

ABO ENERGY OY

RISTIJÄRVEN ISOLEHDON TUULIVOIMAHANKE VÄLKESELVITYS

8.4.2025

JULKINEN



370293

REV: 1.0



Sisällysluettelo

1.	Hankkeen tiedot ja tehtävän kuvaus	3
2.	Tiivistelmä selvityksen johtopäätöksistä.....	3
3.	Välkevaikutus ja vertailuarvot.....	3
3.1.	Välke ilmiönä	3
3.2.	Vertailuarvot	4
4.	Lähtötiedot ja mallinnusmenetelmä	5
4.1.	Hankkeen lähtötiedot	5
4.2.	Laskennassa käytetty tietoaaineisto	7
4.3.	Mallinnusmenetelmä	7
5.	Mallinnuksen tulokset.....	8
5.1.	Välkkeen vaikutusalue	8
5.2.	Laskentapistekohtaiset välkemäärät	12
6.	Yhteisvaikutukset läheisten tuulivoimahankkeiden kanssa	16
7.	Mallinnuksen epävarmuudet.....	16
	Viitteet	18
	Liitteet.....	18

1. Hankkeen tiedot ja tehtävän kuvaus

ABO Energy Oy suunnittelee tuulivoimalaitosta Ristijärven Isolehdon alueelle. Osana YVA-lain (252/2017) mukaista hankkeen ympäristövaikutusten arviointia WSP Finland Oy on laatinut selvityksen suunnitellun tuulivoimalaitoksen välkevaikutuksista. Työn tilaaja on ABO Energy Oy.

Selvityksessä on arvioitu tuulivoimaloiden aiheuttamaa välkevaikutusta laskennallisen mallinnuksen ja vertailuarvojen avulla. Selvitys on laadittu perustuen Ympäristöministeriön oppaaseen *Tuulivoimarakentamisen suunnittelu* [1]. Välkevaikutukselle ei ole Suomessa määritelty ohjearvoja. Ympäristöministeriön suosituksen mukaisesti selvityksessä käytetään vertailuarvoina muiden maiden ohjearvoja.

Tarkastelu on tehty hankkeen vaihtoehdoille VE1 ja VE2. Mallinnuksen avulla tuotetaan laskennallinen välkevyöhykekartta, josta käy ilmi maksimaalisen välketilanteen vaikutusalue sekä vertailuarvojen mukaisesti rajatut teoreettisen maksimivälkkeen vyöhykkeet. Mikäli maksimivälketilanteen perusteella määritellyllä välkkeen vaikutusalueella tai hyvin lähellä sitä on asuin- tai lomarakennuksia tai muita välkkeelle herkkiä kohteita, lasketaan niille laskentapistekohtainen todennäköinen vuotuinen välkemäärä, jossa on huomioitu tilastotietoon perustuvat paikalliset keskimääräiset aurinkoisuus- ja tuulusuolosuhteet. Lisäksi myös todennäköisen tilanteen välkemäärät on esitetty välkevyöhykekarttana. Todennäköinen välkemäärä on aina maksimimäärää pienempi.

Laskennan sekä raportin on laatinut projektipäällikkö DI Julia Turku ja tarkastanut tiimipäällikkö FM Sirpa Lappalainen WSP Finland Oy:stä.

2. Tiivistelmä selvityksen johtopäätöksistä

Laskennalliseen arvioon perustuen suunnitellun tuulivoimalaitoksen maksimivälkevaikutuksen alueella sijaitsee hankevaihtoehdolla VE1 noin kolmekymmentä ja vaihtoehdolla VE2 noin kaksikymmentä asuin- tai lomarakennusta. Molemmilla hankevaihtoehdoilla todellisen tilanteen vertailuarvo 8 h / vuosi todennäköisesti ylittyy ainoastaan yhdellä asuinrakennuksella. Kyseiseen asuinrakennukseen on suunnitteilla käyttötarkoituksen muutos.

Tuulivoimaloiden välkevaikutusta voidaan lieventää rajoittamalla yksittäisten voimaloiden toiminta-aikaa herkkien kohteiden kannalta kriittisinä aikoina. Pysäytettynä voimala ei aiheuta välkettä.

3. Välkevaikutus ja vertailuarvot

3.1. Välke ilmiönä

Välkevaikutuksella tarkoitetaan valon ja varjon vilkkumista auringon paistaessa tuulivoimalan takaa. Roottorin lapojen pyöriminen aiheuttaa liikkuvan varjon, joka voi tuulivoimalan koosta, sijainnista ja auringon kulmasta riippuen ulottua n. 1-3 kilometrin päähän tuulivoimalasta. Vuoden- ja vuorokaudenaika vaikuttavat välkevaikutuksen suuntaan, etäisyyteen ja keston. Laajimmalle varjo ulottuu, kun aurinko on matalalla. Toisaalta kun aurinko laskee riittävän matalalle, yhtenäistä varjoa ei enää muodostu.

Suomessa yksittäisen tuulivoimalan välkevaikutus kohdistuu valtaosin voimalan pohjoispuolelle (päiväaika, jolloin aurinko paistaa etelän suunnalta ja varjo lankeaa pohjoiseen) sekä lounais- ja kaakkoispuolille (aamu- ja iltajat). Ainoastaan pohjoisen napapiirin pohjoispuolella vaikutus voi ulottua voimalan eteläpuolelle.

Teoreettisen maksimivälkkeen laskennassa oletetaan, että sää on pysyvästi aurinkoinen, tuulivoimalan roottoriin pyörii jatkuvasti ja roottori on aina kohtisuorassa aurinkoa kohden. Maksimivälkkeen mallinnuksella ennustetaan siis pahinta mahdollista tilannetta. Maksimivälke esitetään yleensä välkevyöhykekarttana, jonka kuvaamalle alueelle välkettä voi teoriassa aiheutua. Välkettä ei koskaan esiinny koko alueella samanaikaisesti.

Todellisuudessa välkettä on havaittavissa vain sään ollessa riittävän aurinkoinen. Tuulivoimalan pyörimisnopeus ja turbiinin suuntaus taas riippuu kulloinkin vallitsevasta tuulesta. Jos roottori ei pyöri, varjokaan ei vilku. Jos taas roottori on sellaisessa asennossa, että auringonpaiste tulee katsojasta nähden roottoriin sivusta eikä kohtisuoraan roottoriin läpi, välkealue on pienempi. Poikittain aurinkoon suuntautunut voimala aiheuttaa varjostusta pienemmälle alueelle kuin kohtisuoraan aurinkoon suuntautunut voimala.

Todennäköisen välkemäärän arvioinnissa huomioidaan paikallinen tilastoaineisto auringonpaisteen määrästä ja ajoittumisesta, tuulisuudesta voimalan toiminta-ajan osuuden arvioimiseksi, sekä tuulen suuntien ja nopeuksien jakautumisesta roottoriin suuntauksen arvioimiseksi. Teoreettisen maksimivälkkeen määrästä vähennetään se osuus ajasta, jolloin välkettä ei tilastoaineiston perusteella arvioituna aiheudu.

Mikäli välkkeen vaikutusalueella tai hyvin lähellä sitä on asuin- tai lomarakennuksia tai muita herkkiä kohteita, lasketaan niille laskentapistekohtainen todennäköinen vuotuinen välkemäärä täsmällisesti kohteen sijainnissa. Todennäköisen tilanteen mallinnuksella saadaan tarkin mahdollinen ennuste herkkään kohteeseen aiheutuvasta välkemäärästä, ja lisäksi sen ajoittumisesta.

Mallinnuksissa huomioidaan maastonmuotojen vaikutus välkkeen leviämiseen. Paikkoihin, joihin tuulivoimalat eivät ole nähtävissä, eivät ne myöskään aiheuta välkevaikutuksia. Puuston, rakennusten tai muiden tuulivoimalan elinkaaren pituuteen nähden muuttuvaisten esteiden peitevaikutusta ei tyypillisesti huomioida. Tosiasiallisesti aiheutuva välkevaikutus on siis tyypillisesti laskennallista todennäköistä välkemäärää pienempi, koska osa laskennallisesta välkevaikutuksesta jää näkymättömiin esteiden taakse.

3.2. Vertailuarvot

Suomessa ei ole määritetty välkevaikutukselle raja-arvoja tai suosituksia. Valtioneuvoston julkaiseman *Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016 Tuulivoimarakentamisen suunnittelu* [1] mukaan on suositeltavaa käyttää apuna muiden maiden suosituksia välkkeen rajoittamisesta. Ohjeessa on annettu taulukon 1 mukaiset esimerkit raja-arvoista ja suosituksista asuinrakennuksiin tai muihin herkkiin kohteisiin kohdistuvalle välkkeelle. Arviointimenetelmien, mallinnusparametrien ja -oletusten perusteena on käytetty vastaavasti näiden maiden viranomaisten ohjejulkaisuja [2,3,4].

Taulukko 1. Raja-arvoja ja suosituksia suurimmasta hyväksyttävän välkevaikutuksen määrästä muissa maissa (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016).

Maa	Todellinen tilanne (real case)	Laskennallinen maksimitilanne (worst case)
Ruotsi (suositus)	8 h / vuosi 30 min / vrk	-
Tanska (raja-arvo)	10 h / vuosi	-
Saksa (raja-arvo)	8 h / vuosi	30 h / vuosi 30 min / vrk

4. Lähtötiedot ja mallinnusmenetelmä

4.1. Hankkeen lähtötiedot

Hankevaihtoehto VE1 sisältää 27 ja vaihtoehto VE2 23 tuulivoimalaa. Tarkastelussa molemmissa hankevaihtoehtoissa kaikkien voimaloiden mallina on käytetty Vestas V172-7.2 -voimalamallia, napakorkeutta 215 m ja roottorin halkaisijaa 210 m. Voimalamallin kokonaiskorkeus on 320 m. Voimaloiden sijaintitiedot hankevaihtoehtoissa VE1 ja VE2 on esitetty taulukoissa 2 ja 3.

Taulukko 2. Hankevaihtoehdon VE1 mukaiset voimaloiden sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa sekä maaston korkeudet vastaavasti.

Voimala	E	N	Maaston korkeus [m]
1	558042	7165099	225,6
2	556942	7167026	277,4
3	552251	7161225	193,4
4	556888	7163225	227,6
5	558112	7164202	212,9
6	553749	7162038	197,0
7	557394	7165368	240,7
8	554589	7161923	196,2
9	557780	7167474	274,0
10	557184	7166163	258,6
11	557988	7162540	223,3
12	557623	7163194	235,2
13	556939	7162232	212,5
14	558120	7166460	246,4
15	559242	7163087	193,3
16	558665	7163425	203,9

17	558925	7164482	209,6
18	555969	7159262	210,8
19	553999	7160193	222,1
20	554878	7159637	240,9
21	555119	7161509	200,3
22	552801	7162250	198,3
23	556056	7162009	205,0
24	560263	7163783	204,8
25	556275	7163614	221,0
26	557119	7164363	222,2
27	551971	7162720	214,8

Taulukko 3. Hankevaihtoehdon VE2 mukaiset voimaloiden sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa sekä maaston korkeudet vastaavasti.

Voimala	E	N	Maaston korkeus [m]
1	558042	7165099	225,6
2	556942	7167026	277,4
3	552251	7161225	193,4
4	557261	7163755	228,8
5	553785	7162326	215,6
6	554576	7161964	197,8
7	557780	7167474	274,0
8	557160	7166134	258,2
9	557988	7162540	223,3
10	556939	7162232	212,5
11	558120	7166460	246,4
12	559242	7163087	193,3
13	558008	7163606	215,3
14	558925	7164482	209,7
15	555969	7159262	210,8
16	553999	7160193	222,1
17	554878	7159637	240,9
18	555119	7161509	200,3
19	552722	7162532	217,2
20	556056	7162009	205,0
21	560263	7163783	204,8
22	556275	7163614	221,0
23	557124	7164970	227,3

4.2. Laskennassa käytetty tietoaineisto

Alueen korkeustiedot saatiin Maanmittauslaitoksen korkeusmallista 10 m resoluutiolla ja vähintään 2,0 m korkeustarkkuudella. Maastomallissa ei huomioitu puuston tai rakennusten vaikutusta välkevaikutuksen leviämiseen.

Alueen asuin- ja lomarakennusten sijainnit on saatu Maanmittauslaitoksen maastotietokannasta.

Todennäköisen tilanteen laskennalliseen arviointiin on käytetty Ilmatieteenlaitoksen Jyväskylän lentoaseman sääaseman keskiarvoisia auringonpaisteisuustietoja ilmastolliselta vertailukaudelta 1991-2020 [5]. Keskimääräinen päivittäinen aurinkoisten tuntien määrä kuukausittain on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Keskimääräinen päivittäinen aurinkoisten tuntien määrä kuukausittain Ilmatieteen laitoksen Jyväskylän lentoaseman säähavaintoaseman aurinkoisuustietojen mukaan.

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,81	2,25	4,39	5,97	8,13	8,13	8,42	6,71	4,10	1,90	0,67	0,32

Tuulisuustietona on käytetty Ilmatieteenlaitoksen Tuuliatlas -tietokannassa olevaa paikallisen mittaustilaston perusteella mallinnettua tuulisuustietoa hankkeen voimalamallin napakorkeutta lähimmässä mallinnuskorkeudessa (200 m) [6]. Tuulisuustiedoista on laskettu arvio tuulivoimaloiden vuotuiseksi toiminta-ajaksi ilmansuunnittain. Toiminta-aikaa laskettaessa on oletettu, että tuulivoimalat ovat toiminnassa tuulen nopeuden ollessa vähintään 3 m/s napakorkeudella. Arvio vuotuisesta kokonaistoiminta-ajasta on 98 %. Toiminta-aika on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Tuuliatlaksen paikallisista tuulisuustiedoista laskettu tuulivoimalaitoksen vuotuinen toiminta-aika tunteina ilmansuunnittain.

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
547	419	520	529	567	588	855	1181	1135	980	716	544	8581

4.3. Mallinnusmenetelmä

Tuulivoimaloiden aiheuttaman välkevaikutuksen esiintymisalue ja välkemäärät laskettiin EMD WindPRO 4.1 -ohjelman Shadow-moduulilla [7]. Ohjelma on yleisesti käytössä tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen mallinnuksessa. Mallinnusparametrien ja -oletusten valinnan perusteena käytettiin Ruotsin, Tanskan ja Saksan viranomaisten ohjejulkaisuja [2,3,4] sekä Suomessa aiemmin raportoituja tuulivoimalaitosten välkemallinnuksia soveltuvin osin.

Välkevyöhykkeiden laskennassa laskentapisteen väliseksi etäisyydeksi asetettiin 1 metri ja tarkastelukorkeudeksi 1,5 metriä maan pinnasta. Yleisesti käytössä olevan laskentatavan mukaan välkevaikutusta laskettaessa auringonpaistekulma horisontista on vähintään kolme astetta, jonka alle menevää auringon säteilyä ei huomioida.

Laskenta tehtiin 1 minuutin tarkkuudella. Välkkeen ilmenemisajaksi lasketaan se osa ajasta, jonka roottorin lapa peittää vähintään 20 % auringosta. Mallinuksissa ei huomioida puuston ja rakennusten aiheuttamaa peittovaikutusta.

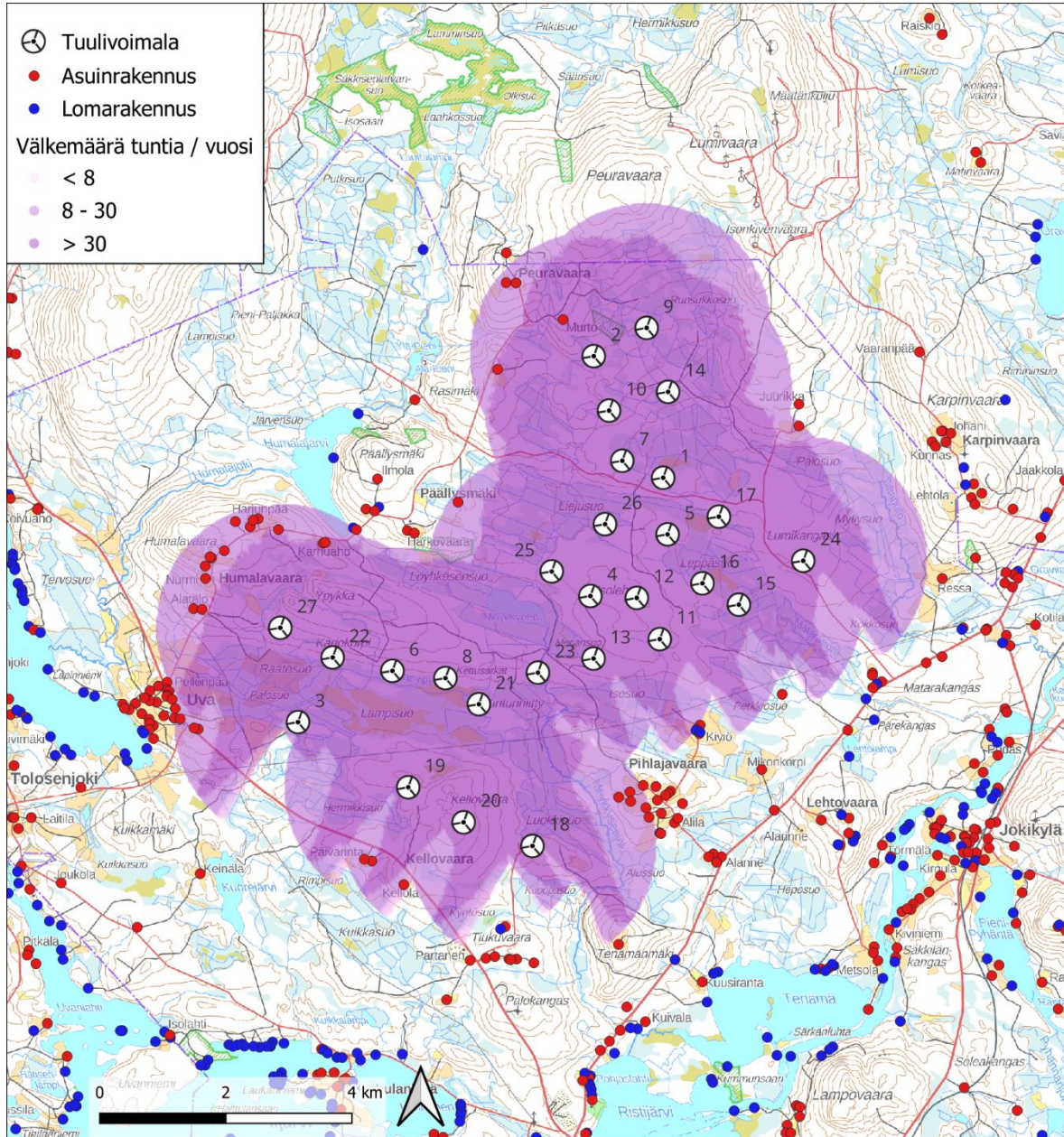
Laskentapistekohtaisessa todennäköisen välkemäärän laskennassa oletetaan rakennuksen paikalle voimalaa kohti oleva ikkuna, ja tehdään ikkunaan kohdistuvan maksimaalisen välkemäärän tuloksiin vähennykset alueellisiin tilastollisiin aurinkoisuus- ja tuulisuustietoihin perustuen.

5. Mallinnuksen tulokset

5.1. Välkkeen vaikutusalue

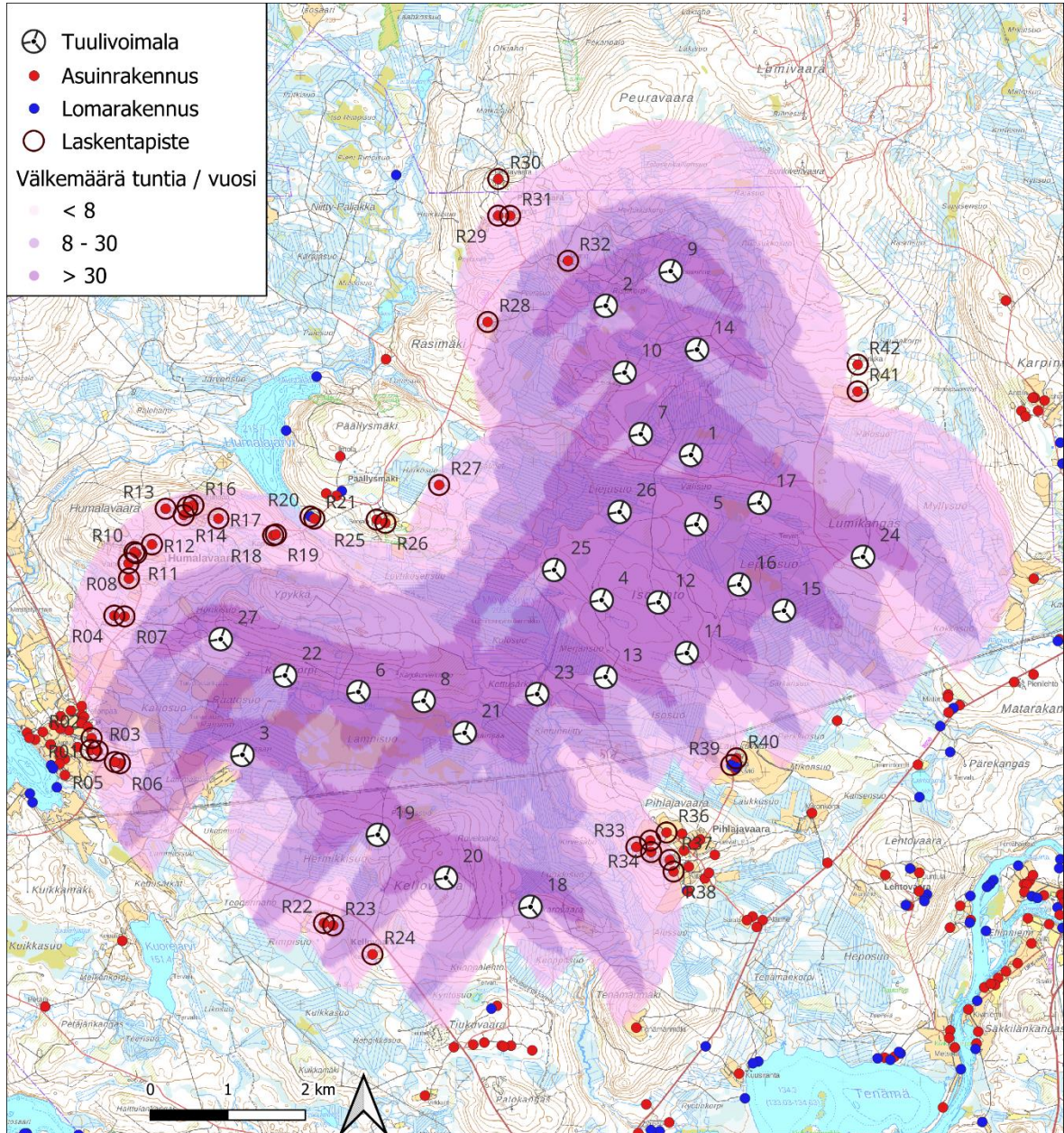
Hankevaihtoehdoissa esitettyjen voimalaryhmien mallinnukseen perustuva arvio maksimivälkevaikutuksesta on esitetty välkevyöhykekarttana, jossa vyöhykkeet kuvaavat suurinta mahdollista välkemäärää tunteina vuodessa. Kunkin vyöhykerajan sisäpuolella välkemäärä on rajan merkitsemää tuntimäärää suurempi, vyöhykerajan ulkopuolella taas pienempi.

Arvio välkkeen vaikutusalueesta on laskettu myös todennäköisessä tilanteessa, eli huomioiden tilastotiedon paikallisista paisteisuus- ja tuulisuusolosuhteista. Välkevyöhykekartta maksimitilanteelle ja todennäköiselle tilanteelle on esitetty hankevaihtoehdolle VE1 kuvissa 1 ja 2, ja hankevaihtoehdolle VE2 kuvissa 3 ja 4. Mallinnusohjelmiston laskentatulosteet mallinnusparametreineen ovat liitteinä 1 ja 2.



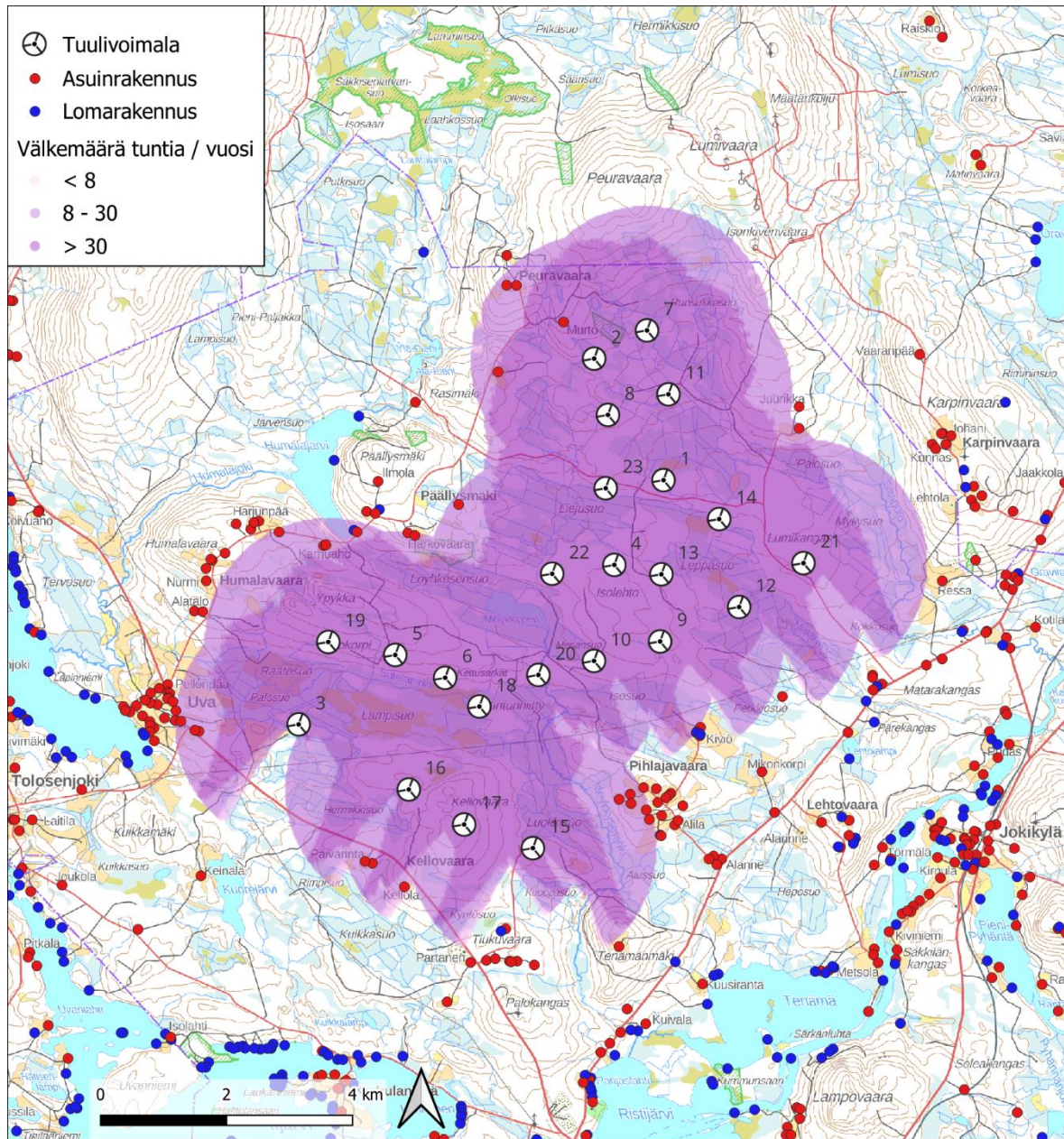
Tulostettu 25/03/2025, JT.
Lähteet: Maanmittauslaitoksen maastotietokanta
Maastokartta © Maanmittauslaitos

Kuva 1. Hankevaihtoehdon VE1 maksimivälkevaikutus vyöhykekarttana. Kunkin vyöhykerajan sisäpuolella välkemäärä on rajan merkitsemää tuntimäärää suurempi, vyöhykerajan ulkopuolella taas pienempi.



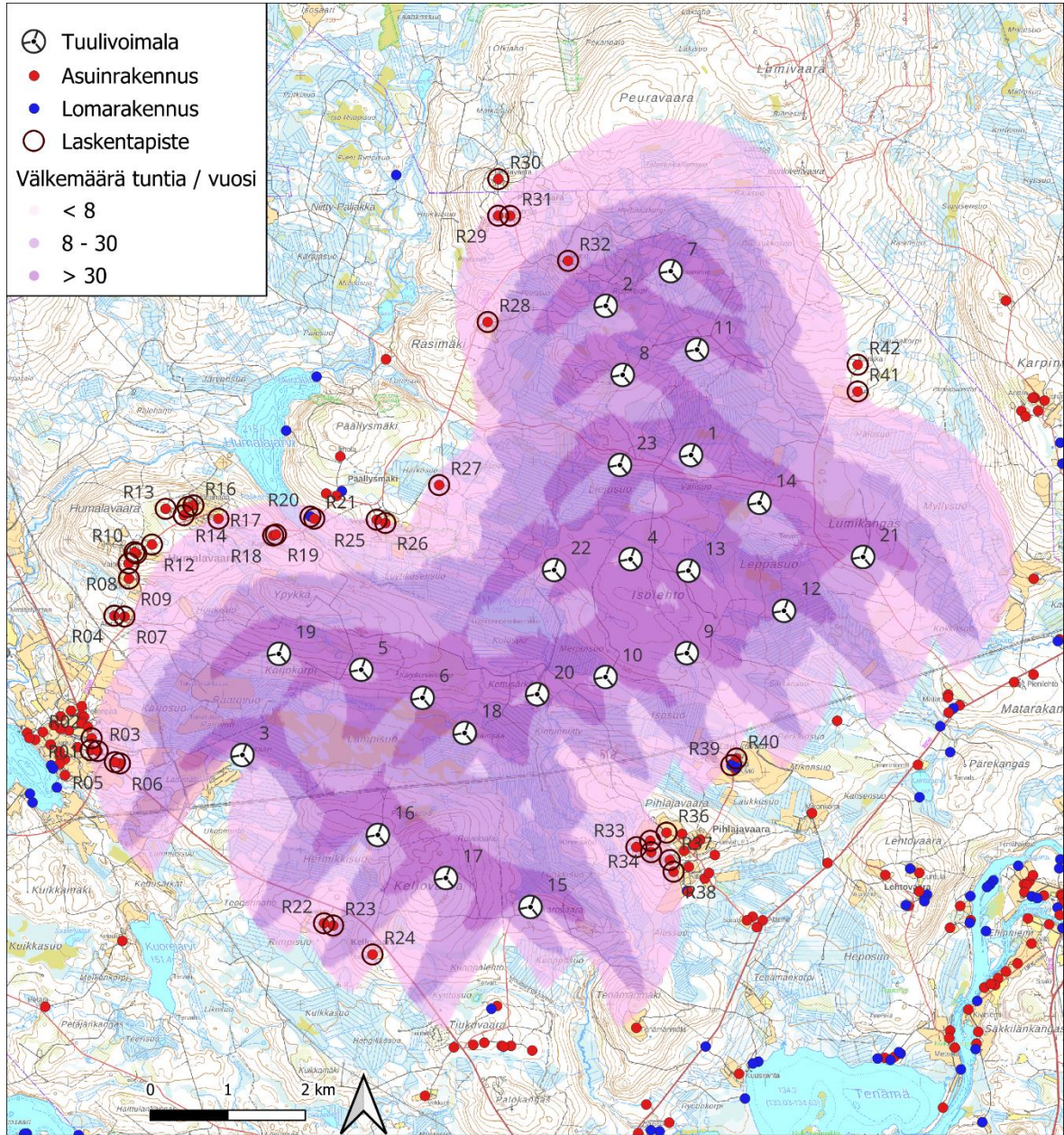
Tulostettu 25/03/2025, JT.
Lähteet: Maanmittauslaitoksen maastotietokanta
Maastokartta © Maanmittauslaitos

Kuva 2. Hankevaihtoehdolle VE1 arvioitu todennäköisen tilanteen välkevaikutus vyöhykekarttana sekä laskentapisteet. Kunkin vyöhykerajan sisäpuolella välkemäärä on rajan merkitsemää tuntimäärää suurempi, vyöhykerajan ulkopuolella taas pienempi.



Tulostettu 25/03/2025, JT.
Lähteet: Maanmittauslaitoksen maastotietokanta
Maastokartta © Maanmittauslaitos

Kuva 3. Hankevaihtoehdon VE2 maksimivälkevaikutus vyöhykekarttana.



Tulostettu 25/03/2025, JT.
Lähteet: Maanmittauslaitoksen maastotietokanta
Maastokartta © Maanmittauslaitos

Kuva 4. Hankevaihtoehdolle VE2 arvioitu todennäköisen tilanteen välkevaikutus vyöhykekarttana sekä laskentapistet.

5.2. Laskentapistekohtaiset välkemäärät

Välkevyöhykekarttojen perusteella välkkeen vaikutusalueella sijaitsee runsaasti asuin- ja lomarakennuksia, jotka ovat välkevaikutuksen kannalta herkkiä kohteita. Teoreettisen maksimivälkkeen vaikutusalueella sijaitsee hankevaihtoehdolla VE1 noin kolmekymmentä ja vaihtoehdolla VE2 noin kaksikymmentä asuin- tai lomarakennusta. Kaikki vaikutusalueella sijaitsevat sekä joitakin lähimpänä vaikutusaluetta sijaitsevista kohteista

on valittu laskentapisteiksi, joille tehdään laskentapistekohtainen todennäköisen välkemäärän mallinnus. Valitut 42 laskentapistettä on esitetty taulukossa 6 sekä kartalla välkevyöhykkeitä esittävissä kuvissa.

Taulukko 6. Laskentapisteiden sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa sekä maaston korkeudet vastaavasti.

Laskenta-piste	E	N	Maaston korkeus [m]	Rakennusluokitus
R01	550292	7161288	192,8	Asuinrakennus
R02	550304	7161442	194,9	Asuinrakennus
R03	550383	7161276	192,8	Asuinrakennus
R04	550597	7163024	221,5	Asuinrakennus
R05	550604	7161133	189,6	Asuinrakennus
R06	550670	7161116	189,3	Asuinrakennus
R07	550729	7163014	222,2	Asuinrakennus
R08	550781	7163699	259,2	Asuinrakennus
R09	550786	7163503	246,6	Asuinrakennus
R10	550857	7163845	267,7	Asuinrakennus
R11	550881	7163827	266,7	Asuinrakennus
R12	551084	7163943	267,5	Asuinrakennus
R13	551260	7164404	272,7	Asuinrakennus
R14	551493	7164322	265,6	Asuinrakennus
R15	551542	7164427	272,1	Asuinrakennus
R16	551619	7164449	272,6	Asuinrakennus
R17	551941	7164277	262,3	Asuinrakennus
R18	552648	7164060	243,0	Asuinrakennus
R19	552683	7164072	242,6	Asuinrakennus
R20	553129	7164304	222,4	Lomarakennus
R21	553179	7164277	223,1	Asuinrakennus
R22	553304	7159051	210,4	Asuinrakennus
R23	553423	7159023	210,6	Asuinrakennus
R24	553930	7158649	219,2	Asuinrakennus
R25	553984	7164264	256,6	Asuinrakennus
R26	554096	7164221	254,6	Asuinrakennus

R27	554790	7164711	242,9	Asuinrakennus
R28	555417	7166817	280,1	Asuinrakennus
R29	555552	7168190	327,8	Asuinrakennus
R30	555554	7168663	329,6	Asuinrakennus
R31	555707	7168187	327,2	Asuinrakennus
R32	556455	7167607	313,0	Asuinrakennus
R33	557336	7160035	205,4	Asuinrakennus
R34	557515	7160117	215,9	Asuinrakennus
R35	557527	7159969	216,7	Asuinrakennus
R36	557726	7160222	225,2	Asuinrakennus
R37	557767	7159868	216,4	Asuinrakennus
R38	557816	7159718	208,4	Asuinrakennus
R39	558562	7161094	210,0	Lomarakennus
R40	558628	7161180	209,4	Asuinrakennus
R41	560192	7165920	240,8	Asuinrakennus
R42	560193	7166265	254,8	Asuinrakennus

Laskentapistekohtaisen mallinnustuloksen perusteella voidaan todeta, että molemmilla hankevaihtoehdoilla välkemäärät todennäköisesti ylittäisivät todellisen tilanteen vuorokautisen vertailuarvon 8 h / vuosi ainoastaan laskentapisteessä R32. Laskentapisteessä R32 sijaitsevalle asuinrakennukselle on suunnitteilla käyttötarkoituksen muutos.

Taulukossa 7 on esitetty hankevaihtoehdoissa laskentapisteisiin kohdistuvat välkemäärät sekä väkettä aiheuttavat tuulivoimalat.

Taulukko 7. Hankevaihtoehdossa VE1 tai VE2 laskentapisteisiin kohdistuvat todennäköisen laskentatilanteen välkemäärät sekä väkettä aiheuttavat voimalat. Laskentapistet, joissa laskennallinen todennäköisen tilanteen välkemäärä ylittää todellisen tilanteen vertailuarvon 8 h / vuosi, on merkitty tummennetulla värillä.

Laskenta- piste	VE1 [tuntia / vuosi]	Väkettä aiheuttavat voimalat	VE2 [tuntia / vuosi]	Väkettä aiheuttavat voimalat
R01	-	-	-	-
R02	-	-	-	-
R03	2 h 28 min	3	2 h 28 min	3
R04	3 h 55 min	27	-	-
R05	3 h 31 min	3	3 h 31 min	3

R06	3 h 51 min	3	3 h 51 min	3
R07	4 h 46 min	27	-	-
R08	2 h 23 min	27	-	-
R09	3 h 5 min	27	-	-
R10	2 h 6 min	27	-	-
R11	2 h 13 min	27	-	-
R12	2 h 24 min	27	-	-
R13	1 h 21 min	27	-	-
R14	1 h 47 min	27	-	-
R15	1 h 32 min	27	-	-
R16	1 h 35 min	27	-	-
R17	2 h 24 min	27	-	-
R18	4 h 27 min	22, 27	2 h 31 min	19
R19	4 h 22 min	22, 27	2 h 30 min	19
R20	-		1 h 44 min	19
R21	-		1 h 45 min	19
R22	5 h 3 min	20	5 h 3 min	17
R23	6 h 31 min	20	6 h 31 min	17
R24	2 h 23 min	20	2 h 23 min	17
R25	-	-	-	-
R26	-	-	-	-
R27	1 h 43 min	25	1 h 43 min	22
R28	6 h 20 min	2, 10	6 h 21 min	2, 8
R29	1 h 34 min	2	1 h 34 min	2
R30	-	-	-	-
R31	1 h 50 min	2	1 h 50 min	2
R32	17 h 8 min	2, 9, 10	17 h 4 min	2, 7, 8
R33	3 h 3 min	18	3 h 3 min	15
R34	2 h 21 min	18	2 h 21 min	15
R35	2 h 38 min	18	2 h 38 min	15
R36	-	-	-	-
R37	2 h 12 min	18	2 h 12 min	15

R38	-	-	-	-
R39	-	-	-	-
R40	-	-	-	-
R41	-	-	-	-
R42	-	-	-	-

Mallinnusohjelmistosta tulostetut laskentapistekohtaiset välkkeen esiintyvyydiagrammit hankevaihtoehdoille VE1 ja VE2 ovat liitteenä 3 ja 4.

6. Yhteisvaikutukset läheisten tuulivoimahankkeiden kanssa

Ympäristöministeriön ohjeen [1] mukaan välkevaikutus ulottuu enintään 3 km etäisyydelle voimaloista. Ristijärven Isolehdon hankkeen tuulivoimalasijainneista on lyhimmillään 2100 m etäisyys pohjoisen suunnassa sijaitsevien toiminnassa olevien Lumivaaran I ja II tuulivoimalaitosten, sekä 3800 m etäisyys luoteen suunnassa sijaitsevan luvitusvaiheessa olevan Pieni-Paljakan hankkeen voimalasijainteihin. Tällöin välkkeen yhteisvaikutukset näiden hankkeiden osalta ovat mahdollisia. Etäisyydet muiden tuulivoimahankkeiden voimalasijainteihin ovat niin pitkiä, ettei välkkeen yhteisvaikutuksia synny.

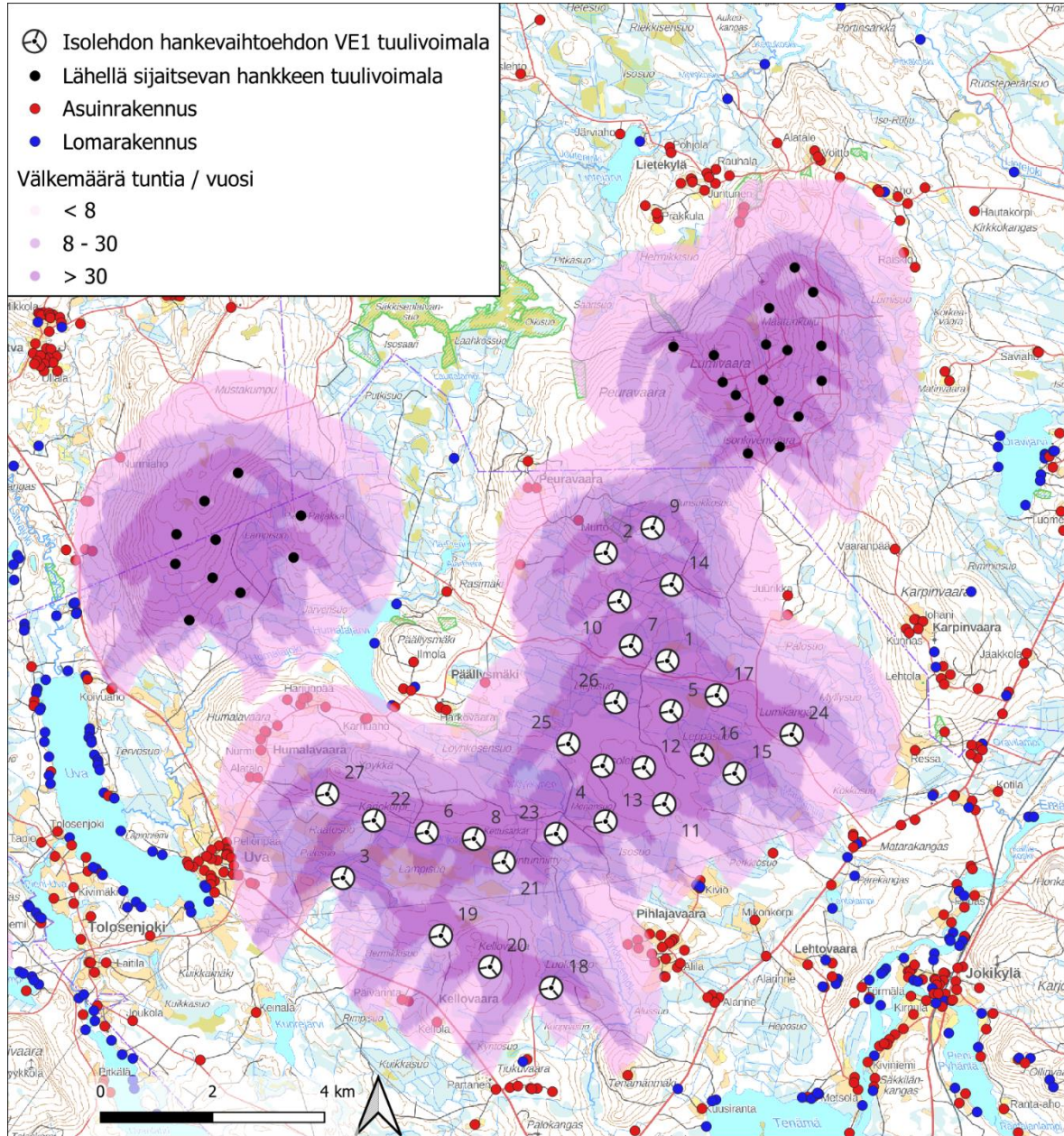
Välkkeen yhteisvaikutusta arvioitiin mallintamalla Lumivaaran ja Pieni-Paljakan hankkeiden todennäköisen tilanteen välkevaikutus yhdessä Isolehdon hankevaihtoehdon VE1 kanssa. Mallinnuksessa käytettiin Lumivaara I hankkeelle voimalamallia Nordex N163/5.7MW, napakorkeutta 145 m ja roottorin halkaisijaa 131 m, Lumivaara II hankkeelle voimalamallia Vestas V112, napakorkeutta 150 m ja roottorin halkaisijaa 130 m, ja Pieni-Paljakan hankkeelle voimalamallia Nordex N163/6.XMW, napakorkeutta 200 m ja roottorin halkaisijaa 200 m. Tuulisuus- ja paisteisuustietoina käytettiin Isolehdon hankkeen mallinnuksessa käytettyjä tietoja.

Isolehdon hankevaihtoehdon VE1 välkkeen todennäköisen tilanteen yhteisvaikutukset Lumivaaran ja Pieni-Paljakan hankkeiden kanssa on esitetty välkevyöhykekartalla kuvassa 5. Laskennallisen arvion perusteella todennäköisessä tilanteessa yhteisvaikutuksia voi aiheutua Lumivaara I hankkeen kanssa Peuravaaran ja Lumivaaran välisellä alueella. Yhteisvaikutuksen alueella ei sijaitse asuin- tai lomarakennuksia eikä arvokkaita luontokohteita. Isolehdon hankkeen välkevaikutukset eivät ulotu missään Pieni-Paljakan hankkeen vaikutusalueelle.

7. Mallinnuksen epävarmuudet

Maksimaalisen välkemäärän laskenta perustuu hyvin tunnettuun ja pysyvään geometriaan, joten laskennallisen ennusteen ylittyminen ei ole todennäköistä. Epävarmuustekijät vaikuttavat toteutuvaa välkemäärää vähentävästi.

Vaikutusalueen määrittäminen suoritetaan rajallisella määrällä laskentapisteitä sekä ajallisesti että sijainneittain, mikä vähentää tuloksen tarkkuutta. Mikäli maksimivälkealueella tai sen



Tulostettu 08/04/2025, JT.
 Lähteet: Maanmittauslaitoksen maastotietokanta
 Maastokartta © Maanmittauslaitos

Kuva 5. Isolehdon hankevaihtoehdon VE1 yhteisvaikutukset läheisten hankkeiden kanssa arvioituna laskennallisesti todennäköisessä tilanteessa. Yhteisvaikutukset on esitetty kokonaisvälkemäärää kuvaavana välkevyöhykekarttana.

läheisyydessä on herkkiä kohteita, mallinnetaan lisäksi välkkeen esiintyvyys tarkemmin näissä kohteissa.

Puusto ja rakennukset voivat rajoittaa merkittävästi näkyvyyttä turbiineille ja vähentää vuotuista välkevaikutusta. Puuston näkyvyyttä peittävä vaikutus vaihtelee kuitenkin vuosien

ja vuodenaikojen suhteen, ja niiden sekä rakennusten peittovaikutus voi muuttua tuulivoimalan käyttöä aikana.

Herkän kohteen laskentapistekohtaista todennäköisen välkemäärän esiintyvyyttä mallinnettaessa huomioidaan tilastolliset aurinkoisuus- ja tuulusuolosuhteet kohdealueella. Yksittäisen vuoden aurinkoisuus- ja tuulusuolosuhteet saattavat poiketa merkittävästi laskennassa käytetyistä tilastollisesti keskimääräisistä sääolosuhteista, jolloin vuosittain toteutunut välkemäärä vaihtelee ja voi poiketa merkittävästi todennäköiselle tilanteelle mallinnetusta arvosta.

Rakennuksiin kohdistuvan välkkeen laskennassa käytetään ns. kasvihuone-oletusta, eli rakennukseen kohdistuva välkevaikutus huomioidaan riippumatta suunnasta. Todellisuudessa välkevaikutus kohdistuu rakennuksen sisätiloihin vain ikkunoiden suunnasta. Sisätiloissa havaittavissa oleva välkemäärä on siis selvästi mallinnettua vähäisempi.

Helsingissä 8.4.2025

WSP Finland Oy

Laatinut:

Julia Turku
Projektipäällikkö
Kestävyys ja ympäristövaikutukset

Tarkastanut:

Sirpa Lappalainen
Tiimipäällikkö
Akustiikka ja melu

Viitteet

- 1) Tuulivoimarakentamisen suunnittelu, Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016
- 2) Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen, WEA-Shattenwurf-Hinweise
- 3) Vindkraftshandboken - Planering och prövning av vindkraftverk på land och i kust-nära vattenområden, Boverket 2009
- 4) Vejledning om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller, Naturstyrelsen, Miljøministeriet 2015
- 5) Ilmatieteen laitos, Tilastoja Suomen ilmastosta ja merestä 1991–2020, Raportteja 2021:8
- 6) Suomen Tuuliatlas, [Suomen Tuuliatlas \(fmi.fi\)](https://fmi.fi) (4.3.2025)
- 7) WindPRO 4.1 Knowledge base, [WindPRO Online Help](#) (5.3.2025)

Liitteet

- 1) Välkevaikutuksen laskentatuloste hankevaihtoehdolla VE1
- 2) Välkevaikutuksen laskentatuloste hankevaihtoehdolla VE2
- 3) Välkkeen esiintyvyys laskentapisteissä hankevaihtoehdolla VE1
- 4) Välkkeen esiintyvyys laskentapisteissä hankevaihtoehdolla VE2

SHADOW - Main Result

Calculation: Ristijärven Isolehto VE1 real case

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
0,81	2,25	4,39	5,97	8,13	8,13	8,42	6,71	4,10	1,90	0,67	0,32

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
547	419	520	529	567	588	855	1 181	1 135	980	716	544	8 581

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: Project Wizard Elevation Data Grid (Finnish Elevation Model - 10m grid)

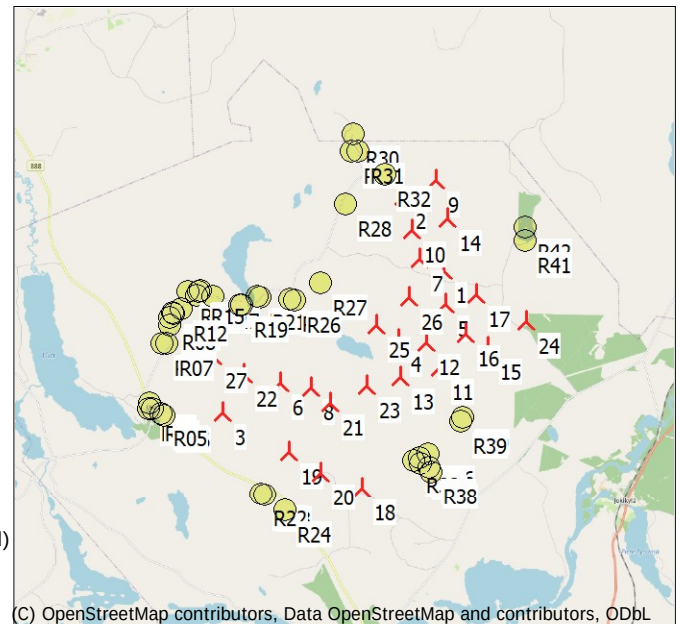
Receptor grid resolution: 1,0 m

Topographic shadow included in calculation

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTGs



▲ New WTG

Scale 1:200 000

● Shadow receptor

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type		Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.				Calculation distance [m]	RPM
			[m]								[RPM]
1	558 042	7 165 099	225,6	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
2	556 942	7 167 026	277,4	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
3	552 251	7 161 225	193,4	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
4	556 888	7 163 225	227,6	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
5	558 112	7 164 202	212,9	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
6	553 749	7 162 038	197,0	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
7	557 394	7 165 368	240,7	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
8	554 589	7 161 923	196,2	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
9	557 780	7 167 474	274,0	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
10	557 184	7 166 163	258,6	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
11	557 988	7 162 540	223,3	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
12	557 623	7 163 194	235,2	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
13	556 939	7 162 232	212,5	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
14	558 120	7 166 460	246,4	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
15	559 242	7 163 087	193,3	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
16	558 665	7 163 425	203,9	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
17	558 925	7 164 482	209,6	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
18	555 969	7 159 262	210,8	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
19	553 999	7 160 193	222,1	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
20	554 878	7 159 637	240,9	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
21	555 119	7 161 509	200,3	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
22	552 801	7 162 250	198,3	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
23	556 056	7 162 009	205,0	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
24	560 263	7 163 783	204,8	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
25	556 275	7 163 614	221,0	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
26	557 119	7 164 363	222,2	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899
27	551 971	7 162 720	214,8	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899

Shadow receptor-Input

No.	East	North	Z	Width	Height	Elevation	Slope of	Direction mode	Eye height
			[m]	[m]	[m]	a.g.l.	window		(ZVI) a.g.l.
						[m]	[°]		[m]
R01	550 292	7 161 288	192,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R02	550 304	7 161 442	194,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R03	550 383	7 161 276	192,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Ristijärven Isolehto VE1 real case

...continued from previous page

No.	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]
R04	550 597	7 163 024	221,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R05	550 604	7 161 133	189,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R06	550 670	7 161 116	189,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R07	550 729	7 163 014	222,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R08	550 781	7 163 699	259,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R09	550 786	7 163 503	246,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R10	550 857	7 163 845	267,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R11	550 881	7 163 827	266,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R12	551 084	7 163 943	267,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R13	551 260	7 164 404	272,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R14	551 493	7 164 322	265,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R15	551 542	7 164 427	272,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R16	551 619	7 164 449	272,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R17	551 941	7 164 277	262,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R18	552 648	7 164 060	243,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R19	552 683	7 164 072	242,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R20	553 129	7 164 304	222,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R21	553 179	7 164 277	223,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R22	553 304	7 159 051	210,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R23	553 423	7 159 023	210,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R24	553 930	7 158 649	219,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R25	553 984	7 164 264	256,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R26	554 096	7 164 221	254,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R27	554 790	7 164 711	242,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R28	555 417	7 166 817	280,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R29	555 552	7 168 190	327,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R30	555 554	7 168 663	329,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R31	555 707	7 168 187	327,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R32	556 455	7 167 607	313,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R33	557 336	7 160 035	205,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R34	557 515	7 160 117	215,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R35	557 527	7 159 969	216,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R36	557 726	7 160 222	225,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R37	557 767	7 159 868	216,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R38	557 816	7 159 718	208,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R39	558 562	7 161 094	210,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R40	558 628	7 161 180	209,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R41	560 192	7 165 920	240,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R42	560 193	7 166 265	254,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	
R01	0:00	0	0:00	0:00	
R02	0:00	0	0:00	0:00	
R03	11:25	34	0:26	2:28	
R04	19:14	43	0:35	3:55	
R05	15:14	40	0:30	3:31	
R06	16:22	41	0:30	3:51	
R07	23:27	49	0:38	4:46	
R08	17:14	42	0:32	2:23	
R09	19:54	45	0:34	3:05	
R10	16:33	42	0:31	2:06	
R11	17:27	44	0:32	2:13	
R12	20:11	48	0:33	2:24	
R13	15:41	42	0:28	1:21	
R14	21:21	53	0:31	1:47	
R15	19:26	50	0:29	1:32	
R16	20:02	51	0:29	1:35	
R17	28:13	62	0:33	2:24	

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Ristijärven Isolehto VE1 real case

...continued from previous page

No.	Shadow, worst case		Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
R18	43:41	86	0:48	4:27
R19	42:48	86	0:46	4:22
R20	0:00	0	0:00	0:00
R21	0:00	0	0:00	0:00
R22	19:05	50	0:30	5:03
R23	23:58	58	0:32	6:31
R24	9:25	31	0:23	2:23
R25	0:00	0	0:00	0:00
R26	0:00	0	0:00	0:00
R27	12:06	36	0:27	1:43
R28	28:50	77	0:32	6:20
R29	11:38	34	0:27	1:34
R30	0:00	0	0:00	0:00
R31	14:05	39	0:29	1:50
R32	108:07	163	1:03	17:08
R33	15:43	39	0:31	3:03
R34	12:37	35	0:28	2:21
R35	13:14	36	0:28	2:38
R36	0:00	0	0:00	0:00
R37	10:41	32	0:26	2:12
R38	0:00	0	0:00	0:00
R39	0:00	0	0:00	0:00
R40	0:00	0	0:00	0:00
R41	0:00	0	0:00	0:00
R42	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	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (1)	0:00	0:00
2	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (2)	103:32	17:29
3	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (3)	27:06	6:11
4	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (4)	0:00	0:00
5	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (5)	0:00	0:00
6	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (6)	0:00	0:00
7	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (7)	0:00	0:00
8	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (8)	0:00	0:00
9	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (9)	21:57	4:40
10	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (10)	30:15	3:49
11	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (11)	0:00	0:00
12	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (12)	0:00	0:00
13	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (13)	0:00	0:00
14	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (14)	0:00	0:00
15	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (15)	0:00	0:00
16	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (16)	0:00	0:00
17	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (17)	0:00	0:00
18	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (18)	37:28	7:23
19	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (19)	0:00	0:00
20	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (20)	40:21	10:41
21	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (21)	0:00	0:00
22	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (22)	25:12	2:02
23	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (23)	0:00	0:00
24	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (24)	0:00	0:00
25	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (25)	12:06	1:43
26	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (26)	0:00	0:00
27	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (27)	201:16	24:26

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 - Main Result

Calculation: Ristijärven Isolehto VE2 real case

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
0,81	2,25	4,39	5,97	8,13	8,13	8,42	6,71	4,10	1,90	0,67	0,32

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
547	419	520	529	567	588	855	1 181	1 135	980	716	544	8 581

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: Project Wizard Elevation Data Grid (Finnish Elevation Model - 10m grid)

Receptor grid resolution: 1,0 m

Topographic shadow included in calculation

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

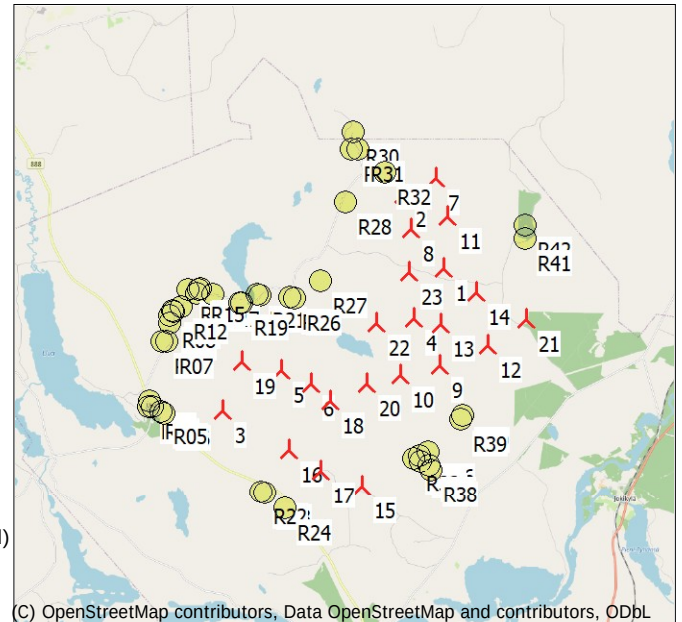
WTGs

											WTG type			Shadow data			
	East	North	Z	Row data/Description					Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM	
			[m]													[RPM]	
1	558 042	7 165 099	225,6	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
2	556 942	7 167 026	277,4	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
3	552 251	7 161 225	193,4	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
4	557 261	7 163 755	228,8	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
5	553 785	7 162 326	215,6	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
6	554 576	7 161 964	197,8	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
7	557 780	7 167 474	274,0	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
8	557 160	7 166 134	258,2	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
9	557 988	7 162 540	223,3	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
10	556 939	7 162 232	212,5	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
11	558 120	7 166 460	246,4	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
12	559 242	7 163 087	193,3	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
13	558 008	7 163 606	215,3	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
14	558 925	7 164 482	209,7	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
15	555 969	7 159 262	210,8	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
16	553 999	7 160 193	222,1	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
17	554 878	7 159 637	240,9	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
18	555 119	7 161 509	200,3	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
19	552 722	7 162 532	217,2	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
20	556 056	7 162 009	205,0	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
21	560 263	7 163 783	204,8	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
22	556 275	7 163 614	221,0	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-
23	557 124	7 164 970	227,3	VESTAS	V172-7.2	7200	210.0	!O!	h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	210,0	215,0	1 899	-

Shadow receptor-Input

No.	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]
R01	550 292	7 161 288	192,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R02	550 304	7 161 442	194,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R03	550 383	7 161 276	192,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R04	550 597	7 163 024	221,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R05	550 604	7 161 133	189,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R06	550 670	7 161 116	189,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

To be continued on next page...



 New WTG

Scale 1:200 000

- Shadow receptor

SHADOW - Main Result

Calculation: Ristijärven Isolehto VE2 real case

...continued from previous page

No.	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]
R07	550 729	7 163 014	222,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R08	550 781	7 163 699	259,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R09	550 786	7 163 503	246,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R10	550 857	7 163 845	267,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R11	550 881	7 163 827	266,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R12	551 084	7 163 943	267,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R13	551 260	7 164 404	272,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R14	551 493	7 164 322	265,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R15	551 542	7 164 427	272,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R16	551 619	7 164 449	272,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R17	551 941	7 164 277	262,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R18	552 648	7 164 060	243,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R19	552 683	7 164 072	242,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R20	553 129	7 164 304	222,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R21	553 179	7 164 277	223,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R22	553 304	7 159 051	210,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R23	553 423	7 159 023	210,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R24	553 930	7 158 649	219,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R25	553 984	7 164 264	256,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R26	554 096	7 164 221	254,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R27	554 790	7 164 711	242,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R28	555 417	7 166 817	280,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R29	555 552	7 168 190	327,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R30	555 554	7 168 663	329,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R31	555 707	7 168 187	327,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R32	556 455	7 167 607	313,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R33	557 336	7 160 035	205,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R34	557 515	7 160 117	215,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R35	557 527	7 159 969	216,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R36	557 726	7 160 222	225,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R37	557 767	7 159 868	216,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R38	557 816	7 159 718	208,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R39	558 562	7 161 094	210,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R40	558 628	7 161 180	209,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R41	560 192	7 165 920	240,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R42	560 193	7 166 265	254,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	
R01	0:00	0	0:00	0:00	
R02	0:00	0	0:00	0:00	
R03	11:25	34	0:26	2:28	
R04	0:00	0	0:00	0:00	
R05	15:14	40	0:30	3:31	
R06	16:22	41	0:30	3:51	
R07	0:00	0	0:00	0:00	
R08	0:00	0	0:00	0:00	
R09	0:00	0	0:00	0:00	
R10	0:00	0	0:00	0:00	
R11	0:00	0	0:00	0:00	
R12	0:00	0	0:00	0:00	
R13	0:00	0	0:00	0:00	
R14	0:00	0	0:00	0:00	
R15	0:00	0	0:00	0:00	
R16	0:00	0	0:00	0:00	
R17	0:00	0	0:00	0:00	
R18	28:02	66	0:33	2:31	
R19	27:51	66	0:33	2:30	
R20	18:57	52	0:28	1:44	

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Ristijärven Isolehto VE2 real case

...continued from previous page

No.	Shadow, worst case		Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
R21	18:44	52	0:28	1:45
R22	19:05	50	0:30	5:03
R23	23:58	58	0:32	6:31
R24	9:25	31	0:23	2:23
R25	0:00	0	0:00	0:00
R26	0:00	0	0:00	0:00
R27	12:06	36	0:27	1:43
R28	29:04	78	0:32	6:21
R29	11:38	34	0:27	1:34
R30	0:00	0	0:00	0:00
R31	14:05	39	0:29	1:50
R32	108:02	165	1:03	17:04
R33	15:43	39	0:31	3:03
R34	12:37	35	0:28	2:21
R35	13:14	36	0:28	2:38
R36	0:00	0	0:00	0:00
R37	10:41	32	0:26	2:12
R38	0:00	0	0:00	0:00
R39	0:00	0	0:00	0:00
R40	0:00	0	0:00	0:00
R41	0:00	0	0:00	0:00
R42	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	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (28)	0:00	0:00
2	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (29)	103:32	17:29
3	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (30)	27:06	6:11
4	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (31)	0:00	0:00
5	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (32)	0:00	0:00
6	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (33)	0:00	0:00
7	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (34)	21:57	4:40
8	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (35)	30:24	3:47
9	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (36)	0:00	0:00
10	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (37)	0:00	0:00
11	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (38)	0:00	0:00
12	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (39)	0:00	0:00
13	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (40)	0:00	0:00
14	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (41)	0:00	0:00
15	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (42)	37:28	7:23
16	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (43)	0:00	0:00
17	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (44)	40:21	10:41
18	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (45)	0:00	0:00
19	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (46)	59:10	5:24
20	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (47)	0:00	0:00
21	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (48)	0:00	0:00
22	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (49)	12:06	1:43
23	VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (50)	0:00	0:00

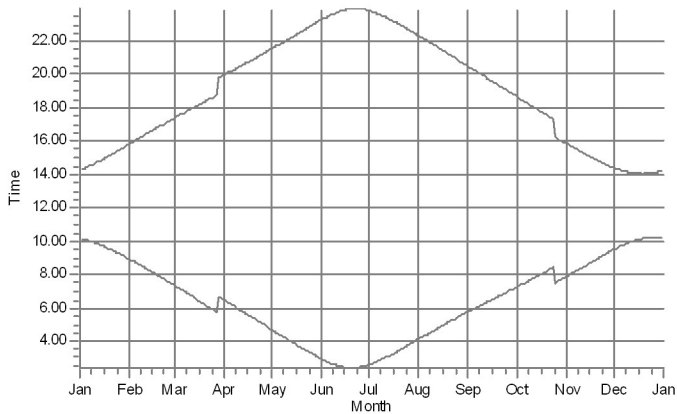
Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

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.

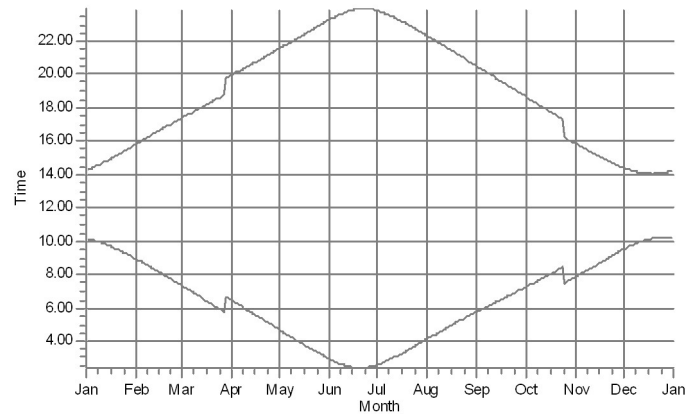
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Ristijärven Isolehto VE1 real case

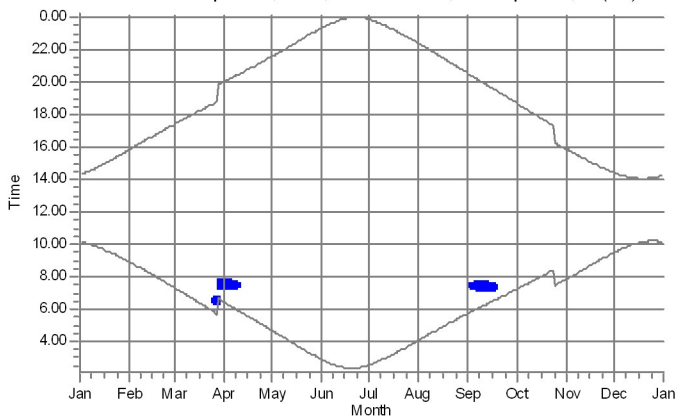
R01: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (11)



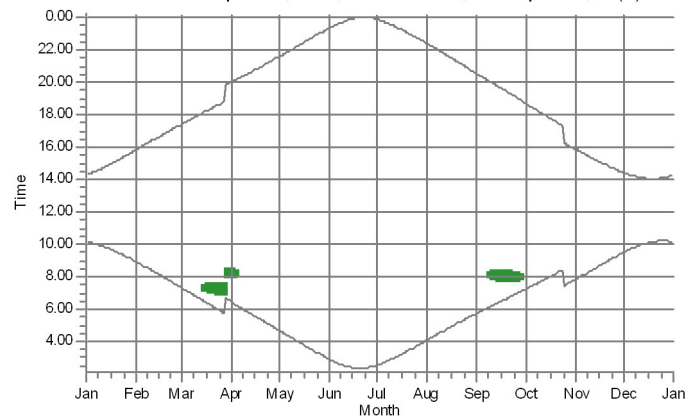
R02: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (10)



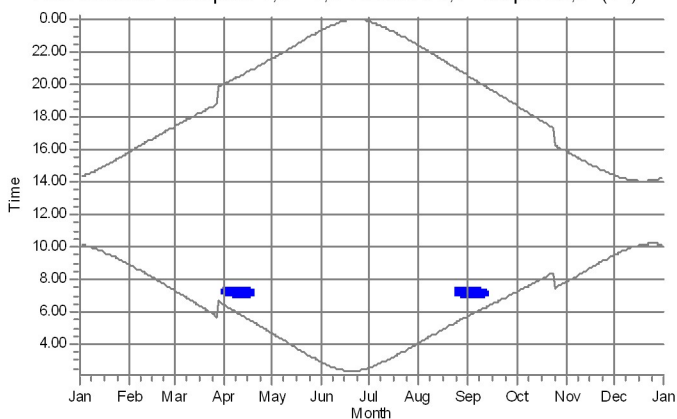
R03: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (12)



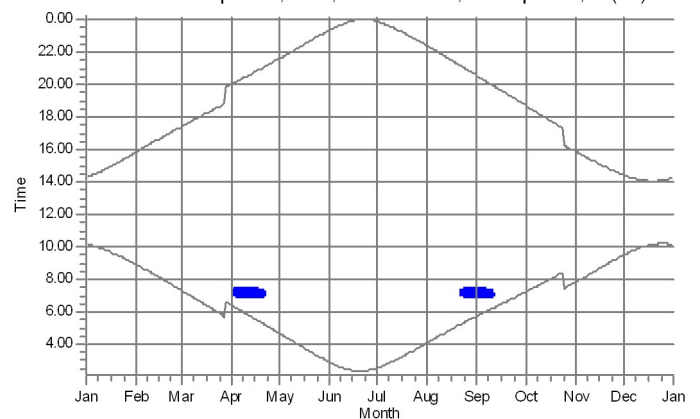
R04: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (8)



R05: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (14)



R06: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (13)



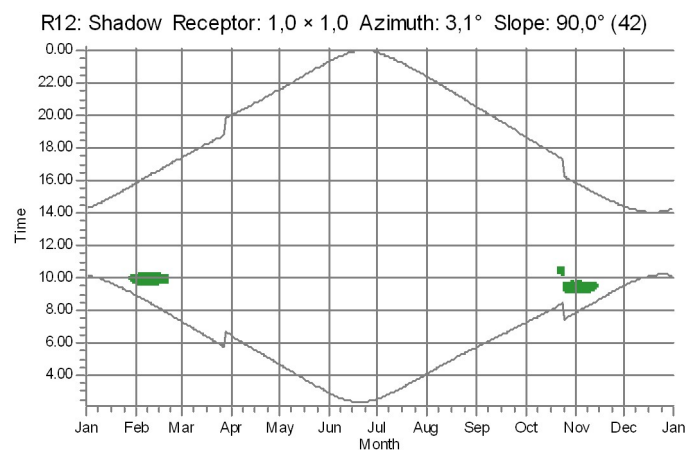
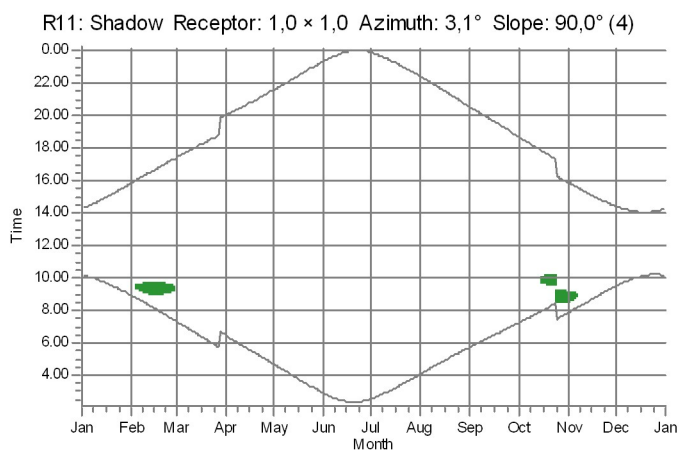
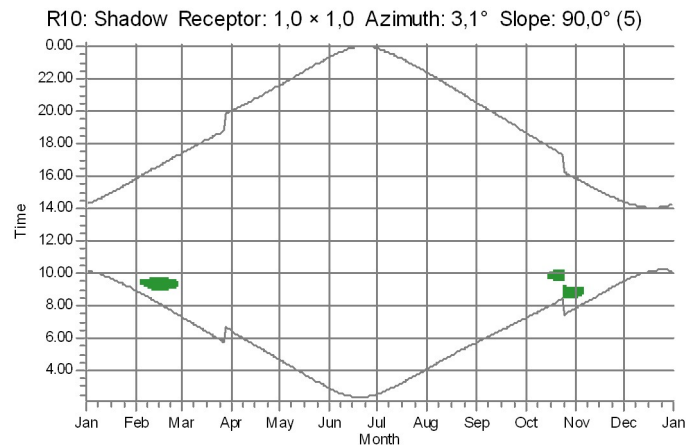
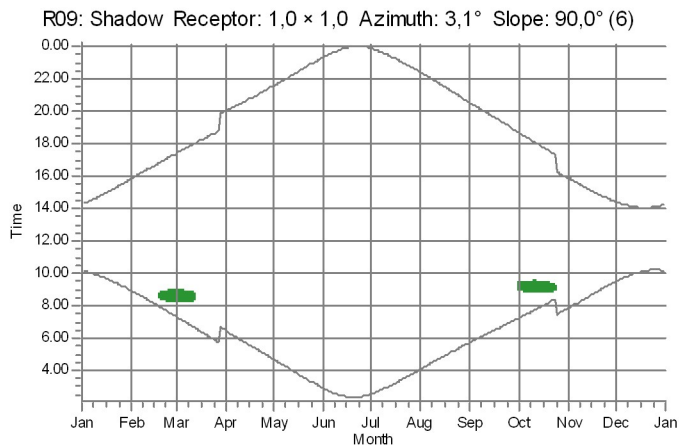
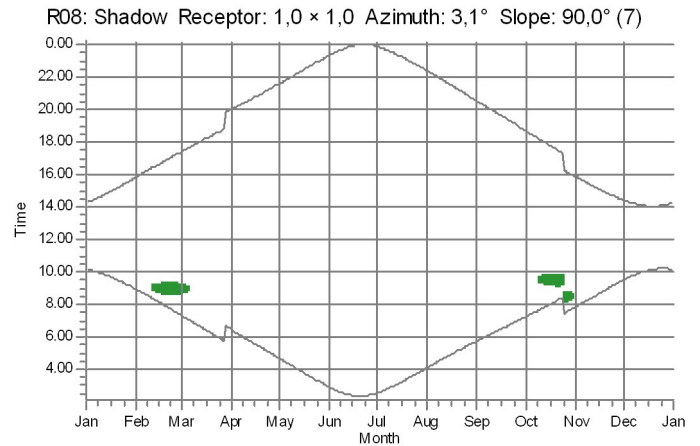
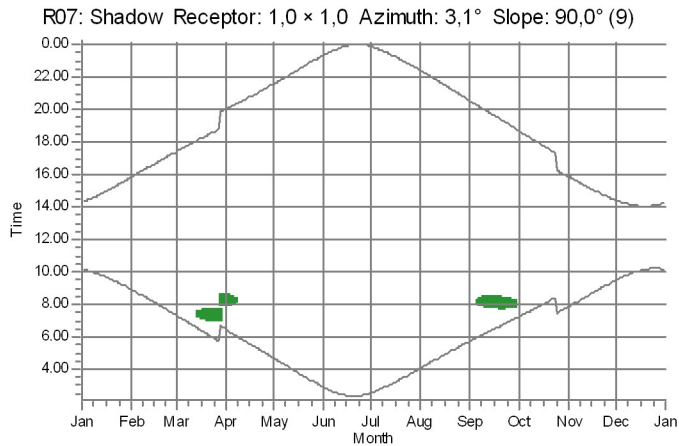
WTGs

3: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 10! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (3)

27: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 10! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (27)

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Ristijärven Isolehto VE1 real case



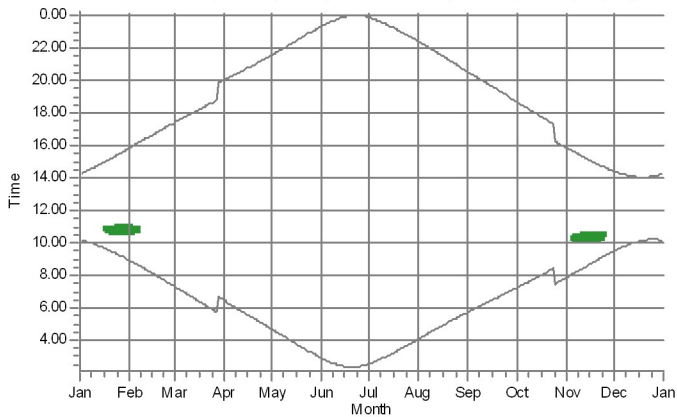
WTGs

27: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !OI! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (27)

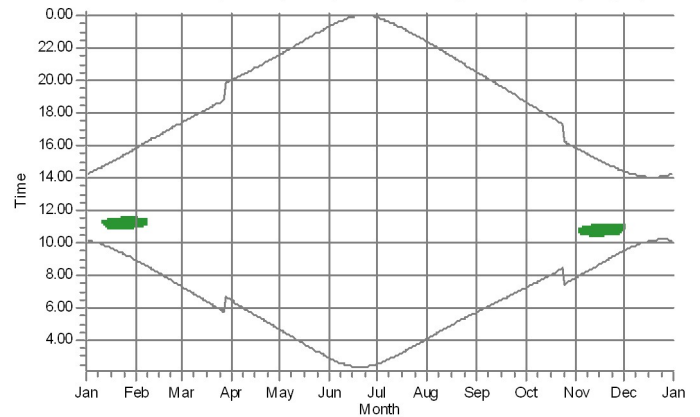
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Ristijärven Isolehto VE1 real case

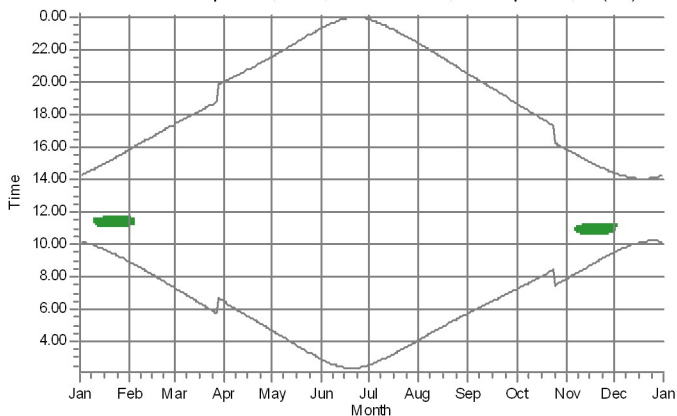
R13: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (19)



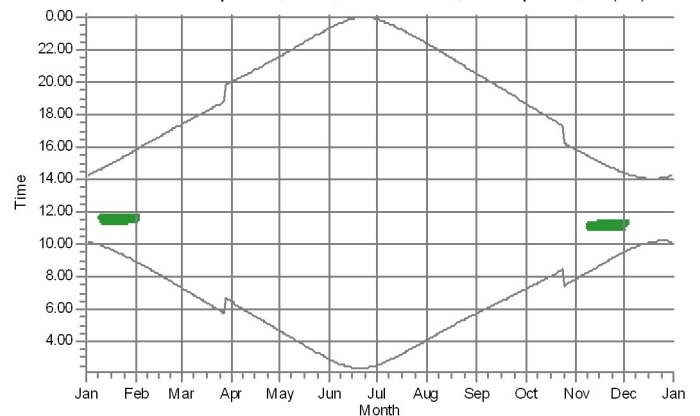
R14: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (18)



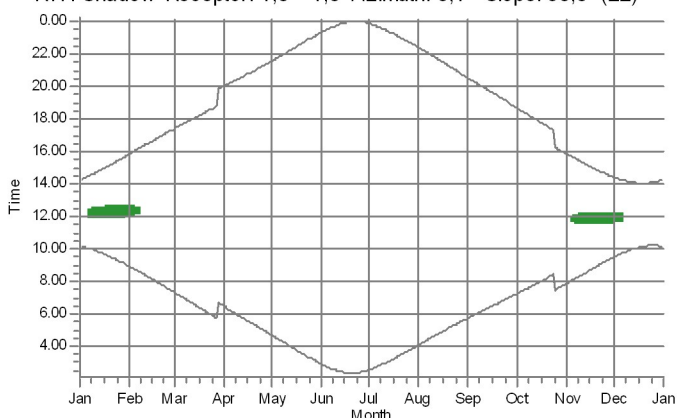
R15: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (24)



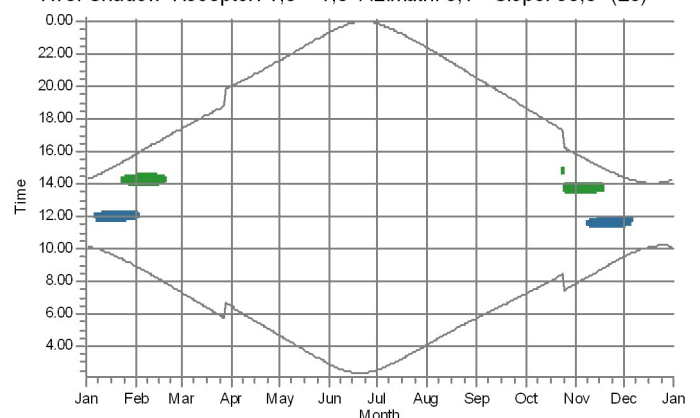
R16: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (23)



R17: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (22)



R18: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (25)



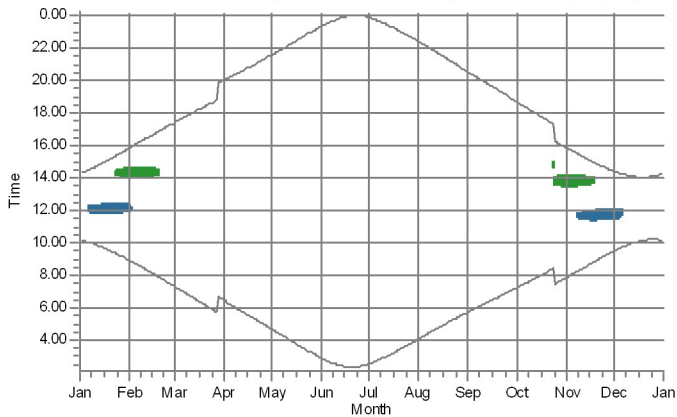
WTGs

22: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !OI! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (22) 27: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !OI! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (27)

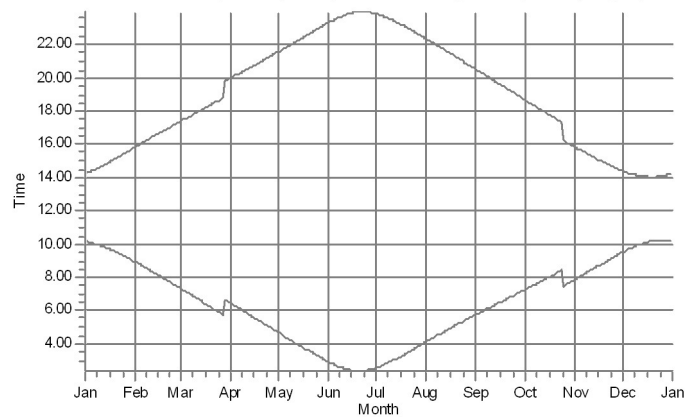
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Ristijärven Isolehto VE1 real case

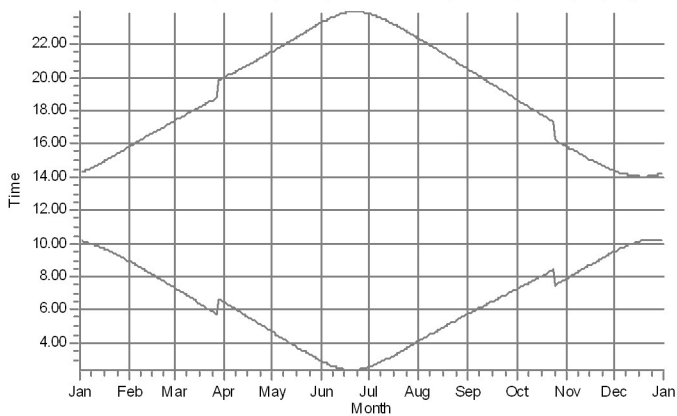
R19: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (26)



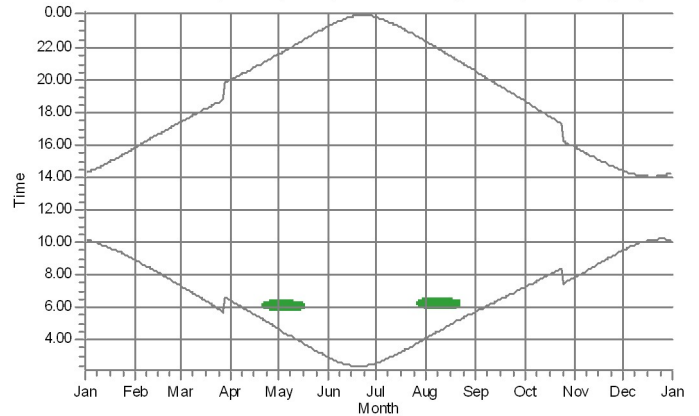
R20: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (20)



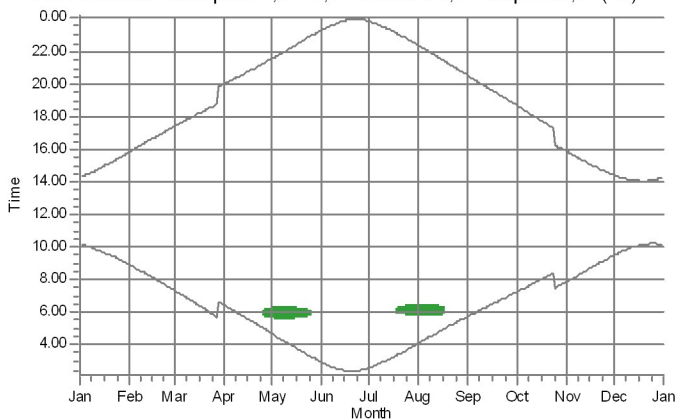
R21: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (21)



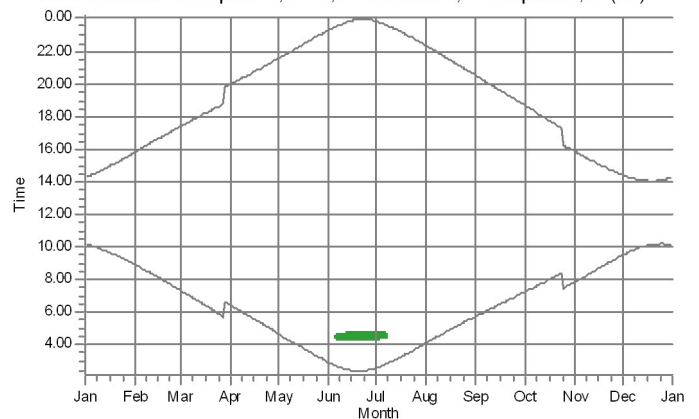
R22: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (16)



R23: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (15)



R24: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (17)



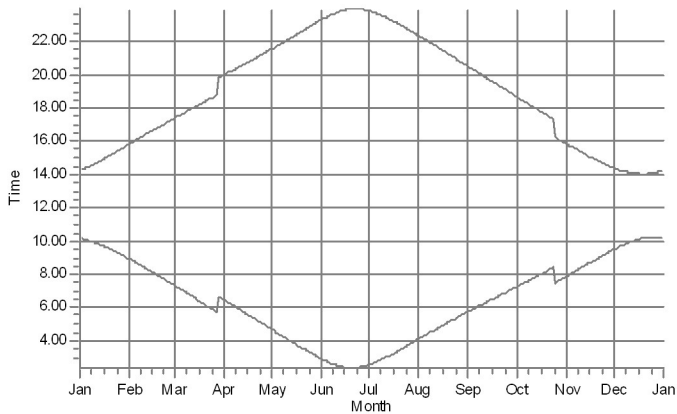
WTGs

20: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !OI! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (20) 22: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !OI! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (22) 27: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !OI! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (27)

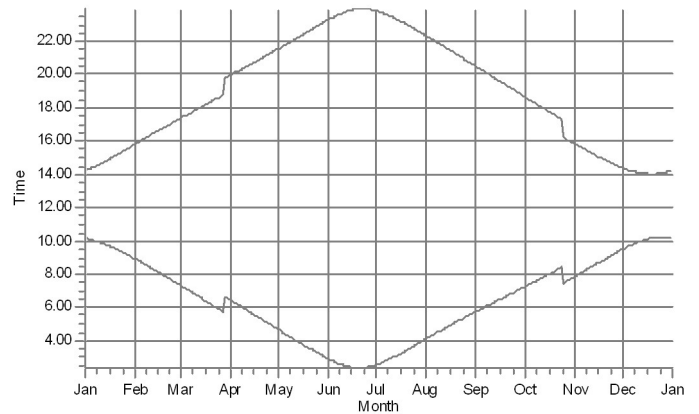
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Ristijärven Isolehto VE1 real case

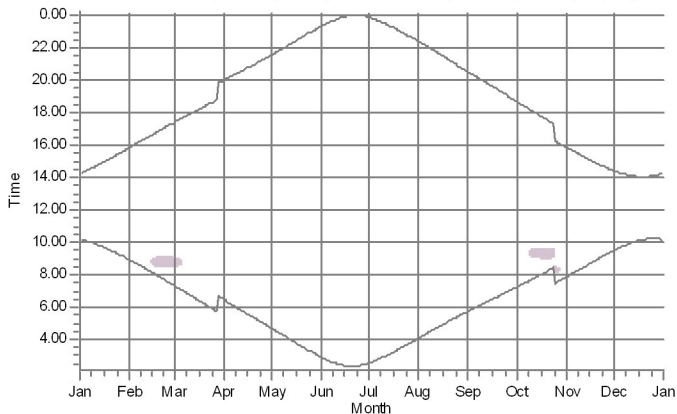
R25: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (27)



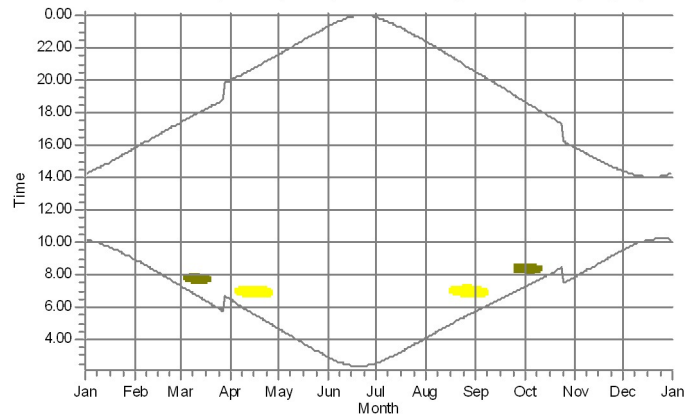
R26: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (33)



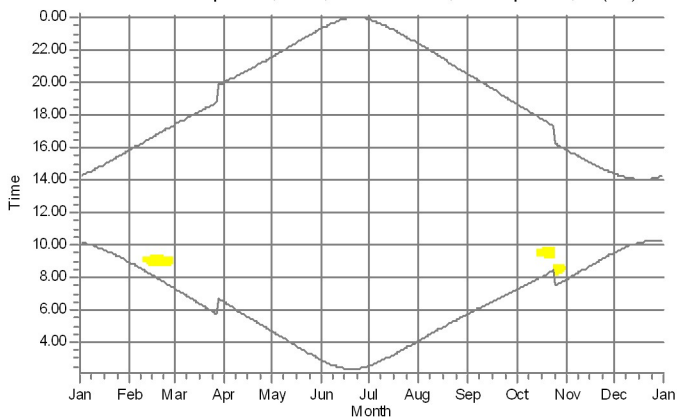
R27: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (32)



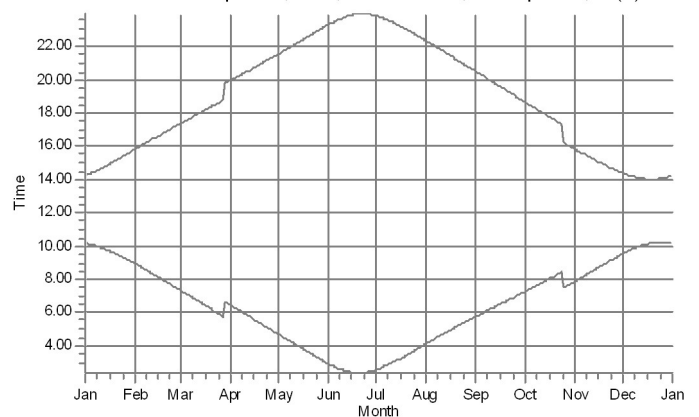
R28: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (31)



R29: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (28)



R30: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (1)



WTGs

2: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !0! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (2)

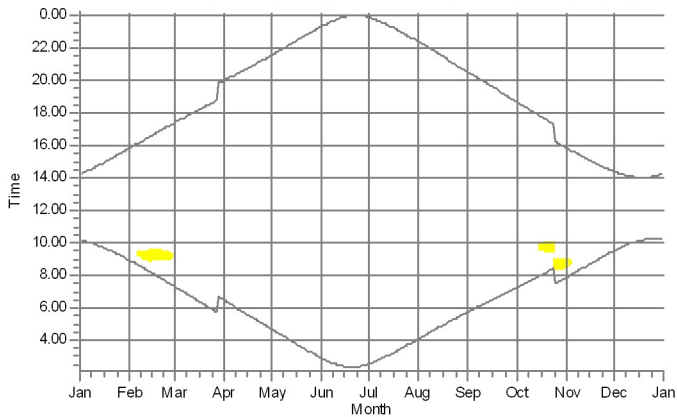
10: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !0! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (10)

25: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !0! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (25)

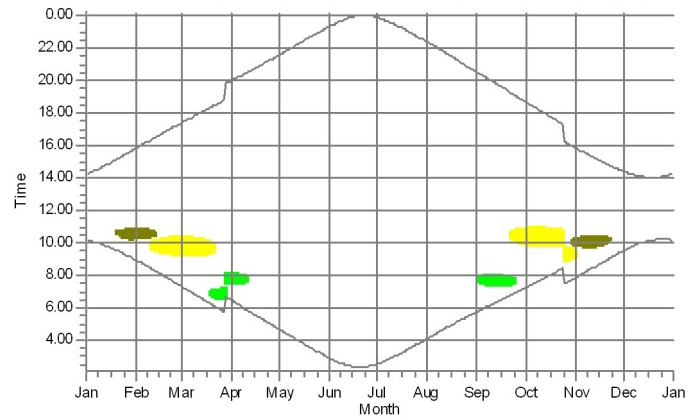
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Ristijärven Isolehto VE1 real case

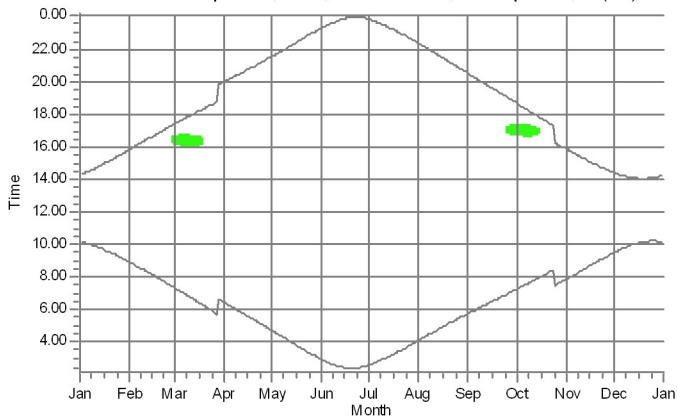
R31: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (29)



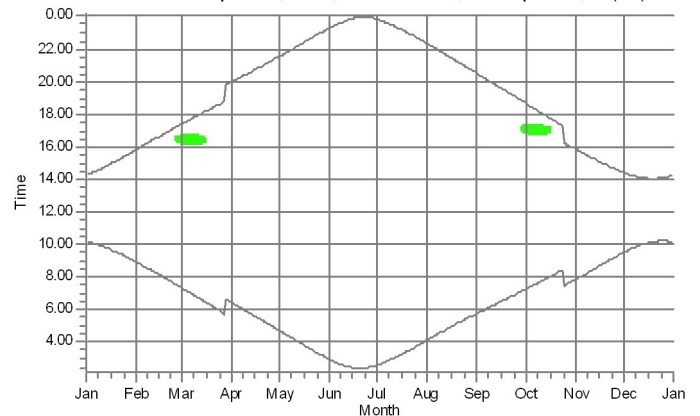
R32: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (30)



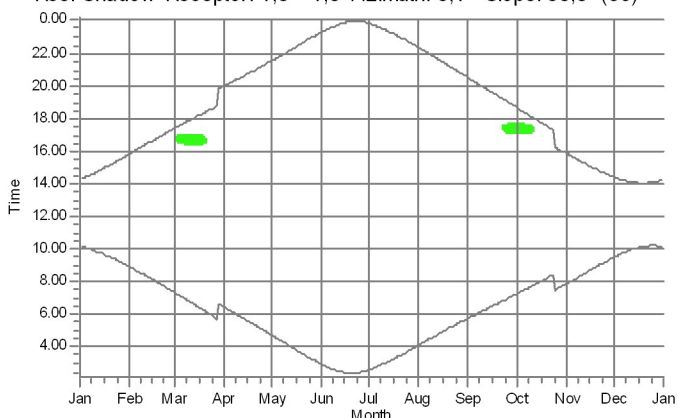
R33: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (37)



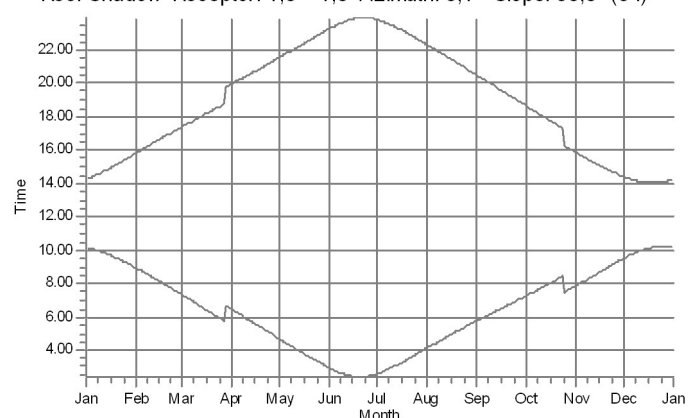
R34: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (35)



R35: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (36)



R36: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (34)



WTGs

2: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !OI! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (2)

9: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !OI! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (9)

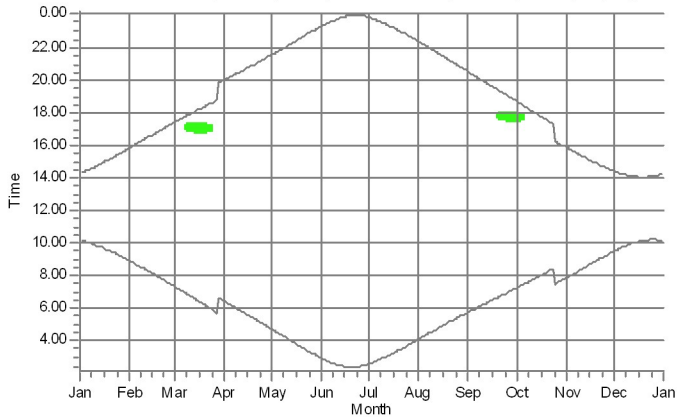
10: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !OI! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (10)

18: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !OI! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (18)

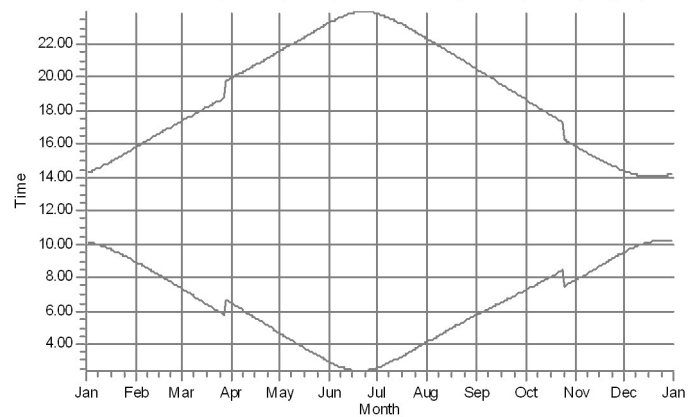
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Ristijärven Isolehto VE1 real case

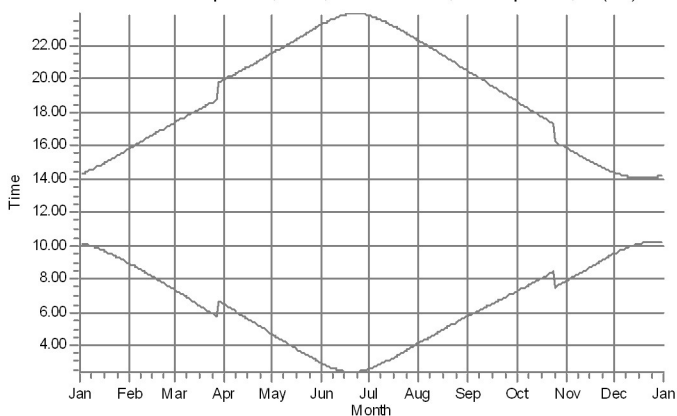
R37: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (38)



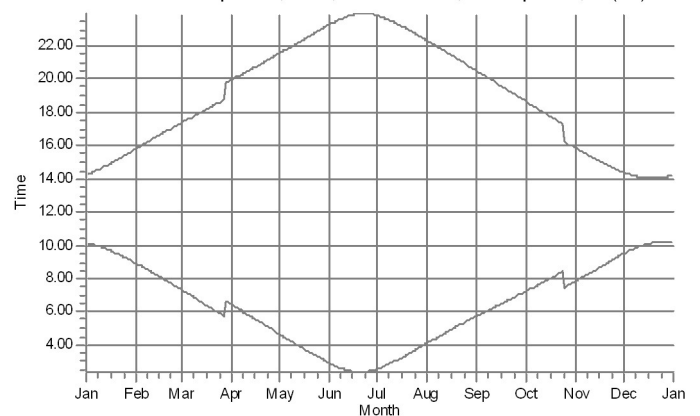
R38: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (39)



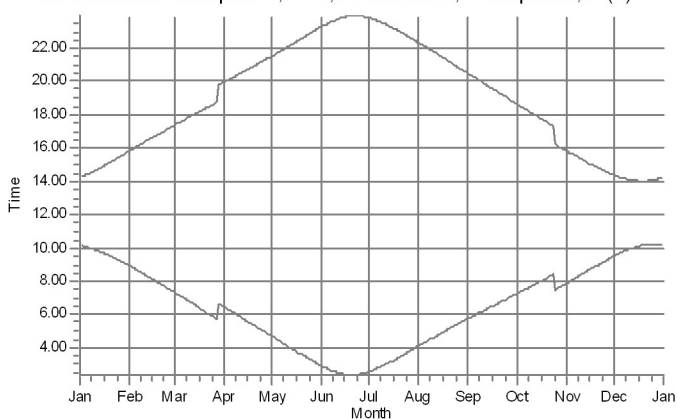
R39: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (41)



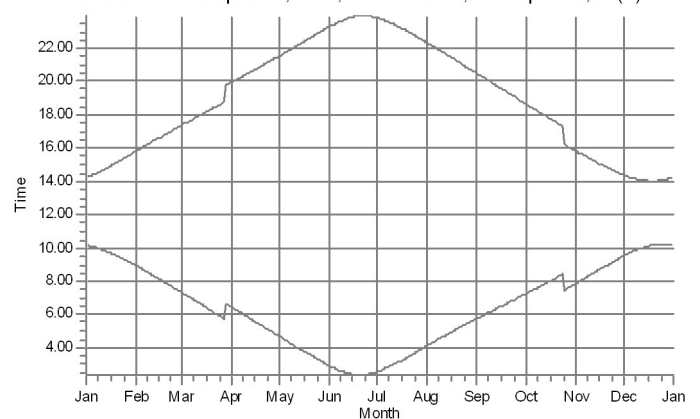
R40: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (40)



R41: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (3)



R42: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (2)



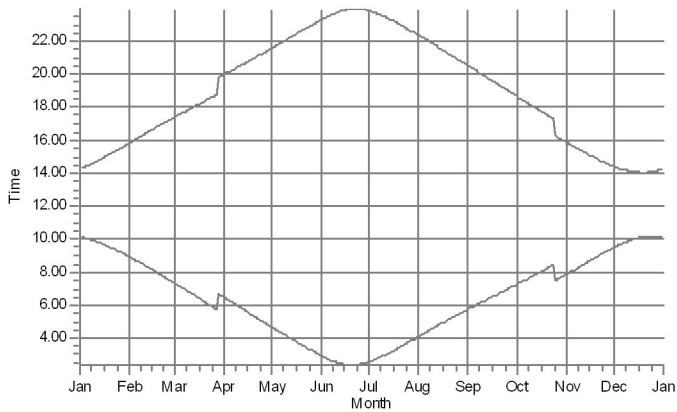
WTGs

18: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !OI! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (18)

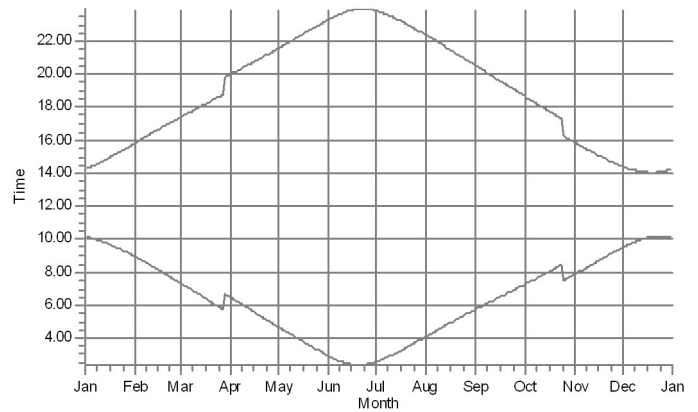
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Ristijärven Isolehto VE2 real case

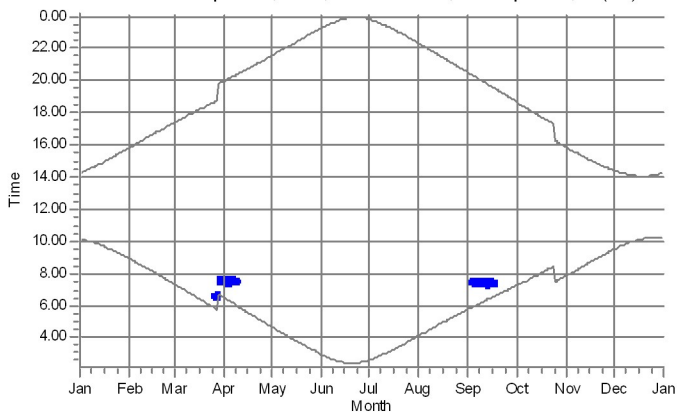
R01: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (11)



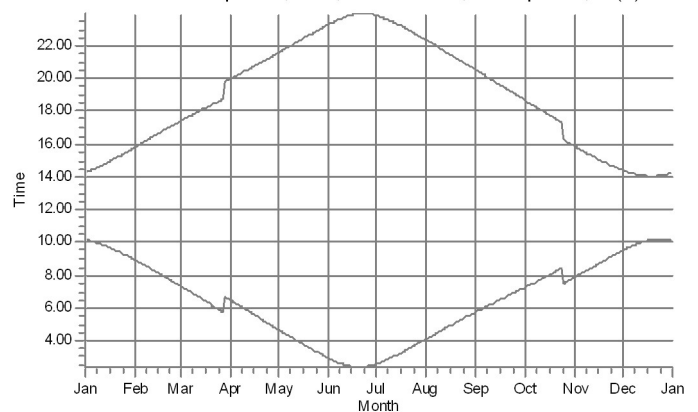
R02: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (10)



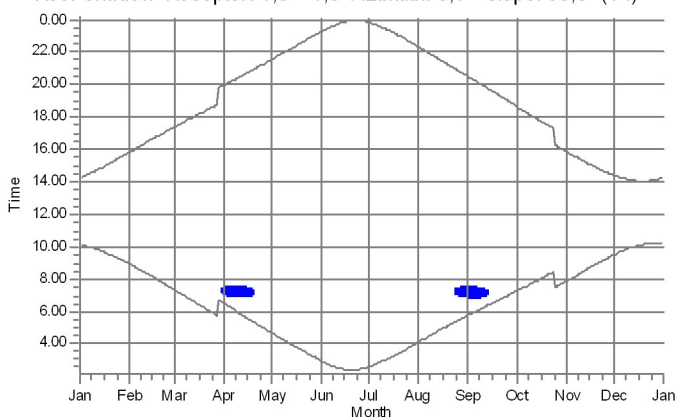
R03: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (12)



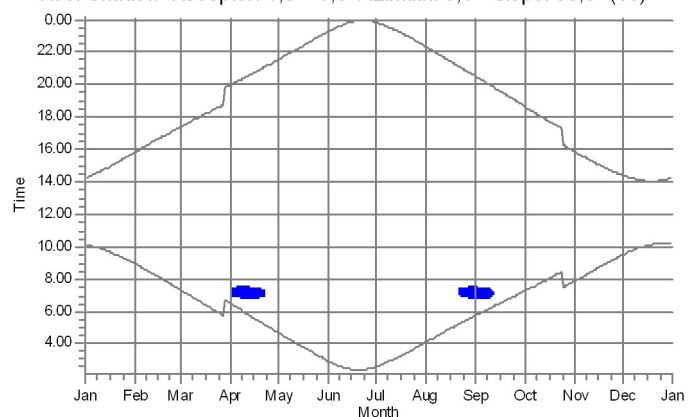
R04: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (8)



R05: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (14)



R06: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (13)



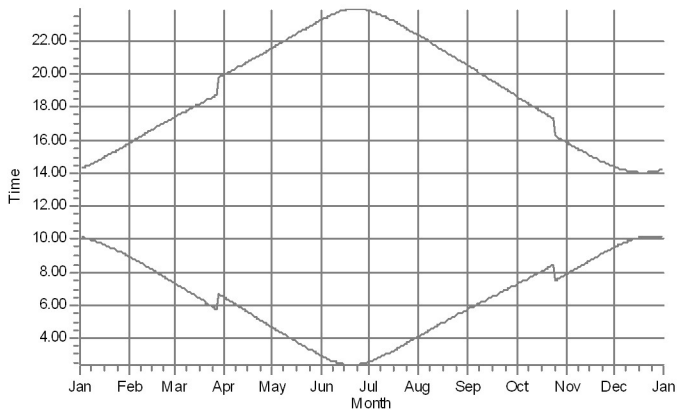
WTGs

3: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (30)

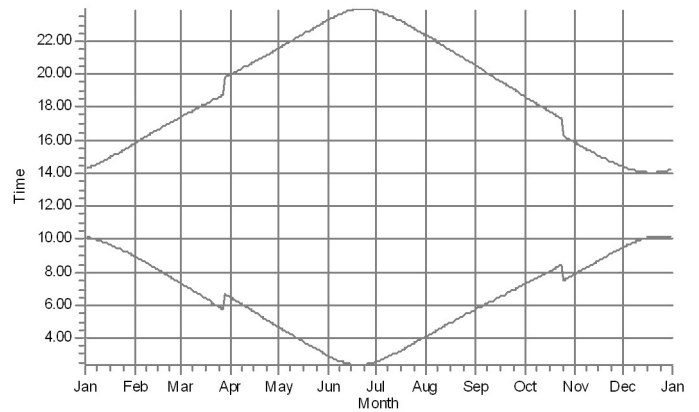
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Ristijärven Isolehto VE2 real case

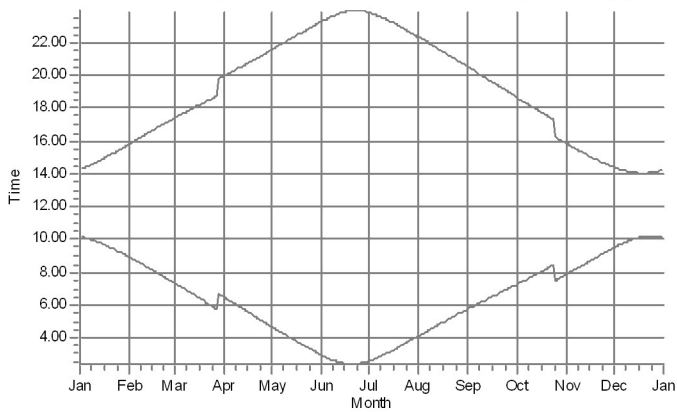
R07: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (9)



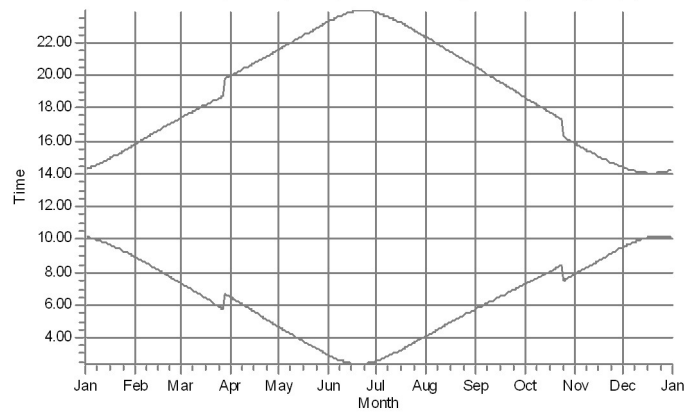
R08: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (7)



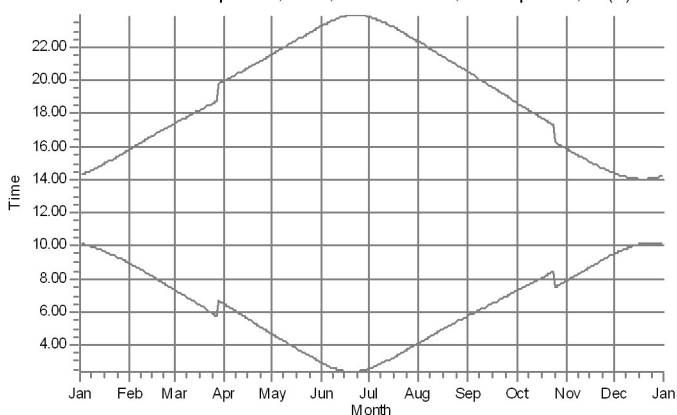
R09: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (6)



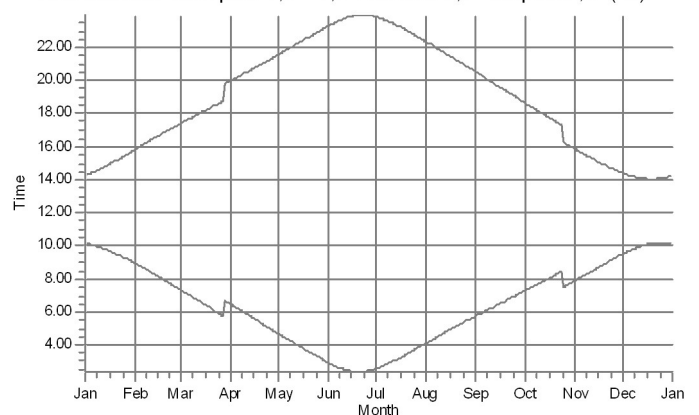
R10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (5)



R11: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (4)



R12: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (42)

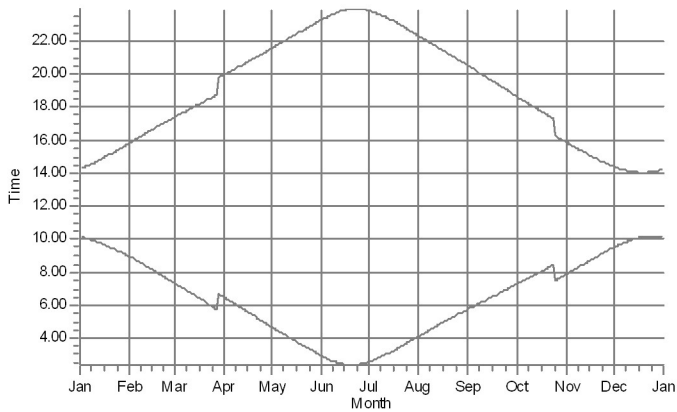


WTGs

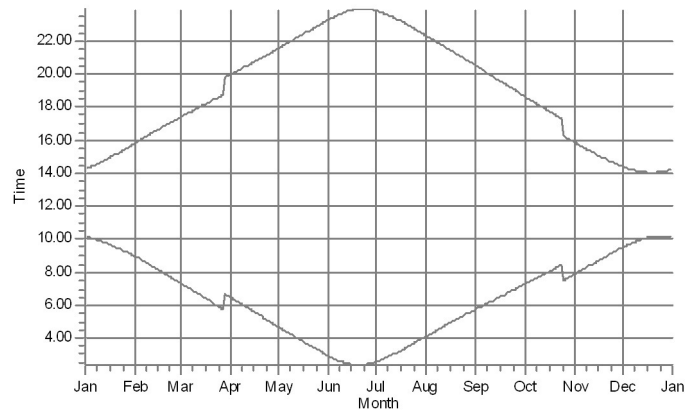
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Ristijärven Isolehto VE2 real case

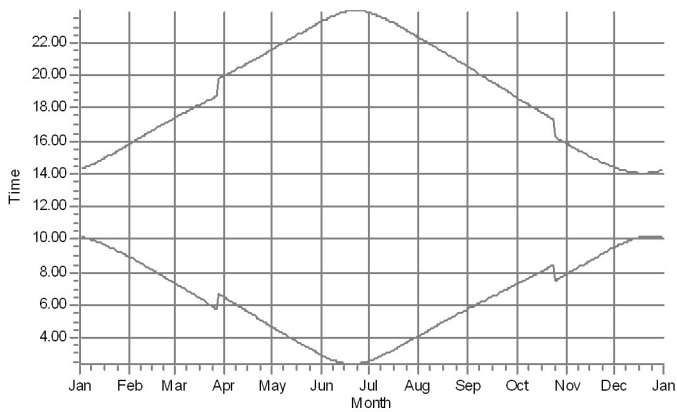
R13: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (19)



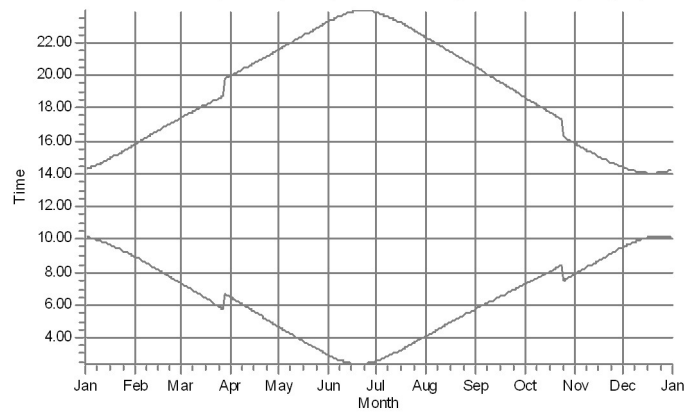
R14: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (18)



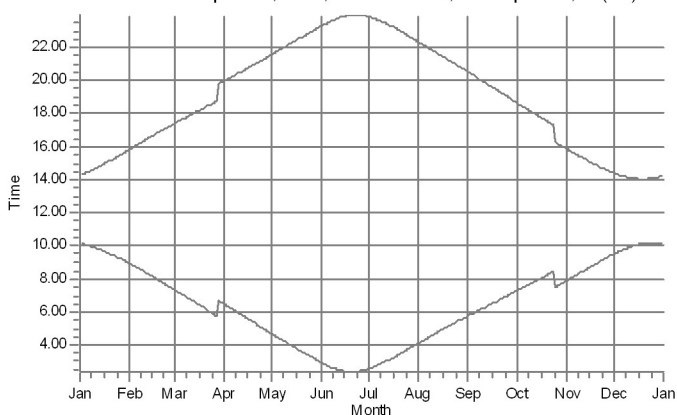
R15: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (24)



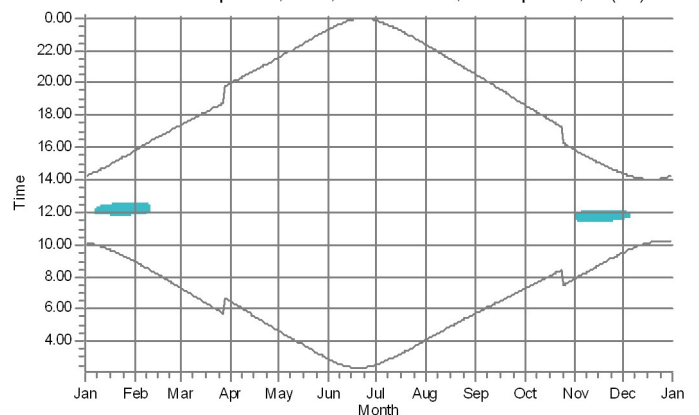
R16: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (23)



R17: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (22)



R18: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (25)



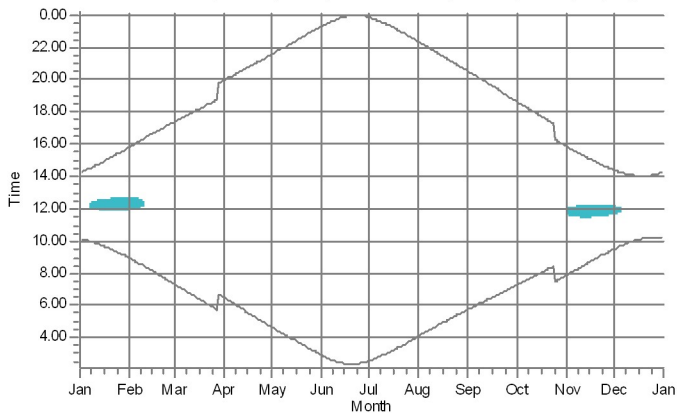
WTGs

19: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !OI hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (46)

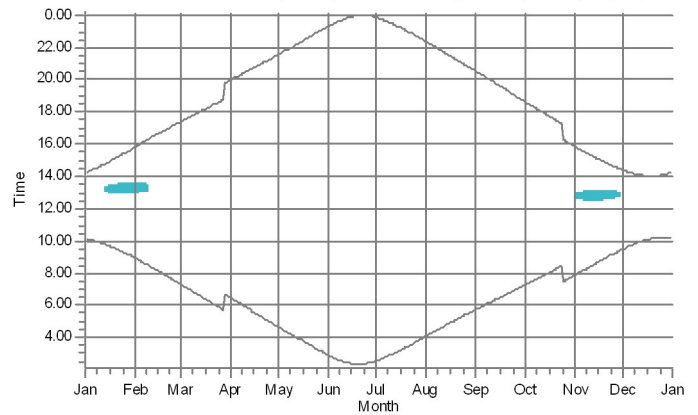
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Ristijärven Isolehto VE2 real case

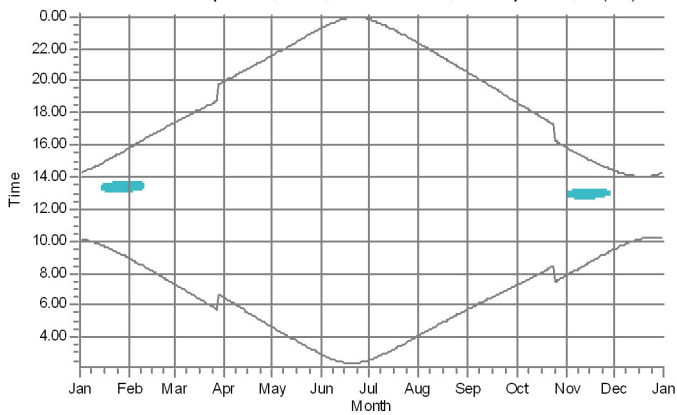
R19: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (26)



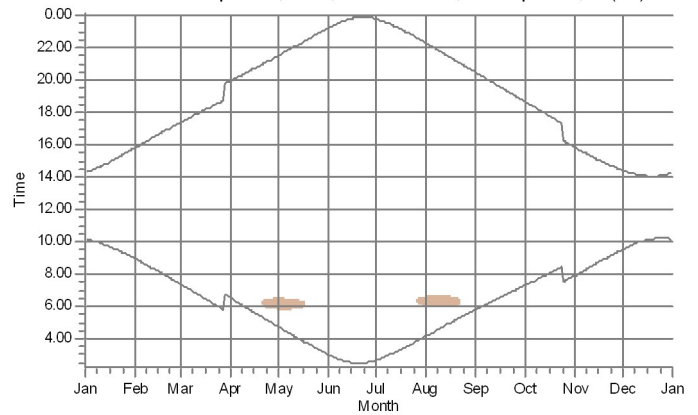
R20: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (20)



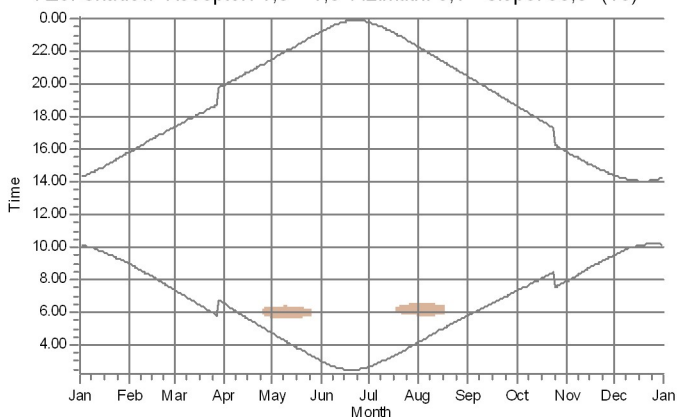
R21: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (21)



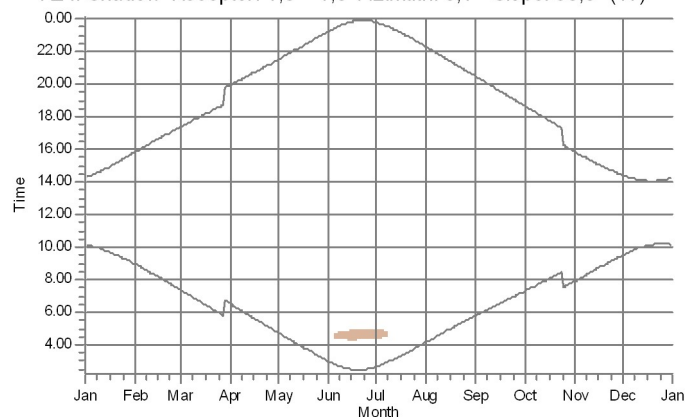
R22: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (16)



R23: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (15)



R24: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (17)



WTGs

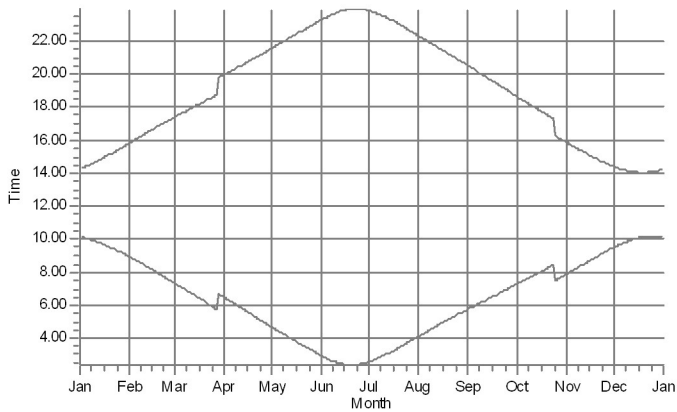
17: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !OI! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (44)

19: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !OI! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (46)

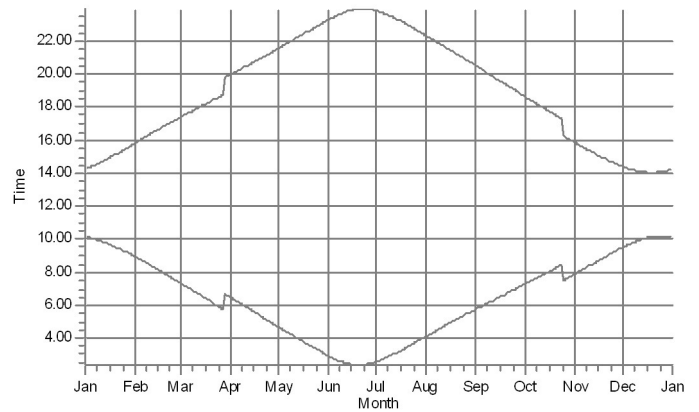
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Ristijärven Isolehto VE2 real case

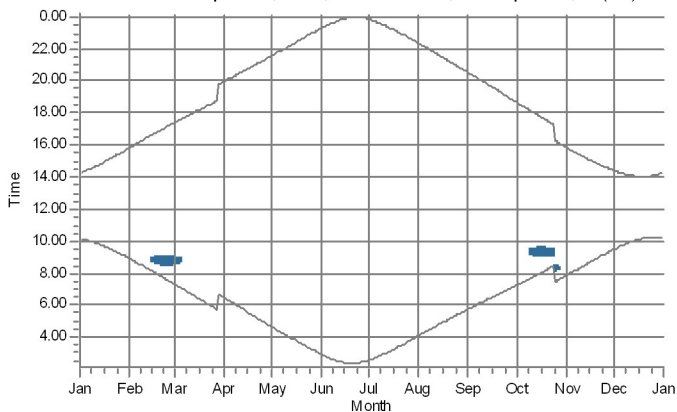
R25: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (27)



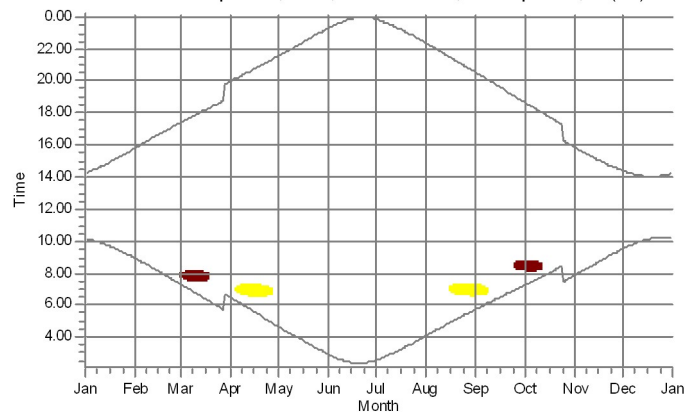
R26: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (33)



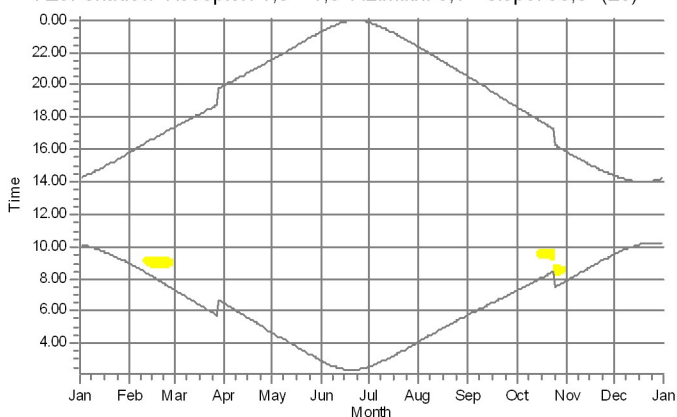
R27: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (32)



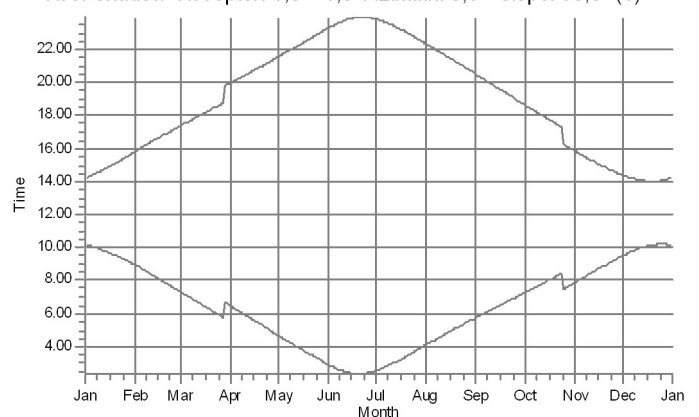
R28: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (31)



R29: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (28)



R30: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (1)



WTGs

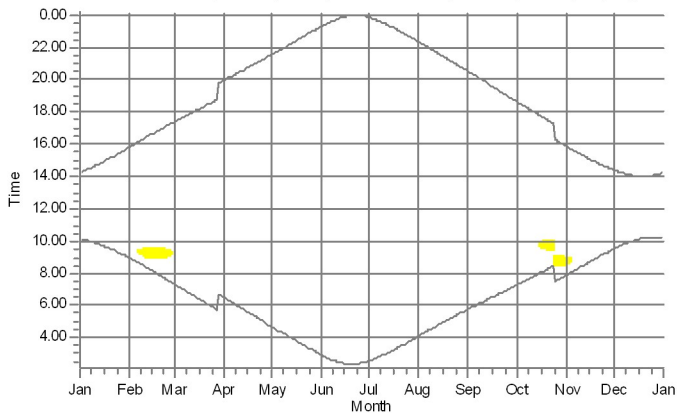
2: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (29)
8: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (35)

22: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !O! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (49)

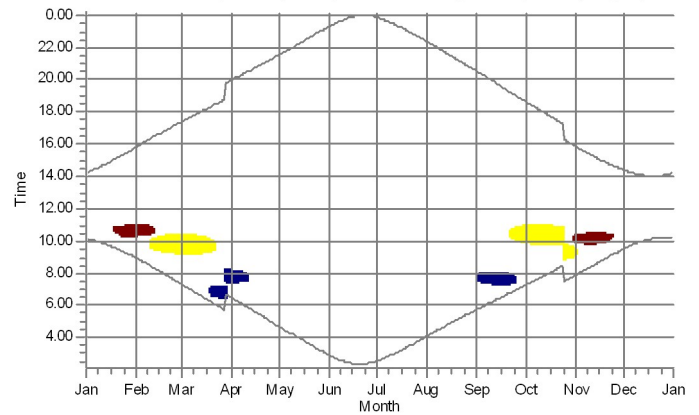
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Ristijärven Isolehto VE2 real case

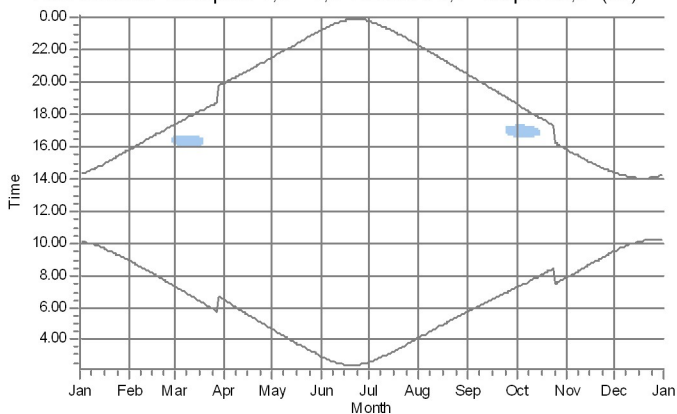
R31: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (29)



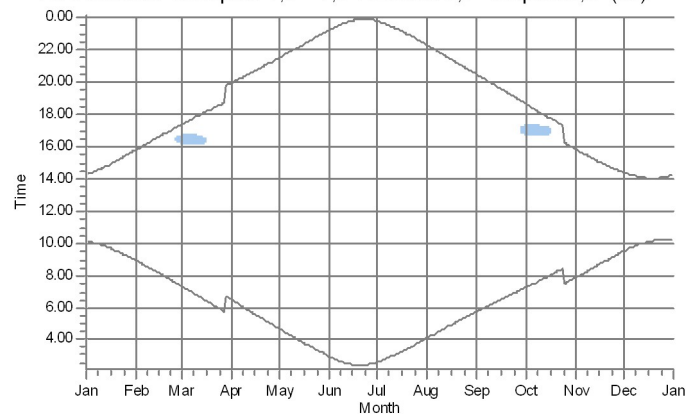
R32: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (30)



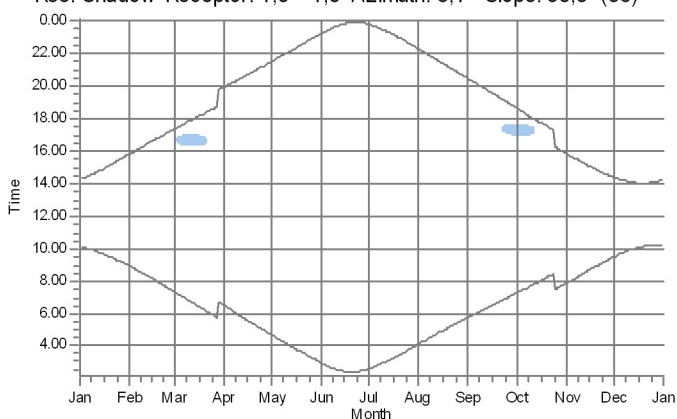
R33: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (37)



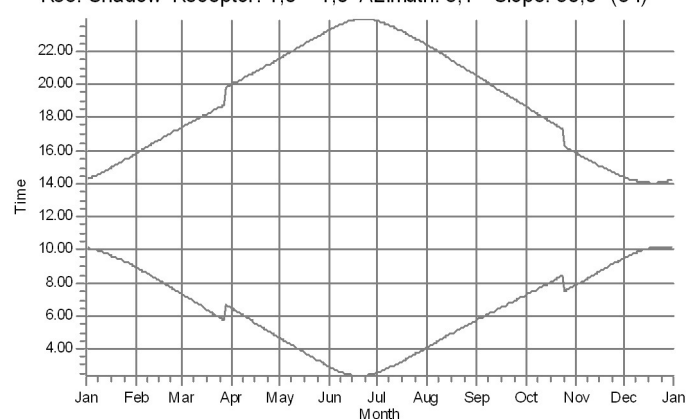
R34: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (35)



R35: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (36)



R36: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (34)



WTGs

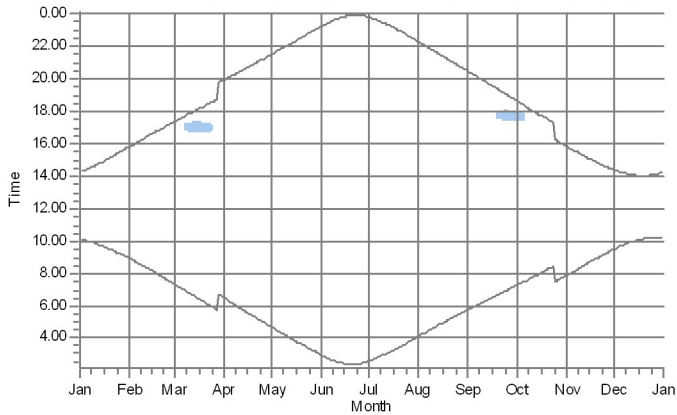
2: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !OI! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (29)
7: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !OI! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (34)

8: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !OI! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (35)
15: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !OI! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (42)

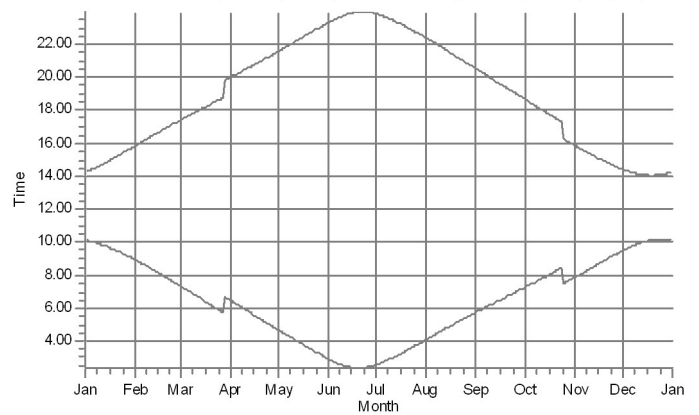
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Ristijärven Isolehto VE2 real case

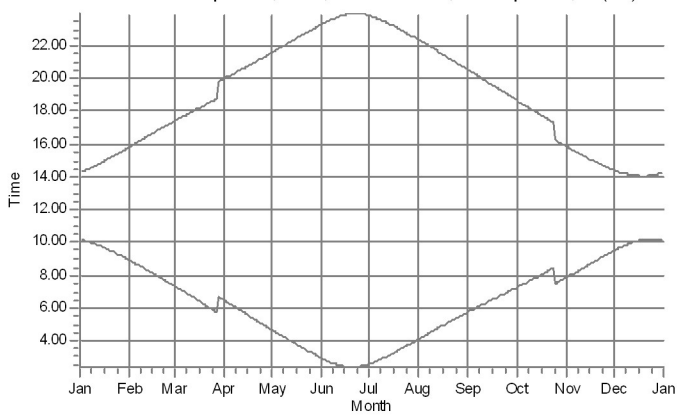
R37: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (38)



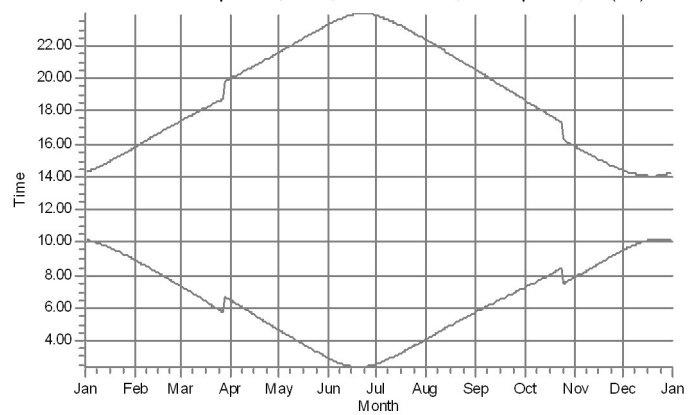
R38: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (39)



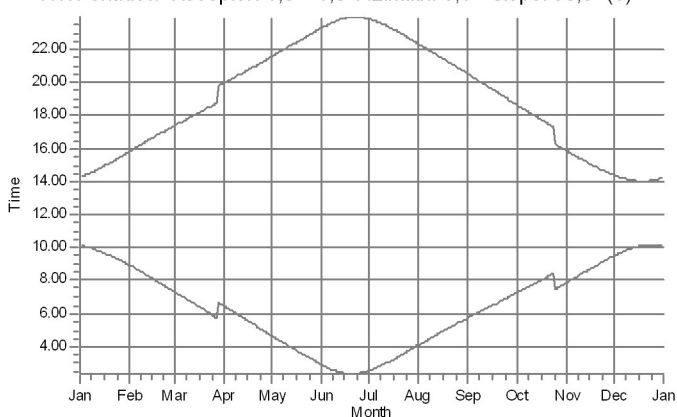
R39: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (41)



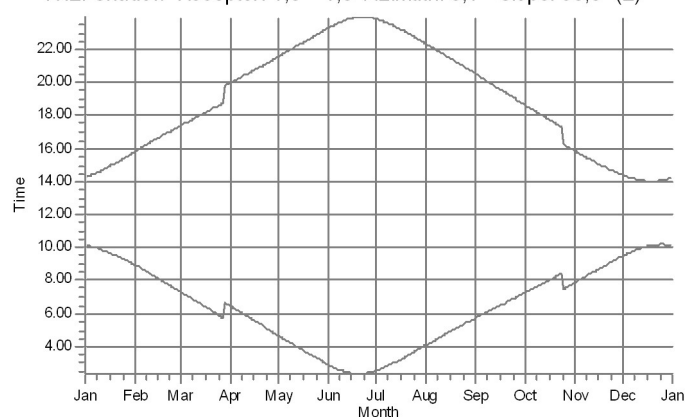
R40: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (40)



R41: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (3)



R42: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (2)



WTGs

15: VESTAS V172-7.2 7200 210.0 !OI! hub: 215,0 m (TOT: 320,0 m) (42)