

Liite 8

Välkemallinnusraportti

Markjärven tuulivoimapuisto ja sähkönsiirto, Kruunupyy

Winda Energy Oy

11.3.2025

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen liite 8

Winda Energy Oy

Sisällys

1 Johdanto 3

2 Yleistä/teoriaa 3

3 Ohjeavot 4

4 Lähtötiedot 4

5 Tulokset 7

6 Yhteenveto 13

Liitteet

- Välkemmaallinnuksen liite 1. Välkemmaallinnuksen tulokset hankevaihtoehdolle VE1
- Välkemmaallinnuksen liite 2. Välkemmaallinnuksen tulokset hankevaihtoehdolle VE2
- Välkemmaallinnuksen liite 3. Välkemmaallinnuksen tulokset hankevaihtoehdolle VE1 puuston vaikutus huomioon otettuna
- Välkemmaallinnuksen liite 4. Välkemmaallinnuksen tulokset hankevaihtoehdolle VE2 puuston vaikutus huomioon otettuna

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen liite 8

Winda Energy Oy

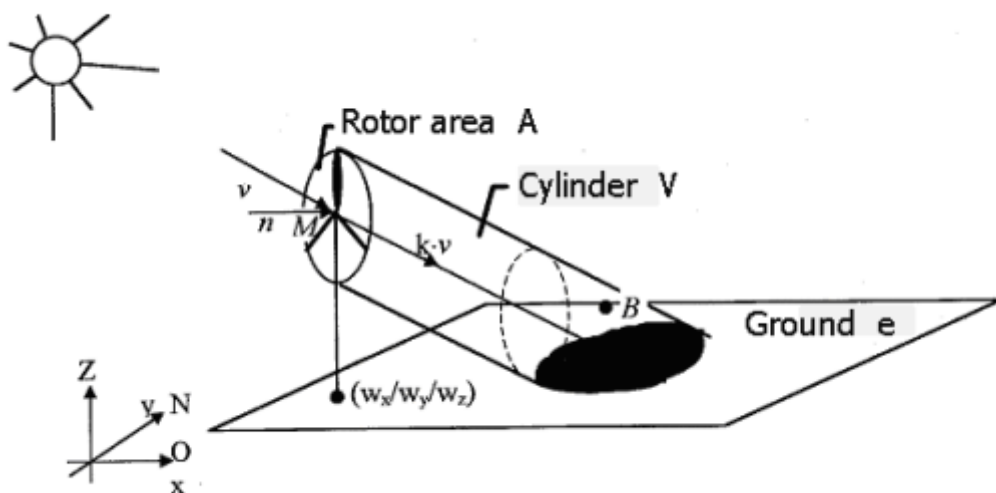
1 Johdanto

Tämä välkemallinnus on tehty osana Markkijärven alueelle suunniteltua tuulivoimapuistoa varten tehtävää ympäristövaikutusten arviointia. Tuulivoimapuistolle esitettiin kaksi toteutusvaihtoehtoa. Välkemallinnuksella tarkastellaan toteutusvaihtoehtojen välkevaikutusta. Välkemallinnus tehtiin käyttäen WindPRO-laskentaohjelmiston SHADOW-moduulia.

2 Yleistä/teoriaa

Tuulivoimaloiden lavat muodostavat pyöriessään liikkuvia varjoja aurinkoisella säällä. Yksittäisessä tarkastelupisteessä tämä koetaan valon ja varjon nopeana vaihteluna eli välkkymisenä. Pilvisellä säällä valo ei tule selkeästi yhdestä pisteestä ja siten lapa ei muodosta selkeitä varjoja. Välkkymisen esiintymiseen vaikuttaa auringonpaisteen lisäksi auringon suunta ja korkeus, tuulen suunta ja siten roottorin asento sekä tarkastelupisteen etäisyys tuulivoimalaan. Suuremmilla etäisyyksillä lapa peittää auringosta niin vähäisen osan, ettei välkettä enää havaitse. Osa ihmisistä kokee välkkeen häiritseväksi, kun taas osaa se ei häiritse. Mahdollinen häiritsevyys riippuu myös siitä, oleskellaanko alueella aikaan, jolloin välkettä voi esiintyä ja onko alueella vakituista asutusta tai loma-asuntoja.

Varjostus- ja välkevaikutuksia aiheutuu niin laajalle alueelle kuin tuulivoimaloiden varjot yltävät, kuten kuvassa 1 on esitetty. Vaikutusalueen laajuus riippuu valittavasta voimalatypistä ja sen roottorin halkaisijasta sekä voimalan kokonaiskorkeudesta. Välkevaikutus voi yltää jopa 1–3 kilometrin etäisyydelle tuulivoimalasta. Pisimmälle vaikutus ulottuu aamuisin ja iltaisin auringon ollessa matalalla.



Kuva 1. Välkkeen mallinnus WindPRO:lla (WindPRO Knowledgebase, 2024).

Välkemallinnuksessa arvioidaan auringon suunta, ympäristön muodot ja tuulivoimalan asento huomioon ottaen miten suuren osan ajan vuodesta tai päivästä tarkastelupisteessä henkilö altistuu välkkeelle.

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen liite 8

Winda Energy Oy

3 Ohjearvot

Suomessa ei ole viranomaisten määrittämiä ohjearvoja välkkeen esiintymisen kestolle. Ympäristöministeriön julkaisemassa Tuulivoimarakentamisen suunnittelu -ohjeessa (Ympäristöministeriö, 2016) suositellaan käyttämään apuna muiden maiden suosituksia välkkeen rajoittamisesta. Taulukossa 1 on esitetty eri maiden ohjearvoja välkkeelle. Ruotsin ohjearvo perustuu Saksan esittämiin ohjearvoihin.

Taulukko 1. Eri maiden ohjearvot välkkeelle (LAI 2020, Boverket 2012, By-, Land- og Kirkeministeriet, 2022).

	Real case	Worst case
Saksa (/Ruotsi)	8 h/a tai 30 h/d	30 h/a tai 30 min/d
Tanska	10 h/a	-

Välke voidaan mallintaa todellista tilannetta (Real case) vastaavana ja pahinta tilannetta (Worst case) kuvaavana skenaariona. Real case mallinnus ottaa huomioon meteorologiseen dataan perustuvan ja vuodenajan mukaan vaihtelevan auringonpaisteen sekä tuulensuunnan. Esitetyt ohjearvot ovat real case -mallinnukselle, joten tulokset ilmoitetaan real case -tapauksena.

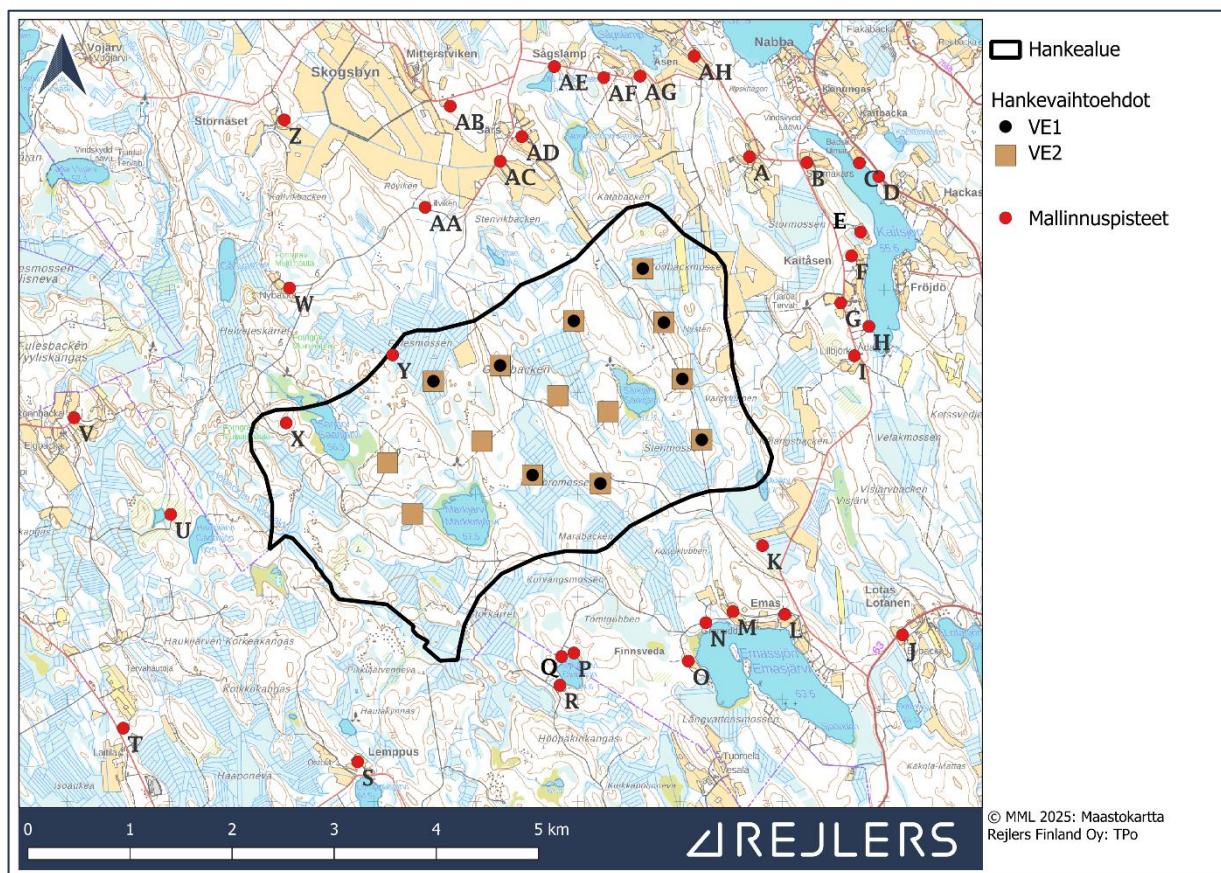
Real case -mallinnuksen tuloksia tarkasteltaessa käytetään ohjearvoa 8 tuntia päivässä (h/a).

4 Lähtötiedot

Markjärven tuulipuistohankkeen ympäristövaikutusten arvioinnissa vertaillaan kahta hankevaihtoehtoa (VE1 ja VE2). Välkemallinnus tehtiin kummallekin vaihtoehdolle vaikutusten arvioimiseksi ja vertailemiseksi. Kuvassa 2 on esitetty tuulivoimaloiden sijoittelu alueella eri vaihtoehdoissa sekä tarkastelupisteet mallinnuksen tuloksille. Mallinnuspisteet ovat samat, kuin vaikutusten arvioinnin yhteydessä toteutetussa melumallinnuksessa. Mallinnuspisteet on sijoitettu eri suunnille hankealueesta niiden asuin- ja lomarakennusten kohdalle, jotka sijaitsevat lähimpänä hankealuetta. Alueilla, joissa on tiheästi rakennuksia, on valittu lähemmäksi useampi eri mallinnuspiste.

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen liite 8

Winda Energy Oy



Kuva 2. Tuulivoimaloiden sijainnit hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Punaisilla pisteillä ja aakkosilla merkitty mallinnuspisteet, joissa tulokset esitetään.

Markjärven suunnitteilla olevan tuulivoimapuiston ympärillä sijaitsee pysyvää asutusta, loma-asutusta ja virkistysalueita.

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen liite 8

Winda Energy Oy

Taulukko 2. Suunnitellut voimalapaikat hankevaihtoehdolle VE1 ja hankevaihtoehdolle VE2. Koordinaatit ovat ETRS-TM35FIN-koordinaatiston mukaiset.

Voimalan numero	Vaihtoehto	Koordinaatti, N	Koordinaatti, E
1	VE2	7044810	323379
2	VE1, VE2	7046681	325842
3	VE1, VE2	7045107	325220
4	VE1, VE2	7045189	324555
5	VE1, VE2	7046261	324238
6	VE2	7045809	325297
7	VE1, VE2	7046697	324960
8	VE1, VE2	7047209	325634
9	VE1, VE2	7046129	326022
10	VE1, VE2	7045535	326213
11	VE2	7045965	324802
12	VE2	7045521	324059
13	VE1, VE2	7046108	323584
14	VE2	7045308	323134

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen liite 8

Winda Energy Oy

Hankevaihtoehdossa VE1 tuulivoimaloita on 9 kpl ja hankevaihtoehdossa VE2 tuulivoimaloita on 14 kpl. Taulukossa 5 on esitetty tuulivoimalatyypin tiedot. 200 metriin skaalatun roottorin geometria perustuu N175-turbiiniin.

Taulukko 3. Tuulivoimalatyypin tiedot.

Voimalan tyyppi	Nordex N175
Voimalan nimellisteho	6,8 MW
Voimalan korkeus	220 m
Roottorin halkaisija	200 m

Mallinnuksen avulla saadaan selville välkevaikutuksen esiintymistiheys sekä alueet, joille välkevaikutus kohdistuu. Mallinnus toteutetaan WindPRO -ohjelman Shadow-moduulilla.

Mallinnuksessa käytettävä maastomalli luodaan Maanmittauslaitoksen maastotietokannan korkeusaineistosta. Laskennoissa huomioidaan alueen tuulisuus- ja auringonpaistetiedot. Auringonpaisteisuustietoina laskennassa käytetään Ilmatieteen laitoksen meteorologisia Seinäjoen Pelmaan havaintoasemalla 1991–2020 mitattuja ja saatavilla olevia havaintotietoja. Laskentojen tuulen suuntana ja nopeusjakaumana käytetään EMD WRF Europe (ERA5) perustuvaa tuulidataa. Laskenta suoritetaan ns. real case -tilanteen mukaan eli mallinnuksessa otetaan huomioon auringon asema horisontissa eri kellon- ja vuodenaikoina, pilvisyys kuukausittain (kuinka paljon aurinko paistaa ollessaan horisontin yläpuolella) ja tuulivoimalaitoksien arvioitu vuotuinen käyntiaika.

Tuloksia tarkasteltiin tuulivoimaloiden erilaisilla vuotuisilla käyntiajoilla. Koska eri käyntiajoilla mikään mallinnuspisteistä ei siirtynyt toiselle puolelle 8 h/a ohjearvon rajaa, käytetään konservatiivisena arviona 100 % käyntiaikaa. Näin toimitaan siksi, että osa kohteista sijaitsee lähellä rajaa, jolla välke olisi yli 8 h/a. Näin varmistetaan, ylittyykö 8 h/a ohjearvo tässä kohteessa.

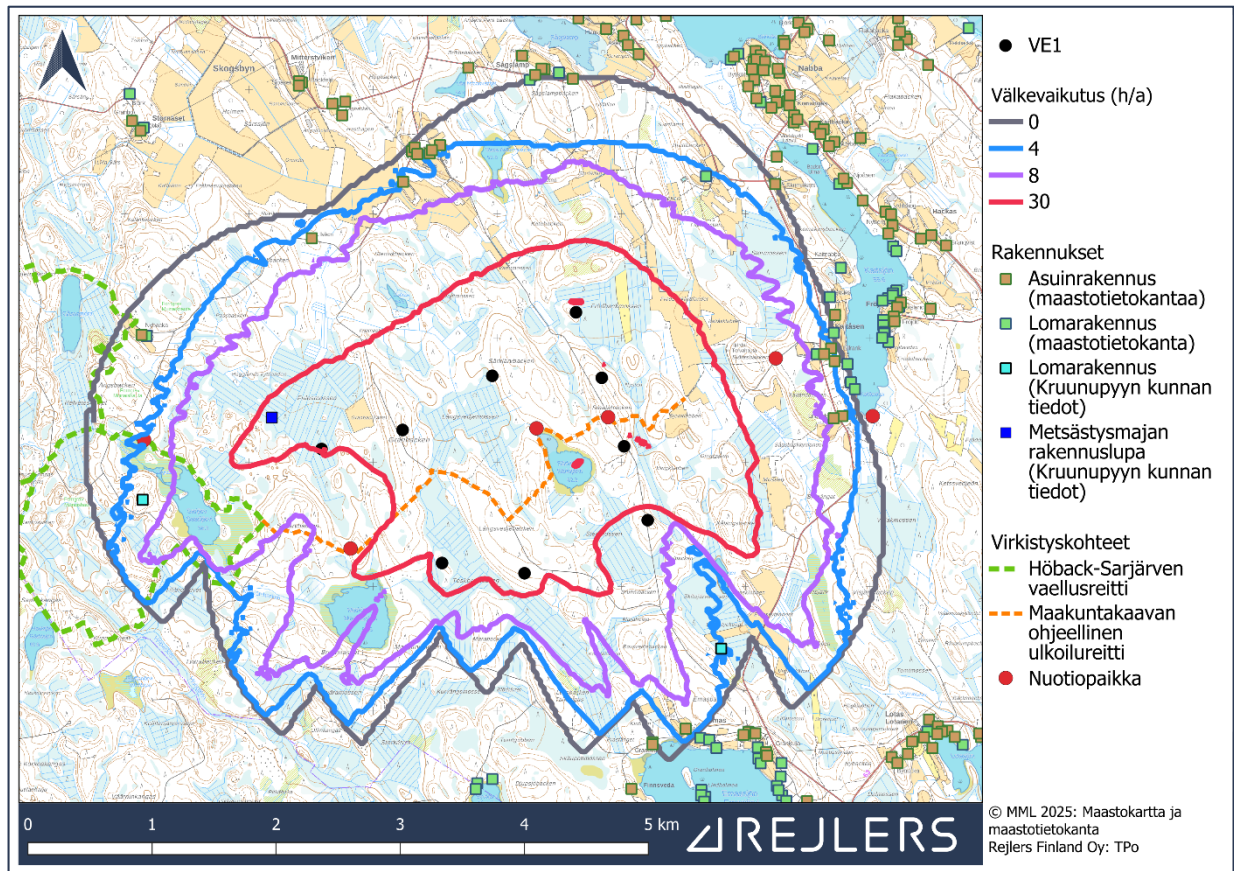
Laskennoissa varjot huomioidaan, jos aurinko on yli 3 astetta horisontin yläpuolella ja varjoksi lasketaan tilanne, jossa siipi peittää vähintään 20 % auringosta. Varjostuksen mallinnuksessa huomioidaan maaston korkeussuhteet. Mallinnus tehdään kahdelle eri laskentatilanteelle, joista toisessa huomioidaan metsän peitteisyys ja toisessa ei. Varjostusmallinnuksissa puuston korkeustiedot perustuvat Luonnonvarakeskuksen (Luke) vuoden 2021 monilähteisen valtakunnan metsien inventoinnin tuloksiin.

5 Tulokset

Mallinnuksella tarkasteltiin välkkeen määrää ilman puuston vaikutusta. Hankevaihtoehdossa VE1 välkkeen 8 h/a vaikutusalue ei ulotu asuinrakennuksiin eikä lomarakennuksiin (kuva 3). Välke voi kuitenkin aiheuttaa haittaa alueen viihtyvyydelle, koska hankealueen läpi ja sen läheisyydessä kulkee vaellus- ja ulkoilureittejä.

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen liite 8

Winda Energy Oy

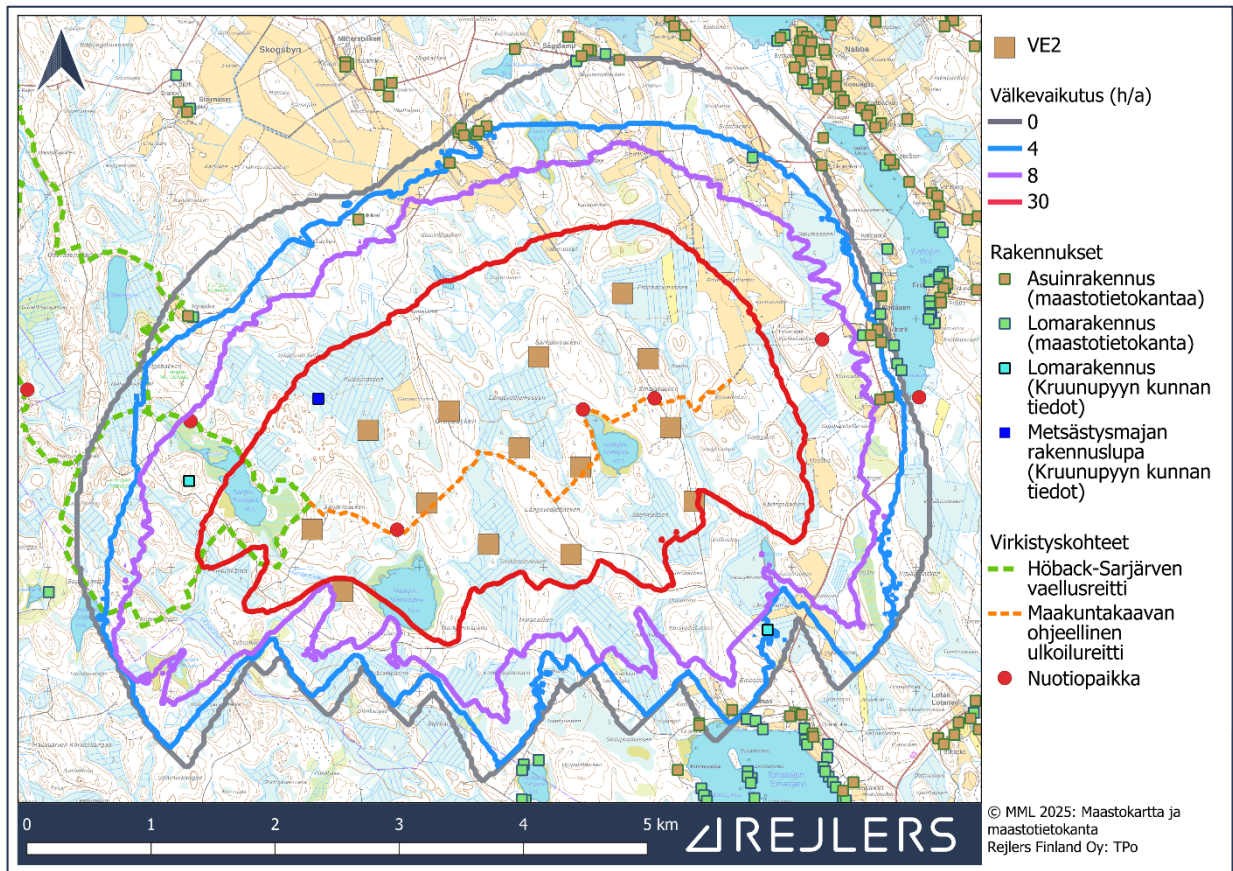


Kuva 3. Välkkeen määrä hankealueella ja sen ympäristössä hankevaihtoehdossa VE1.

Vaihtoehdossa VE2 välkkeen vaikutus ulottuu hankevaihtoehtoa VE1 kauemmas (kuva 4). Kuvasta näkee, että osa Höbäck-Sarjärven vaellusreitistä jää 30 h/a välkkeen vaikutusalueen sisäpuolelle. Vaellusreitillä voi päivän- ja vuodenajan mukaan olla havaittavissa viihtyvyyttä häiritsevää välkettä.

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen liite 8

Winda Energy Oy



Kuva 4. Välkkeen määrä hankealueella ja sen ympäristössä hankevaihtoehdossa VE2.

Taulukossa 4 on esitetty välkemallinnuksen tulokset kuvan 2 mukaisissa mallinnuspisteissä. Tuloksissa ei ole huomioitu metsän peittävää vaikutusta.

Taulukko 4. Välkkeen määrä (tuntia per vuosi) eri mallinnuspisteissä hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2.

Kirjain kartalla	Kohde	Välkettä (tuntia/vuosi)	
		VE1	VE2
A	Lomarakennus	5:08	5:08
B	Asuinrakennus	0	0
C	Lomarakennus	0	0
D	Asuinrakennus	0	0
E	Lomarakennus	0	0
F	Lomarakennus	0	0
G	Lomarakennus	4:57	4:57

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen liite 8

Winda Energy Oy

H	Lomarakennus	0	0
I	Asuinrakennus	5:04	5:04
J	Asuinrakennus	0	0
K	Lomarakennuksen rakennuslupa	3:55	3:54
L	Asuinrakennus	0	0
M	Asuinrakennus	6:07	6:08
N	Asuinrakennus	0	0
O	Asuinrakennus	0	0
P	Lomarakennus	0	0
Q	Lomarakennus	0	0
R	Lomarakennus	0	0
S	Lomarakennus	0	0
T	Asuinrakennus	0	0
U	Lomarakennus	0	0
V	Asuinrakennus	0	0
W	Lomarakennus	2:28	2:28
X	Lomarakennus	5:25	14:53
Y	Metsästysmajan rakennuslupa	47:51	63:23
Z	Asuinrakennus	0	0
AA	Asuinrakennus	6:46	6:46
AB	Asuinrakennus	0	0
AC	Asuinrakennus	4:30	4:30
AD	Asuinrakennus	4:06	4:06
AE	Asuinrakennus	0	0
AF	Lomarakennus	0	0

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen liite 8

Winda Energy Oy

AG	Asuinrakennus	2:15	2:15
AH	Asuinrakennus	0	0

Mallinnuspisteessä X sijaitsevalla lomarakennuksella ylittyy hankevaihtoehdossa VE2 Saksassa käytettävä välkkeen ohjearvo 8 h/a tilanteessa, jossa puuston vaikutusta ei ole otettu huomioon. Tuloksia tarkasteltiin myös tuulivoimaloiden pienemmällä käyntiajalla, mutta välkkeen ohjearvo ylittyi kaikilla tarkastelluilla tilanteilla. Hankevaihtoehdossa VE1 välkkeen ohjearvo ei ylity mallinnuspisteessä X.

Mallinnuspisteessä Y sijaitsevaan kohtaan on myönnetty metsästysmajan rakennuslupa. Tässä kohdassa välkkeen ohjearvot ylittivät kummassakin toteutusvaihtoehdossa.

Välkkeen ajoittuminen vuoden- ja vuorokaudenajan mukaan riippuu kohteen sijainnista suhteessa tuulivoimaloihin. Suurimmalle osalle tarkastelluista kohteista suurimmat välkevaikutukset ajoittuvat keväälle ja syksyille aamu- ja ilta-auringon aikoihin. Välkevaikutuksen ajoittuminen tarkastelluissa mallinnuspisteissä on kuvattu vaihtoehdon VE1 osalta raportin liitteessä 1 ja vaihtoehdon VE2 osalta raportin liitteessä 2.

Höback-Sarjärven vaellusreitin hankealuetta läheisimmässä osassa välkettä on havaittavissa yli 8 tuntia vuodessa kummassakin hankevaihtoehdossa. Hankevaihtoehdossa VE2 välkettä on paikoittain havaittavissa yli 30 tuntia vuodessa. Maakuntakaavan ohjeellinen ulkoilureitti kulkee hankealueen keskeltä, ja hankealueella sijaitsee useita nuotiopaikkoja. Näissä kohteissa välkettä on havaittavissa yli 30 tuntia vuodessa.

Taulukossa 5 on esitetty väkemallinnuksen tulokset mallinnuspisteissä, kun mallinnuksessa on huomioitu metsän peittävä vaikutus. Puuston korkeustiedot perustuvat Luonnonvarakeskuksen (Luke) vuoden 2021 monilähteen valtakunnan metsien inventoinnin tuloksiin.

Taulukko 5. Välkkeen määrä (tuntia per vuosi) eri mallinnuspisteissä hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2, kun puuston vaikutus otetaan huomioon.

Kirjain kartalla	Kohde	Välkettä (tuntia/vuosi)	
		VE1	VE2
A	Lomarakennus	0	0
B	Asuinrakennus	0	0
C	Lomarakennus	0	0
D	Asuinrakennus	0	0
E	Lomarakennus	0	0
F	Lomarakennus	0	0

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen liite 8

Winda Energy Oy

G	Lomarakennus	0	0
H	Lomarakennus	0	0
I	Asuinrakennus	0	0
J	Asuinrakennus	0	0
K	Lomarakennuksen rakennuslupa	0	0
L	Asuinrakennus	0	0
M	Asuinrakennus	6:07	6:08
N	Asuinrakennus	0	0
O	Asuinrakennus	0	0
P	Lomarakennus	0	0
Q	Lomarakennus	0	0
R	Lomarakennus	0	0
S	Lomarakennus	0	0
T	Asuinrakennus	0	0
U	Lomarakennus	0	0
V	Asuinrakennus	0	0
W	Lomarakennus	2:28	2:28
X	Lomarakennus	0	0
Y	Metsästysmajan rakennuslupa	0	0
Z	Asuinrakennus	0	0
AA	Asuinrakennus	4:46	4:46
AB	Asuinrakennus	0	0
AC	Asuinrakennus	4:30	4:30
AD	Asuinrakennus	4:06	4:06
AE	Asuinrakennus	0	0

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen liite 8

Winda Energy Oy

AF	Lomarakenus	0	0
AG	Asuinrakennus	0	0
AH	Asuinrakennus	0	0

Kun puuston vaikutus otetaan huomioon, ei välkkeen 8 h/a ohjearvo ylitä missään asuin- tai lomarakennuksessa kummassakaan hankevaihtoehdossa.

Höback-Sarjärven vaellusreitillä välkettä on havaittavissa yli 30 tuntia vuodessa. Maakuntakaavan ohjeellinen ulkoilureitti kulkee hankealueen keskeltä, ja hankealueella sijaitsee useita nuotiopaikkoja. Myös näissä kohteissa välkettä on paikoittain havaittavissa yli 30 tuntia vuodessa. Mallinnuspisteessä Y, jossa metsästysmajalle on rakennuslupa, ei ole havaittavissa välkettä, jos puuston vaikutus otetaan mallinnuksessa huomioon.

Hankealueella suoritetaan tuulivoimaloiden ympärillä ja huoltoteiden alueella hakkuita hankkeen rakennusaikana. Metsän peittävyys muuttuu tuulivoimaloiden elinkaaren aikana, kun talousmetsissä suoritetaan hakkuita ja kun taimikot ja nuoret metsät kasvavat korkeammiksi. Tämän takia myös puuston vaikutus välkkeen esiintymiseen tulee muuttumaan vuosien saatossa.

6 Yhteenveto

Välkemallinnuksen tulosten perusteella hankevaihtoehdossa VE2 Saksassa ja Ruotsissa käytettävä välkkeen ohjearvo 8 tuntia vuodessa ylittyy yhden lomarakennuksen kohdalla. Kyseinen lomarakennus sijaitsee hankealueen länsiosassa eikä sen läheisyydessä sijaitse muita rakennuksia, joissa välkkeen ohjearvo ylittyisi.

Hankealueen läpi kulkee Höback-Sarjärven vaellusreitti, jonka hankealuetta lähimmässä osassa välkettä on yli 8 tuntia vuodessa hankevaihtoehdossa VE1 ja yli 30 tuntia vuodessa hankevaihtoehdossa VE2. Hankealueelle on myönnetty rakennuslupa metsästysmajalle (mallinnuspiste Y), jonka kohdalla välkkeen ohjearvot ylittyvät moninkertaisesti. Hankealueen poikki kulkee maakuntakaavan ohjeellinen ulkoilureitti, jolla sijaitsee nuotiopaikkoja. Kummassakin hankevaihtoehdossa tälle reitille kohdistuu yli 30 tuntia vuodessa välkehaittaa.

Välkemallinnuksen perusteella välike ylittää vuosittaisen ohjearvon yhdellä lomarakennuksella, jos hanke toteutetaan hankevaihtoehdon VE2 mukaisesti. Suurin haitta välkkeestä aiheutuu virkistyskohteissa kuten vaellusreitillä, ulkoilureitillä ja nuotiopaikoilla.

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen liite 8

Winda Energy Oy

Lähteet

Boverket. Vindkraftshandboken Planering och prövning av vindkraftverk på land och i kustnära vattenområden. 23.10.2012.

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI). Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen (WKA-Schattenwurfhinweise). 23.01.2020

By-, Land- og Kirkeministeriet. Vejledning om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller. VEJ nr 9317 af 26/01/2022

Ilmatieteenlaitos. 1991–2020 auringonpaiste ja säteilytilastot. Saatavissa:

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

Ympäristöhallinto. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita. 5/2016

WindPRO. WindPRO Knowledgebase - 6 Environment. Semptember 2024.

<https://help.emd.dk/knowledgebase/>

Välkemallinnuksen liite 1

Välkemallinnuksen tulokset

hankevaihtoehdolle VE1

SHADOW - Main Result

Calculation: Välkemallinnus VE1

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	8,61	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	1 161	906	613	672	8 760

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:

DHM: Maanmittauslaitoksen maastomalli
Receptor grid resolution: 1,0 m
Topographic shadow included in calculation

All coordinates are in
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

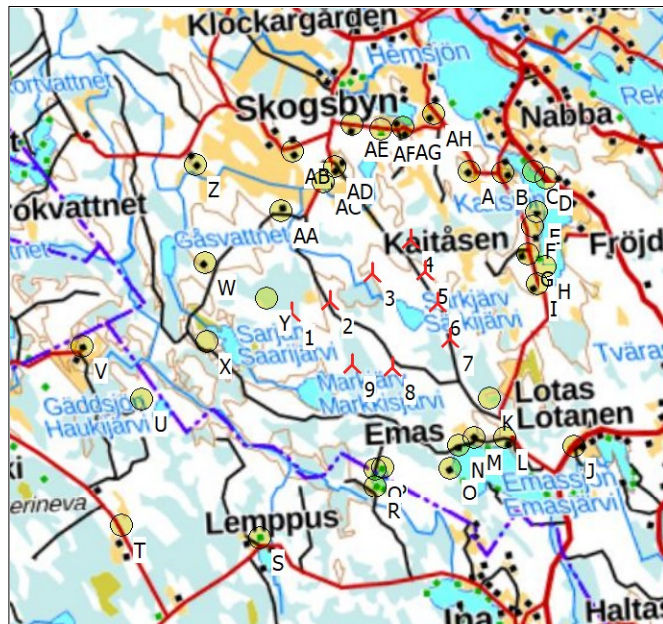
WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type		Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.					Calculation distance [m]	RPM [RPM]
			[m]									
1	323 585	7 046 108	54,4	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
2	324 238	7 046 261	68,9	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
3	324 960	7 046 697	61,4	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
4	325 635	7 047 209	55,9	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
5	325 843	7 046 682	71,5	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
6	326 023	7 046 130	67,3	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
7	326 213	7 045 536	68,9	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
8	325 220	7 045 107	72,8	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
9	324 555	7 045 190	62,8	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8

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]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	Lomarakenus 1	326 677	7 048 304	65,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
B	Asuinrakenus 1	327 243	7 048 247	61,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
C	Lomarakenus 2	327 755	7 048 244	57,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
D	Asuinrakenus 2	327 946	7 048 109	58,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
E	Lomarakenus 3	327 770	7 047 566	62,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
F	Lomarakenus 4	327 680	7 047 333	70,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
G	Lomarakenus 5	327 574	7 046 873	70,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
H	Lomarakenus 6	327 850	7 046 645	59,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
I	Asuinrakenus 3	327 708	7 046 357	65,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
J	Asuinrakenus 4	328 179	7 043 627	70,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
K	Lomarakenuksen rakenuslupa	326 808	7 044 500	61,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
L	Asuinrakenus 5	327 027	7 043 828	71,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
M	Asuinrakenus 6	326 519	7 043 856	72,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
N	Asuinrakenus 7	326 253	7 043 747	68,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
O	Asuinrakenus 8	326 082	7 043 371	68,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
P	Lomarakenus 7	324 961	7 043 451	66,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
Q	Lomarakenus 8	324 839	7 043 416	68,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R	Lomarakenus 9	324 824	7 043 135	67,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
S	Lomarakenus 10	322 842	7 042 387	73,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
T	Asuinrakenus 9	320 546	7 042 715	71,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

To be continued on next page...



Scale 1:125 000
New WTG
Shadow receptor

SHADOW - Main Result

Calculation: Vätkemallinnus VE1

...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]
	U Lomarakenus 11	321 012	7 044 805	67,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
	V Asuinrakennus 10	320 065	7 045 751	69,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
	W Lomarakenus 12	322 184	7 047 020	66,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
	X Lomarakenus 13	322 143	7 045 700	71,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
	Y Metsästysmajan rakennuslupa	323 184	7 046 365	52,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
	Z Asuinrakennus 11	322 122	7 048 669	57,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
	AA Asuinrakennus 12	323 500	7 047 814	53,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
	AB Asuinrakennus 13	323 751	7 048 800	56,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
	AC Asuinrakennus 14	324 237	7 048 260	50,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
	AD Asuinrakennus 15	324 449	7 048 502	63,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
	AE Asuinrakennus 16	324 768	7 049 186	58,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
	AF Lomarakenus 14	325 251	7 049 076	64,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
	AG Asuinrakennus 17	325 611	7 049 091	63,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
	AH Asuinrakennus 18	326 138	7 049 287	53,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

Calculation Results

Shadow receptor

		Shadow, worst case			Shadow, expected values
No.	Name	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]
	A Lomarakennus 1	33:17	76	0:41	5:08
	B Asuinrakennus 1	0:00	0	0:00	0:00
	C Lomarakennus 2	0:00	0	0:00	0:00
	D Asuinrakennus 2	0:00	0	0:00	0:00
	E Lomarakennus 3	0:00	0	0:00	0:00
	F Lomarakennus 4	0:00	0	0:00	0:00
	G Lomarakennus 5	23:39	68	0:27	4:57
	H Lomarakennus 6	0:00	0	0:00	0:00
	I Asuinrakennus 3	24:32	69	0:27	5:04
	J Asuinrakennus 4	0:00	0	0:00	0:00
	K Lomarakennuksen rakennuslupa	16:03	45	0:28	3:55
	L Asuinrakennus 5	0:00	0	0:00	0:00
	M Asuinrakennus 6	24:48	62	0:28	6:07
	N Asuinrakennus 7	0:00	0	0:00	0:00
	O Asuinrakennus 8	0:00	0	0:00	0:00
	P Lomarakennus 7	0:00	0	0:00	0:00
	Q Lomarakennus 8	0:00	0	0:00	0:00
	R Lomarakennus 9	0:00	0	0:00	0:00
	S Lomarakennus 10	0:00	0	0:00	0:00
	T Asuinrakennus 9	0:00	0	0:00	0:00
	U Lomarakennus 11	0:00	0	0:00	0:00
	V Asuinrakennus 10	0:00	0	0:00	0:00
	W Lomarakennus 12	12:52	35	0:28	2:28
	X Lomarakennus 13	21:21	52	0:32	5:25
	Y Metsästysmajan rakennuslupa	198:08	158	2:35	47:51
	Z Asuinrakennus 11	0:00	0	0:00	0:00
	AA Asuinrakennus 12	47:56	113	0:47	6:46
	AB Asuinrakennus 13	0:00	0	0:00	0:00
	AC Asuinrakennus 14	27:49	78	0:28	4:30
	AD Asuinrakennus 15	29:24	86	0:27	4:06
	AE Asuinrakennus 16	0:00	0	0:00	0:00
	AF Lomarakennus 14	0:00	0	0:00	0:00
	AG Asuinrakennus 17	20:52	64	0:26	2:15
	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	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (93)	195:30	44:56
2	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (95)	49:32	10:25
3	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (96)	56:07	9:17

To be continued on next page...

Project:

3411261_Markjärv

Licensed user:

Rejlers Finland Oy 6030 EHS Common
PL 1000
FI-0781 Helsinki

Tiina Aalto / tiina.aalto@rejlers.fi

Calculated:

6.3.2025 9.06/4.1.273

SHADOW - Main Result

Calculation: Välkemallinnus VE1

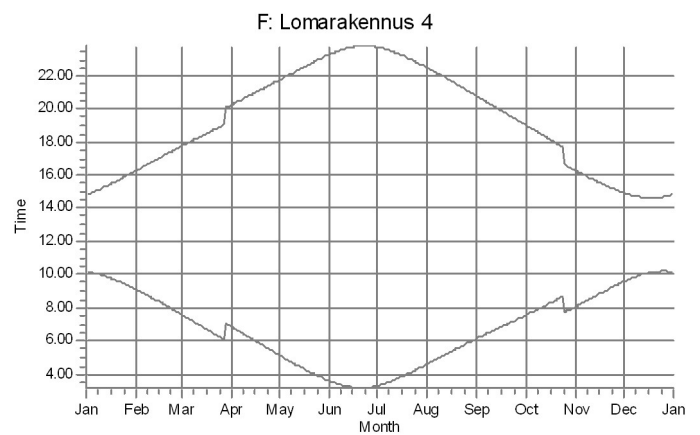
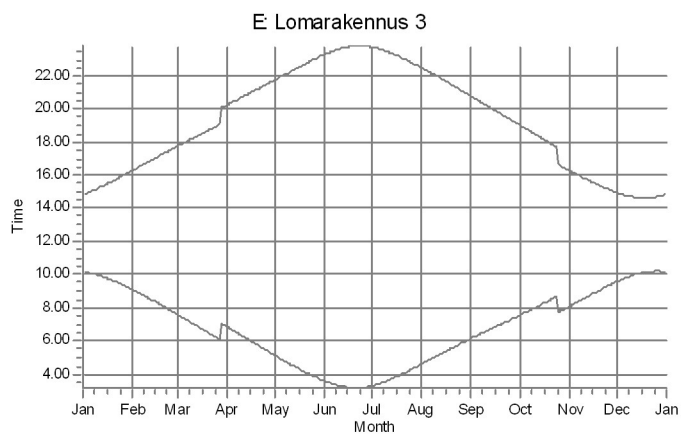
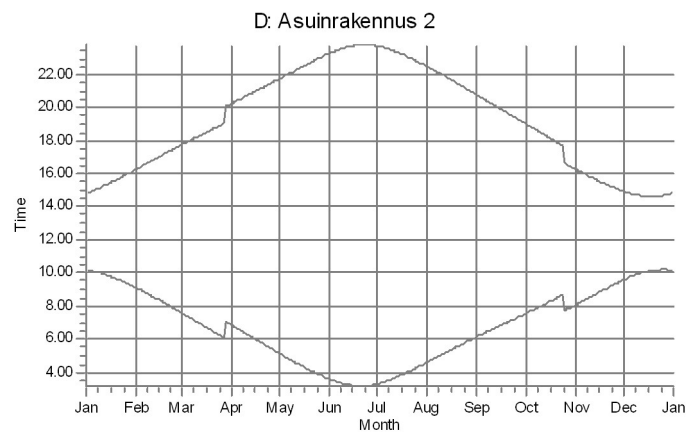
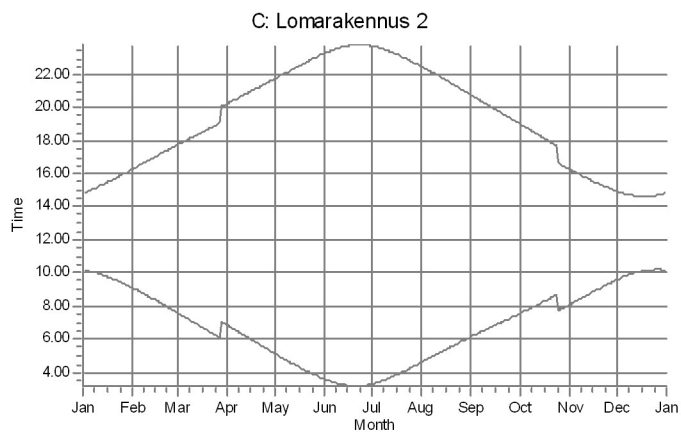
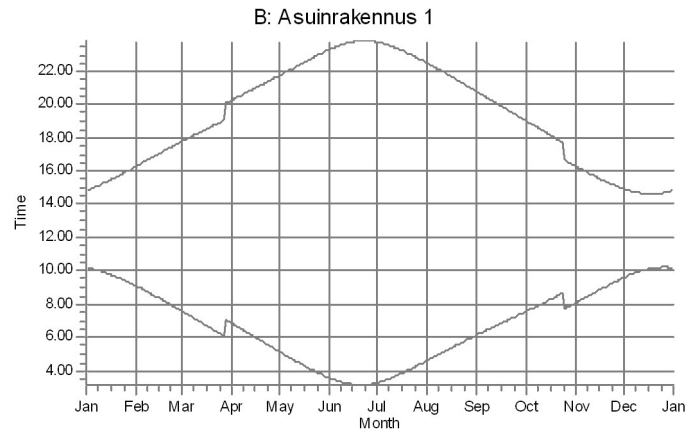
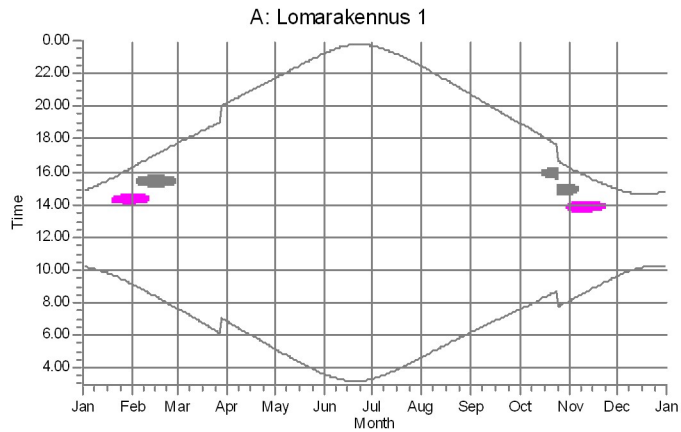
...continued from previous page

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
4	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (97)	63:39	9:48
5	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (98)	27:00	4:32
6	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (99)	24:11	5:03
7	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (100)	12:25	2:26
8	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (101)	40:51	10:02
9	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (102)	11:26	2:03

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: Vätkemallinnus VE1



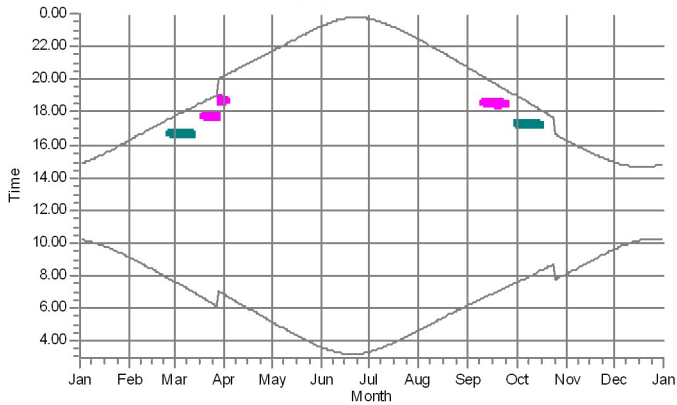
WTGs

- 4: NORDEX virittetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (97)
- 5: NORDEX virittetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (98)

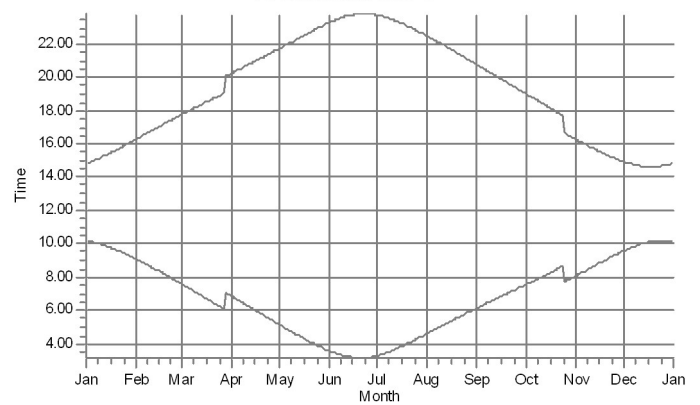
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Vätkemallinnus VE1

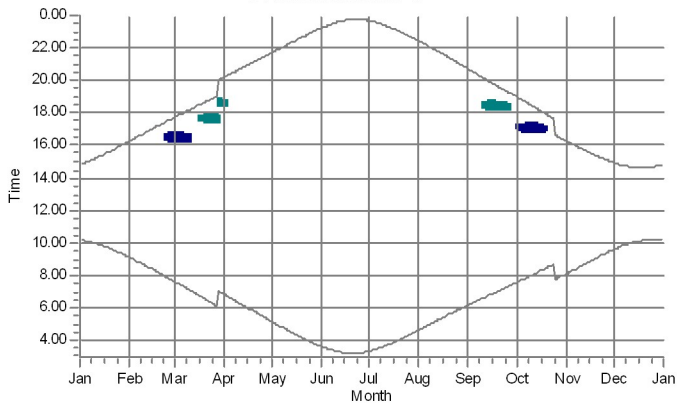
G: Lomarakenus 5



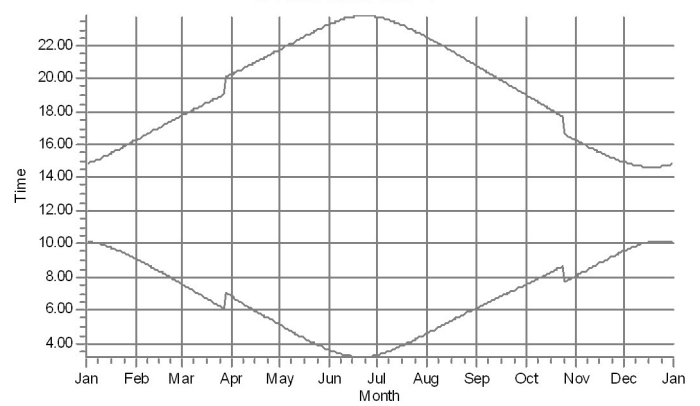
H: Lomarakenus 6



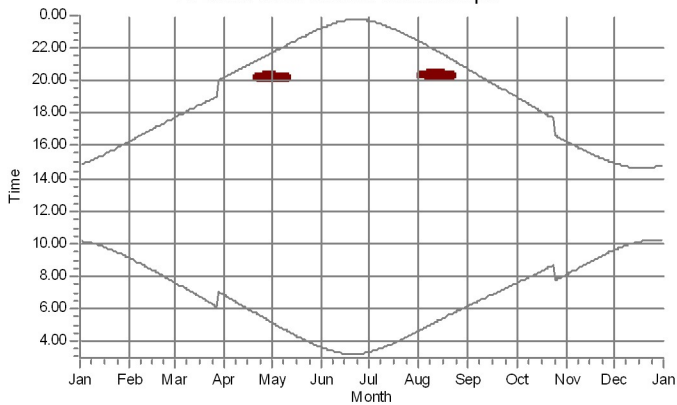
I: Asuinrakennus 3



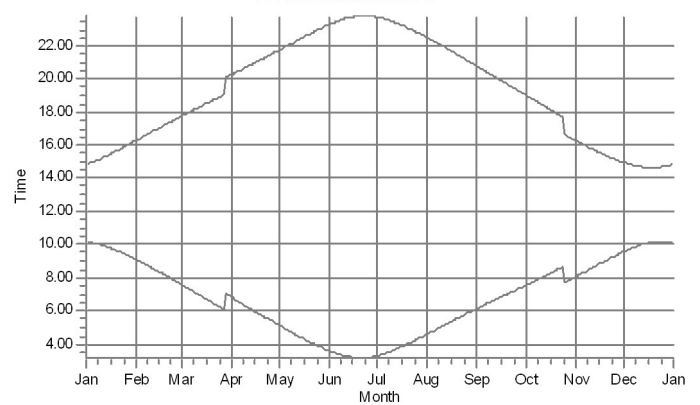
J: Asuinrakennus 4



K: Lomarakennuksen rakennuslupa



L: Asuinrakennus 5

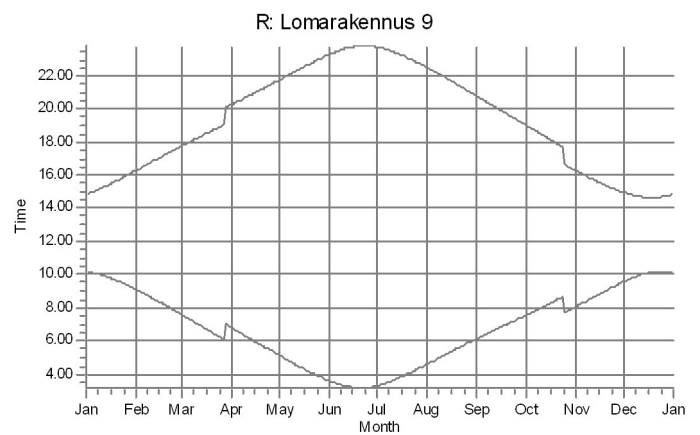
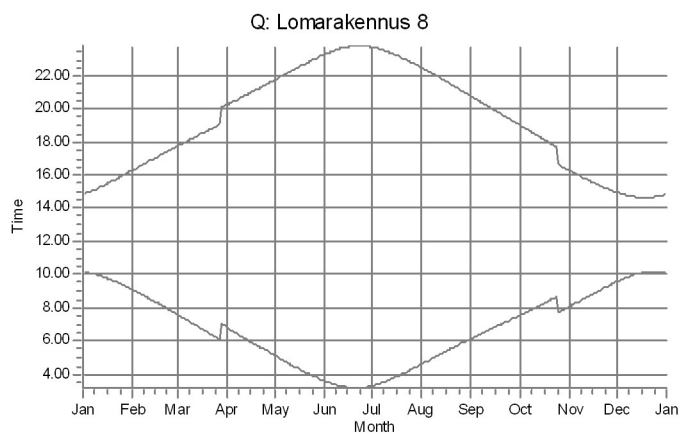
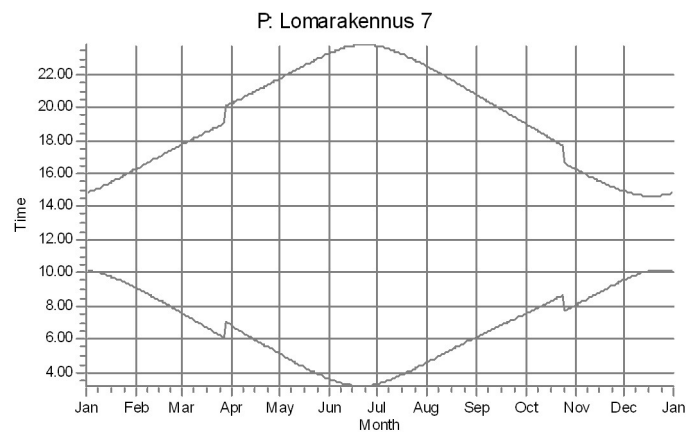
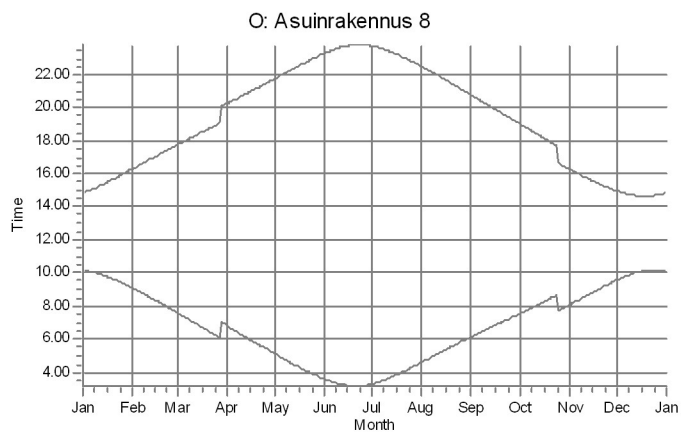
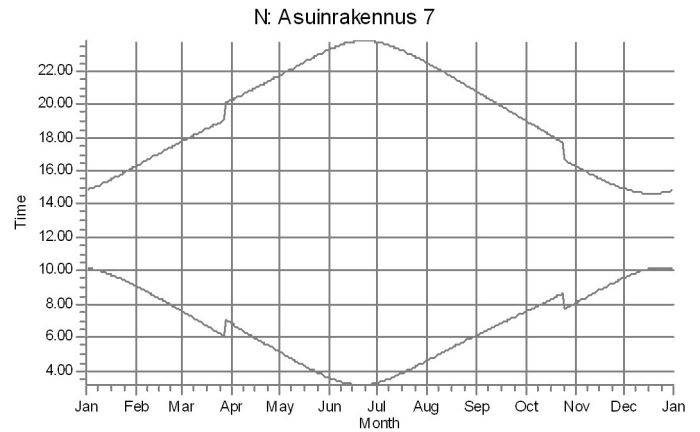
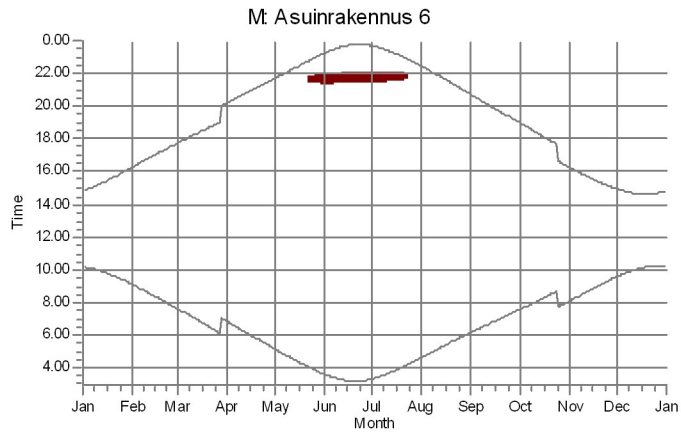


WTGs

- 5: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (98)
- 6: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (99)
- 7: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (100)
- 8: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (101)

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Välkemallinnus VE1

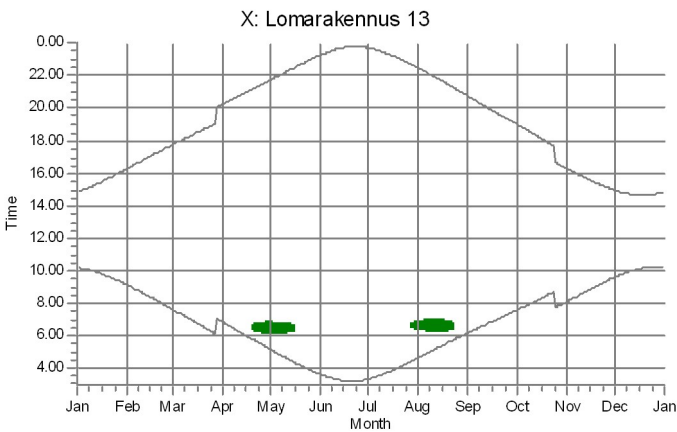
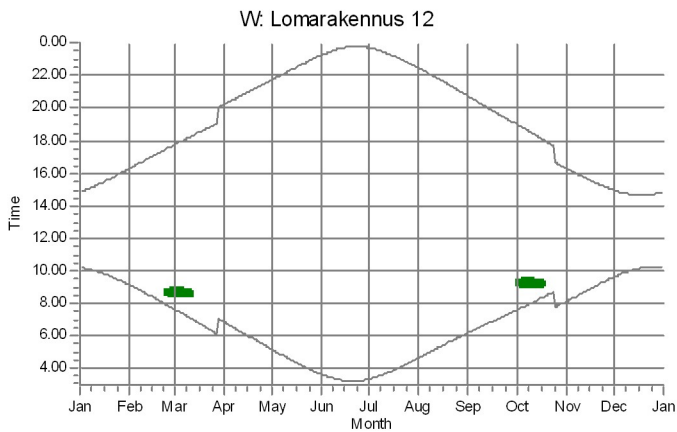
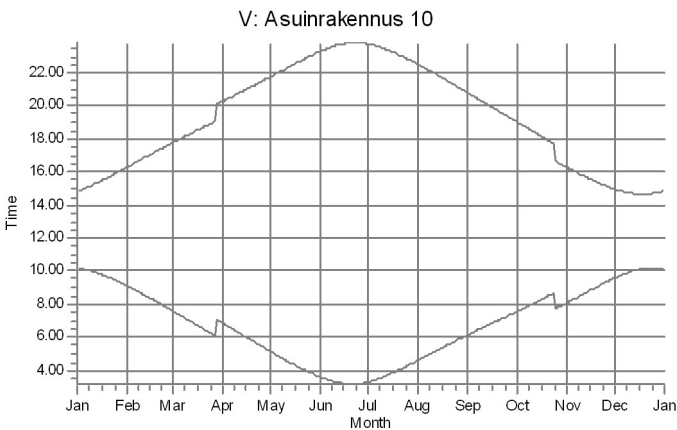
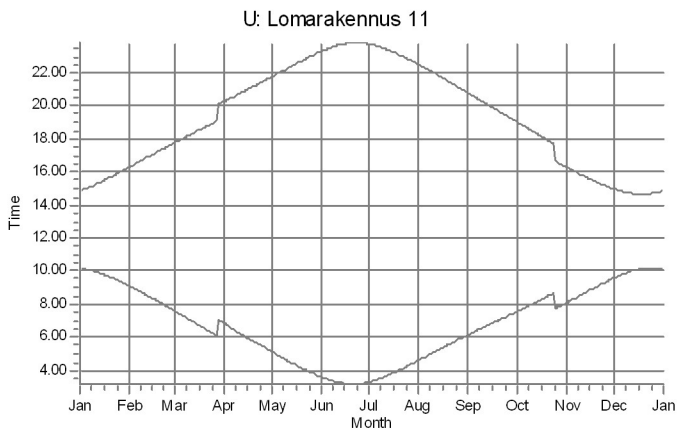
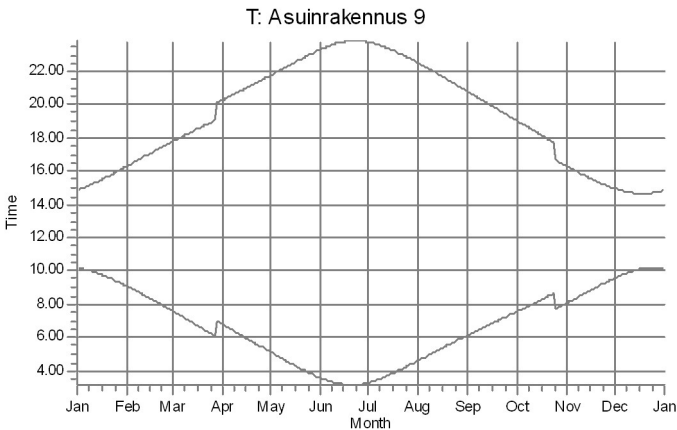
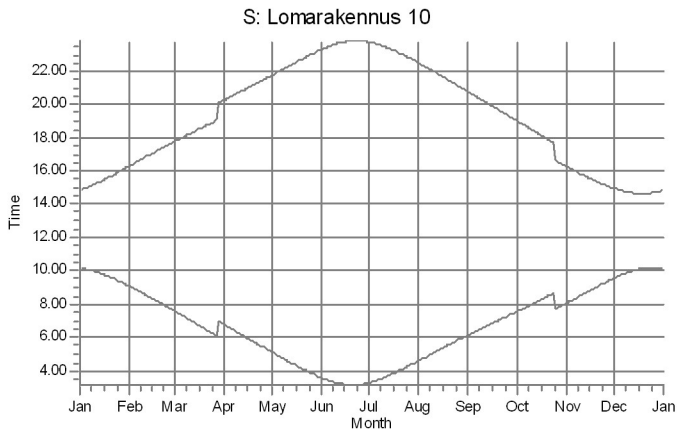


WTGs

8: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (101)

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Välkemallinnus VE1

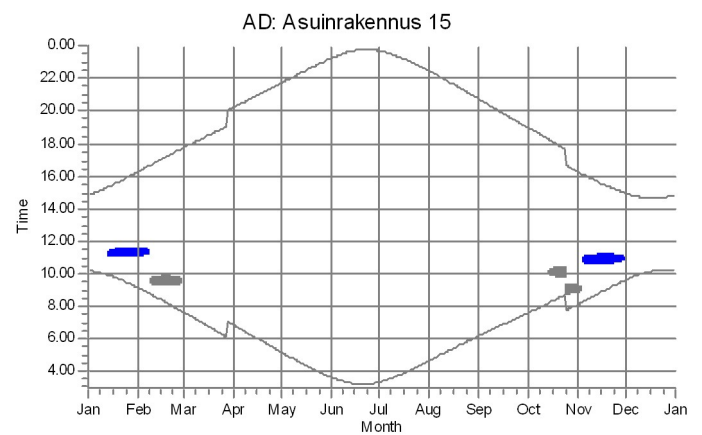
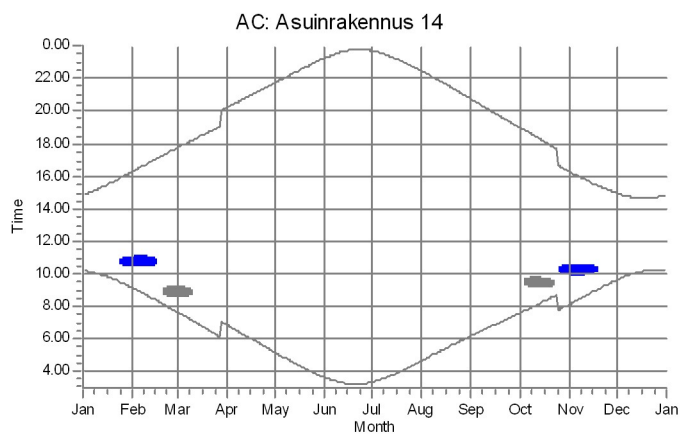
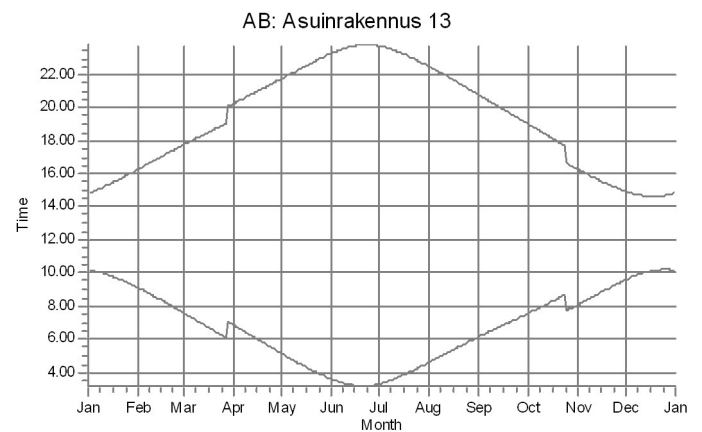
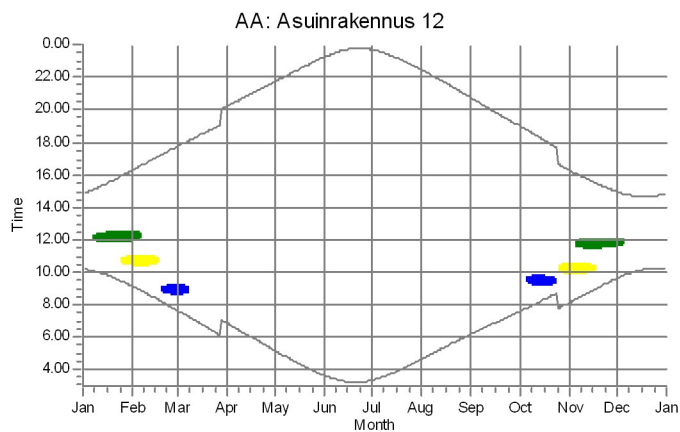
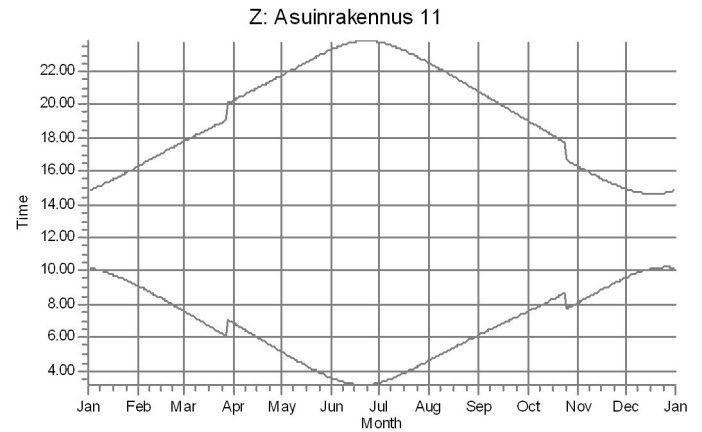
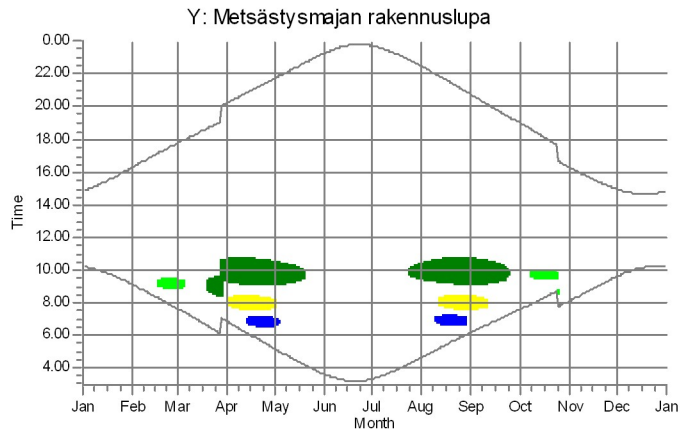


WTGs

1: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-I hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (93)

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Väikemallinnus VE1

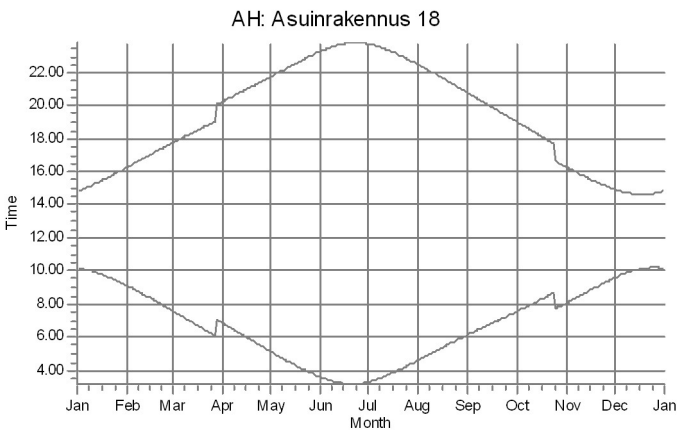
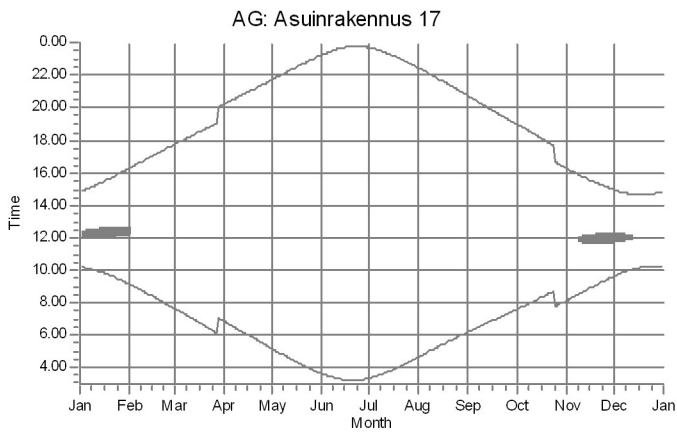
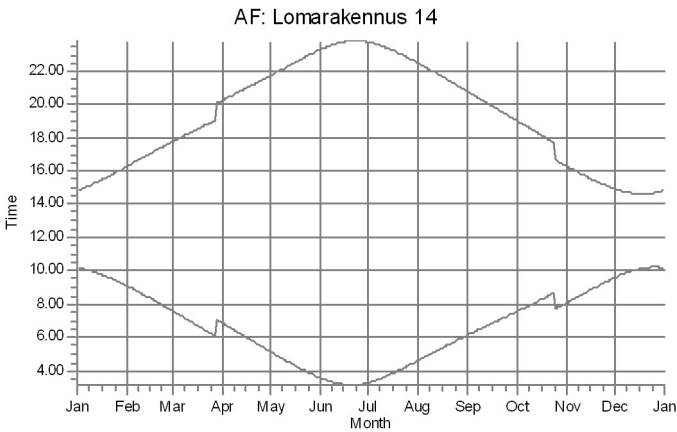
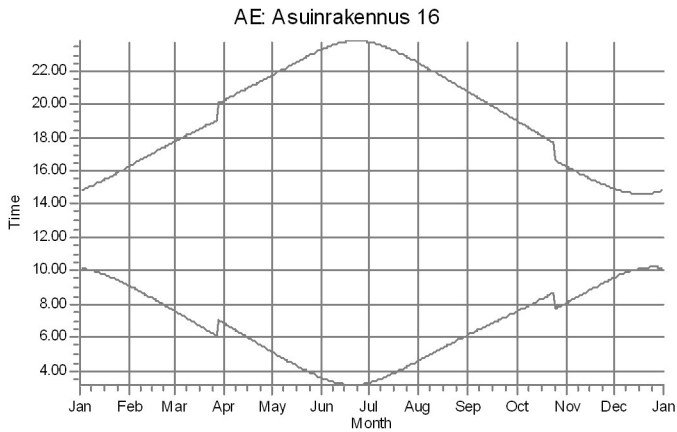


WTGs

- 1: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (93)
- 2: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (95)
- 3: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (96)
- 4: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (97)
- 9: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (102)

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Välkemallinnus VE1

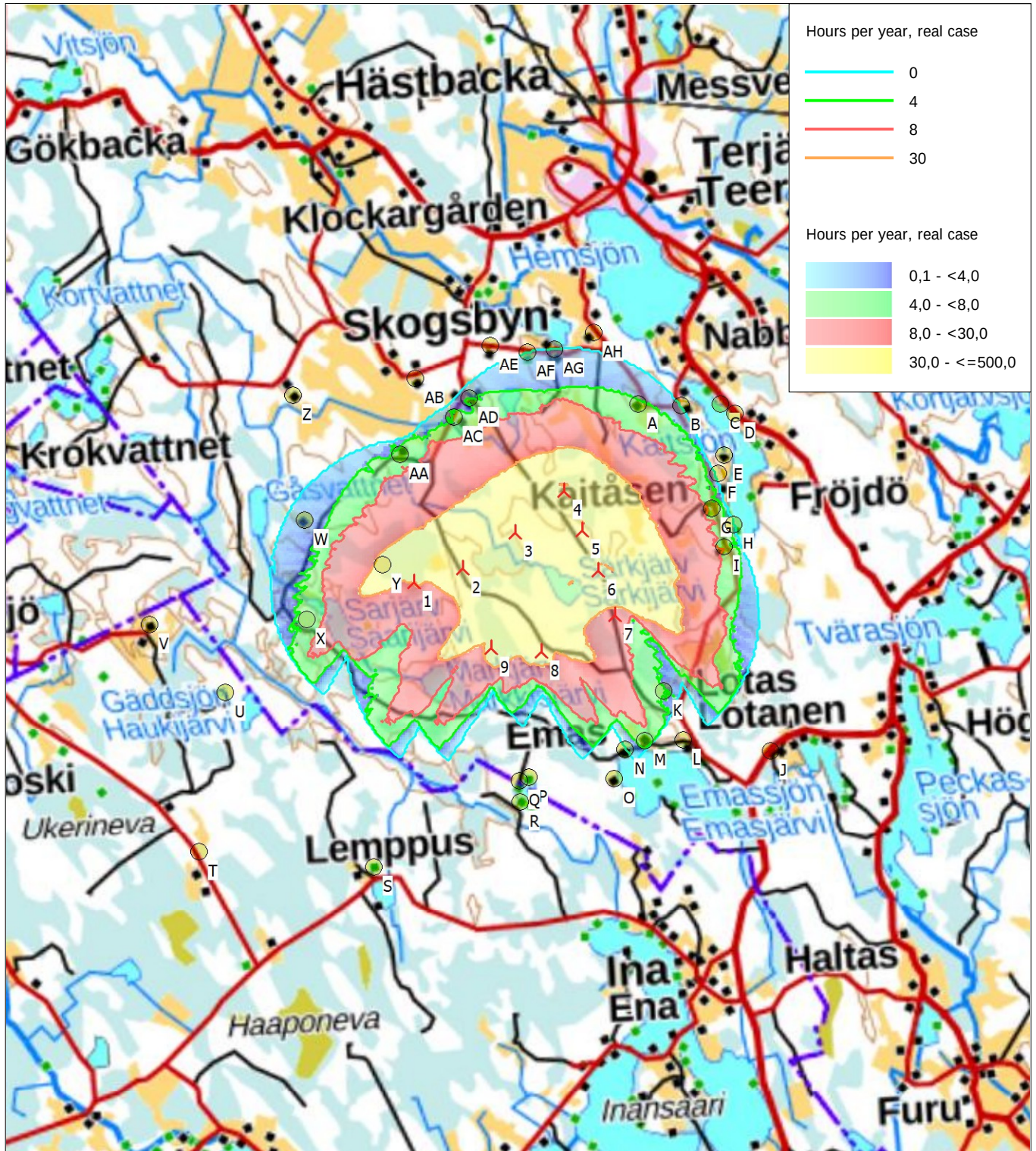


WTGs

4: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (97)

SHADOW - Map

Calculation: Vätkemallinnus VE1



Map: PERUSKARTTA, Print scale 1:75 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 324 600 North: 7 045 920
 New WTG Shadow receptor
 Flicker map level: Maanmittauslaitoksen maastomalli
 Time step: 4 minutes, Day step: 14 days, Map resolution: 30 m, Visibility resolution: 15 m, Eye height: 1,5 m

Välkemallinnuksen liite 2

Välkemallinnuksen tulokset

hankevaihtoehdolle VE2

SHADOW - Main Result

Calculation: Välkemallinnus VE2

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	8,61	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	1 161	906	613	672	8 760

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:

DHM: Maanmittauslaitoksen maastomalli
Receptor grid resolution: 1,0 m
Topographic shadow included in calculation

All coordinates are in
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type		Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.					Calculation distance [m]	RPM
			[m]									[RPM]
1	323 585	7 046 108	54,4	NORDEX viritetty N17...Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
2	324 238	7 046 261	68,9	NORDEX viritetty N17...Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
3	324 960	7 046 697	61,4	NORDEX viritetty N17...Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
4	325 635	7 047 209	55,9	NORDEX viritetty N17...Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
5	325 843	7 046 682	71,5	NORDEX viritetty N17...Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
6	326 023	7 046 130	67,3	NORDEX viritetty N17...Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
7	326 213	7 045 536	68,9	NORDEX viritetty N17...Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
8	325 220	7 045 107	72,7	NORDEX viritetty N17...Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
9	324 555	7 045 190	62,8	NORDEX viritetty N17...Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
10	323 380	7 044 810	63,3	NORDEX viritetty N17...Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
11	323 135	7 045 309	66,0	NORDEX viritetty N17...Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
12	324 060	7 045 521	68,7	NORDEX viritetty N17...Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
13	324 803	7 045 965	67,6	NORDEX viritetty N17...Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
14	325 297	7 045 810	70,6	NORDEX viritetty N17...Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8

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]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	Lomarakenus 1	326 677	7 048 304	65,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
B	Asuinrakennus 1	327 243	7 048 247	61,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
C	Lomarakenus 2	327 755	7 048 244	57,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
D	Asuinrakennus 2	327 946	7 048 109	58,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
E	Lomarakenus 3	327 770	7 047 566	62,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
F	Lomarakenus 4	327 680	7 047 333	70,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
G	Lomarakenus 5	327 574	7 046 873	70,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
H	Lomarakenus 6	327 850	7 046 645	59,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
I	Asuinrakennus 3	327 708	7 046 357	65,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
J	Asuinrakennus 4	328 179	7 043 627	70,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
K	Lomarakenus rakennuslupa	326 808	7 044 500	61,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
L	Asuinrakennus 5	327 027	7 043 828	71,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
M	Asuinrakennus 6	326 519	7 043 856	72,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
N	Asuinrakennus 7	326 253	7 043 747	68,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
O	Asuinrakennus 8	326 082	7 043 371	68,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

To be continued on next page...



New WTG

Scale 1:125 000
Shadow receptor

SHADOW - Main Result

Calculation: Vätkemallinnus VE2

...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]
P	Lomarakenus 7	324 961	7 043 451	66,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
Q	Lomarakenus 8	324 839	7 043 416	68,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R	Lomarakenus 9	324 824	7 043 135	67,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
S	Lomarakenus 10	322 842	7 042 387	73,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
T	Asuinrakennus 9	320 546	7 042 715	71,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
U	Lomarakenus 11	321 012	7 044 805	67,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
V	Asuinrakennus 10	320 065	7 045 751	69,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
W	Lomarakenus 12	322 184	7 047 020	66,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
X	Lomarakenus 13	322 143	7 045 700	71,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
Y	Metsästysmajan rakennuslupa	323 184	7 046 365	52,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
Z	Asuinrakennus 11	322 122	7 048 669	57,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AA	Asuinrakennus 12	323 500	7 047 814	53,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AB	Asuinrakennus 13	323 751	7 048 800	56,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AC	Asuinrakennus 14	324 237	7 048 260	50,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AD	Asuinrakennus 15	324 449	7 048 502	63,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AE	Asuinrakennus 16	324 768	7 049 186	58,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AF	Lomarakenus 14	325 251	7 049 076	64,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AG	Asuinrakennus 17	325 611	7 049 091	63,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AH	Asuinrakennus 18	326 138	7 049 287	53,5	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	Lomarakennus 1	33:17	76	0:41	5:08
B	Asuinrakennus 1	0:00	0	0:00	0:00
C	Lomarakennus 2	0:00	0	0:00	0:00
D	Asuinrakennus 2	0:00	0	0:00	0:00
E	Lomarakennus 3	0:00	0	0:00	0:00
F	Lomarakennus 4	0:00	0	0:00	0:00
G	Lomarakennus 5	23:39	68	0:27	4:57
H	Lomarakennus 6	0:00	0	0:00	0:00
I	Asuinrakennus 3	24:32	69	0:27	5:04
J	Asuinrakennus 4	0:00	0	0:00	0:00
K	Lomarakennuksen rakennuslupa	16:02	45	0:28	3:54
L	Asuinrakennus 5	0:00	0	0:00	0:00
M	Asuinrakennus 6	24:50	62	0:28	6:08
N	Asuinrakennus 7	0:00	0	0:00	0:00
O	Asuinrakennus 8	0:00	0	0:00	0:00
P	Lomarakennus 7	0:00	0	0:00	0:00
Q	Lomarakennus 8	0:00	0	0:00	0:00
R	Lomarakennus 9	0:00	0	0:00	0:00
S	Lomarakennus 10	0:00	0	0:00	0:00
T	Asuinrakennus 9	0:00	0	0:00	0:00
U	Lomarakennus 11	0:00	0	0:00	0:00
V	Asuinrakennus 10	0:00	0	0:00	0:00
W	Lomarakennus 12	12:52	35	0:28	2:28
X	Lomarakennus 13	66:40	145	0:43	14:53
Y	Metsästysmajan rakennuslupa	290:21	247	2:35	63:23
Z	Asuinrakennus 11	0:00	0	0:00	0:00
AA	Asuinrakennus 12	47:56	113	0:47	6:46
AB	Asuinrakennus 13	0:00	0	0:00	0:00
AC	Asuinrakennus 14	27:49	78	0:28	4:30
AD	Asuinrakennus 15	29:23	86	0:27	4:06
AE	Asuinrakennus 16	0:00	0	0:00	0:00
AF	Lomarakennus 14	0:00	0	0:00	0:00
AG	Asuinrakennus 17	20:51	64	0:26	2:15
AH	Asuinrakennus 18	0:00	0	0:00	0:00

SHADOW - Main Result

Calculation: Välkemallinnus VE2

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

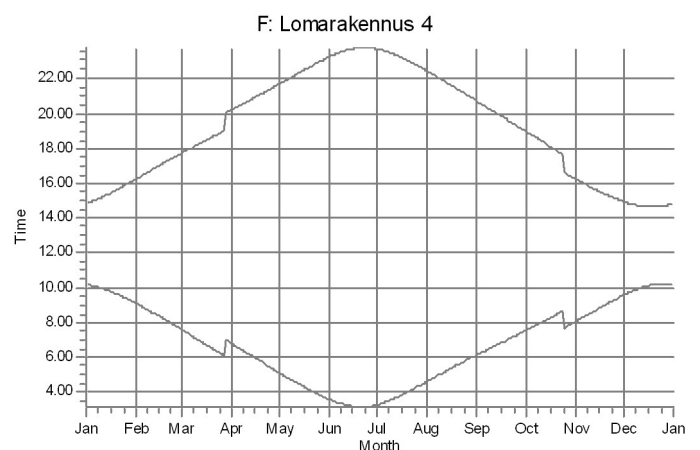
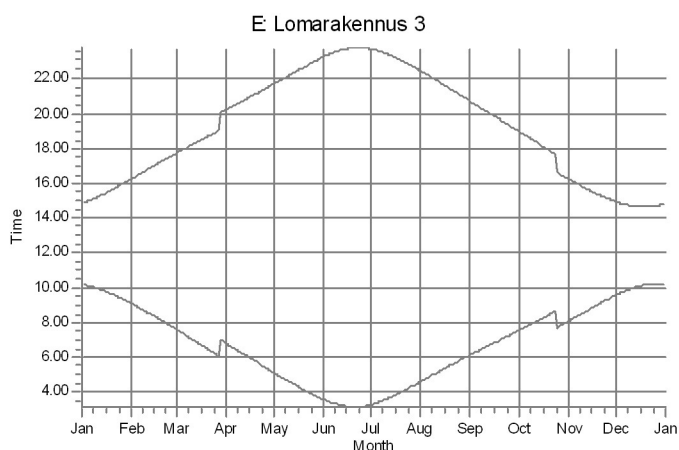
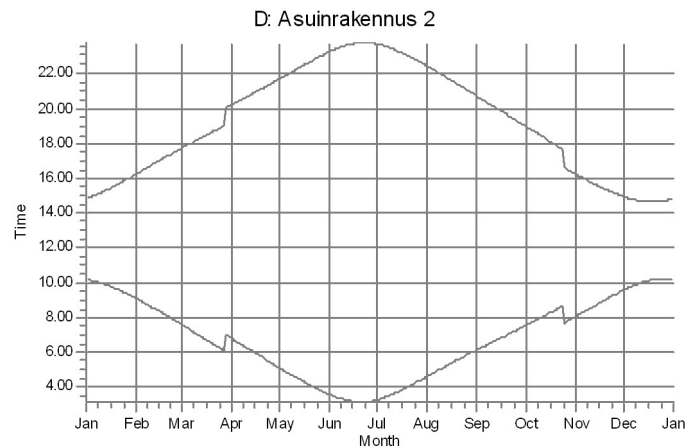
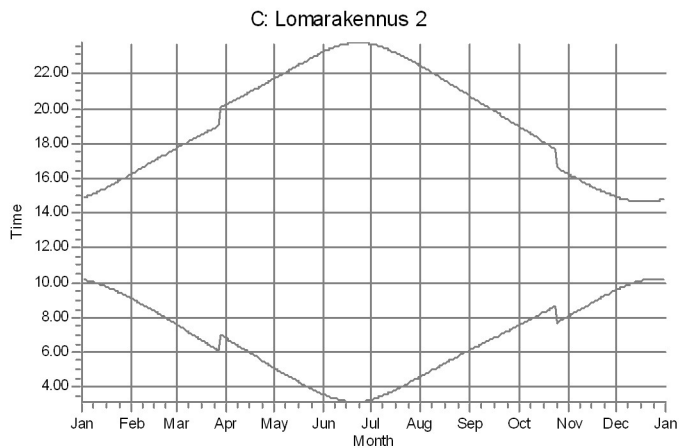
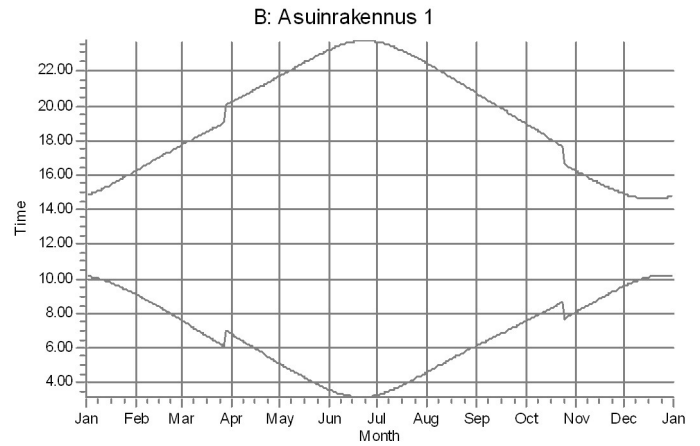
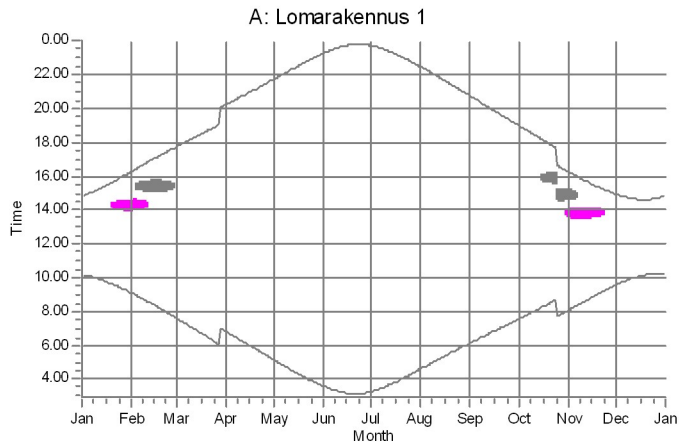
No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (103)	195:29	44:55
2	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (104)	49:29	10:24
3	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (105)	56:06	9:17
4	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (106)	63:37	9:48
5	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (107)	27:00	4:32
6	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (108)	24:11	5:03
7	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (109)	12:25	2:26
8	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (110)	40:52	10:03
9	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (111)	11:26	2:03
10	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (112)	37:35	5:40
11	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (113)	67:51	12:44
12	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (114)	23:36	4:34
13	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (115)	12:38	2:47
14	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (116)	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.

The calculation of the total expected values for a given receptor assumes a weighted average directional reduction for all WTGs contributing to shadow flicker within the same day. In the case where shadow flicker from different WTGs is not concurrent within the day, the total expected time at a given receptor may deviate marginally from the individual flicker time caused by each turbine separately.

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Vätkemallinnus VE2



WTGs

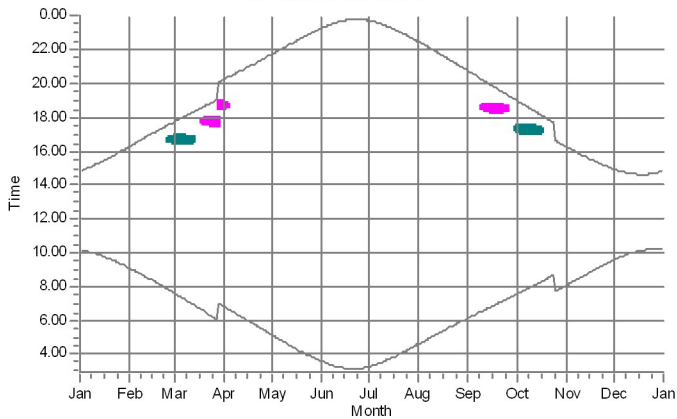
4: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (106)

5: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (107)

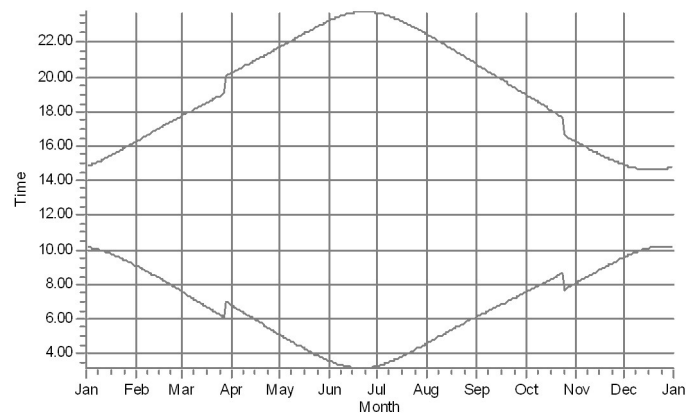
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Vätkemallinnus VE2

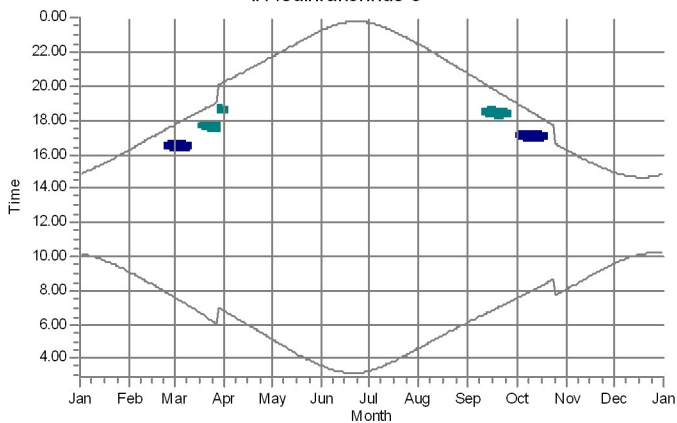
G: Lomarakennus 5



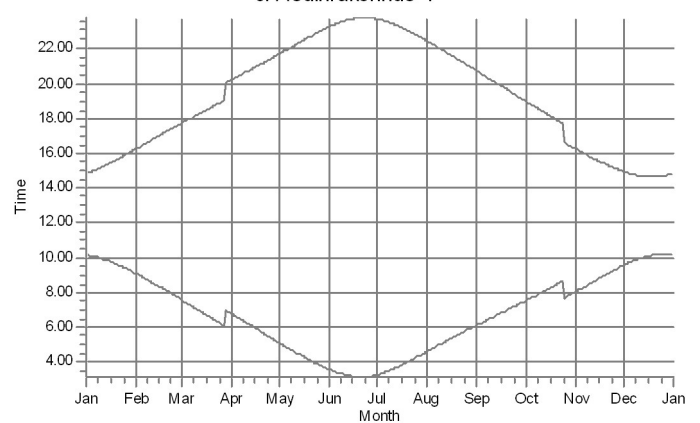
H: Lomarakennus 6



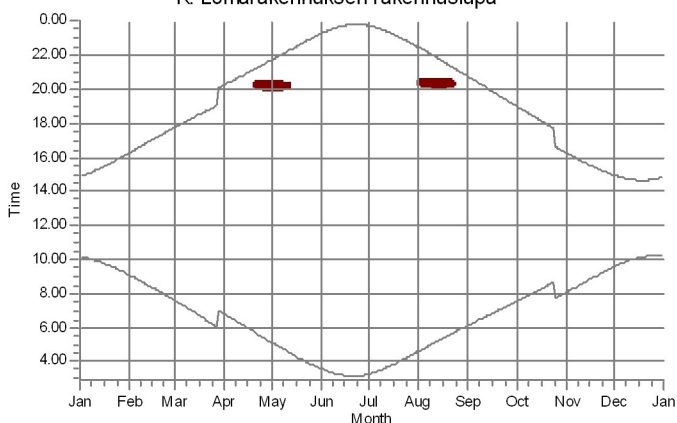
I: Asuinrakennus 3



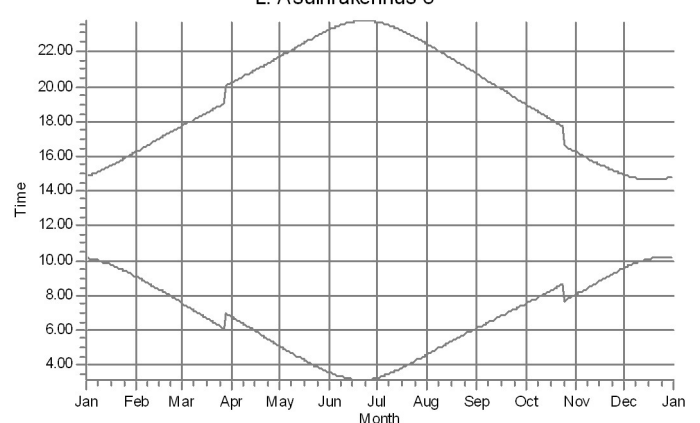
J: Asuinrakennus 4



K: Lomarakennuksen rakennuslupa



L: Asuinrakennus 5



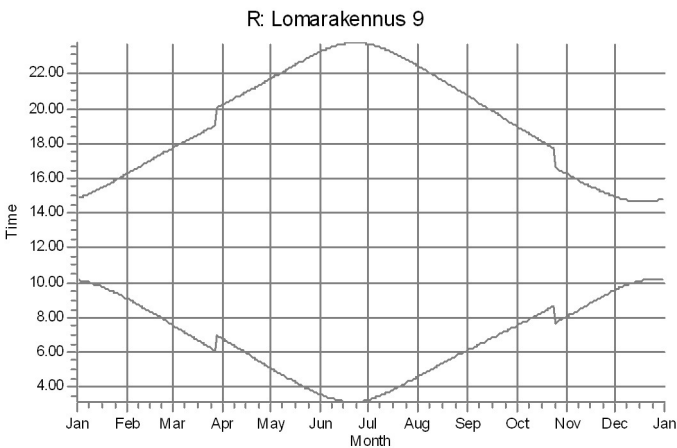
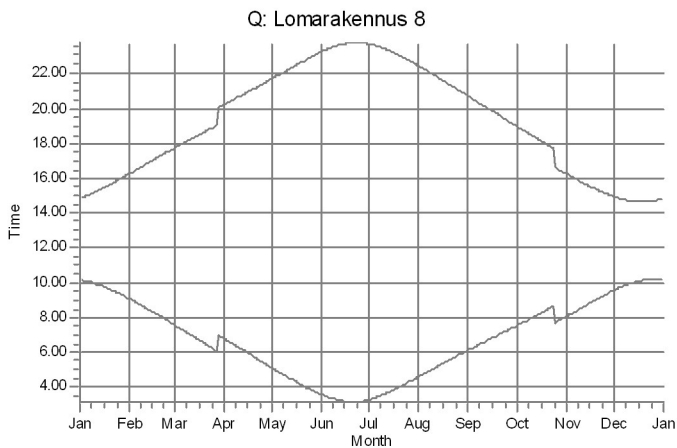
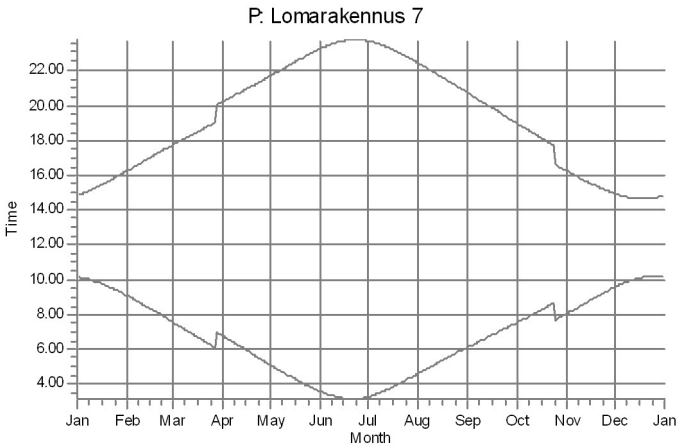
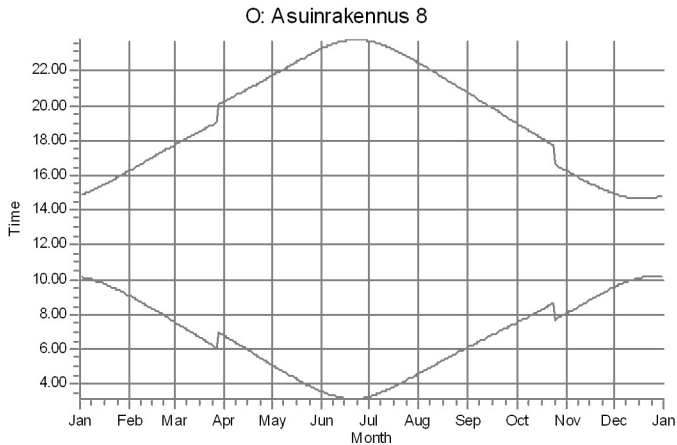
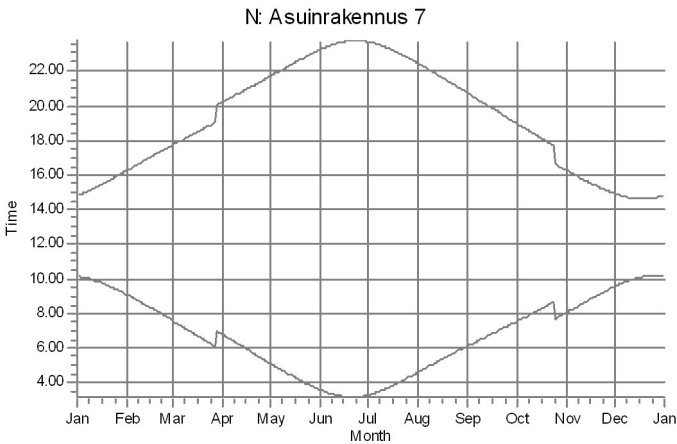
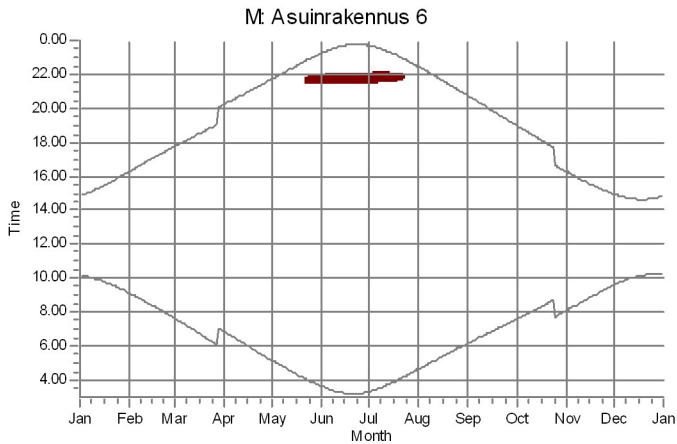
WTGs

5: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (107)
6: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (108)

7: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (109)
8: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (110)

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Välkemallinnus VE2



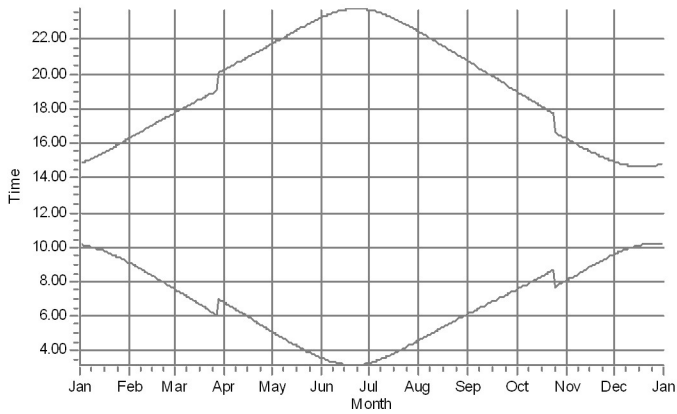
WTGs

8: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (110)

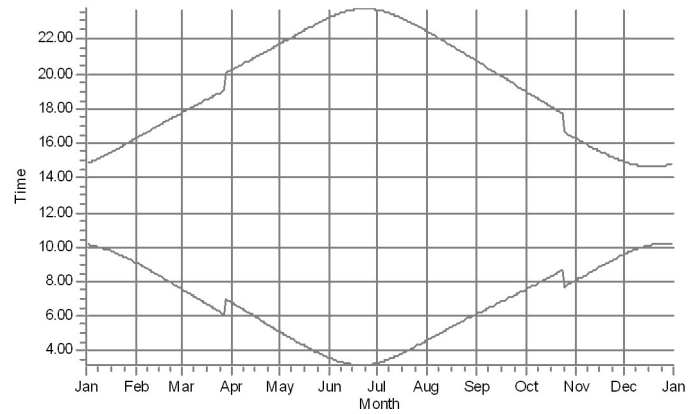
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Vätkemallinnus VE2

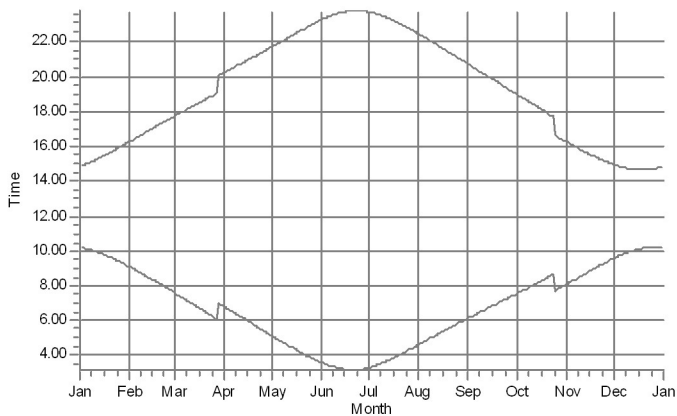
S: Lomarakennus 10



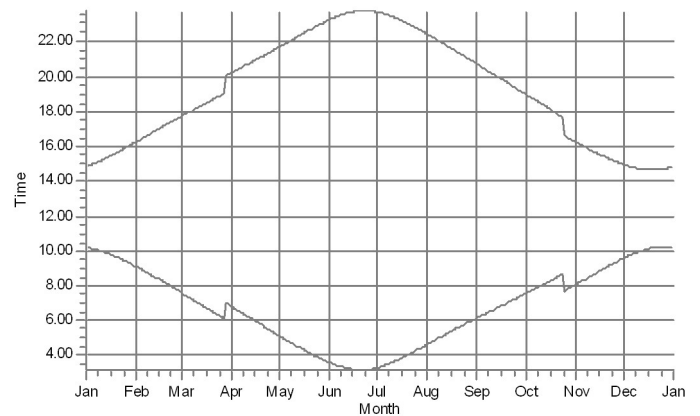
T: Asuinrakennus 9



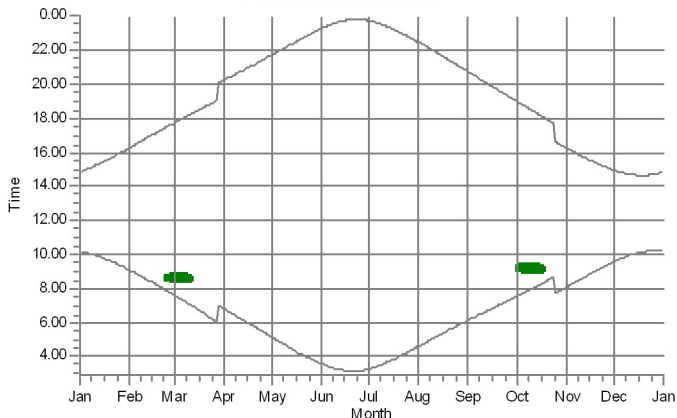
U: Lomarakennus 11



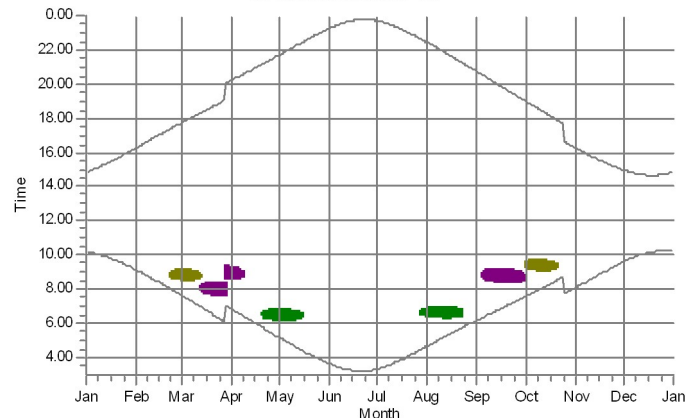
V: Asuinrakennus 10



W: Lomarakennus 12



X: Lomarakennus 13



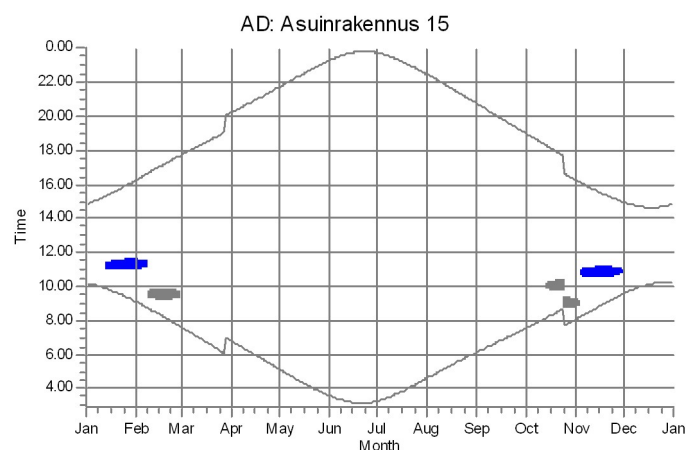
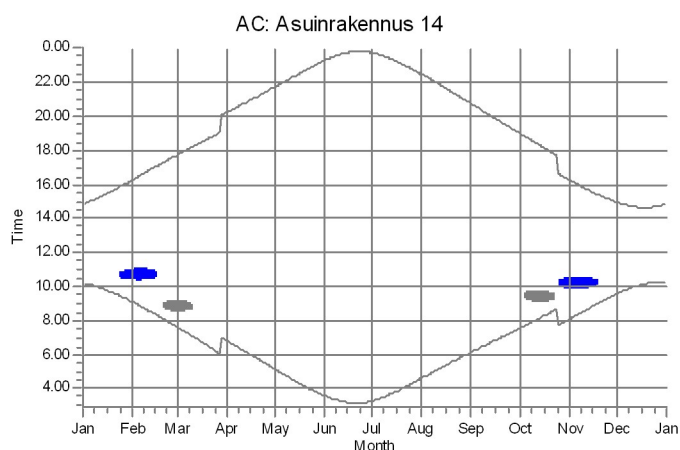
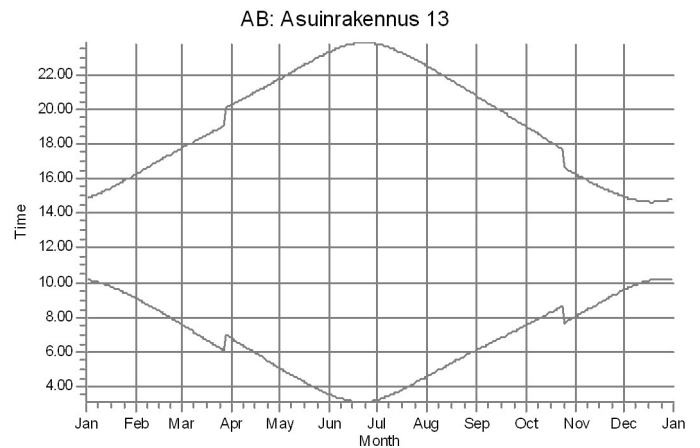
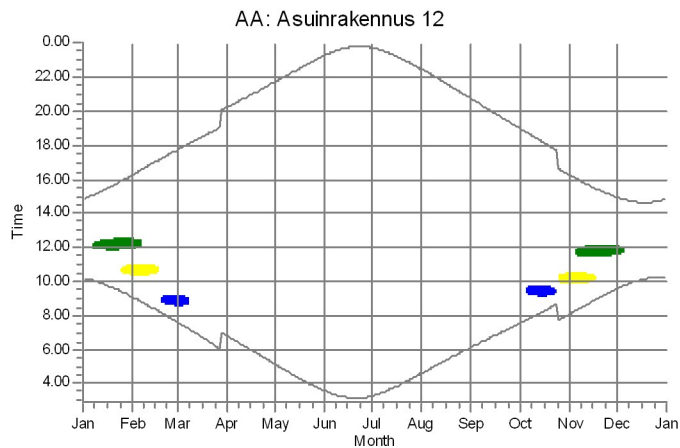
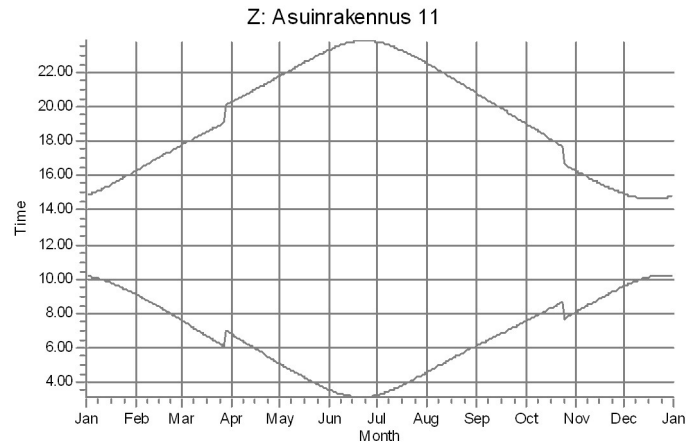
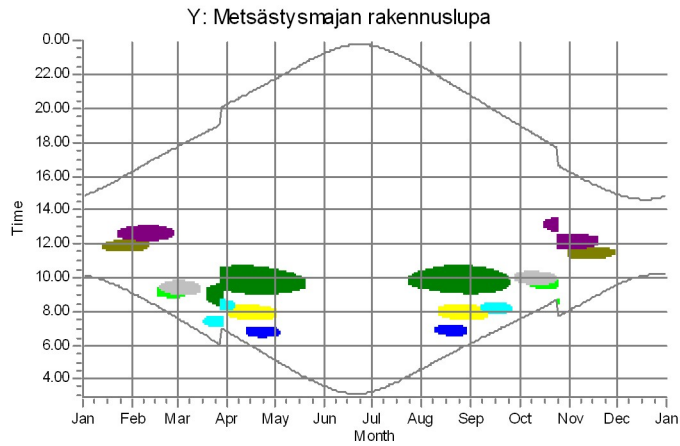
WTGs

1: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (103)
10: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (112)

11: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (113)

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Välkemallinnus VE2



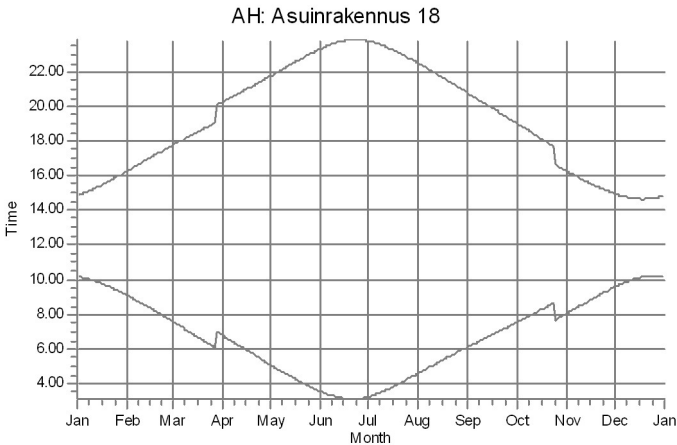
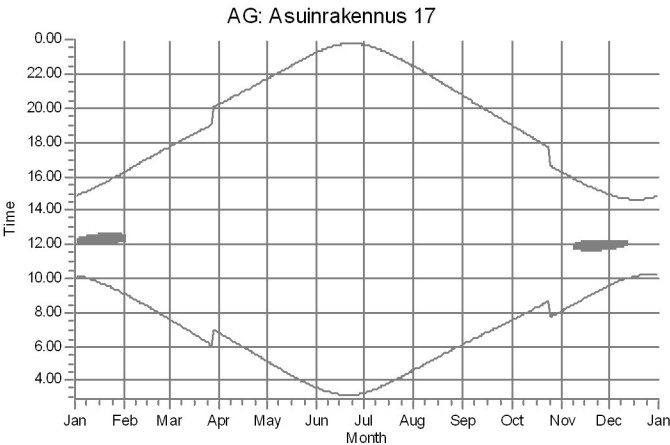
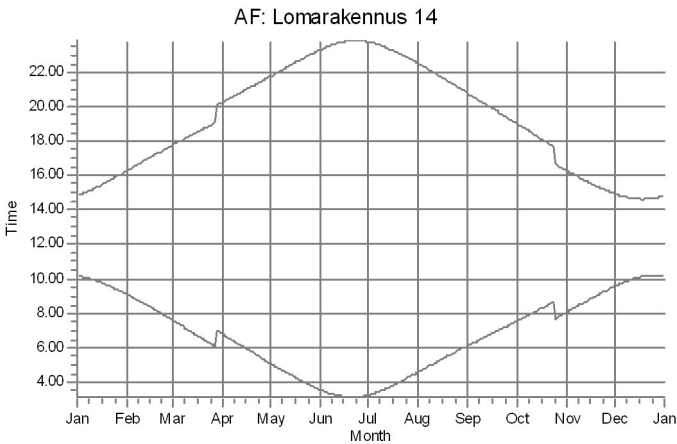
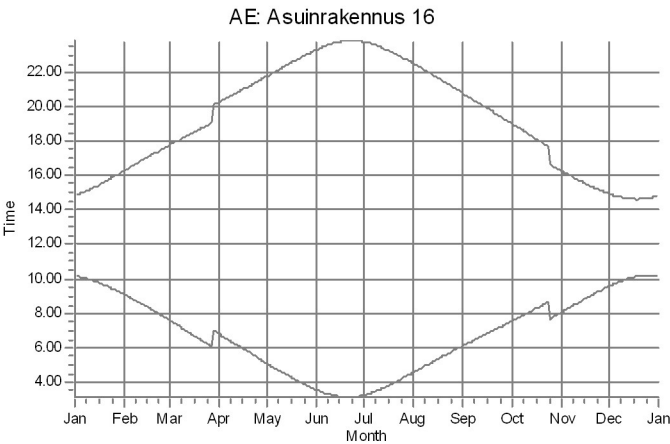
WTGs

- 1: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (103)
- 2: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (104)
- 3: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (105)
- 4: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (106)
- 9: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (111)

- 10: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (112)
- 11: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (113)
- 12: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (114)
- 13: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (115)

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Välkemallinnus VE2

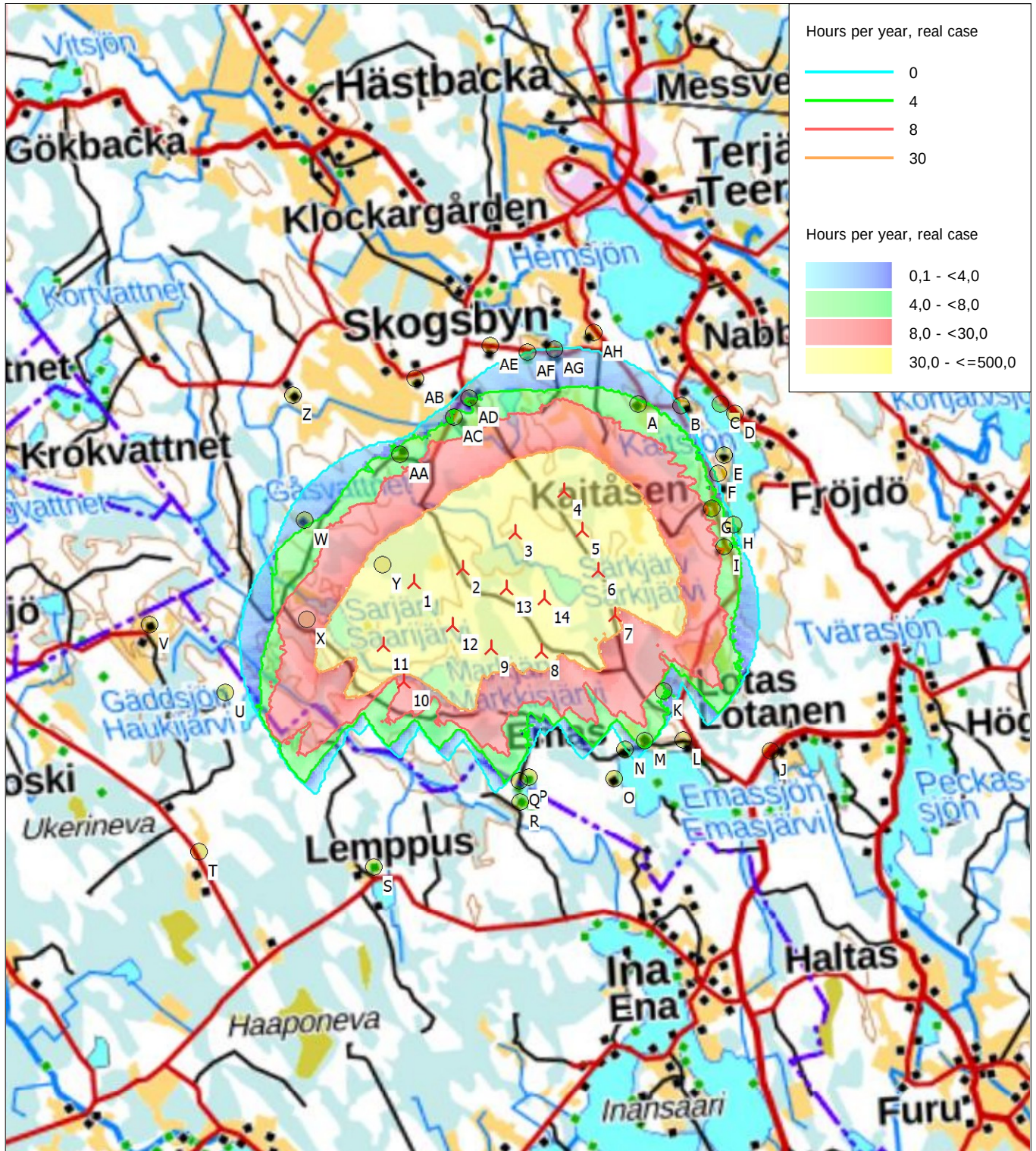


WTGs

4: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (106)

SHADOW - Map

Calculation: Vätkemallinnus VE2



0 1 2 3 4 km

Map: PERUSKARTTA, Print scale 1:75 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 324 600 North: 7 045 920
New WTG Shadow receptor

Flicker map level: Maanmittauslaitoksen maastomalli
Time step: 4 minutes, Day step: 14 days, Map resolution: 30 m, Visibility resolution: 15 m, Eye height: 1,5 m

Project:

3411261_Markjärvi

Välkemallinnuksen liite 3

Välkemallinnuksen tulokset

hankevaihtoehdolle VE1 puuston vaikutus huomioon otettuna

Licensed user:

Rejlers Finland Oy 6030 EHS Common
PL 1000
FI-0781 Helsinki

Tiina Aalto / tiina.aalto@rejlers.fi

Calculated:

6.3.2025 16.22/4.1.273

SHADOW - Main Result

Calculation: Välkemallinnus VE1 puusto huomioiden
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	8,61	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	1 161	906	613	672	8 760

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:

DHM: Maanmittauslaitoksen maastomalli

Land cover data used in calculation:

Grid object(s):

Elevation Grid Data Object: Metsän korkeus Luke 2021

Receptor grid resolution: 1,0 m

Topographic shadow included in calculation

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type		Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.					Calculation distance [m]	RPM
			[m]									[RPM]
1	323 585	7 046 108	54,4	NORDEX viritetty N17... Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
2	324 238	7 046 261	68,9	NORDEX viritetty N17... Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
3	324 960	7 046 697	61,4	NORDEX viritetty N17... Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
4	325 635	7 047 209	55,9	NORDEX viritetty N17... Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
5	325 843	7 046 682	71,5	NORDEX viritetty N17... Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
6	326 023	7 046 130	67,3	NORDEX viritetty N17... Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
7	326 213	7 045 536	68,9	NORDEX viritetty N17... Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
8	325 220	7 045 107	72,8	NORDEX viritetty N17... Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
9	324 555	7 045 190	62,8	NORDEX viritetty N17... Yes	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8

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]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	Lomarakenus 1	326 677	7 048 304	65,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
B	Asuinrakennus 1	327 243	7 048 247	61,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
C	Lomarakenus 2	327 755	7 048 244	57,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
D	Asuinrakennus 2	327 946	7 048 109	58,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
E	Lomarakenus 3	327 770	7 047 566	62,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
F	Lomarakenus 4	327 680	7 047 333	70,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
G	Lomarakenus 5	327 574	7 046 873	70,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
H	Lomarakenus 6	327 850	7 046 645	59,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
I	Asuinrakennus 3	327 708	7 046 357	65,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
J	Asuinrakennus 4	328 179	7 043 627	70,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
K	Lomarakenuksen rakennuslupa	326 808	7 044 500	61,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
L	Asuinrakennus 5	327 027	7 043 828	71,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
M	Asuinrakennus 6	326 519	7 043 856	72,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
N	Asuinrakennus 7	326 253	7 043 747	68,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
O	Asuinrakennus 8	326 082	7 043 371	68,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
P	Lomarakenus 7	324 961	7 043 451	66,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
Q	Lomarakenus 8	324 839	7 043 416	68,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

To be continued on next page...



New WTG

Shadow receptor

SHADOW - Main Result

Calculation: Välkemallinnus VE1 puusto huomioiden

...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]
R	Lomarakennus 9	324 824	7 043 135	67,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
S	Lomarakennus 10	322 842	7 042 387	73,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
T	Asuinrakennus 9	320 546	7 042 715	71,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
U	Lomarakennus 11	321 012	7 044 805	67,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
V	Asuinrakennus 10	320 065	7 045 751	69,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
W	Lomarakennus 12	322 184	7 047 020	66,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
X	Lomarakennus 13	322 143	7 045 700	71,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
Y	Metsästysmajan rakennuslupa	323 184	7 046 365	52,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
Z	Asuinrakennus 11	322 122	7 048 669	57,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AA	Asuinrakennus 12	323 500	7 047 814	53,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AB	Asuinrakennus 13	323 751	7 048 800	56,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AC	Asuinrakennus 14	324 237	7 048 260	50,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AD	Asuinrakennus 15	324 449	7 048 502	63,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AE	Asuinrakennus 16	324 768	7 049 186	58,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AF	Lomarakennus 14	325 251	7 049 076	64,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AG	Asuinrakennus 17	325 611	7 049 091	63,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AH	Asuinrakennus 18	326 138	7 049 287	53,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

Calculation Results

Shadow receptor

		Shadow, worst case			Shadow, expected values
No.	Name	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	Lomarakennus 1	0:00	0	0:00	0:00
B	Asuinrakennus 1	0:00	0	0:00	0:00
C	Lomarakennus 2	0:00	0	0:00	0:00
D	Asuinrakennus 2	0:00	0	0:00	0:00
E	Lomarakennus 3	0:00	0	0:00	0:00
F	Lomarakennus 4	0:00	0	0:00	0:00
G	Lomarakennus 5	0:00	0	0:00	0:00
H	Lomarakennus 6	0:00	0	0:00	0:00
I	Asuinrakennus 3	0:00	0	0:00	0:00
J	Asuinrakennus 4	0:00	0	0:00	0:00
K	Lomarakennuksen rakennuslupa	0:00	0	0:00	0:00
L	Asuinrakennus 5	0:00	0	0:00	0:00
M	Asuinrakennus 6	24:48	62	0:28	6:07
N	Asuinrakennus 7	0:00	0	0:00	0:00
O	Asuinrakennus 8	0:00	0	0:00	0:00
P	Lomarakennus 7	0:00	0	0:00	0:00
Q	Lomarakennus 8	0:00	0	0:00	0:00
R	Lomarakennus 9	0:00	0	0:00	0:00
S	Lomarakennus 10	0:00	0	0:00	0:00
T	Asuinrakennus 9	0:00	0	0:00	0:00
U	Lomarakennus 11	0:00	0	0:00	0:00
V	Asuinrakennus 10	0:00	0	0:00	0:00
W	Lomarakennus 12	12:52	35	0:28	2:28
X	Lomarakennus 13	0:00	0	0:00	0:00
Y	Metsästysmajan rakennuslupa	0:00	0	0:00	0:00
Z	Asuinrakennus 11	0:00	0	0:00	0:00
AA	Asuinrakennus 12	37:05	80	0:47	4:46
AB	Asuinrakennus 13	0:00	0	0:00	0:00
AC	Asuinrakennus 14	27:49	78	0:28	4:30
AD	Asuinrakennus 15	29:24	86	0:27	4:06
AE	Asuinrakennus 16	0:00	0	0:00	0:00
AF	Lomarakennus 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

Project:

3411261_Markjärv

Licensed user:

Rejlers Finland Oy 6030 EHS Common
PL 1000
FI-0781 Helsinki

Tiina Aalto / tiina.aalto@rejlers.fi

Calculated:

6.3.2025 16.22/4.1.273

SHADOW - Main Result

Calculation: Välkemallinnus VE1 puusto huomioiden

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

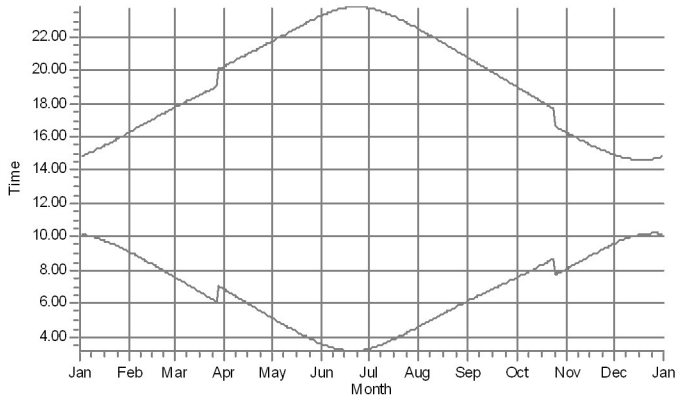
No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (93)	34:13	4:55
2	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (95)	15:44	2:18
3	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (96)	32:18	4:11
4	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (97)	24:55	4:25
5	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (98)	0:00	0:00
6	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (99)	0:00	0:00
7	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (100)	0:00	0:00
8	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (101)	24:48	6:07
9	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (102)	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.

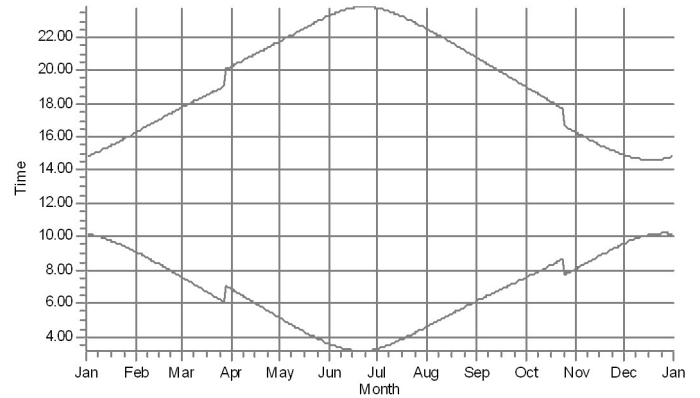
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Välkemallinnus VE1 puusto huomioiden

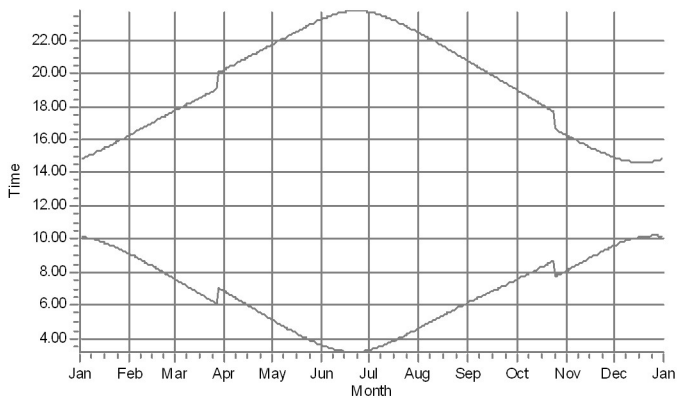
A: Lomarakenus 1



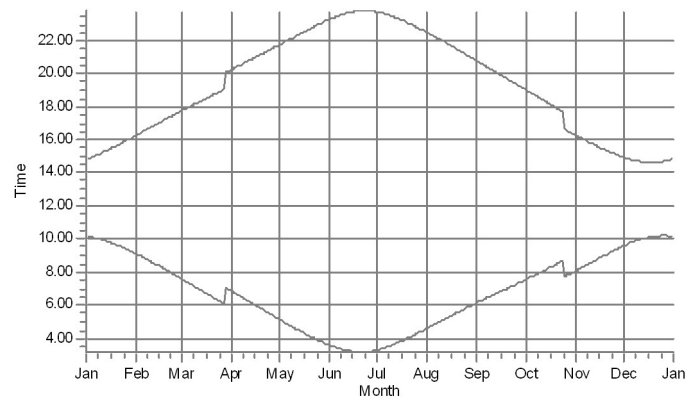
B: Asuinrakenus 1



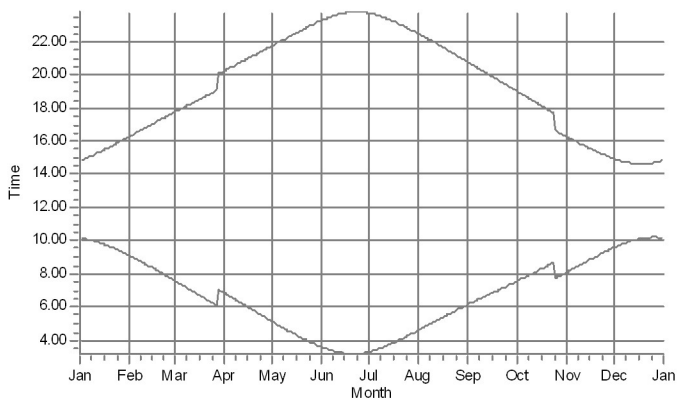
C: Lomarakenus 2



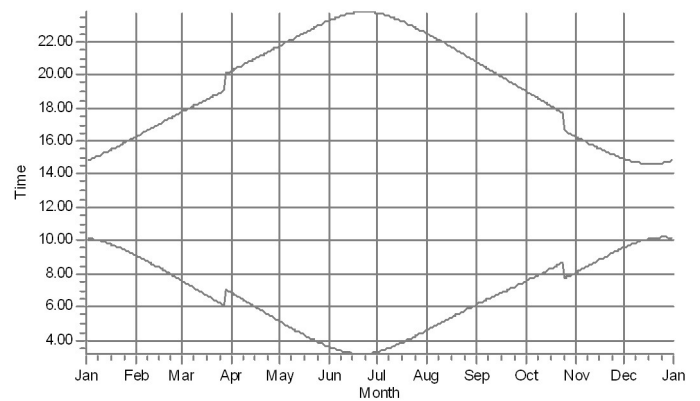
D: Asuinrakenus 2



E: Lomarakenus 3



F: Lomarakenus 4

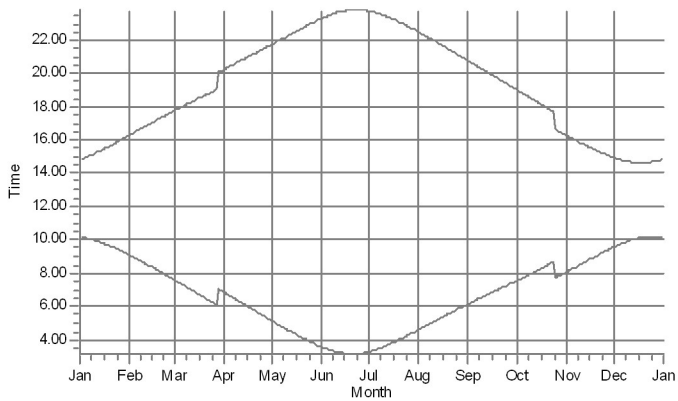


WTGs

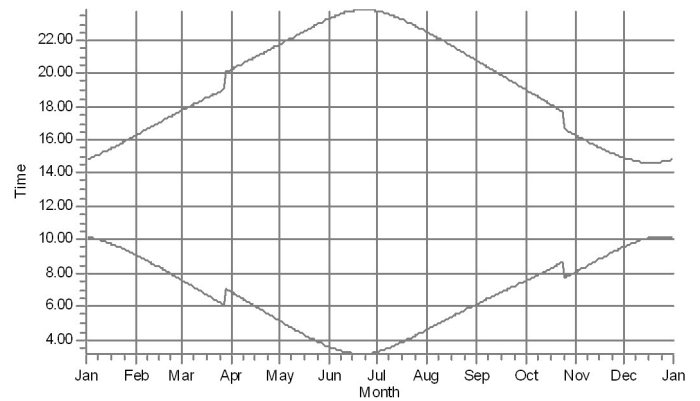
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Välkemallinnus VE1 puusto huomioiden

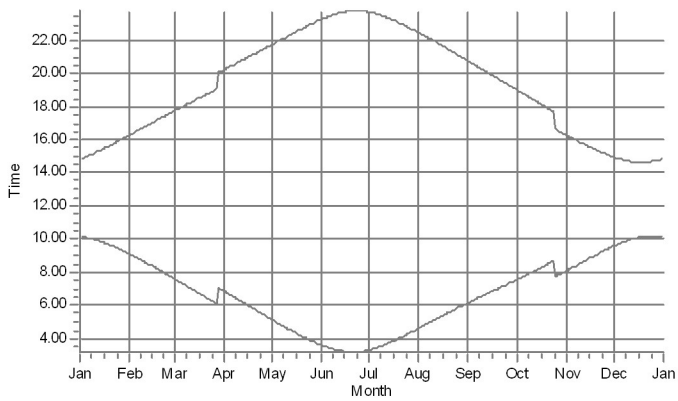
G: Lomarakenus 5



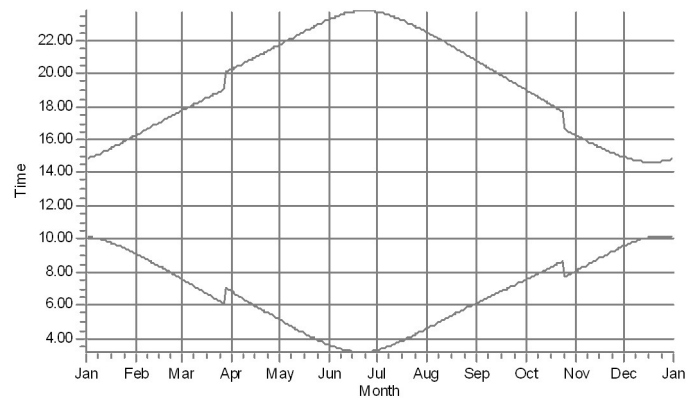
H: Lomarakenus 6



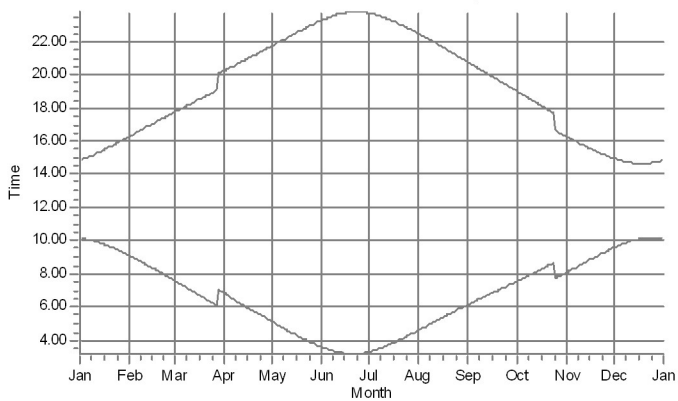
I: Asuinrakennus 3



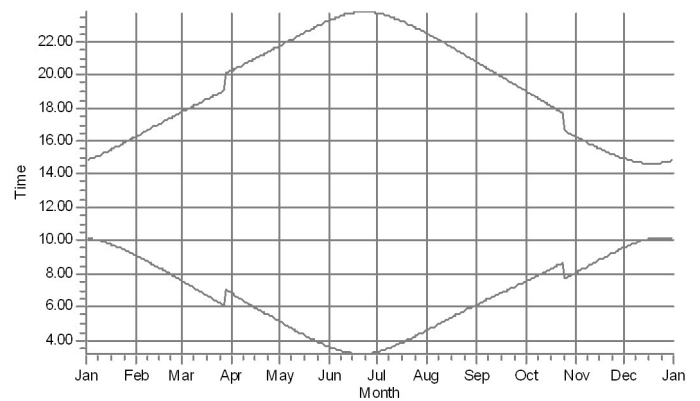
J: Asuinrakennus 4



K: Lomarakennuksen rakennuslupa



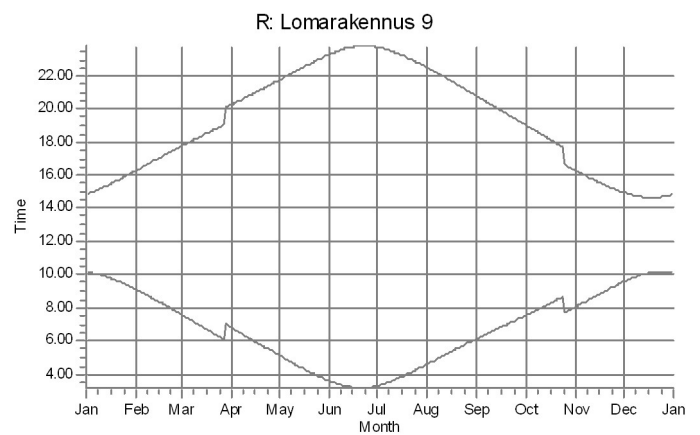
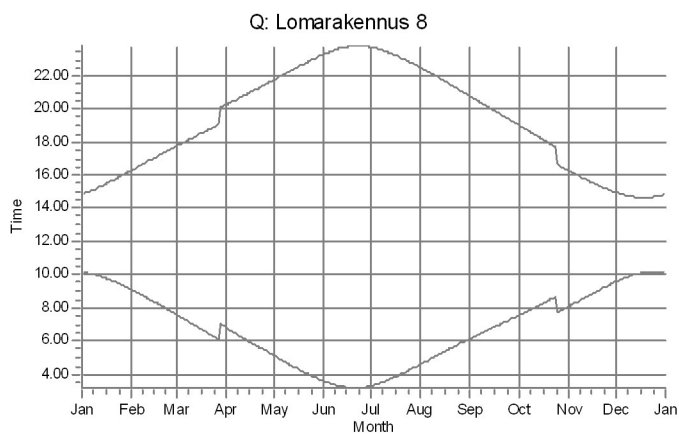
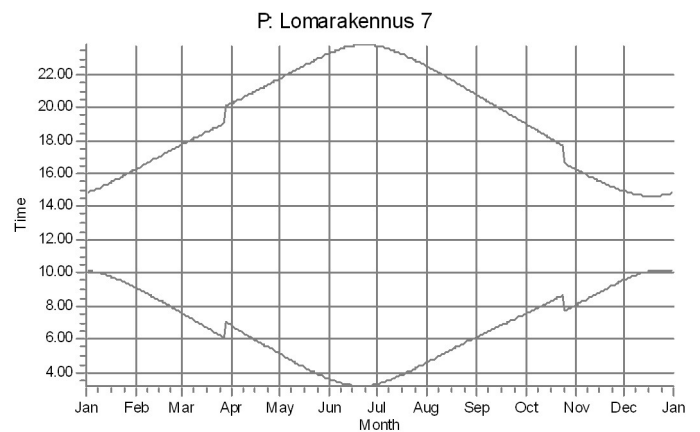
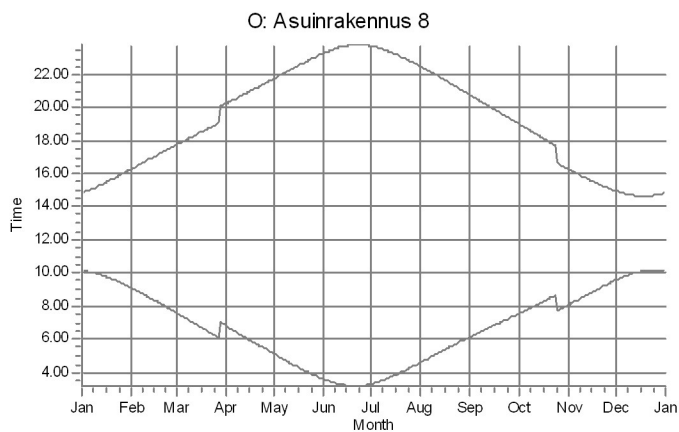
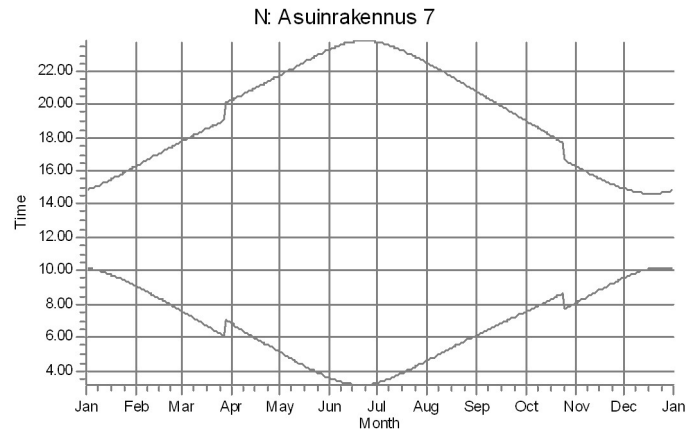
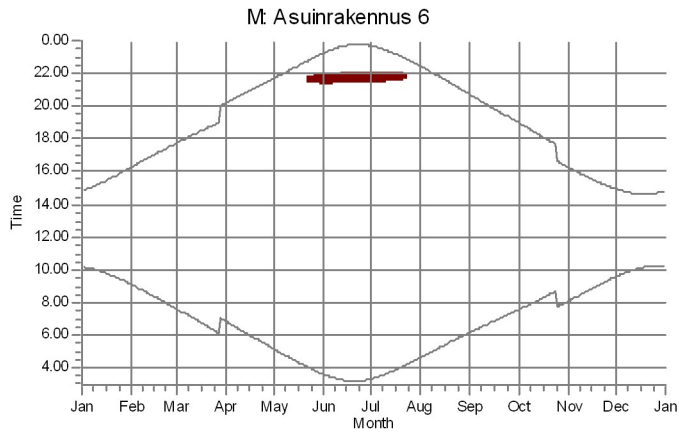
L: Asuinrakennus 5



WTGs

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Välkemallinnus VE1 puusto huomioiden



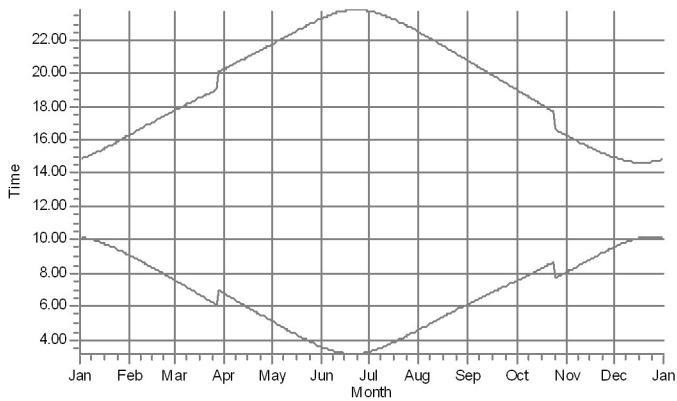
WTGs

8: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-I hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (101)

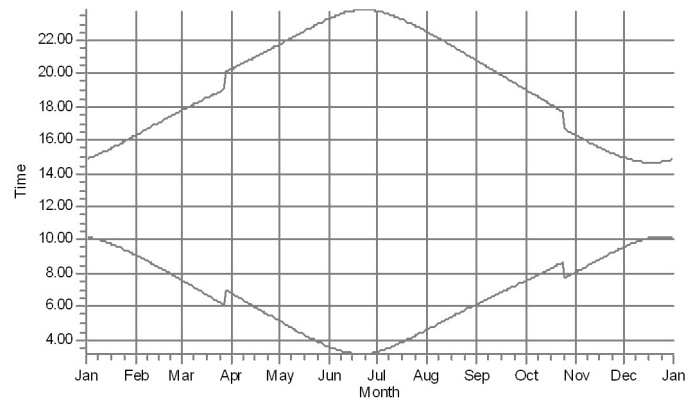
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Välkemallinnus VE1 puusto huomioiden

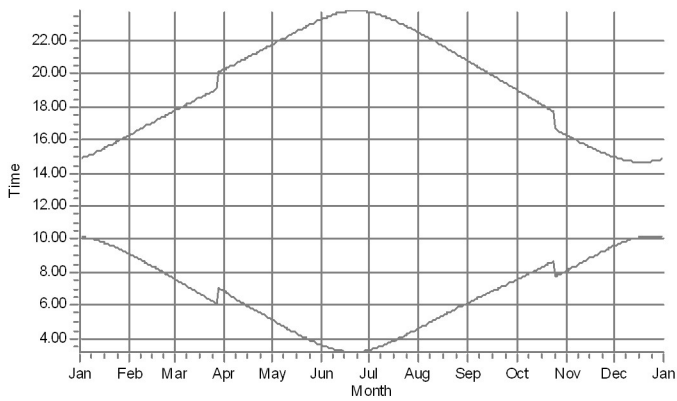
S: Lomarakenus 10



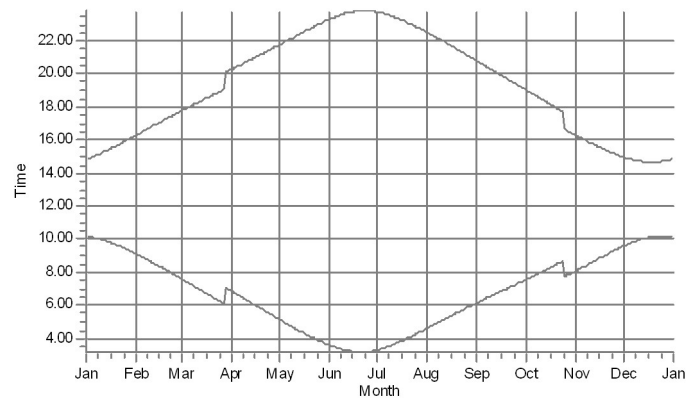
T: Asuinrakenus 9



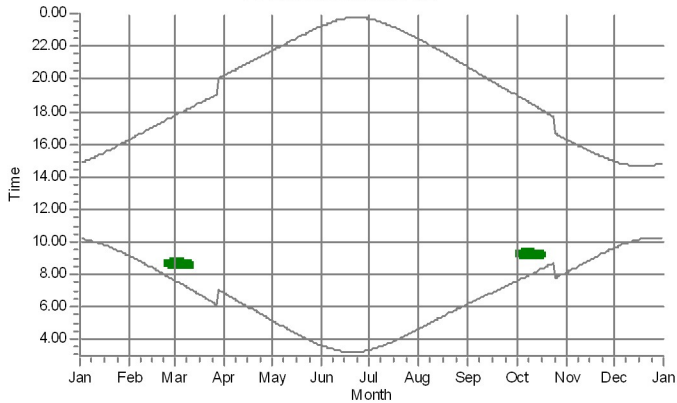
U: Lomarakenus 11



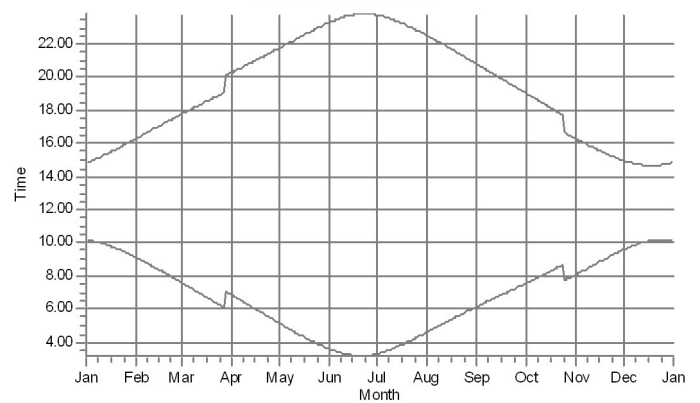
V: Asuinrakenus 10



W: Lomarakenus 12



X: Lomarakenus 13



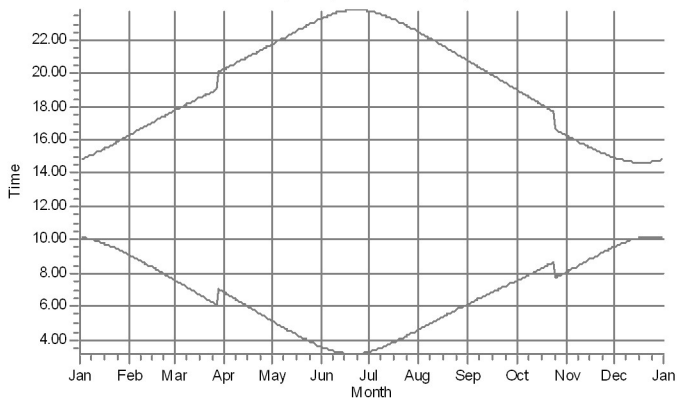
WTGs

1: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-I hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (93)

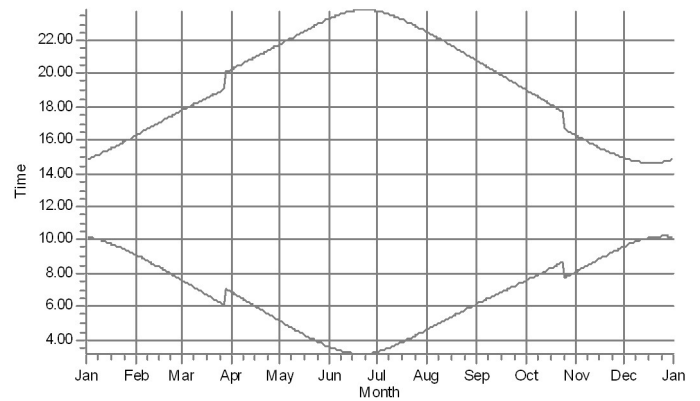
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Väikemallinnus VE1 puusto huomioiden

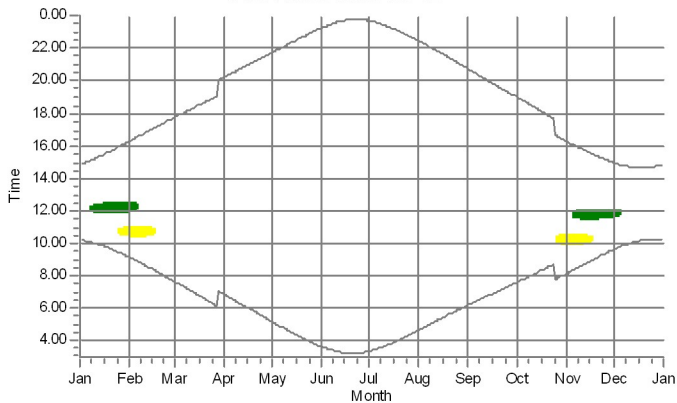
Y: Metsästysmajan rakennuslupa



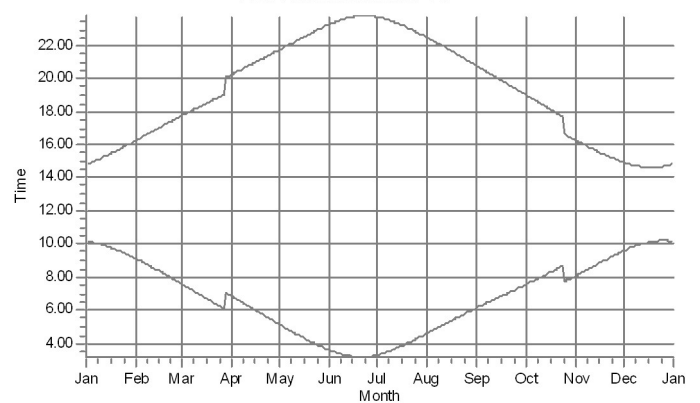
Z: Asuinrakennus 11



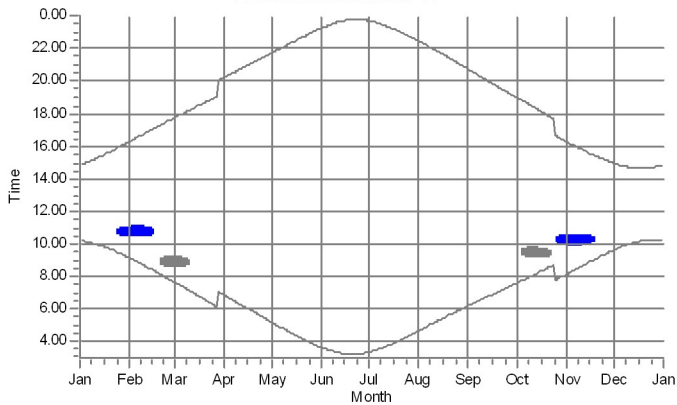
AA: Asuinrakennus 12



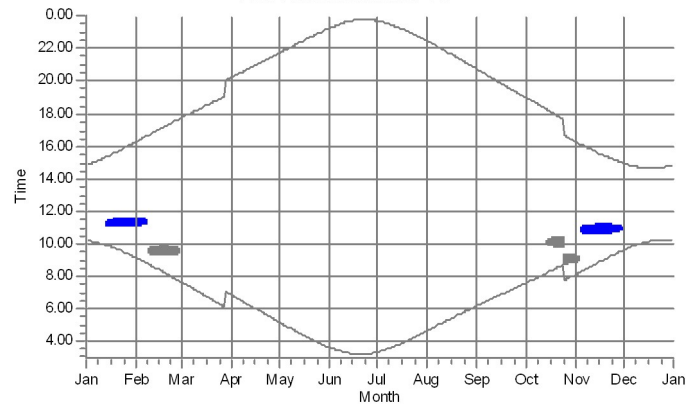
AB: Asuinrakennus 13



AC: Asuinrakennus 14



AD: Asuinrakennus 15

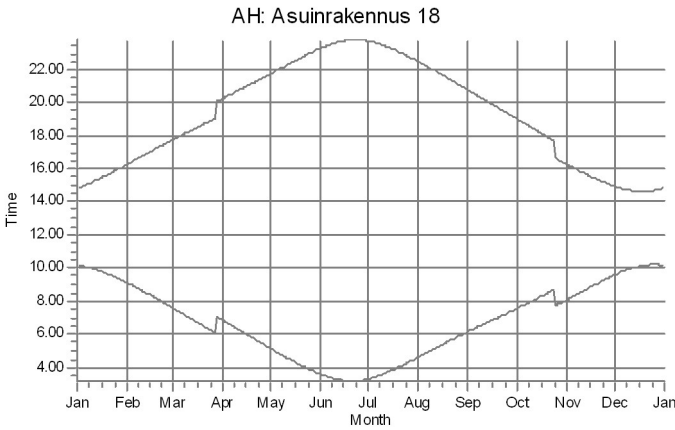
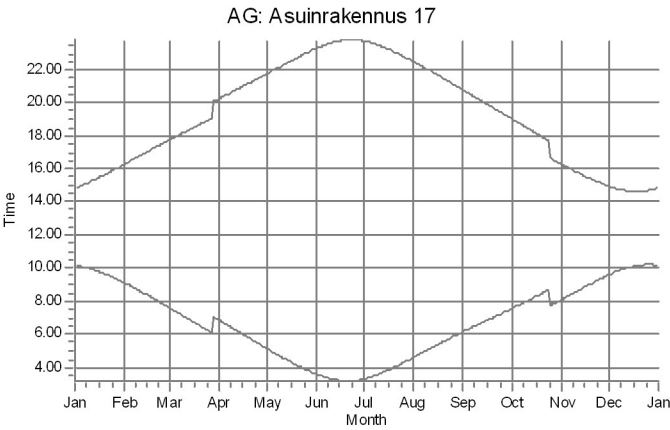
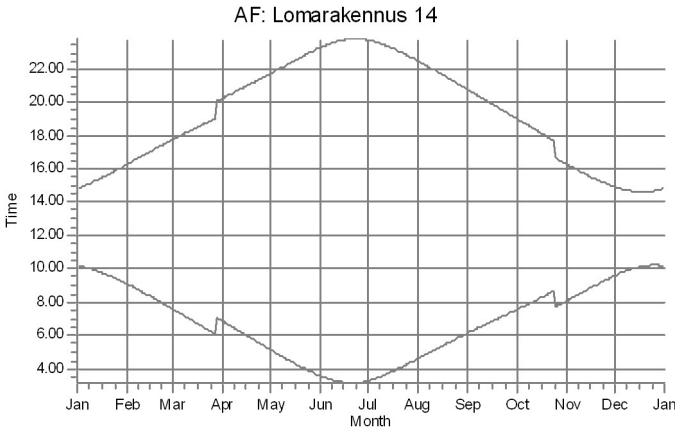
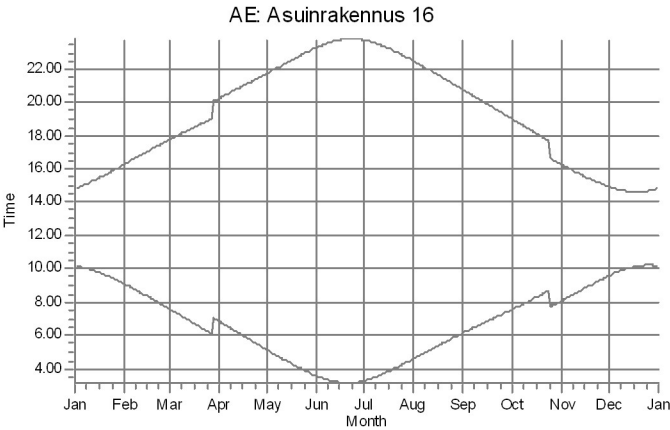


WTGs

- 1: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (93)
- 2: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (95)
- 3: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (96)
- 4: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (97)

SHADOW - Calendar, graphical

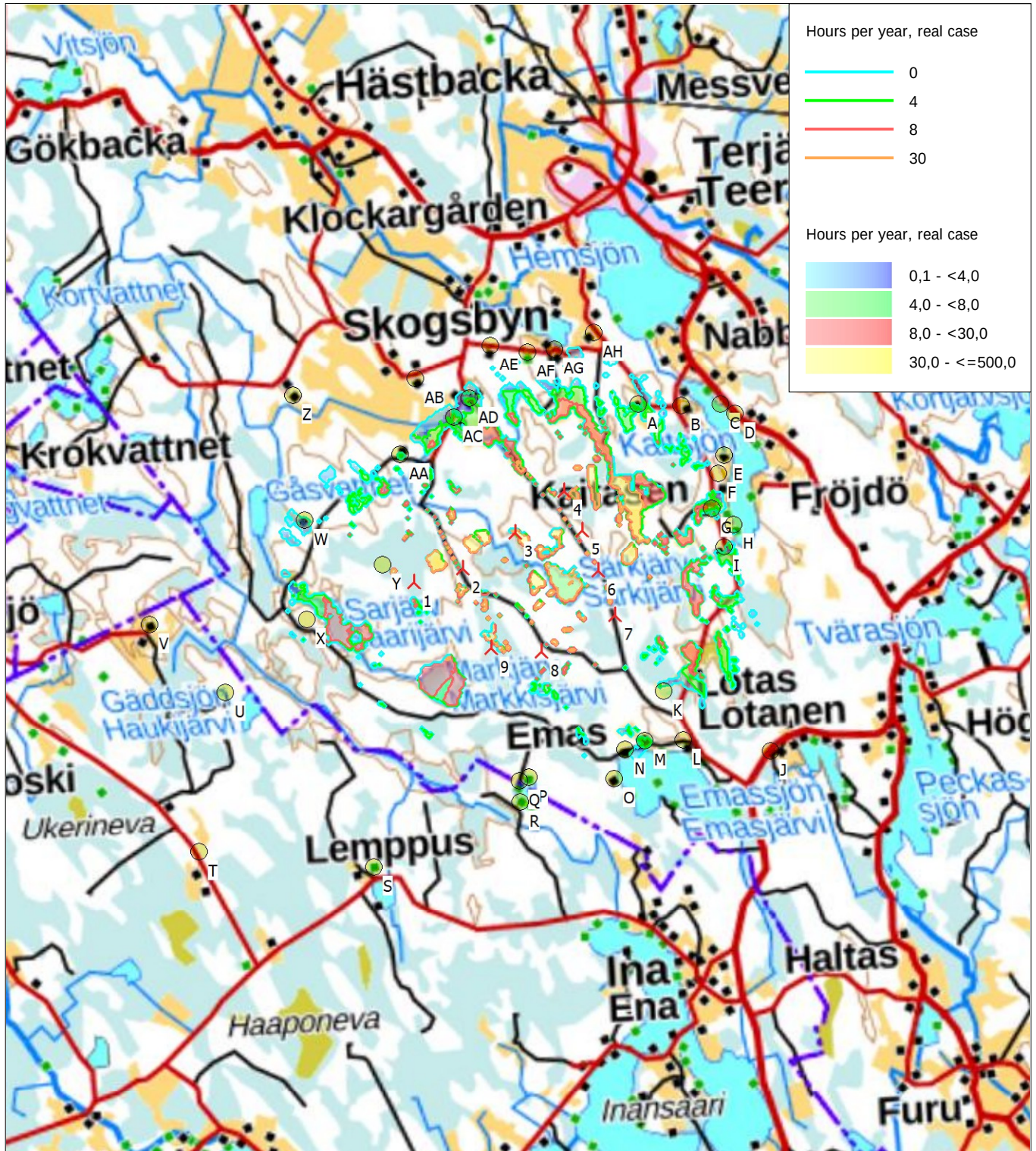
Calculation: Välkemallinnus VE1 puusto huomioiden



WTGs

SHADOW - Map

Calculation: Vätkemallinnus VE1 puusto huomioiden



Map: PERUSKARTTA, Print scale 1:75 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 324 600 North: 7 045 920
 New WTG Shadow receptor
 Flicker map level: Maanmittauslaitoksen maastomalli
 Time step: 4 minutes, Day step: 14 days, Map resolution: 30 m, Visibility resolution: 15 m, Eye height: 1,5 m

Project:

3411261_Markjärvi

Välkemallinnuksen liite 4

Välkemallinnuksen tulokset

hankevaihtoehdolle VE2 puuston vaikutus huomioon otettuna

Licensed user:

Rejlers Finland Oy 6030 EHS Common
PL 1000
FI-0781 Helsinki

Tiina Aalto / tiina.aalto@rejlers.fi

Calculated:

6.3.2025 16.14/4.1.273

SHADOW - Main Result

Calculation: Välkemallinnus VE2 puusto huomioiden

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	8,61	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	1 161	906	613	672	8 760

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:

DHM: Maanmittauslaitoksen maastomalli

Land cover data used in calculation:

Grid object(s):

Elevation Grid Data Object: Metsän korkeus Luke 2021

Receptor grid resolution: 1,0 m

Topographic shadow included in calculation

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type		Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.					Calculation distance [m]	RPM
					[m]						[RPM]	
1	323 585	7 046 108	54,4	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
2	324 238	7 046 261	68,9	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
3	324 960	7 046 697	61,4	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
4	325 635	7 047 209	55,9	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
5	325 843	7 046 682	71,5	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
6	326 023	7 046 130	67,3	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
7	326 213	7 045 536	68,9	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
8	325 220	7 045 107	72,7	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
9	324 555	7 045 190	62,8	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
10	323 380	7 044 810	63,3	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
11	323 135	7 045 309	66,0	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
12	324 060	7 045 521	68,7	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
13	324 803	7 045 965	67,6	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8
14	325 297	7 045 810	70,6	NORDEX viritetty N17...	Yes	NORDEX viritetty	N175/6.X (d 200m)-6 800	6 800	200,0	220,0	1 888	10,8

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	Lomarakenus 1	326 677	7 048 304	65,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
B	Asuinrakennus 1	327 243	7 048 247	61,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
C	Lomarakenus 2	327 755	7 048 244	57,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
D	Asuinrakennus 2	327 946	7 048 109	58,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
E	Lomarakenus 3	327 770	7 047 566	62,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
F	Lomarakenus 4	327 680	7 047 333	70,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
G	Lomarakenus 5	327 574	7 046 873	70,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
H	Lomarakenus 6	327 850	7 046 645	59,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
I	Asuinrakennus 3	327 708	7 046 357	65,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
J	Asuinrakennus 4	328 179	7 043 627	70,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
K	Lomarakenuksen rakennuslupa	326 808	7 044 500	61,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
L	Asuinrakennus 5	327 027	7 043 828	71,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

To be continued on next page...



New WTG

Scale 1:125 000

Shadow receptor

SHADOW - Main Result

Calculation: Välkemallinnus VE2 puusto huomioiden

...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]
M	Asuinrakennus 6	326 519	7 043 856	72,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
N	Asuinrakennus 7	326 253	7 043 747	68,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
O	Asuinrakennus 8	326 082	7 043 371	68,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
P	Lomarakennus 7	324 961	7 043 451	66,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
Q	Lomarakennus 8	324 839	7 043 416	68,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R	Lomarakennus 9	324 824	7 043 135	67,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
S	Lomarakennus 10	322 842	7 042 387	73,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
T	Asuinrakennus 9	320 546	7 042 715	71,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
U	Lomarakennus 11	321 012	7 044 805	67,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
V	Asuinrakennus 10	320 065	7 045 751	69,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
W	Lomarakennus 12	322 184	7 047 020	66,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
X	Lomarakennus 13	322 143	7 045 700	71,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
Y	Metsästysmajan rakennuslupa	323 184	7 046 365	52,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
Z	Asuinrakennus 11	322 122	7 048 669	57,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AA	Asuinrakennus 12	323 500	7 047 814	53,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AB	Asuinrakennus 13	323 751	7 048 800	56,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AC	Asuinrakennus 14	324 237	7 048 260	50,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AD	Asuinrakennus 15	324 449	7 048 502	63,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AE	Asuinrakennus 16	324 768	7 049 186	58,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AF	Lomarakennus 14	325 251	7 049 076	64,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AG	Asuinrakennus 17	325 611	7 049 091	63,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
AH	Asuinrakennus 18	326 138	7 049 287	53,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

Calculation Results

Shadow receptor

		Shadow, worst case			Shadow, expected values
No.	Name	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	Lomarakennus 1	0:00	0	0:00	0:00
B	Asuinrakennus 1	0:00	0	0:00	0:00
C	Lomarakennus 2	0:00	0	0:00	0:00
D	Asuinrakennus 2	0:00	0	0:00	0:00
E	Lomarakennus 3	0:00	0	0:00	0:00
F	Lomarakennus 4	0:00	0	0:00	0:00
G	Lomarakennus 5	0:00	0	0:00	0:00
H	Lomarakennus 6	0:00	0	0:00	0:00
I	Asuinrakennus 3	0:00	0	0:00	0:00
J	Asuinrakennus 4	0:00	0	0:00	0:00
K	Lomarakennuksen rakennuslupa	0:00	0	0:00	0:00
L	Asuinrakennus 5	0:00	0	0:00	0:00
M	Asuinrakennus 6	24:50	62	0:28	6:08
N	Asuinrakennus 7	0:00	0	0:00	0:00
O	Asuinrakennus 8	0:00	0	0:00	0:00
P	Lomarakennus 7	0:00	0	0:00	0:00
Q	Lomarakennus 8	0:00	0	0:00	0:00
R	Lomarakennus 9	0:00	0	0:00	0:00
S	Lomarakennus 10	0:00	0	0:00	0:00
T	Asuinrakennus 9	0:00	0	0:00	0:00
U	Lomarakennus 11	0:00	0	0:00	0:00
V	Asuinrakennus 10	0:00	0	0:00	0:00
W	Lomarakennus 12	12:52	35	0:28	2:28
X	Lomarakennus 13	0:00	0	0:00	0:00
Y	Metsästysmajan rakennuslupa	0:00	0	0:00	0:00
Z	Asuinrakennus 11	0:00	0	0:00	0:00
AA	Asuinrakennus 12	37:05	80	0:47	4:46
AB	Asuinrakennus 13	0:00	0	0:00	0:00
AC	Asuinrakennus 14	27:49	78	0:28	4:30
AD	Asuinrakennus 15	29:23	86	0:27	4:06
AE	Asuinrakennus 16	0:00	0	0:00	0:00
AF	Lomarakennus 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

SHADOW - Main Result

Calculation: Välkemallinnus VE2 puusto huomioiden

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

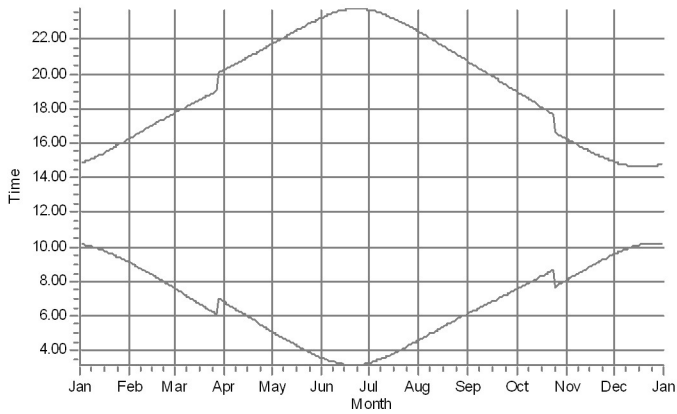
No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (103)	34:14	4:55
2	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (104)	15:43	2:18
3	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (105)	32:18	4:11
4	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (106)	24:54	4:25
5	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (107)	0:00	0:00
6	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (108)	0:00	0:00
7	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (109)	0:00	0:00
8	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (110)	24:50	6:08
9	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (111)	0:00	0:00
10	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (112)	0:00	0:00
11	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (113)	0:00	0:00
12	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (114)	0:00	0:00
13	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (115)	0:00	0:00
14	NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (116)	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.

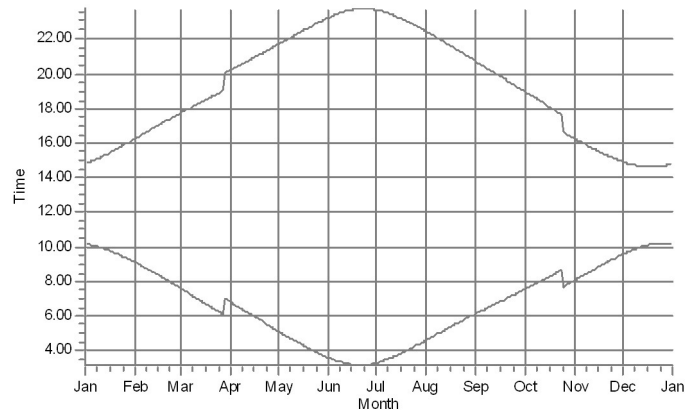
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Välkemallinnus VE2 puusto huomioiden

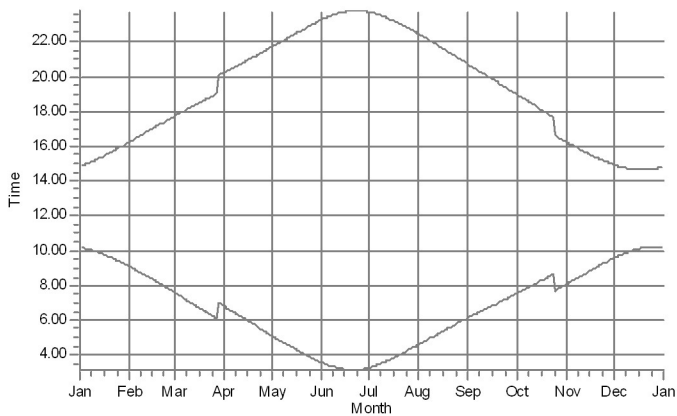
A: Lomarakenus 1



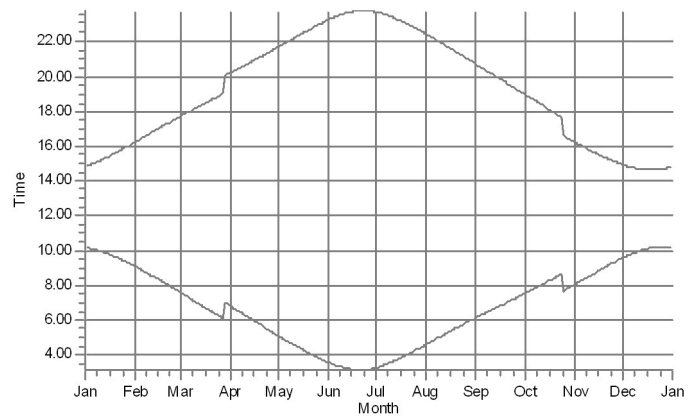
B: Asuinrakenus 1



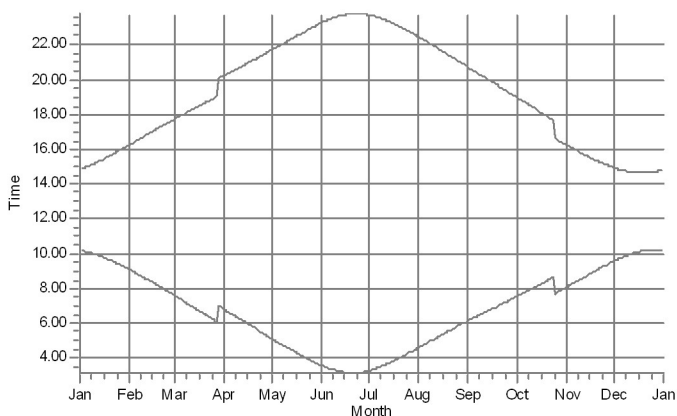
C: Lomarakenus 2



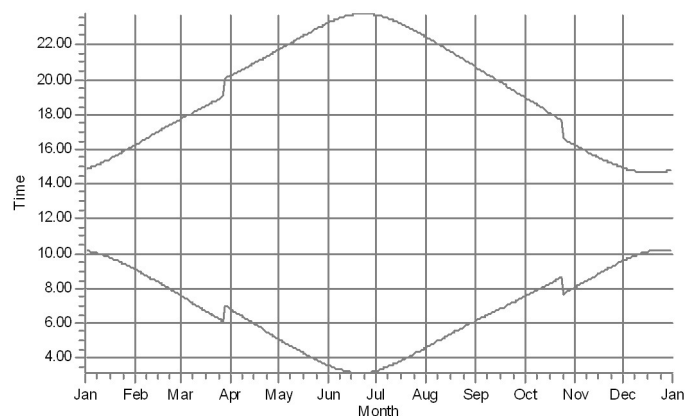
D: Asuinrakenus 2



E: Lomarakenus 3



F: Lomarakenus 4

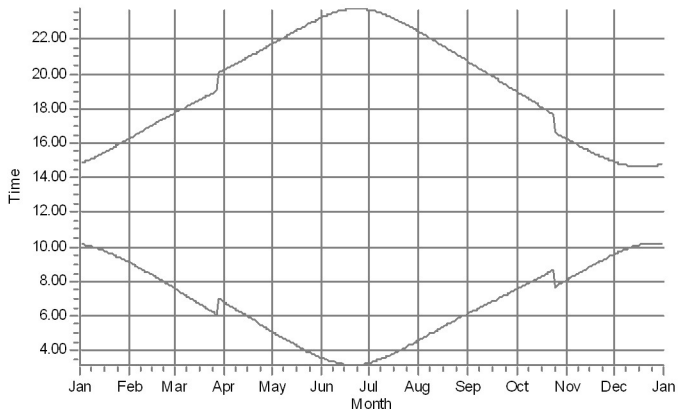


WTGs

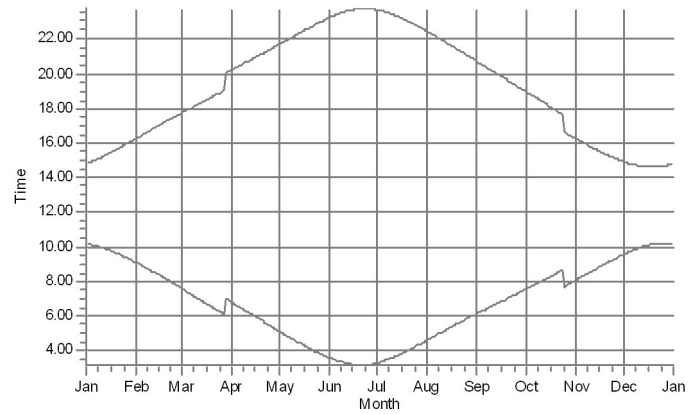
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Välkemallinnus VE2 puusto huomioiden

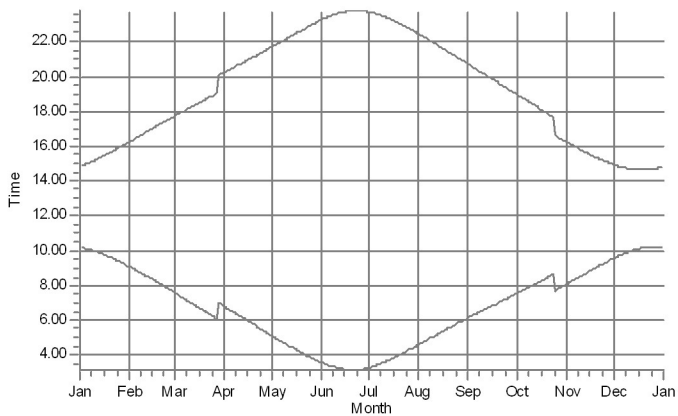
G: Lomarakenus 5



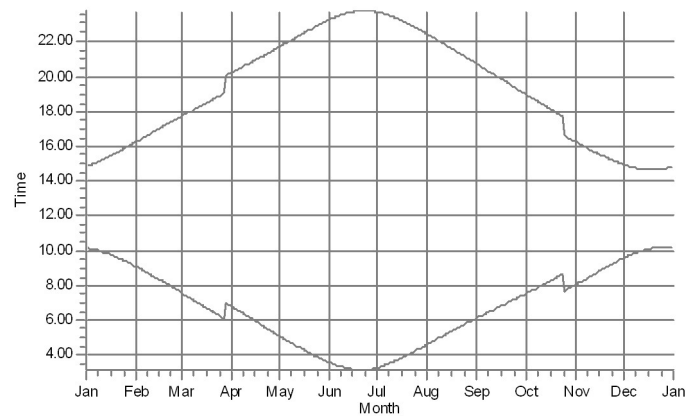
H: Lomarakenus 6



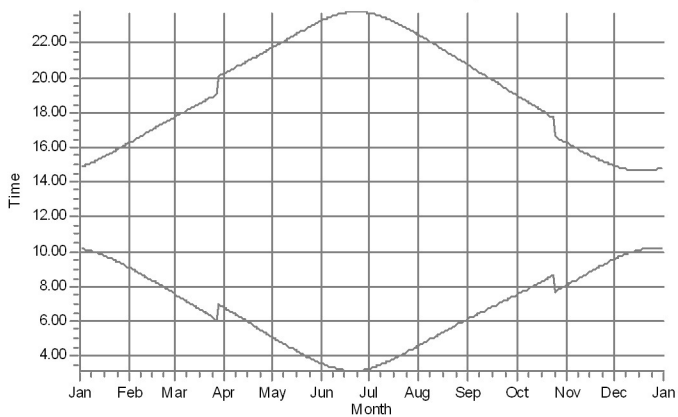
I: Asuinrakenus 3



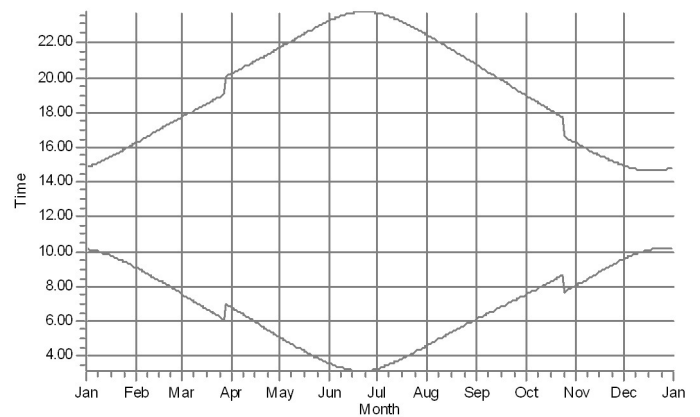
J: Asuinrakenus 4



K: Lomarakenuksen rakennuslupa



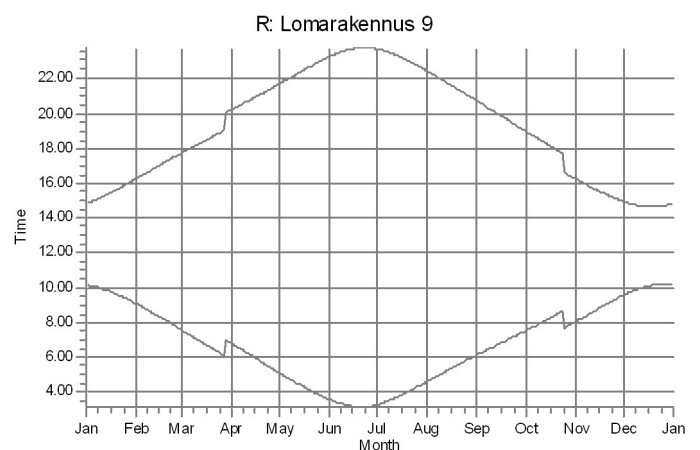
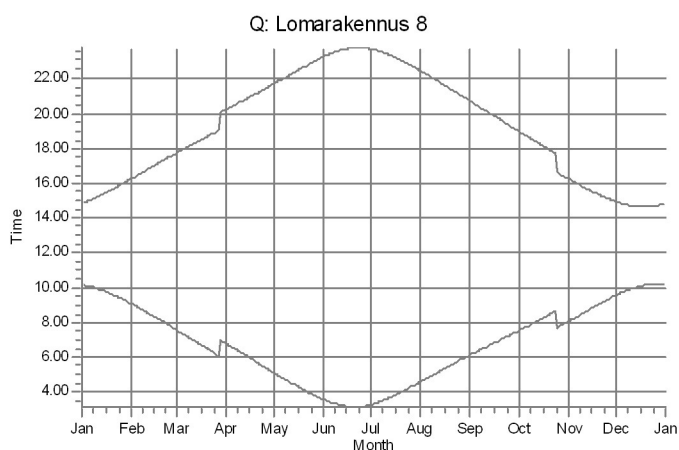
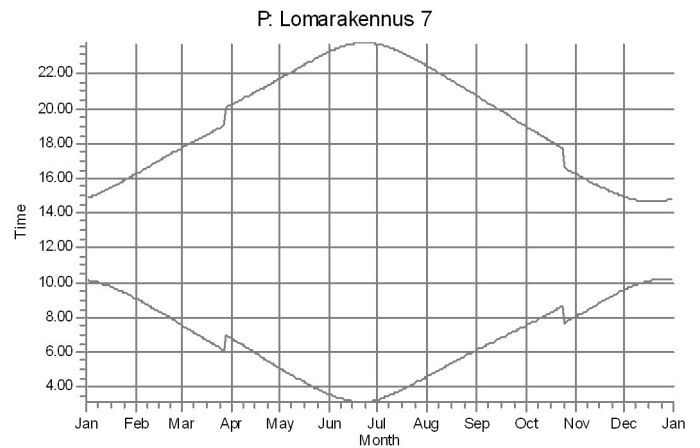
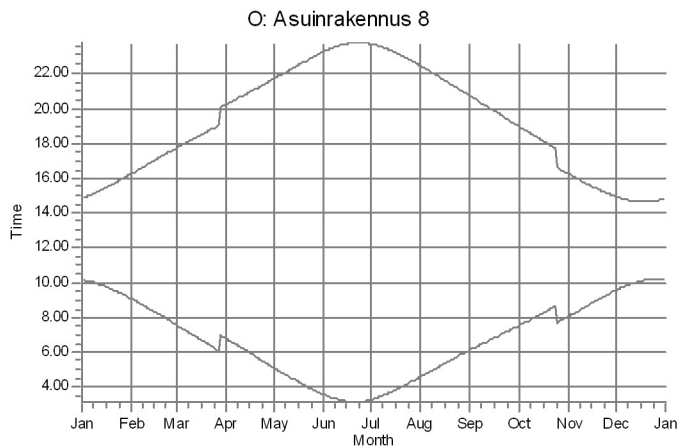
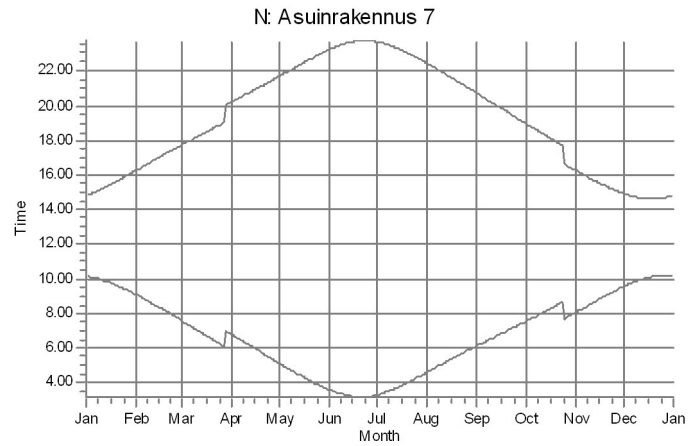
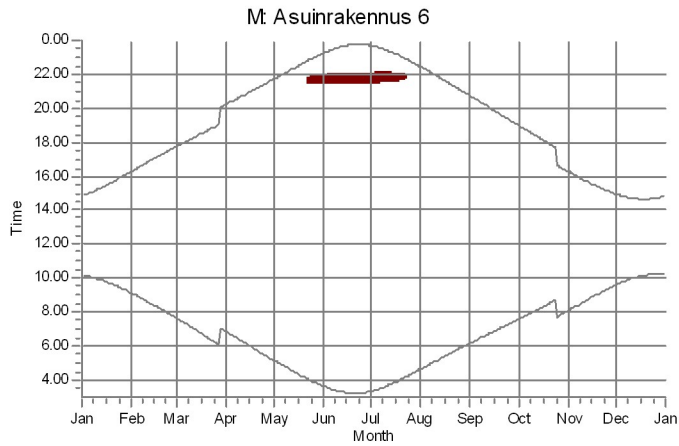
L: Asuinrakenus 5



WTGs

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Välkemallinnus VE2 puusto huomioiden



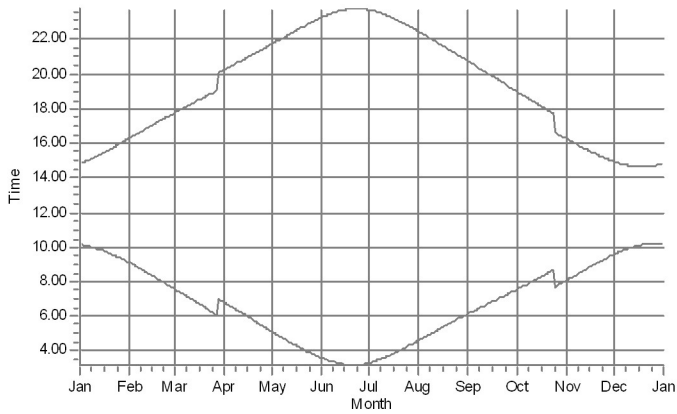
WTGs

8: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (110)

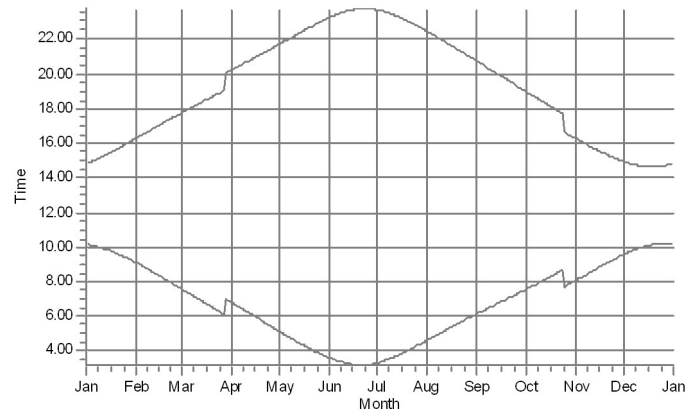
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Välkemallinnus VE2 puusto huomioiden

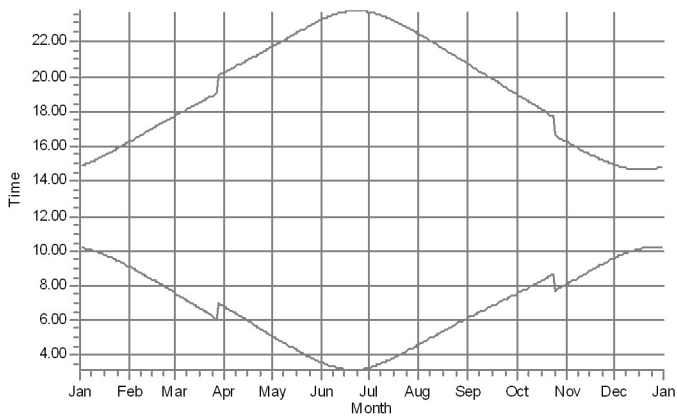
S: Lomarakennus 10



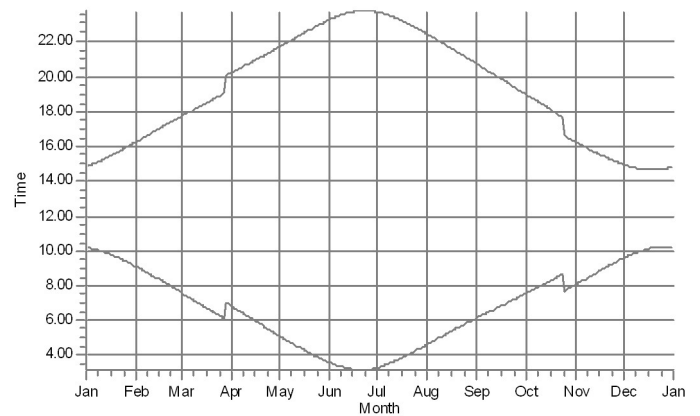
T: Asuinrakennus 9



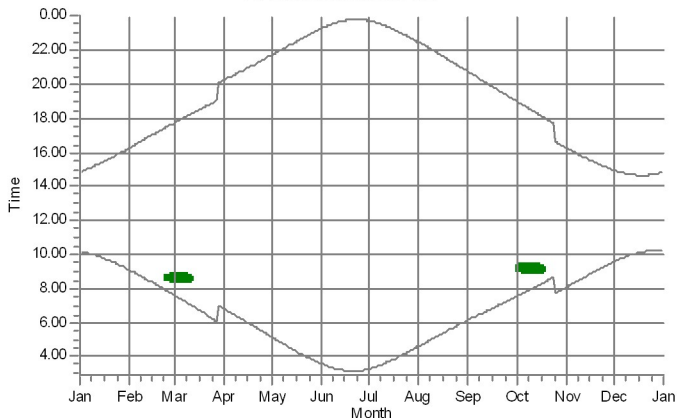
U: Lomarakennus 11



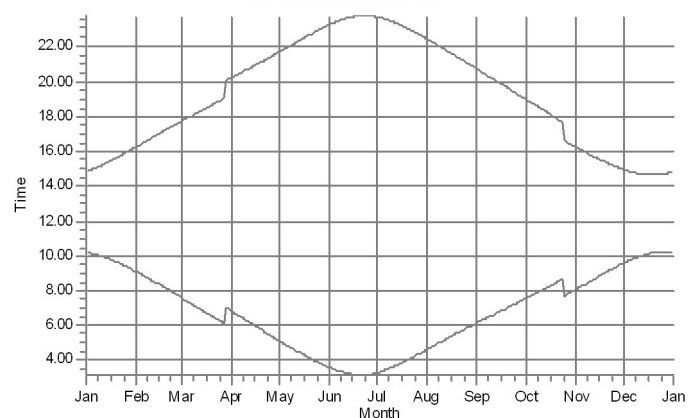
V: Asuinrakennus 10



W: Lomarakennus 12



X: Lomarakennus 13



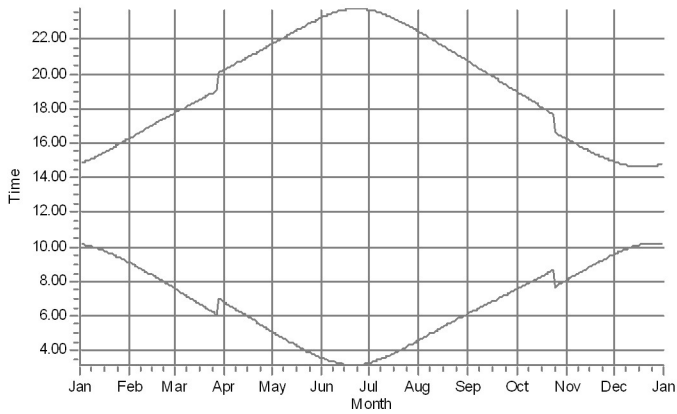
WTGs

1: NORDEX virittetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (103)

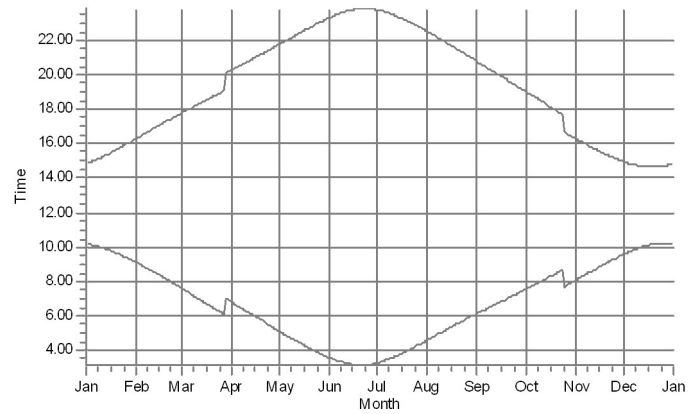
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Välkemallinnus VE2 puusto huomioiden

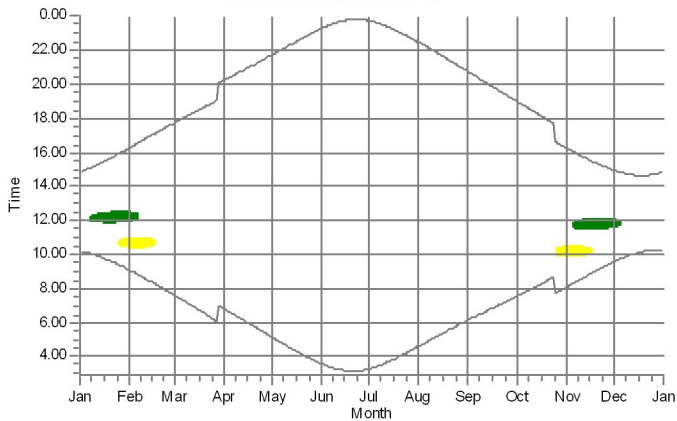
Y: Metsästysmajan rakennuslupa



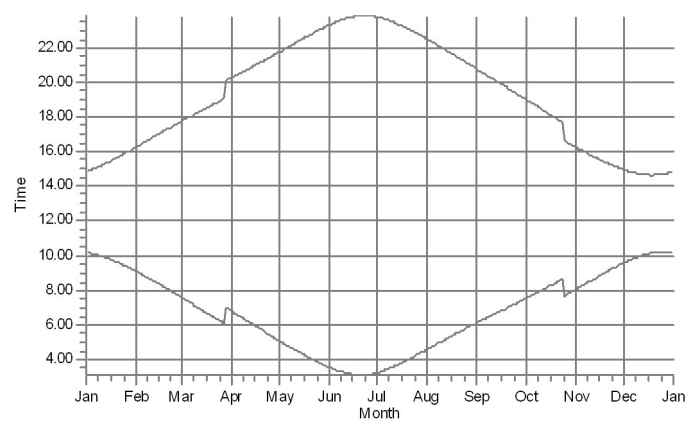
Z: Asuinrakennus 11



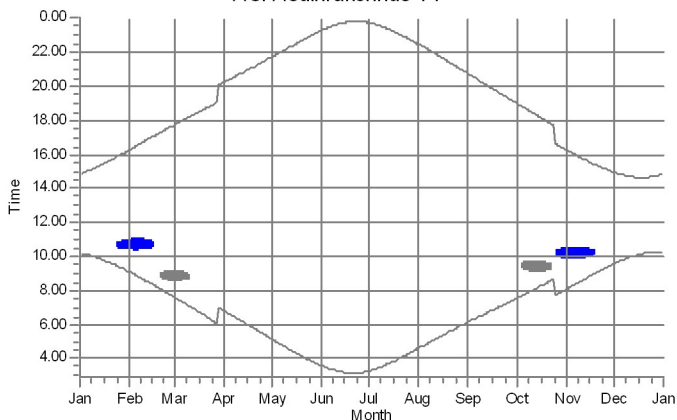
AA: Asuinrakennus 12



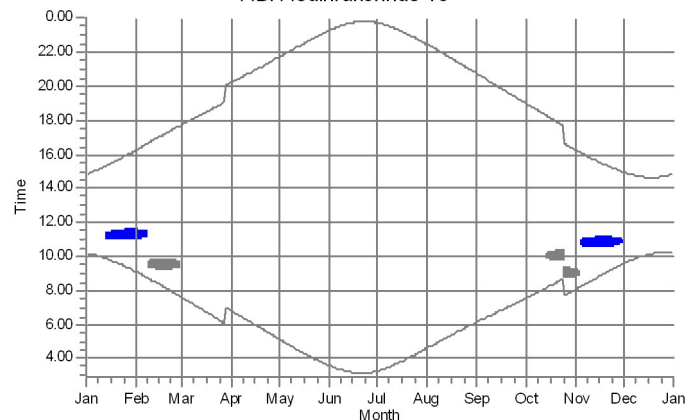
AB: Asuinrakennus 13



AC: Asuinrakennus 14



AD: Asuinrakennus 15



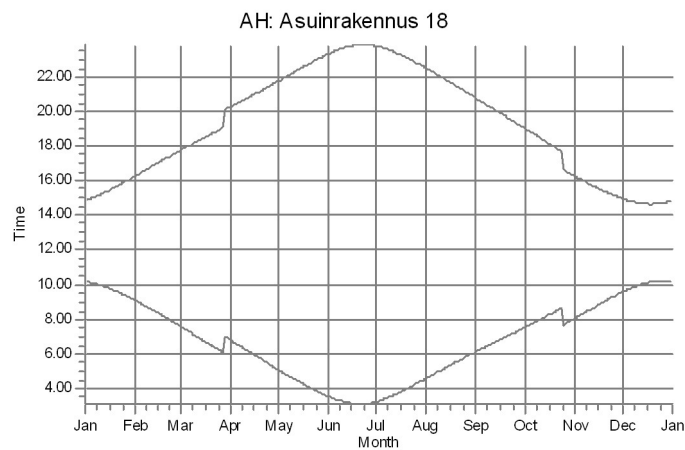
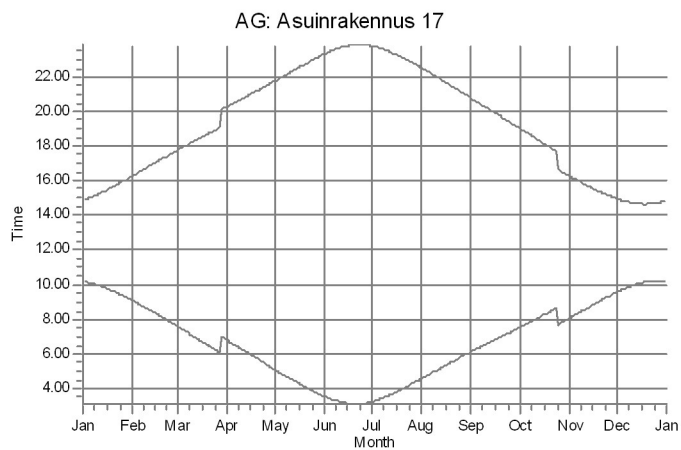
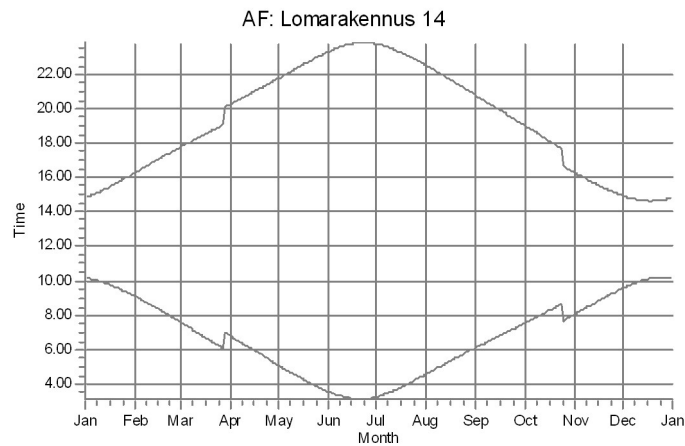
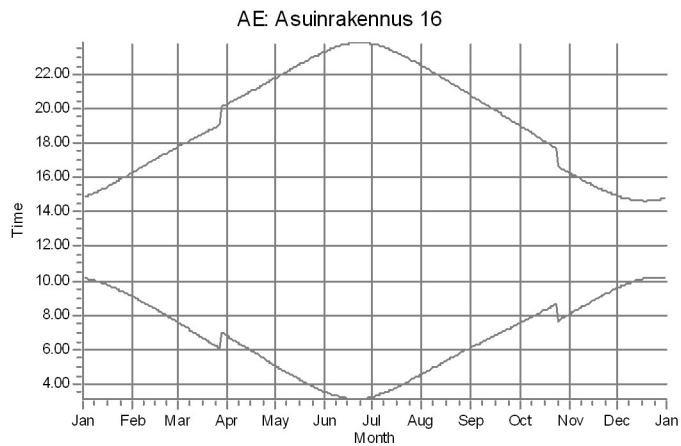
WTGs

1: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (103)
 2: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (104)

3: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (105)
 4: NORDEX viritetty N175/6.X (d 200m) 6800 200.0 !-! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (106)

SHADOW - Calendar, graphical

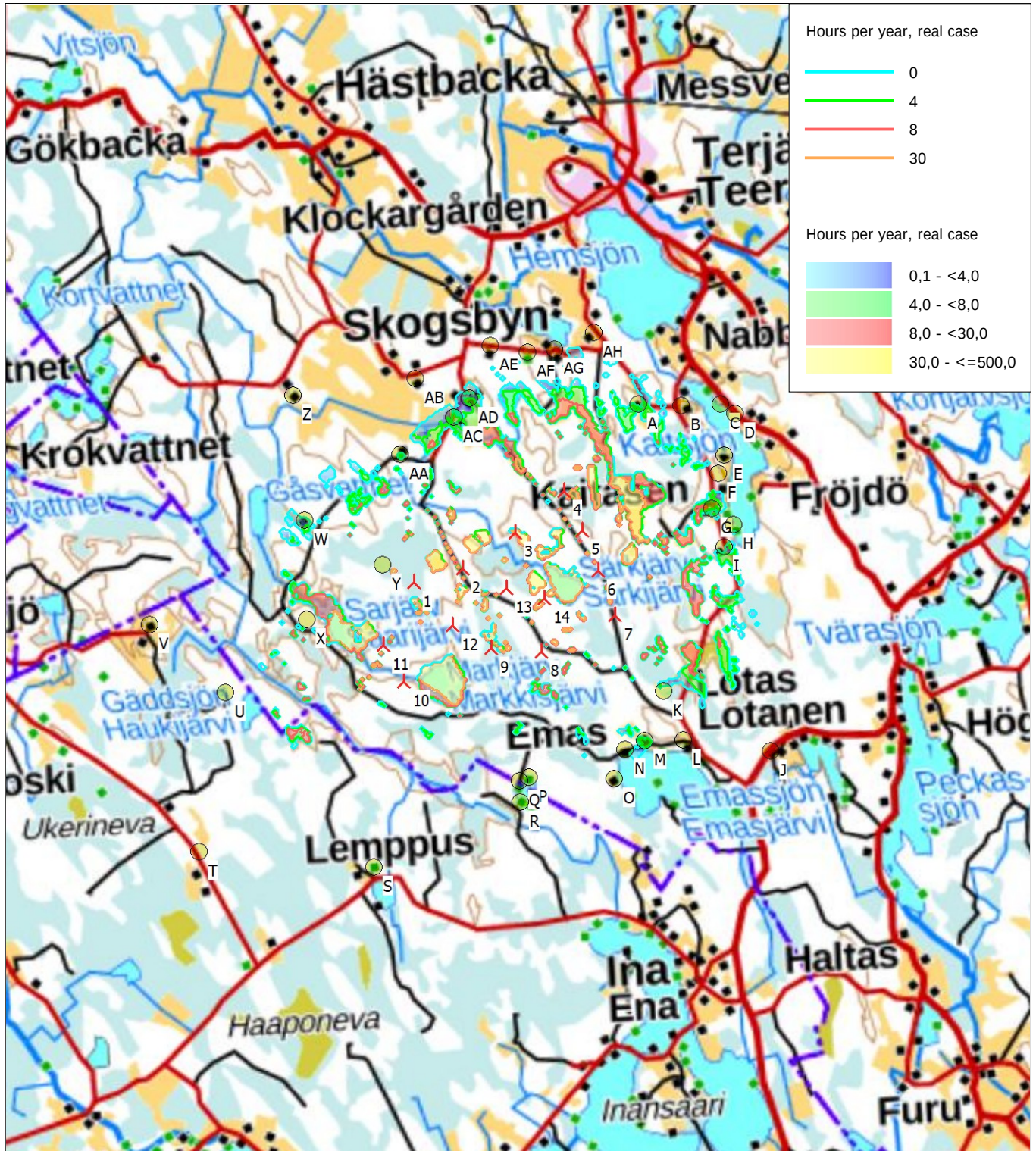
Calculation: Välkemallinnus VE2 puusto huomioiden



WTGs

SHADOW - Map

Calculation: Vätkemallinnus VE2 puusto huomioiden



0 1 2 3 4 km

Map: PERUSKARTTA, Print scale 1:75 000, Map center Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89 East: 324 600 North: 7 045 920

New WTG Shadow receptor

Flicker map level: Maanmittauslaitoksen maastomalli

Time step: 4 minutes, Day step: 14 days, Map resolution: 30 m, Visibility resolution: 15 m, Eye height: 1,5 m