa worst-case mallinnuksessa. 0–8 h/a rajat ovat lähellä toisiaan johtuen mallinnuksen maksimietäisyydestä.



Kuva 4: Välkevaikutuksen enimmäiskesto päivässä real-case mallinnuksessa

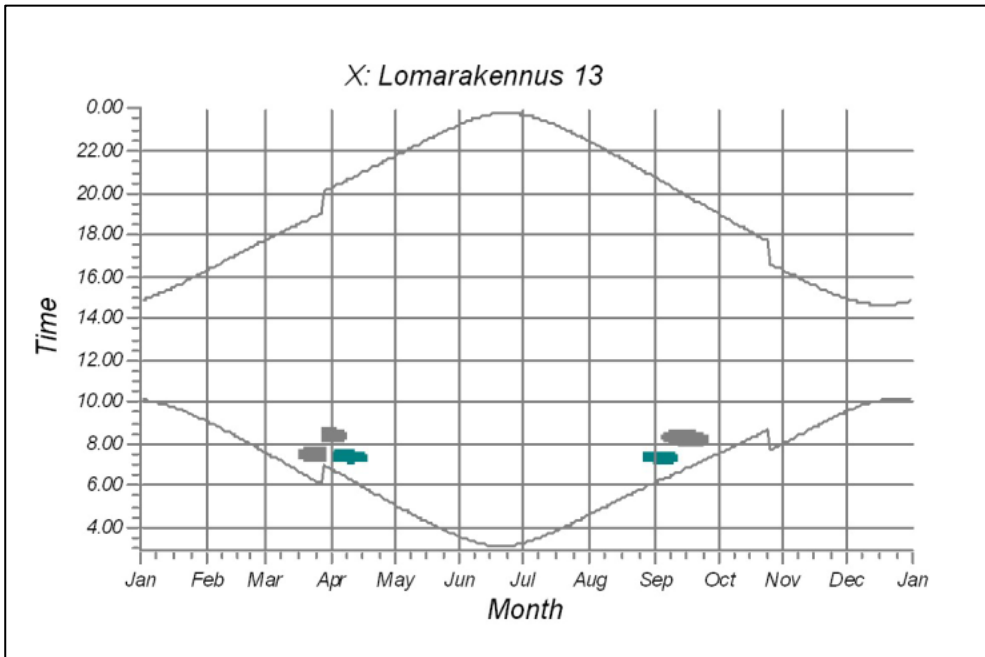


Kuva 4: Välkevaikutuksen enimmäiskesto päivässä worst-case mallinnuksessa. Saksan 30 min/pv worst-case ohjarvo ylittyi laskentapisteissä X ja Y.

Taulukko 3: Välketunnit mallinnuspisteissä ja mallinnustulos suhteessa Saksan, Tanskan ja Ruotsin raja-arvoihin.

Piste	Rakennus	Välkettä (h/a)		Saksa		Tanska	Ruotsi
		Real-case	Worst-case	Worst-case (30 h/a & 30 min/pv)	Real-case (8 h/a)	Real-case (10 h/a)	Real-case (8 h/a & 30 min/pv)
A	Lomarakenus 1	1:42	13:40	OK	OK	OK	OK
B	Asuinrakennus 1	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
C	Lomarakenus 2	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
D	Asuinrakennus 2	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
E	Lomarakenus 3	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
F	Lomarakenus 4	1:40	8:21	OK	OK	OK	OK
G	Lomarakenus 5	4:06	20:56	OK	OK	OK	OK
H	Lomarakenus 6	3:31	16:56	OK	OK	OK	OK
I	Asuinrakennus 3	4:32	20:36	OK	OK	OK	OK
J	Asuinrakennus 4	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
K	Lomarakenuksen rakennuslupa	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
L	Asuinrakennus 5	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
M	Asuinrakennus 6	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
N	Asuinrakennus 7	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
O	Asuinrakennus 8	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
P	Lomarakenus 7	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
Q	Lomarakenus 8	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
R	Lomarakenus 9	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
S	Lomarakenus 10	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
T	Asuinrakennus 9	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
U	Lomarakenus 11	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
V	Asuinrakennus 10	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
W	Lomarakenus 12	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
X	Lomarakenus 13	6:07	27:16	(42 min/pv)	OK	OK	OK
Y	Metsästysmajan rakennuslupa	16:41	83:26	EI	EI	EI	EI
Z	Asuinrakennus 11	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
AA	Asuinrakennus 12	1:46	9:26	OK	OK	OK	OK
AB	Asuinrakennus 13	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
AC	Asuinrakennus 14	2:07	13:51	OK	OK	OK	OK
AD	Asuinrakennus 15	1:44	14:22	OK	OK	OK	OK
AE	Asuinrakennus 16	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
AF	Lomarakenus 14	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
AG	Asuinrakennus 17	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK
AH	Asuinrakennus 18	0:00	0:00	OK	OK	OK	OK

Liitteenä 2 on WindPRO-tuloste välkemallinnuksesta, jossa sivuilla 3–8 on esitetty kuvaajat mallinnuspisteiden kokemasta välkevaikutuksesta vuoden aikana. Alla olevasta kuvasta 5 nähdään että mallinnuspiste X:ssä (lomarakennus) välkettä voi kokea aamuauringon aikaan maaliskuun ja elokuun aikoihin.



Kuva 5: Kuvaaja mallinnuspiste X:n kokemasta välkevaikutuksesta yhden kalenterivuoden aikana. Käyrät viivat ovat auringon nousu- ja laskuajat. Harmaat alueet kuvaavat aikoja, jolloin tuulivoimala numero 1 aiheuttaa välkettä ja turkoosit alueet tuulivoimalan 2 aiheuttamaa välkettä.

## 5. Lähteet

Ympäristöhallinto (2016). Tuulivoimarakentamisen suunnittelu, Ympäristöhallinnon ohjeita. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/items/ec724218-19e3-46f2-90df-e2a708a51979>.

Rejlers Finland (2025), Välkemallinnusraportti, Markjärven tuulivoimapuisto ja sähkönsiirto, Kruunupyy, YVA-selostuksen Liite 8. <https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/Liite%208%20V%C3%A4lkemallinnusraportti.pdf>.

Ilmatieteenlaitos. 1991–2020 auringonpaiste ja säteilytilastot. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/1991-2020-auringonpaiste-ja-sateilytilastot>

# LIITE 1

Project:  
Markjärvi

Licensed user:  
Winda Energy Oy  
Mikonkatu 2 D, 4th floor  
FI-00100 Helsinki

Calculated:  
24/02/2026 12:54/4.0.552

## SHADOW - Main Result

Calculation: Markjärvi välkemallinnus kaavaluonnokseen 240226  
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

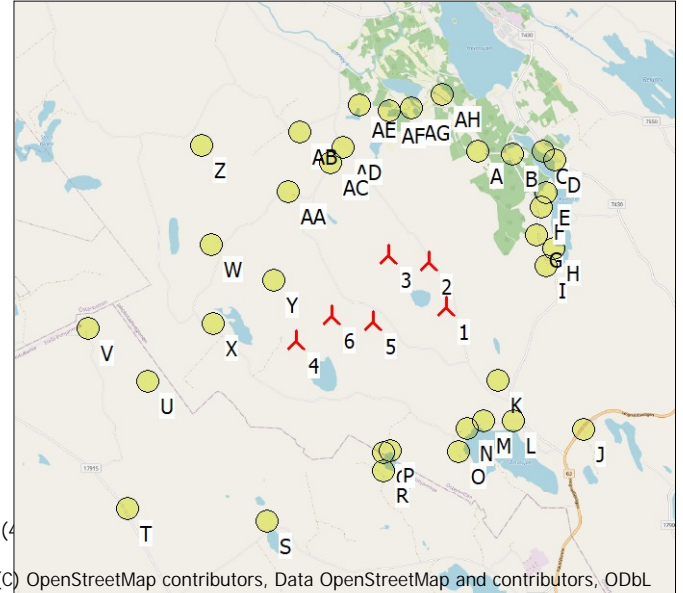
Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []  
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec  
0.97 2.51 4.68 6.30 8.62 9.20 5.42 6.68 4.67 2.58 1.03 0.55

Operational time  
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum  
650 463 252 414 359 725 1 214 1 331 1 151 906 613 672 8 750

Monthly aggregation of real case reduction  
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: Markjärvi\_EMDGrid\_2.wpg (4  
Receptor grid resolution: 1.0 m

All coordinates are in  
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

### WTGs



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Scale 1:125 000

▲ New WTG

● Shadow receptor

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Shadow data				
					Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	326 007.70	7 045 766.79	64.9	Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! ... Yes	Yes	Generic	8.0 MW-8 000	8 000	200.0	220.0	2 090	10.7
2	325 770.60	7 046 526.49	72.4	Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! ... Yes	Yes	Generic	8.0 MW-8 000	8 000	200.0	220.0	2 090	10.7
3	325 098.22	7 046 679.16	71.3	Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! ... Yes	Yes	Generic	8.0 MW-8 000	8 000	200.0	220.0	2 090	10.7
4	323 495.16	7 045 349.10	68.7	Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! ... Yes	Yes	Generic	8.0 MW-8 000	8 000	200.0	220.0	2 090	10.7
5	324 793.51	7 045 597.47	70.7	Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! ... Yes	Yes	Generic	8.0 MW-8 000	8 000	200.0	220.0	2 090	10.7
6	324 116.53	7 045 738.94	67.1	Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! ... Yes	Yes	Generic	8.0 MW-8 000	8 000	200.0	220.0	2 090	10.7

### Shadow receptor-Input

No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window [°]	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l. [m]
A	Lomarakennus 1	326 677.00	7 048 304.00	66.6	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
B	Asuinrakennus 1	327 243.00	7 048 247.00	62.3	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
C	Lomarakennus 2	327 755.00	7 048 244.00	57.4	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
D	Asuinrakennus 2	327 946.00	7 048 109.00	59.2	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
E	Lomarakennus 3	327 770.00	7 047 566.00	63.9	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
F	Lomarakennus 4	327 680.00	7 047 333.00	71.0	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
G	Lomarakennus 5	327 574.00	7 046 873.00	71.0	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
H	Lomarakennus 6	327 850.00	7 046 645.00	59.8	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
I	Asuinrakennus 3	327 708.00	7 046 357.00	66.0	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
J	Asuinrakennus 4	328 179.00	7 043 627.00	71.0	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
K	Lomarakennuksen rakennuslupa	326 808.00	7 044 500.00	61.1	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
L	Asuinrakennus 5	327 027.00	7 043 828.00	71.5	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
M	Asuinrakennus 6	326 519.00	7 043 856.00	73.4	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
N	Asuinrakennus 7	326 253.00	7 043 747.00	68.6	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
O	Asuinrakennus 8	326 082.01	7 043 370.95	68.2	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
P	Lomarakennus 7	324 961.00	7 043 451.00	66.8	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
Q	Lomarakennus 8	324 839.00	7 043 416.00	68.1	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
R	Lomarakennus 9	324 824.00	7 043 135.00	68.3	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
S	Lomarakennus 10	322 842.00	7 042 387.00	73.5	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
T	Asuinrakennus 9	320 546.00	7 042 715.00	71.7	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
U	Lomarakennus 11	321 012.00	7 044 805.00	68.1	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
V	Asuinrakennus 10	320 065.00	7 045 751.00	70.9	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
W	Lomarakennus 12	322 184.00	7 047 020.00	66.5	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
X	Lomarakennus 13	322 143.00	7 045 700.00	71.4	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0

To be continued on next page...

## SHADOW - Main Result

Calculation: Markjärv väkemaalinnus kaavaluonnokseen 240226

...continued from previous page

No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
	Y Metsästysmajan rakennuslupa	323 184.00	7 046 365.00	52.2	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
	Z Asuinrakennus 11	322 122.00	7 048 669.00	57.9	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
	AA Asuinrakennus 12	323 500.00	7 047 814.00	53.8	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
	AB Asuinrakennus 13	323 751.00	7 048 800.00	56.7	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
	AC Asuinrakennus 14	324 237.00	7 048 260.00	51.1	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
	AD Asuinrakennus 15	324 449.00	7 048 502.00	63.6	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
	AE Asuinrakennus 16	324 768.00	7 049 186.00	59.0	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
	AF Lomarakenus 14	325 251.00	7 049 076.00	65.2	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
	AG Asuinrakennus 17	325 611.00	7 049 091.00	64.1	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
	AH Asuinrakennus 18	326 138.00	7 049 287.00	53.7	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0

## Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
		Shadow hours	Shadow days	Max shadow	Shadow hours	
		per year [h/year]	per year [days/year]	hours per day [h/day]	per year [h/year]	
A	Lomarakenus 1	13:40	44	0:24	1:42	
B	Asuinrakennus 1	0:00	0	0:00	0:00	
C	Lomarakenus 2	0:00	0	0:00	0:00	
D	Asuinrakennus 2	0:00	0	0:00	0:00	
E	Lomarakenus 3	0:00	0	0:00	0:00	
F	Lomarakenus 4	8:21	29	0:22	1:40	
G	Lomarakenus 5	20:56	66	0:25	4:06	
H	Lomarakenus 6	16:56	57	0:23	3:31	
I	Asuinrakennus 3	20:36	64	0:26	4:32	
J	Asuinrakennus 4	0:00	0	0:00	0:00	
K	Lomarakenuksen rakennuslupa	0:00	0	0:00	0:00	
L	Asuinrakennus 5	0:00	0	0:00	0:00	
M	Asuinrakennus 6	0:00	0	0:00	0:00	
N	Asuinrakennus 7	0:00	0	0:00	0:00	
O	Asuinrakennus 8	0:00	0	0:00	0:00	
P	Lomarakenus 7	0:00	0	0:00	0:00	
Q	Lomarakenus 8	0:00	0	0:00	0:00	
R	Lomarakenus 9	0:00	0	0:00	0:00	
S	Lomarakenus 10	0:00	0	0:00	0:00	
T	Asuinrakennus 9	0:00	0	0:00	0:00	
U	Lomarakenus 11	0:00	0	0:00	0:00	
V	Asuinrakennus 10	0:00	0	0:00	0:00	
W	Lomarakenus 12	0:00	0	0:00	0:00	
X	Lomarakenus 13	27:16	60	0:42	6:07	
Y	Metsästysmajan rakennuslupa	83:26	148	1:06	16:41	
Z	Asuinrakennus 11	0:00	0	0:00	0:00	
AA	Asuinrakennus 12	9:26	30	0:24	1:46	
AB	Asuinrakennus 13	0:00	0	0:00	0:00	
AC	Asuinrakennus 14	13:51	40	0:26	2:07	
AD	Asuinrakennus 15	14:22	44	0:25	1:44	
AE	Asuinrakennus 16	0:00	0	0:00	0:00	
AF	Lomarakenus 14	0:00	0	0:00	0:00	
AG	Asuinrakennus 17	0:00	0	0:00	0:00	
AH	Asuinrakennus 18	0:00	0	0:00	0:00	

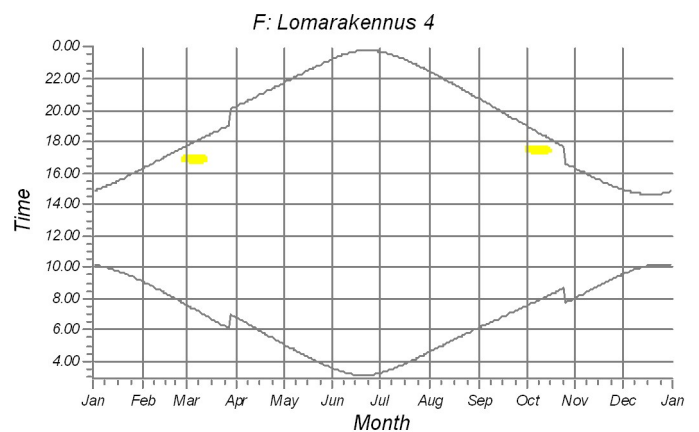
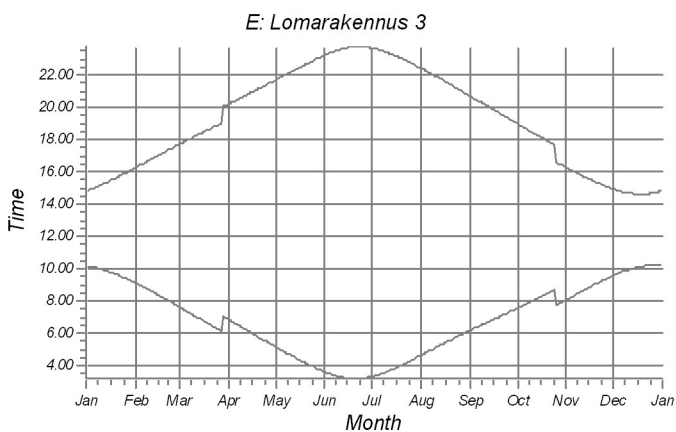
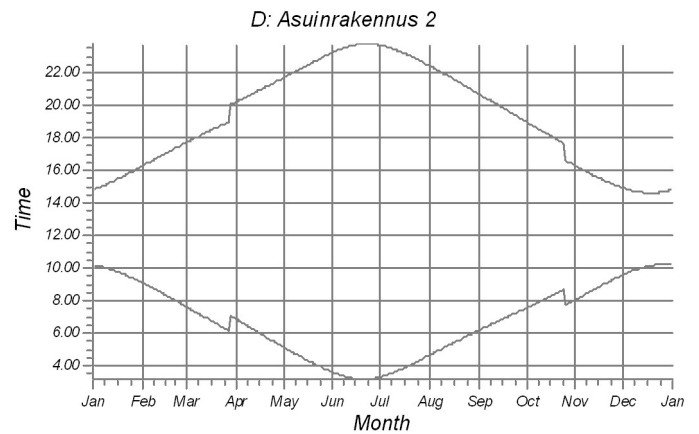
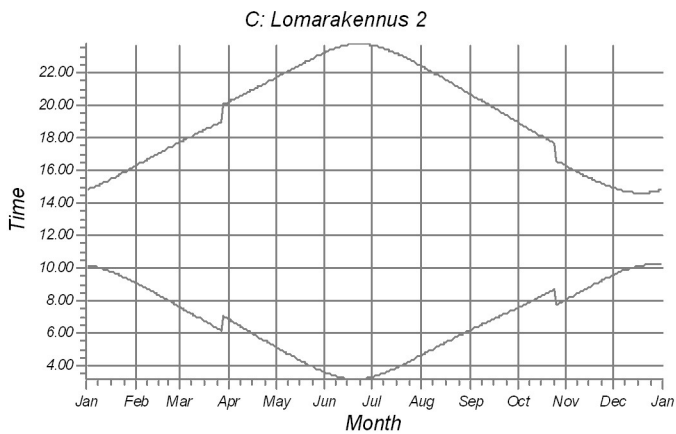
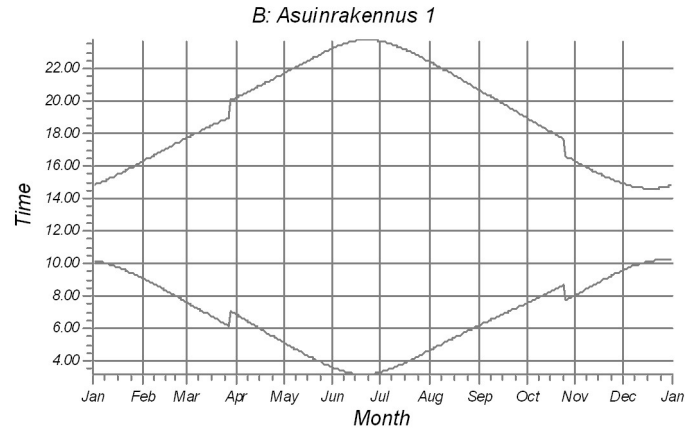
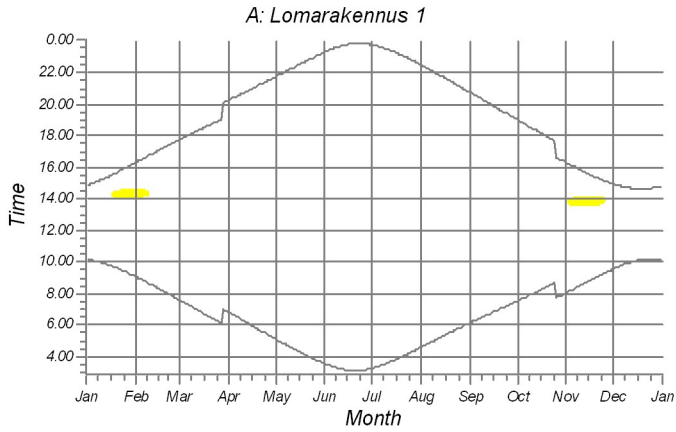
Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (503)	30:08	5:52
2	Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (504)	50:21	9:41
3	Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (505)	48:38	8:14
4	Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (506)	52:46	9:57
5	Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (507)	10:53	2:15
6	Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (508)	36:04	7:59

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 - Calendar, graphical

Calculation: Markjärv väkemaalinnus kaavaluonnokseen 240226

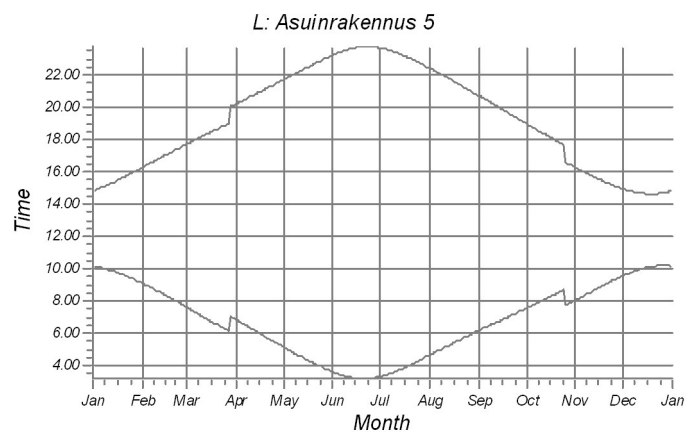
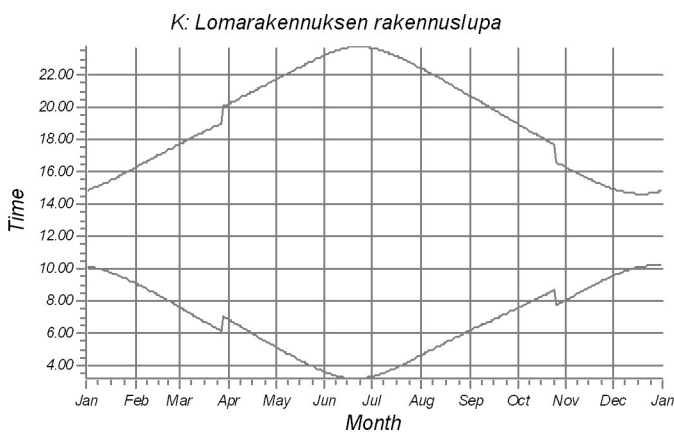
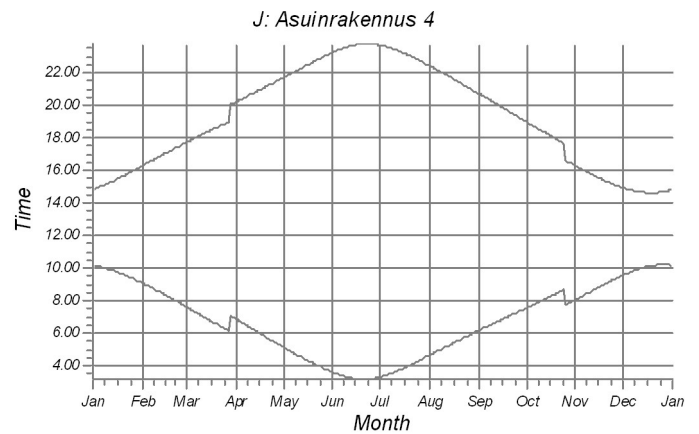
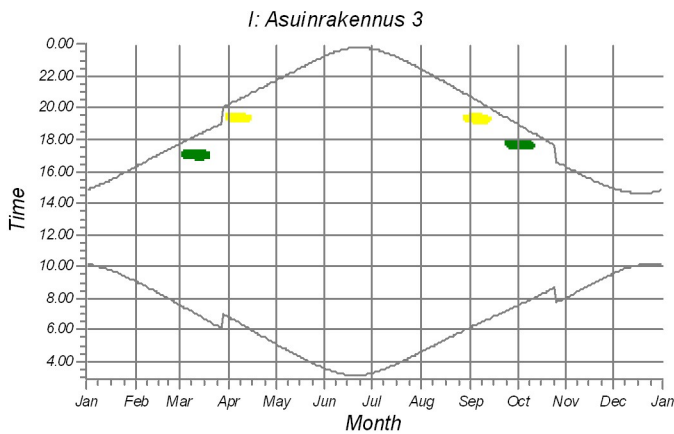
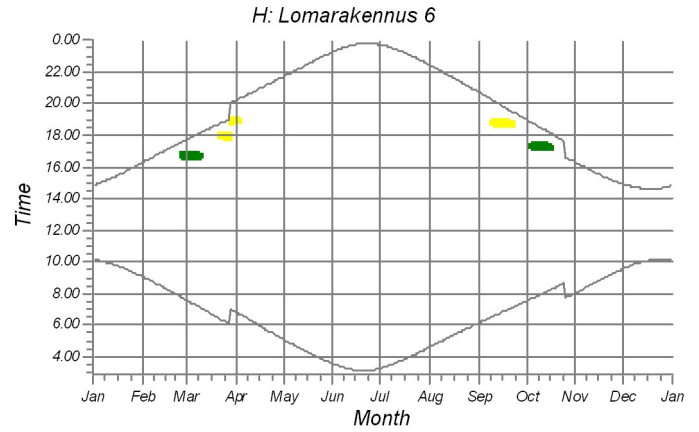
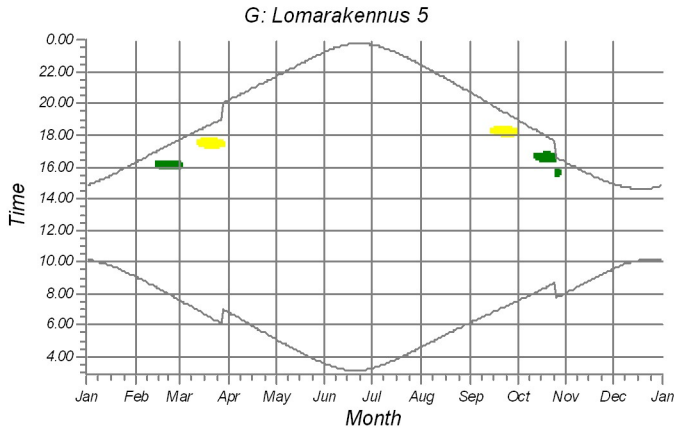


WTGs

2: Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (504)

## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Markjärv väkemaalinnus kaavaluonnokseen 240226

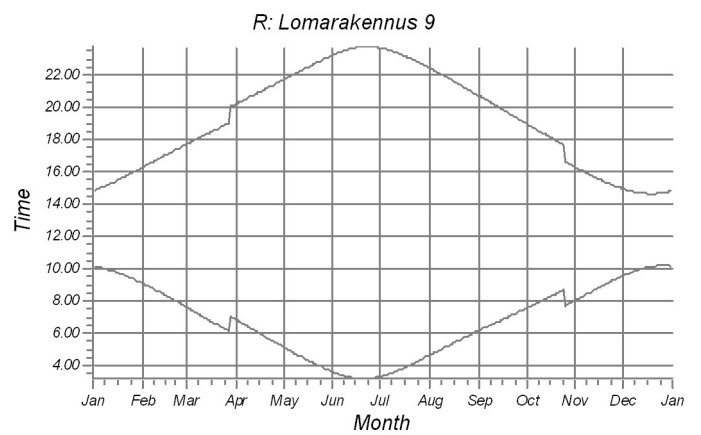
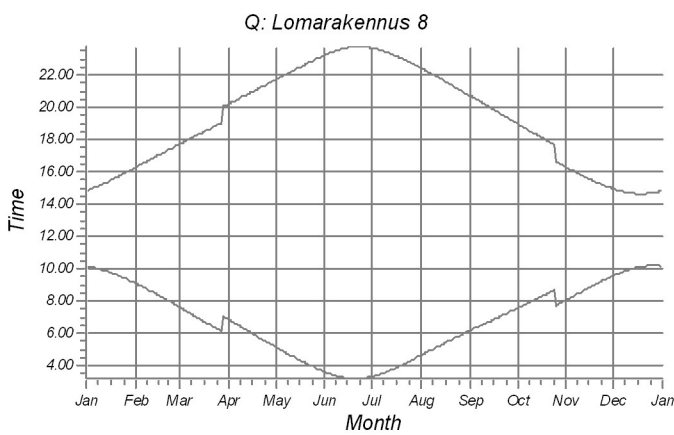
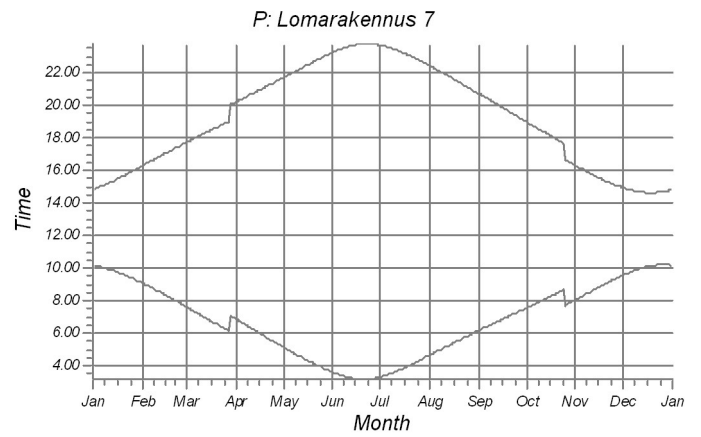
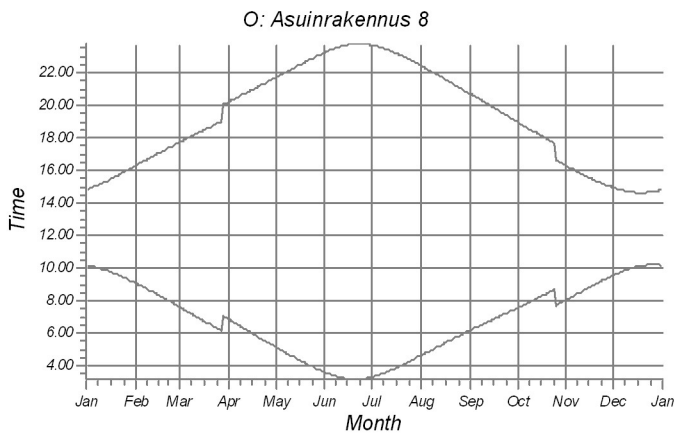
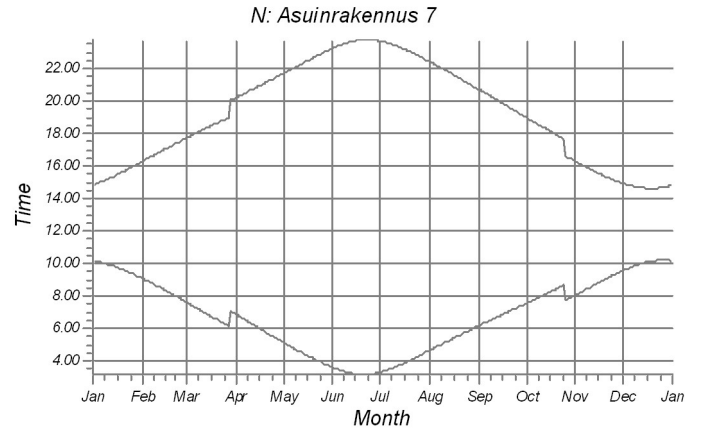
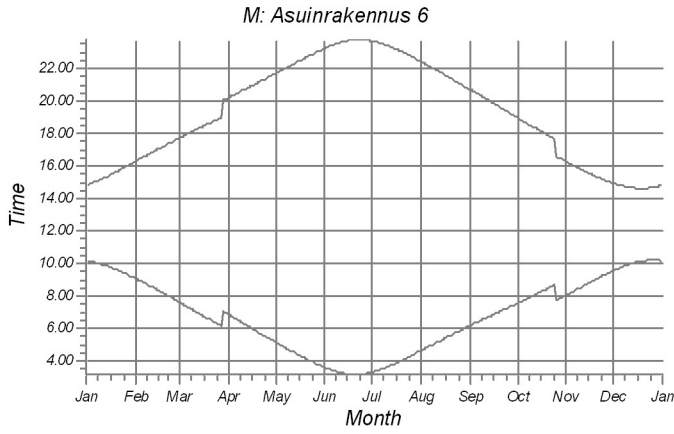


### WTGs

- 1: Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (503)
- 2: Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (504)

## SHADOW - Calendar, graphical

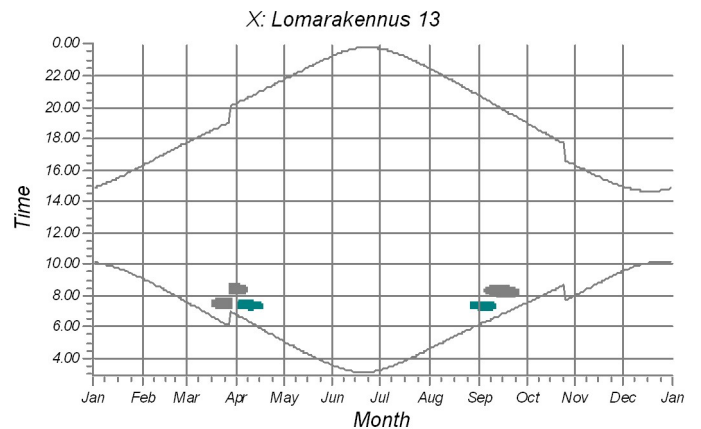
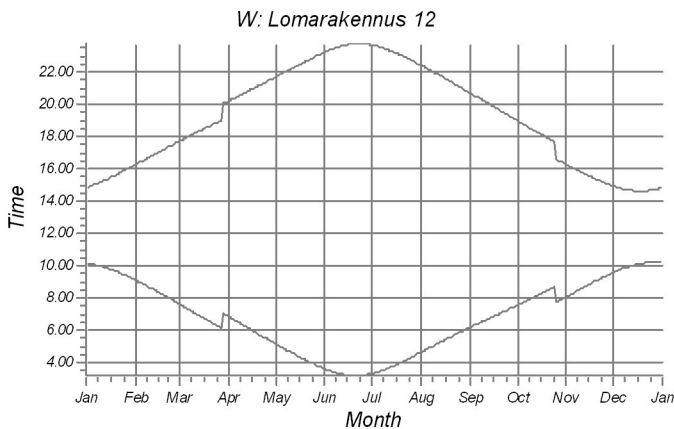
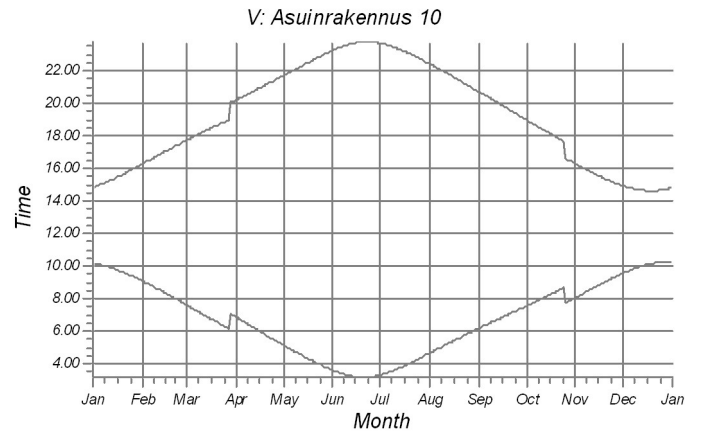
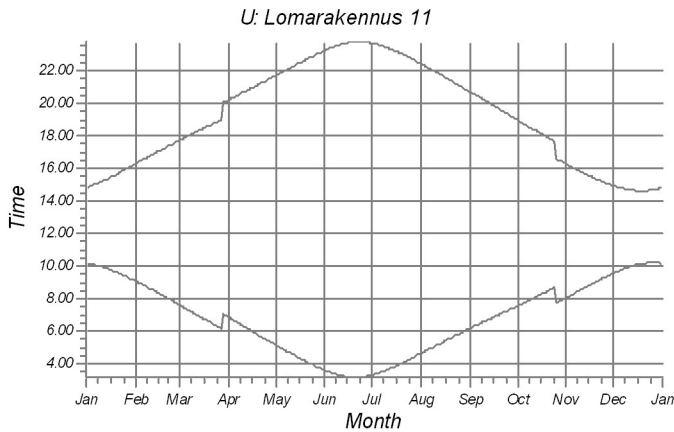
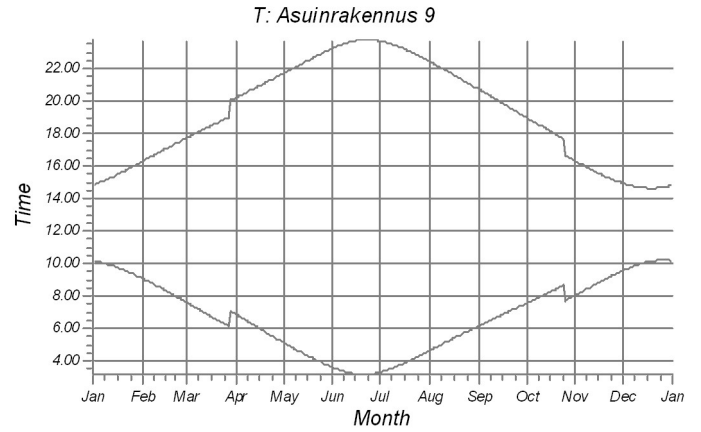
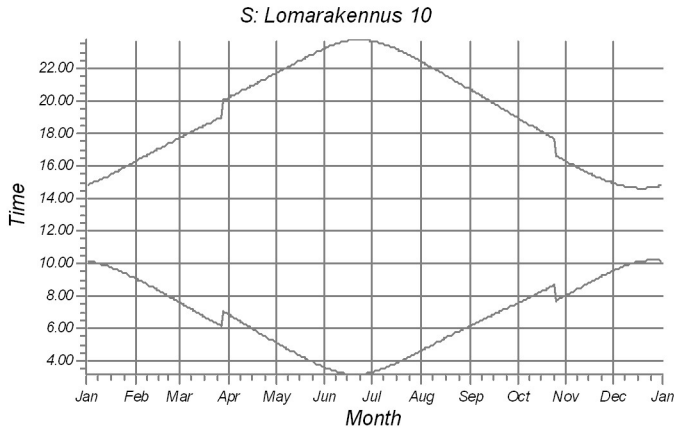
Calculation: Markjärvi väkemaalinnus kaavaluonnokseen 240226



WTGs

## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Markjärv välkemallinnus kaavaluonnokseen 240226

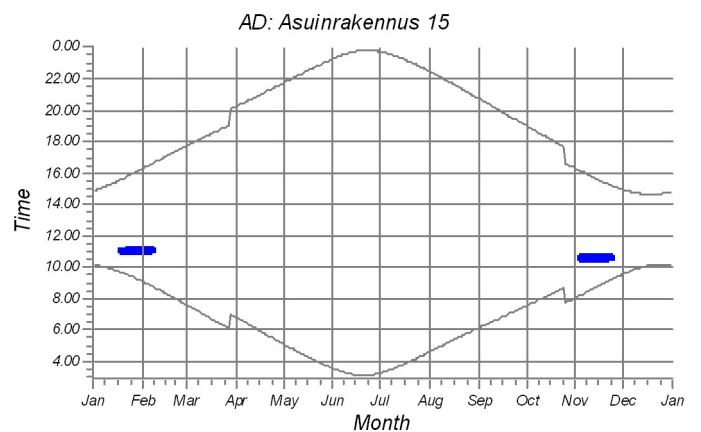
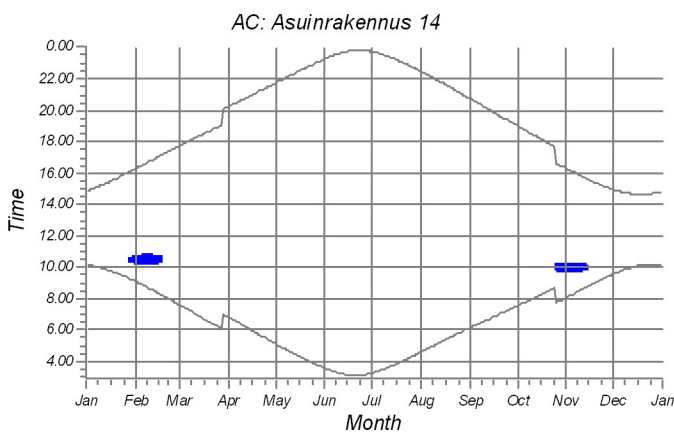
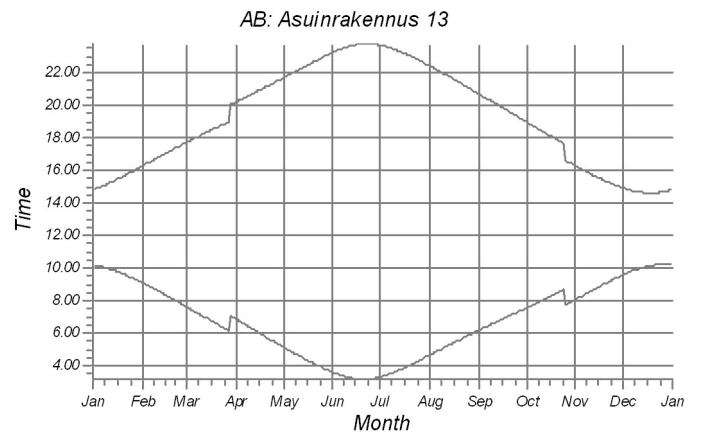
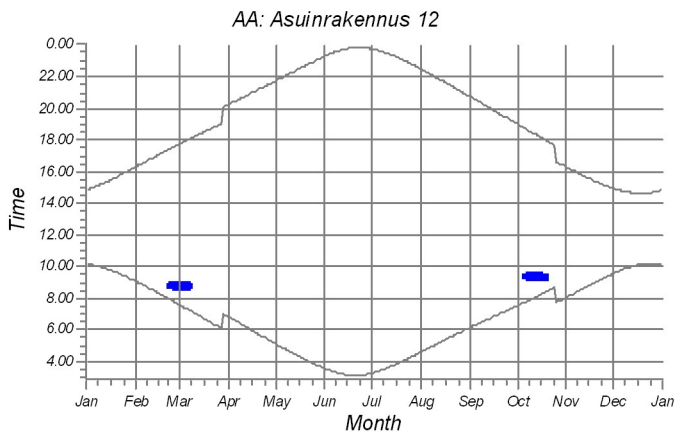
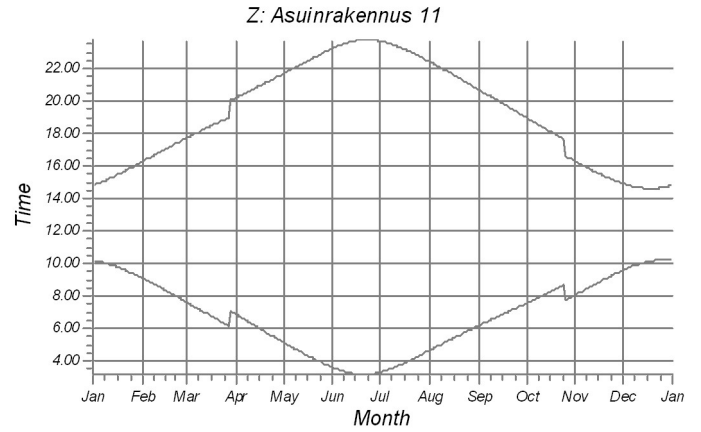
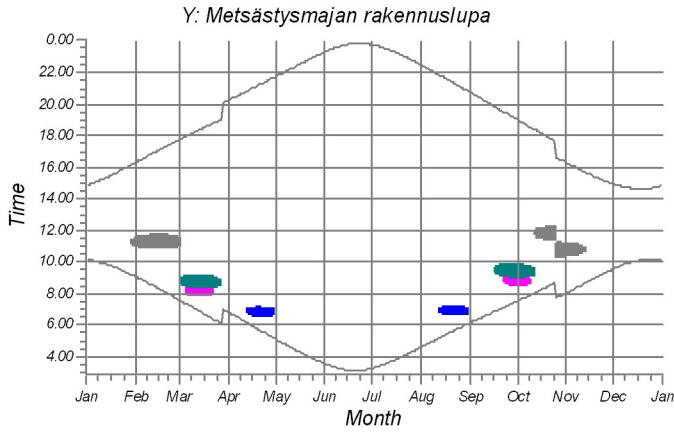


### WTGs

- 4: Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (506)
- 6: Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (508)

## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Markjärv väkemaalinnus kaavaluonnokseen 240226

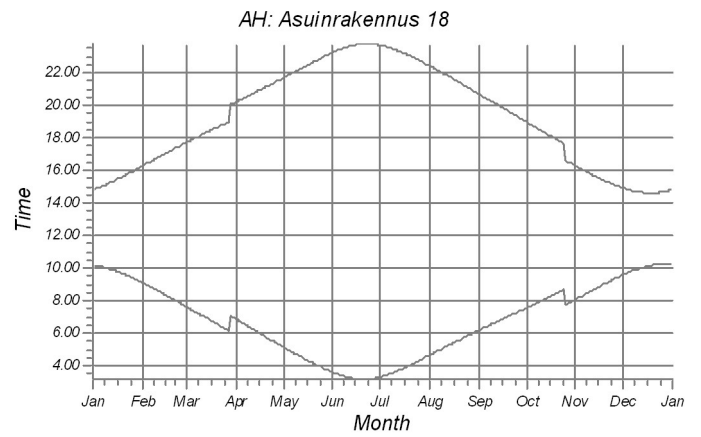
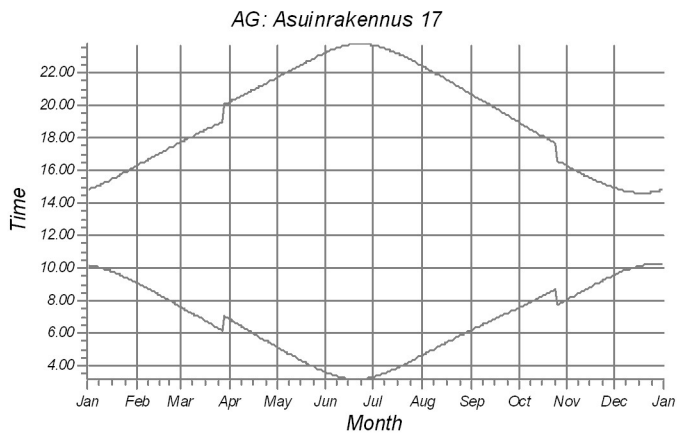
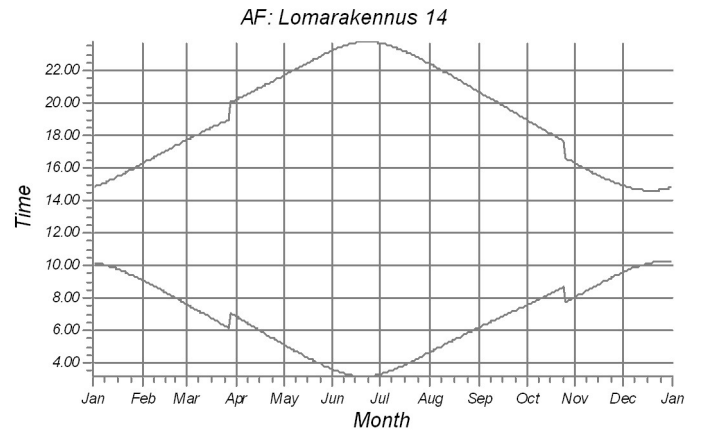
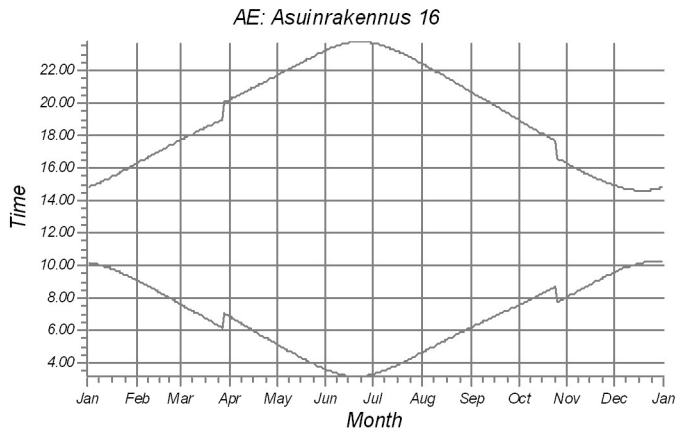


### WTGs

- 3: Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (505)
- 4: Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (506)
- 5: Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (507)
- 6: Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (508)

## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Markjärvi väkemaalinnus kaavaluonnokseen 240226

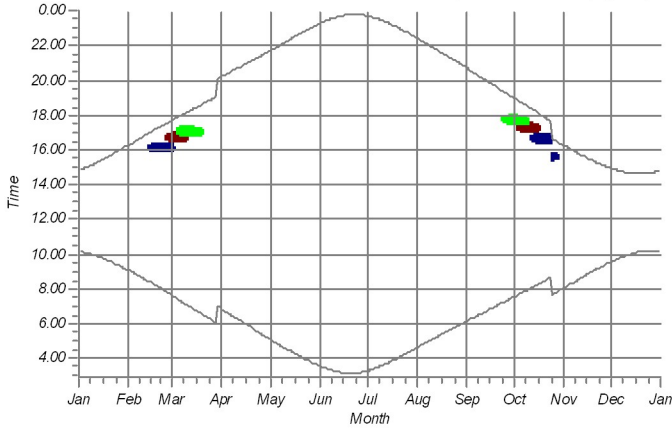


WTGs

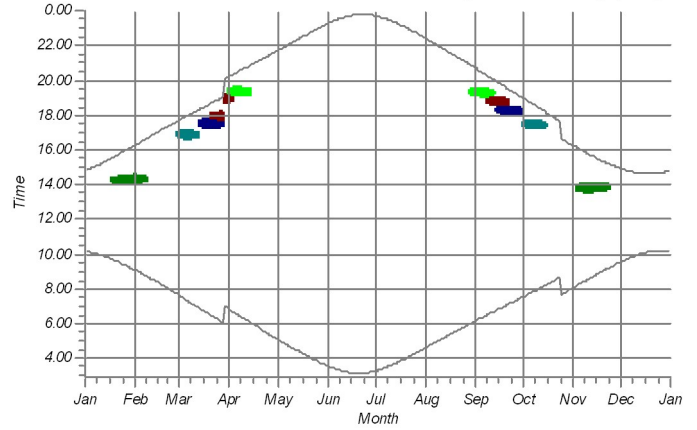
## SHADOW - Calendar per WTG, graphical

Calculation: Markjärv välkemallinnus kaavaluonnokseen 240226

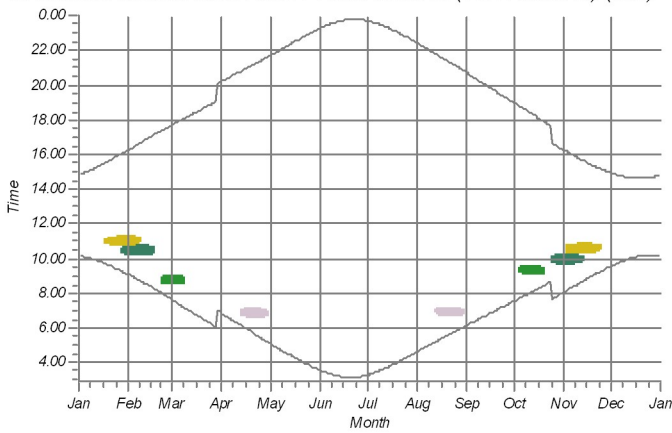
1: Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (503)



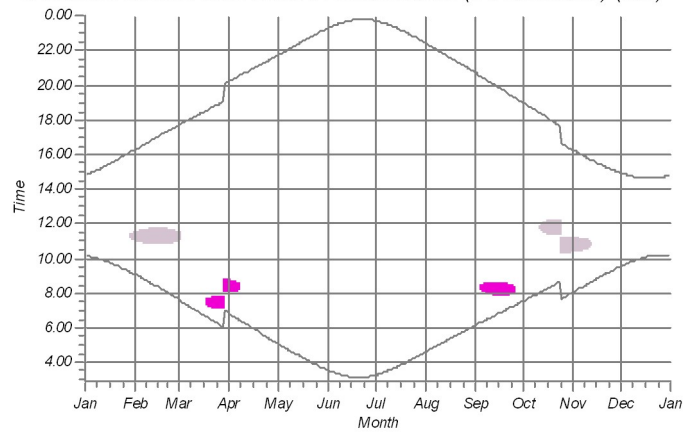
2: Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (504)



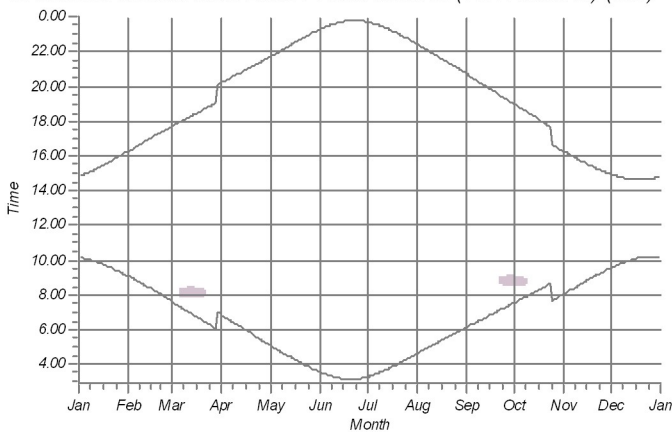
3: Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (505)



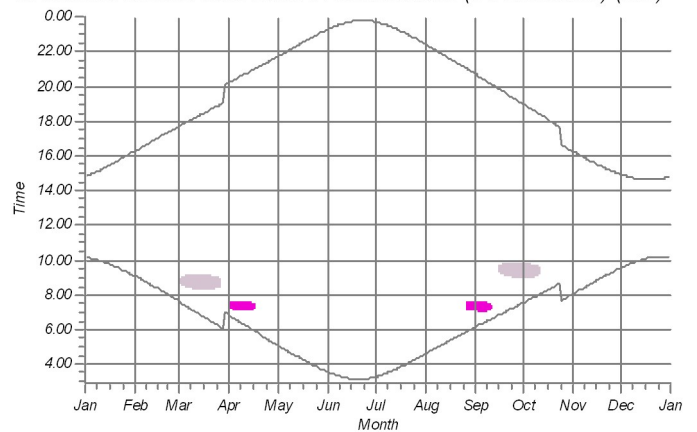
4: Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (506)



5: Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (507)



6: Generic 8.0 MW 8000 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (508)

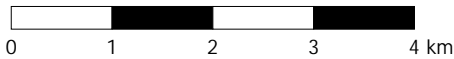
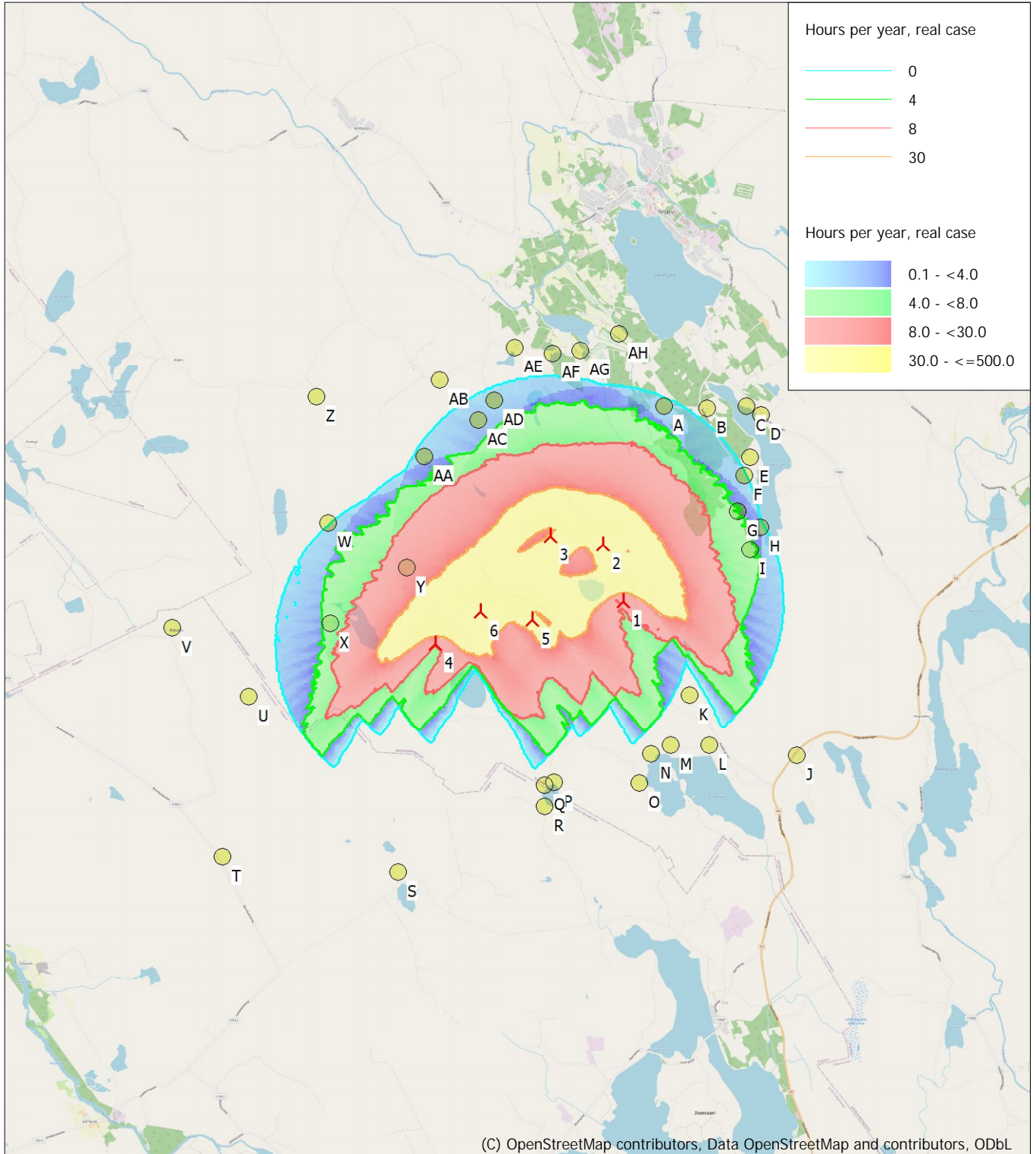


Shadow receptors



## SHADOW - Map

Calculation: Markjärv välkemallinnus kaavaluonnokseen 240226



Map: EMD OpenStreetMap, Print scale 1:75 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 324 300.00 North: 7 045 940.00

New WTG

Shadow receptor

Flicker map level: Elevation Grid Data Object: Markjärv\_EMDGrid\_2.wpg (47)

Time step: 3 minutes, Day step: 7 days, Map resolution: 20 m, Visibility resolution: 10 m, Eye height: 1.5 m