

Vastaanottaja
Ruotanansuon Tuulivoima Oy

Asiakirjatyyppe
Raportti

Asiakirjanumero
Liite 5

Päivämäärä
1.10.2025

Viite
1510076020-003

RUOTANANSUON TUULIVOIMAHANKE

VÄLKEMALLINNUSRAPORTTI

Päivämäärä **1.10.2025**
Laatija **Matias Mokko**
Tarkastaja **Ville Virtanen**

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan aineistoa (2025).

Viite 1510076020-003

SISÄLTÖ

1.	Yleistä	3
2.	Vertailuarvot	3
3.	Vaikutusmekanismit	3
4.	Mallinnusmenetelmä ja lähtötiedot	4
4.1	Mallinnusohjelma ja laskentamalli	4
4.2	Välkelaskenta	4
4.3	Maastomalli	5
4.4	Tuulivoimalatiedot	5
4.5	Laskentojen epävarmuus	6
5.	Mallinnustulokset	7
5.1	Hankevaihtoehdot VE1 ja VE2	7
5.2	Yhteisvälkemallinnustulokset	8
6.	Yhteenveto ja johtopäätökset	9
Lähteet	11	

LIITTEET

Liite 1	Ruotanansuon tuulivoimahankkeen Real Case -laskennan välkevyöhykkeet VE1
Liite 2	Ruotanansuon tuulivoimahankkeen kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä VE1
Liite 3	Ruotanansuon tuulivoimahankkeen Real Case -laskennan välkevyöhykkeet VE2
Liite 4	Ruotanansuon tuulivoimahankkeen kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä VE2
Liite 5	Yhteisvälkemallinnuksen tuulivoimahankkeen Real Case -laskennan välkevyöhykkeet
Liite 6	Yhteisvälkemallinnuksen tuulivoimahankkeen kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä

1. YLEISTÄ

Ruotanansuon Tuulivoima Oy suunnittelee Säkylän kunnan ja Kokemäen kaupungin alueille Ruotanansuon tuulivoimahanketta. Tuulivoimahankkeen hankealueelle on suunniteltu vaihtoehdossa VE1 12 voimalaa ja vaihtoehdossa VE2 10 voimalaa.

Tuulivoimahankkeen ympäristövaikutusten arviointia varten laadittiin välkemallinnuksia, joissa tarkasteltiin Ruotanansuon hankkeen välkevaikutuksia. Ympäristöministeriön Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) oppaan mukaisesti voimaloiden lapojen liikuvasta varjosta puhutaan välkkeenä.

Selvitys on laadittu Ruotanansuon Tuulivoima Oy toimeksiannosta. Välkemallinnuksen ja raportoinnin on tuottanut Ramboll Finland Oy:n maankäytön asiantuntija ins. (DI) Matias Mokko.

2. VERTAILUARVOT

Tuulivoimaloista aiheutuvalle välkkeelle ei ole määritelty Suomessa raja- tai ohjearvoja. Ympäristöministeriön julkistamassa Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) oppaassa suositellaan käyttämään apuna muiden maiden suosituksia välkkeen rajoittamisesta (Taulukko 1). ^[1]

Eri maissa on annettu suunnittelu- tai raja-arvoja välkkeen määrälle asutukselle ja muille altistuville kohteille. Saksassa on annettu ohjeistus (WEA-Schattenwurf-Hinweise) välkevaikutuksien mallintamiseen sekä raja-arvot maksimivälketilanteessa (Worst Case) sekä todellisessa tilanteessa (Real Case) ^[2]. Ruotsalaisessa suunnitteluohjeistuksessa viitataan saksalaiseen ohjeistukseen ja suositukset perustuvat pitkälti saksalaiseen ohjeistukseen ^[3]. Tanskan laatimassa ohjeistuksessa vuotuinen todellinen välkemäärä (Real Case) tulee rajoittaa kymmeneen tuntiin vuodessa ^[4].

Taulukko 1. Esimerkkejä muiden maiden suosituksista ja raja-arvoista välkkeen esiintymisen osalta

Maa	Real Case	Worst Case
Saksa	8 tuntia/vuosi	30 tuntia/vuosi 30 min/päivä
Ruotsi	8 tuntia/vuosi 30 min/päivä	-
Tanska	10 tuntia/vuosi	-

3. VAIKUTUSMEKANISMIT

Toiminnassa olevat tuulivoimalat voivat aiheuttaa liikkuvaa varjoa eli välkettä ympäristöönsä, kun auringon säteet suuntautuvat tuulivoimalan lapojen takaa tiettyyn katselupisteeseen. Tällöin roottorin lapojen pyöriminen aiheuttaa liikkuvan varjon ja varjojen liikkumisnopeus riippuu roottorin pyörimisnopeudesta.

Välkevaikutus syntyy sääolojen, vuodenajan ja vuorokauden ajan mukaan, joten välkettä on havaittavissa tietyssä katselupisteessä vain tiettyjen valaistusolosuhteiden täytyessä ja tiettyinä aikoina vuorokaudesta ja vuodesta. Välkettä ei esiinny, kun aurinko on pilvessä, kun tuulivoimala ei ole käynnissä, tai auringon asema on välkkeen muodostumiselle epäedullinen. Myös tuulen suunnalla on vaikutusta varjon muodostukselle. Poikittain aurinkoon oleva voimala aiheuttaa erilaisen varjon kuin kohtisuoraan aurinkoon suuntautunut voimala.

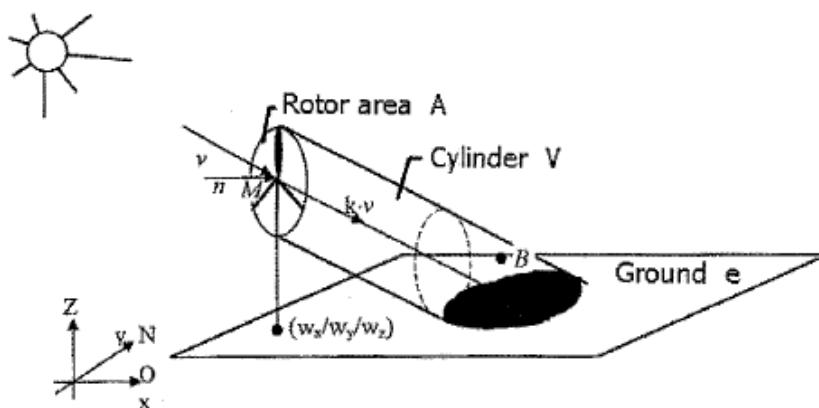
Laajimmalle varjo ulottuu, kun aurinko on matalalla. Toisaalta kun aurinko laskee riittävän matalalle, yhtenäistä varjoa ei enää muodostu. Tällöin valonsäteet joutuvat kulkemaan pitemmän matkan ilmakehän läpi, jolloin säteily hajaantuu. Vaikutusalueen koko riippuu tuulivoimalamallin dimensioista, lavan muodosta, alueellisista sääolosuhteista sekä maasto-olosuhteista (metsä, maki jne.).

4. MALLINNUSMENETELMÄ JA LÄHTÖTIEDOT

4.1 Mallinnusohjelma ja laskentamalli

Tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen esiintymisalue ja esiintymistiheys laskettiin EMD International A/S:n WindPRO 4.0 -ohjelman Shadow -moduulilla, joka laskee kuinka usein ja minkälaisina jaksoina tietty kohde on tuulivoimaloiden luoman liikkuvan varjon alaisena. Ohjelma on yleisesti käytössä tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen mallinnuksessa. Lisätietoja ohjelmasta ja laskentamallin toiminnasta on saatavilla internet-osoitteesta <http://www.emd.dk/> löytyvästä ohjelmakoskevasta käyttöohjeesta [5].

WindPRO-ohjelmalla voidaan tehdä kahdentyyppisiä laskentoja, niin sanottuja äärimmäinen tapaus (*Worst Case*) - ja todellinen tilanne (*Real Case*) -laskelmia. Välkevyöhykekartan lisäksi ohjelmalla voidaan laskea yksittäisiin reseptoripisteisiin kohdistuvaa välkevaikutusta.



Kuva 1. Tuulivoimalan aiheuttaman liikkuvan varjon alue. [5]

4.2 Välkelaskenta

Laskentapisteen väliseksi etäisyydeksi määritettiin 1 metri. Laskennan tarkastelukorkeutena käytettiin maastomallissa 1,5 metriä, eli noin ihmisen silmäkorkeutta. Reseptoripisteiden kohdalla laskennan tarkastelukorkeus asetettiin talon ikkunan yläaidan lähetyville 2 metrin korkeuteen. Laskennassa käytetyn saksalaisen ohjeistuksen yleisesti käytössä olevan laskentatavan mukaan välkevaikutusta laskettaessa auringonpaistekulman raja horisontista on kolme astetta, jonka alle menevää auringon säteilyä ei oteta huomioon ja laskennassa roottorin lavan tulee peittää vähintään 20 % auringosta [2].

Mallinnuksessa ei huomioida puuston ja rakennusten aiheuttamaa peittovaikutusta, jotka voivat rajoittaa merkittävästi välkkeen esiintyvyyttä maanpinnan tasolla.

Worst Case -laskenta antaa teoreettisen maksimivälkemäärän. Laskenta olettaa auringon paistavan koko ajan (auringonnoususta auringonlaskuun) ja tuulivoimaloiden oletetaan käyvän koko ajan sekä tuulen suunnan seuraavan aurinkoa siten, että välkettä syntyy tarkastelupisteeseen aina maksimaalinen määrä. Worst Case -laskennan vuosi-arvot eivät siten vastaa tulevaa todellista vuositaiista välkevaikutusta tuulivoimaloiden ympäristössä.

Real Case -laskennoissa huomioidaan alueen tuulisuus- ja auringonpaistetiedot [7]. Ilmatieteen laitoksen määritelmän mukaan auringonpaistetunteja kertyy, kun suoran auringonsäteilyn voimakkuus ylittää 120 W/m^2 . Matalalla paistavasta auringosta tai esteiden aiheuttamasta varjostuksesta johtuen säteily voi jäädä rajan alle, jolloin auringonpaistetunteja ei tilastoida. Tällaisissa tilanteissa välkevaikutusta ei lähtökohtaisesti pääsisi muodostumaan. Worst Case -tuloksista tehdään vähennykset auringonpaistetietoihin ja käyttötuntitietoihin (tuulensuunta sektoreittain) perustuen, josta saadaan Real case -tulos. Auringonpaisteisuustietona käytettiin Ilmatieteen laitoksen Jokioisen sääaseman keskiarvoisia auringonpaisteisuustietoja ilmastolliselta vertailukaudelta 1991–2020 (Taulukko 2) [6]. Tuulivoimaloiden vuotuiset toiminta-ajat laskettiin Suomen Tuuliatlaksen tietoihin perustuen 12 suuntasektorille olettaen, että tuulivoimalat toimivat tuulennopeuden ollessa napakorkeudella yli 3 m/s . Laskennan perusteella voimaloiden teoreettinen vuotuinen toiminta-aika on noin 96 % (Taulukko 3).

Taulukko 2. Real Case -laskennassa käytetyt keskimääräiset auringonpaisteisuustunnit eri kuukausina (tuntia päivässä)

Tam	Hel	Maa	Huh	Tou	Kes	Hei	Elo	Syy	Lok	Mar	Jou
1,16	2,43	4,65	6,33	8,35	8,63	8,52	6,90	4,67	2,48	0,93	0,71

Taulukko 3. Real Case -laskennassa käytetty vuotuinen toiminnallinen aika (tuntia vuodessa) tuulen-suuntasektoreittain

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
559	407	434	449	459	527	985	1279	1035	759	802	747	8442

Real Case -välkeyvyöhykelaskennan lisäksi laskentoja tehtiin myös yksittäisiin reseptoripisteisiin hankealueen ympäristössä. Reseptoripisteiksi on valittu lähimpänä voimaloita sijaitsevat asuin- ja lomarakennukset.

4.3 Maastomalli

Maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen korkeusmalliaineistosta. Korkeusmallin ruutukoko on 2 m x 2 m korkeustiedon tarkkuuden ollessa keskimäärin 0,3 metriä (laatuluokka I) [8]. Maastomallissa ei huomioitu puustoa tai rakennuksia.

4.4 Tuulivoimalatiedot

Laskennoissa huomioitiin Ruotanansuon tuulivoimahankkeen vaihtoehtojen VE1 ja VE2 mukaiset voimalat (Taulukko 4 ja Taulukko 5). Vaihtoehdossa VE1 ja VE2 voimalamallina toimi Vestas V172-7.2MW. Voimaloiden napakorkeutena käytettiin 200 metriä, roottorin halkaisijana 200 metriä ja voimalan kokonaiskorkeutena 300 metriä. Roottorikoon ja napakorkeuden lisäksi myös lavan muoto ja leveys vaikuttavat maksimivälke-etäisyyteen, joka mallinnusohjelman mukaan on tälle laitosmallille noin 2 137 metriä. Lavan leveystietoina käytettiin:

- Max blade width = 4,8 m
- Blade width for 90 % radius = 1,5 m

Taulukko 4. Tuulivoimalaitosten ETRS-TM35FIN-koordinaatit vaihtoehdossa VE1 (12 voimalaa).

Voimalanumero	X	Y	Napakorkeus (m)	Roottorin halkaisija (m)
1	250082	6791059	200	200
2	250789	6791137	200	200
3	250088	6791770	200	200
4	251738	6792003	200	200
5	249495	6792129	200	200
6	250921	6792208	200	200
7	251389	6792657	200	200
8	249988	6792728	200	200
9	249424	6793108	200	200
10	250538	6793245	200	200
11	251189	6793474	200	200
12	250039	6793850	200	200

Taulukko 5. Tuulivoimalaitosten ETRS-TM35FIN-koordinaatit vaihtoehdossa VE2 (10 voimalaa).

Voimalanumero	X	Y	Napakorkeus (m)	Roottorin halkaisija (m)
13	249431	6793055	200	200
14	249539	6792208	200	200
15	250081	6791059	200	200
16	250057	6792758	200	200
17	250080	6791808	200	200
18	250708	6792985	200	200
19	250788	6791137	200	200
20	251089	6792258	200	200
21	251350	6792891	200	200
22	251738	6792003	200	200

4.5 Laskentojen epävarmuus

Worst Case -laskenta perustuu auringon asemaan suhteessa tuulivoimalaitokseen sekä tarkastelupisteeseen ja laskennan tarkkuutta voidaan pitää luotettavana, kun määritetään välkkeen mahdollisia esiintymisajankohtia. Kun tarkoituksena on ennustaa todellista välkkeen esiintyvyyttä alueella vuoden aikana, ei Worst Case -mallinnus vastaa todellisuutta.

Real Case -mallinnuksessa käytetään keskimääräisiä auringonpaisteisuustietoja ja Tuuliatlaksen mukaan määritettyjä tuulen suuntien toiminnallisia aikoja. Mallinnuksen mukainen Real case -tulos kuvaa tavanomaisen vuoden tilannetta. Välkevaikutusten todellinen tilanne vaihtelee eri vuosina, sillä välkkeen esiintyminen tietyssä katselupisteessä tietyllä hetkellä edellyttää, että

- aurinko paistaa tuulivoimalaitosten roottorin takaa tarkastelupisteeseen
- tuulivoimala pyörii ja tuulivoimalan roottorin asento mahdollistaa liikkuvan varjon synty-
misen takana olevaan tarkastelupisteeseen
- ilman kirkkaus mahdollistaa varjon syntyisen

Real Case -mallinnuksessa tuotetaan paras mahdollinen ennuste tulevasta väkertilanteesta alueella. Mallissa ei kuitenkaan huomioida rakennusten ja puuston peitevaikutusta. Mikäli tuulivoimalat eivät ole nähtävissä, eivät ne aiheuta välkevaikutuksia.

5. MALLINNUSTULOKSET

5.1 Hankevaihtoehdot VE1 ja VE2

Ruotanansuon tuulivoimahankkeen välkkeen esiintymiskartat ja potentiaaliset esiintymisajankohdat ovat esitetty liitteissä 1–4. Välkevyöhykelaskennan lisäksi tehtiin laskentoja 13 reseptoripisteeseen, joiden sijainnit on esitetty jäljempänä liitteinä olevissa välkekartoissa (Liite 1 ja Liite 3) sekä taulukoissa (Taulukko 6 ja Taulukko 7). Reseptoripisteiksi on valittu lähimpänä voimaloita sijaitsevat asuin- ja lomarakennukset.

Taulukko 6. Reseptoripistelaskentojen tulokset ilman puuston suojavaikutuksen huomioimista sekä reseptorien etäisyydet voimaloihin. Matalimman suositusarvon (Real Case, 8 h) ylittävät laskennat esitetty tummennettuna.

Reseptori	VE1 Real Case, h/a*	Reseptorien etäisyys VE1 voimaloihin	VE2 Real Case, h/a*	Reseptorien etäisyys VE2 voimaloihin
R1	7:49	1,6 km	0:00	2,1 km
R2	5:30	1,5 km	2:15	1,6 km
R3	14:13	1,6 km	14:00	1,7 km
R4	14:33	1,6 km	14:07	1,7 km
R5	14:49	1,8 km	14:02	1,8 km
R6	8:35	1,8 km	8:13	1,9 km
R7	2:54	1,9 km	2:54	1,9 km
R8	10:20	1,5 km	11:14	1,6 km
R9	8:46	1,8 km	8:46	1,8 km
R10	5:21	1,5 km	4:55	1,5 km
R11	10:46	1,5 km	7:53	1,5 km
R12	7:37	1,7 km	6:32	1,7 km
R13	8:21	1,5 km	8:38	1,5 km

*tuntia vuodessa

tuulivoimahankkeen ympäristössä sijaitsevat asuin- ja lomarakennukset jäävät mallinnuksen mukaan pääosin verrokkimaissa käytetyn matalimman suositusarvon 8 h/a välkealueen ulkopuolelle. Välkemäärä (8 h/a) ylittyy enimmäishankevaihtoehdossa VE1 yhteensä 5 asuinrakennuksen ja 3 lomarakennuksen kohdalla. Hankevaihtoehdossa VE2 välkemäärä (8 h/a) ylittyy yhteensä 4 asuinrakennuksen ja 3 lomarakennuksen kohdalla. Välkemäärien jakautuminen asuin- ja lomarakennuksien kohdalla ilmenee tarkemmin jäljempänä esitetystä taulukosta (Taulukko 7).

Välkemallinnuksissa esitetyillä vuotuisen suositusraja-arvon (8 h/a) ylittävillä välkealueilla sijaitsee metsästysmaja. Muilta osin julkisia virkistyskäytössä olevia rakennuksia, tai muita herkkiä rakennuskohteita, kuten kouluja ja päiväkoteja ei sijaitse suositusrajan ylittävällä välkealueella. Virkistysrakenteisiin ei ole yleisesti sovellettu suosituksia välkkeen vuotuisesta enimmäismäärästä.

Taulukko 7. Välkemäärien jakautuminen asuin- ja lomarakennuksille Ruotanansuon hankevaihtohtojen VE1 ja VE2 osalta. Puuston tai ympäristön mahdollista suojavaikutusta ei huomioitu.

Välkevyöhyke	Asuinrakennus VE1	Lomarakennus VE1	Asuinrakennus VE2	Lomarakennus VE2
0-8 h/a	51	1	22	1
8-10 h/a	3	0	3	0
10-20 h/a	2	3	1	3
> 20 h/a	0	0	0	0

5.2 Yhteisvälkemallinnustulokset

Ruotanansuon tuulivoimapuiston läheisyyteen on vuoden 2025 aikana rakentunut Korpilevonmäen tuulivoimahanke, joka muodostuu 6 tuulivoimalasta. Etäisyys Ruotanansuon hankkeen VE1 voimaloista lähimpänä sijaitsevaan Korpilevonmäen voimalaan on noin 3,7 kilometriä. Ruotanansuon enimmäishankevaihtoehdon VE1 ja Korpilevonmäen tuulivoimahankkeiden välkkeen yhteisvaikutusten arviointia varten laadittiin välkemallinnus, jossa tarkasteltiin tuulivoimapuistojen yhteisiä välkevaikutuksia. Yhteisvälkemallinnuksen voimalamallit olivat Ruotanansuon suunniteltujen voimaloiden osalta Vestas V172-7.2 MW ja Korpilevonmäen toteutuneiden voimaloiden osalta Vestas V162-6.4 MW. Korpilevonmäen tuulivoimaloiden tarkemmat tiedot löytyvät jäljempänä esitetystä taulukosta (Taulukko 8).

Taulukko 8. Korpilevonmäen tuulivoimalaitosten ETRS-TM35FIN-koordinaatit ja dimensiot (6 voimalaa).

X	Y	Napakorkeus (m)	Roottorin halkaisija (m)
256815	6789839	169	162
257041	6789164	169	162
256471	6789225	169	162
255993	6789410	169	162
255327	6789476	169	162
254492	6789601	169	162

Yhteisvälkemallinnuksessa laadittiin välkevyöhykelaskennan lisäksi laskentoja samoihin erillisessä Ruotanansuon välkemallinnuksessa käytettyihin 13 reseptoripisteeseen. Laskennan tulokset ovat tarkasteltavissa jäljempänä esitetystä taulukosta (Taulukko 9). Yhteismallinnuksessa selvitetty välkkeen esiintymisajankohdat reseptoripisteissä ovat tarkasteltavissa liitteestä 6.

Yhteismallinnuksen tuloksien perusteella Ruotanansuon lähimmille asuin- tai lomarakennuksille ei aiheudu tuulivoimahankkeiden muodostaman välkkeen yhteisvaikutuksia. Korpilevonmäen voimaloiden välke ei ulotu reseptoripisteiden R1-R13 kohdalle, jolloin kyseisiin reseptoripisteisiin kohdistuu ainoastaan Ruotanansuon voimaloiden välkevaikutuksia. Yhteisvälkevaikutuksia ei kohdistu myöskään herkkiin rakennuskohteisiin, kuten kouluihin tai päiväkodeihin.

Taulukko 9. Reseptoristelaskentojen tulokset Ruotanansuon VE1 voimaloiden ja Korpilevonmäen toteutuneiden voimaloiden yhteisvälkemallinnuksessa ilman puuston suojavaikutuksen huomioimista.

Reseptori	Yhteisvälkemallinnus Ruotanansuo VE1 ja Korpilevonmäki Real Case, h/a*
R1	7:49
R2	5:30
R3	14:13
R4	14:33
R5	14:49
R6	8:35
R7	2:54
R8	10:20
R9	8:46
R10	5:21
R11	10:46
R12	7:37
R13	8:21

6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Välkemallinnuksella tarkasteltiin Säkylän kuntaan ja Kokemäen kaupunkiin Ruotanansuon alueelle suunniteltujen tuulivoimaloiden välkevaikutuksia voimaloiden ympäristössä. Erilliset mallinnukset laadittiin 12 voimalan laajuiselle hankevaihtoehdolle VE1 sekä 10 voimalan laajuiselle hankevaihtoehdolle VE2. Ruotanansuon laitospin napakorkeutena käytettiin molemmissa hankevaihtoehdoissa 200 metriä ja roottorin halkaisijana 200 metriä, jotka yhdistettynä muodostavat voimalan kokonaiskorkeuden 300 metriä. Voimaladimensioista roottorin läpimitalla ja lavan paksuudella, on merkittävin vaikutus välkemääriin ympäristössä. Mikäli rakennettava tuulivoimalaitos poikkeaa mitoiltaan tai malliltaan YVA-selostusvaiheen välkemallinnuksesta, päivitetään mallinnus tarpeen mukaan myöhemmissä vaiheissa. Jos rakennettava voimala on mitoiltaan pienempi, ovat välkevaikutukset mallinnettuja vähäisempiä.

Suomen säädöksissä ei ole määritetty sitovia ohje- tai raja-arvoja tuulivoimaloiden aiheuttamalle välkkeelle. Ruotanansuon tuulivoimahankkeen välkemallinnuksen tulosten mukaan vuotuinen välkemäärä jää pääosin alle 8 h/a (rajana Saksassa ja Ruotsissa) välkemäärän asuin- ja lomarakennusten osalta. Ilman lieventäviä toimenpiteitä hankevaihtoehdossa VE1 välkemäärä 8 h/a ylittyy yhteensä 5 asuinrakennuksen ja 3 lomarakennuksen kohdalla. Vaihtoehdossa VE2 välkemäärä 8 h/a ylittyy yhteensä 4 asuinrakennuksen ja 3 lomarakennuksen kohdalla. Välkemallinnuksessa ei ole huomioitu puuston peitteisyyttä, joka voi potentiaalisesti rajoittaa välkevaikutuksen syntymistä alueella. Rakennusten ohella puustovyöhykkeet rajoittavat välkevaikutuksia ympäristössä, mikäli puusto on riittävän tiheää ja korkeaa sekä suojaa altistuvaa kohdetta kattavasti. Puuston kyvyssä rajoittaa tuulivoimaloiden välkevaikutuksia, tulee huomioida myös vuodenaikojen vaihtelut.

Välkemallinnuksissa esitetyillä vuotuisen suositusraja-arvon (8 h/a) ylittävillä välkealueilla sijaitsee metsästysmaja. Muilta osin julkisia virkistyskäytössä olevia rakennuksia, tai muita herkkiä rakennuskohteita, kuten kouluja ja päiväkoteja ei sijaitse suositusrajan ylittävällä välkealueella. Välkkeen vuotuisen tuntimäärän lisäksi myös välkynnän ajankohdalla (vuoden- ja kellonaika) sekä kiinteistön käyttötavalla ja -tarkoituksella on vaikutusta potentiaalisen häiriön kokemiseen. Virkistysrakenteiden, kuten metsästysmajojen käyttö tapahtuu tyypillisesti yksittäisten henkilöiden sekä ryhmien toimesta tilapäisesti, mikä on omiaan lieventämään välkkeen aiheuttaman häiriön kokemista. Virkistysrakenteisiin, kuten metsästysmajoihin ja laavuihin ei ole yleisesti sovellettu suosituksia välkkeen vuotuisesta enimmäismäärästä.

Ruotanansuon tuulivoimahankkeen läheisyyteen on toteutettu Korpilevonmäen tuulivoimahanke, joka muodostuu 6 voimalasta. Yhteisvälkemallinnuksella tarkasteltiin Ruotanansuon ja Korpilevonmäen hankkeiden suunniteltujen sekä toteutuneiden tuulivoimaloiden yhteisvälkevaikutuksia hankkeiden ympäristössä. Yhteismallinnuksessa Ruotanansuon suunniteltujen voimaloiden napakorkeutena käytettiin 200 m sekä roottorin halkaisijana 200 m, kokonaiskorkeuden ollessa voimaloilla 300 m. Korpilevonmäen toteutuneiden voimaloiden napakorkeutena käytettiin 169 m ja roottorin halkaisijana 162 metriä, kokonaiskorkeuden ollessa voimaloilla 250 m.

Yhteisvälkemallinnuksen perusteella yhdellekään Ruotanansuon lähialueen asuin- tai lomarakennukselle ei aiheudu välkettä useamman hankkeen voimalasta, eikä yhteisvaikutuksia välkkeen osalta siten muodostu. Ruotanansuon hanketta lähimpänä sijaitsevilla asuin- ja lomarakennuksille (reseptorit R1-R13) kohdistuu välkevaikutuksia ainoastaan Ruotanansuon tuulivoimahankkeesta.

Ruotanansuon välkemallinnuksissa VE1 ja VE2 sekä yhteisvälkemallinnuksissa selvitettyillä 8 h/a välkealueilla ei sijaitse herkkiä rakennuskohteita, kuten kouluja tai päiväkoteja. Ruotanansuon välkealueella sijaitsee metsästysmaja. Muilta osin välkealueella ei sijaitse julkisia virkistysrakenteita tai virallisia virkistysreittejä. Välkkeen vuotuisen tuntimäärän lisäksi myös välkynnän ajankohdalla (vuoden- ja kellonaika) sekä kiinteistön käyttötavalla ja -tarkoituksella on vaikutusta potentiaalisen häiriön kokemiseen. Virkistysrakenteiden, kuten metsästysmajojen käyttö tapahtuu tyypillisesti yksittäisten henkilöiden sekä ryhmien toimesta tilapäisesti, mikä on omiaan lieventämään välkkeen aiheuttaman häiriön kokemista. Virkistysrakenteisiin, kuten metsästysmajoihin ja laavuihin ei ole yleisesti sovellettu suosituksia välkkeen vuotuisesta enimmäismäärästä.

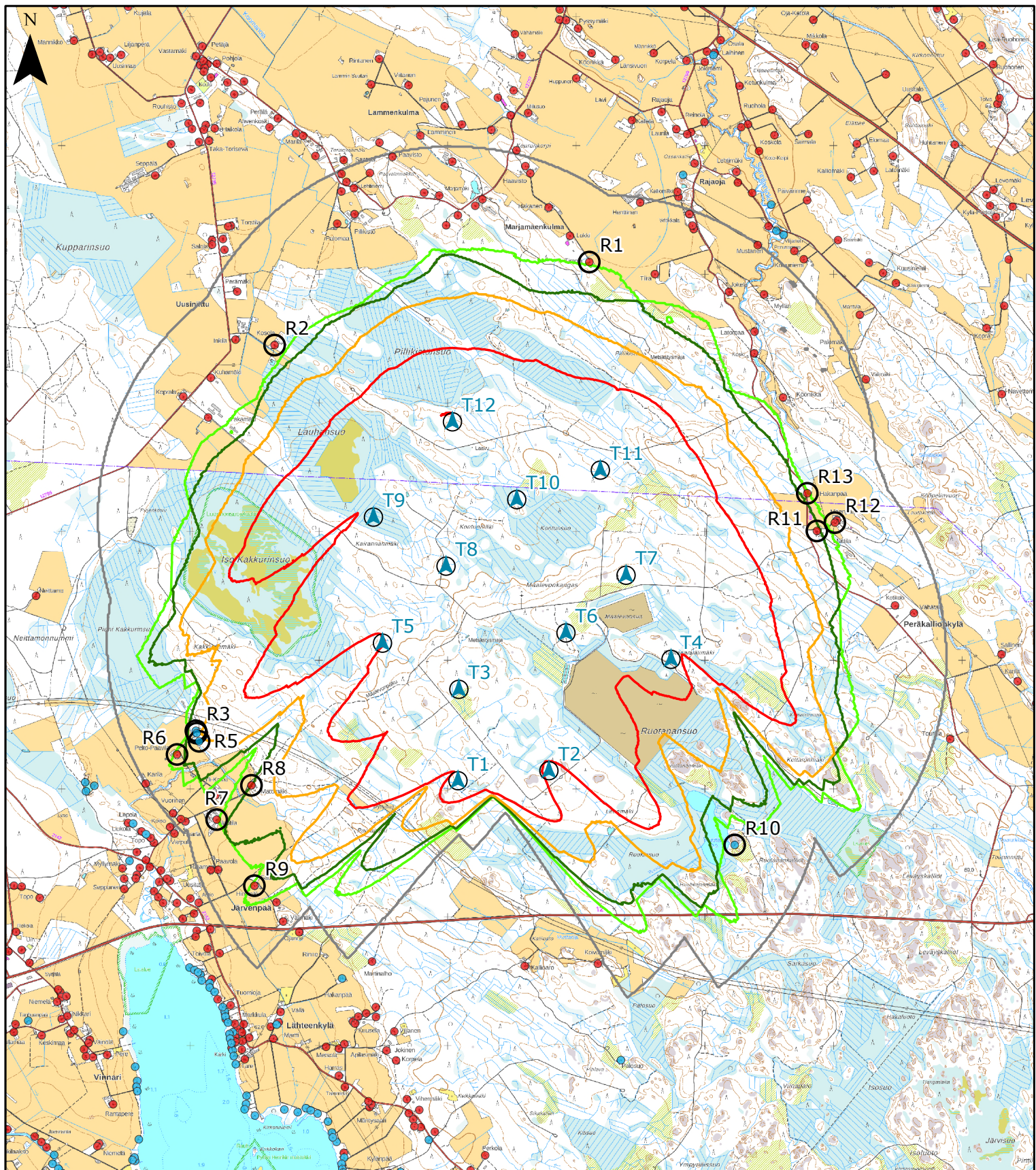
Vuosittaiseen todelliseen välkevaikutukseen vaikuttaa, kuinka tarkasti vuosittainen tuulivoimaloiden toiminta ja sääolosuhteet vastaavat mallinnuksessa käytettyjä arvoja. Lisäksi voimaloiden näkyminen tai näkymisen estyminen esimerkiksi puuston tai rakennusten vuoksi on vaikuttava tekijä välkevaikutuksen muodostumisessa. Jos tuulivoimalat eivät näy häiriintyvään kohteeseen, ei lähikohteisesti välkettä aiheudu. Mikäli tuulivoimaloiden todetaan aiheuttavan välkettä eniten altistuvien kohteiden luona puuston peitteisyyden vähäisyydestä johtuen yli sallitun rajan, on mahdollista arvioida tiettyjen voimaloiden toiminnan rajoittamista välkevaikutuksien vähentämiseksi.

Rajoitustoimet voidaan tällöin kohdistaa voimaloihin, joilla on suurin vaikutus välkealueen ympäristön asuinrakennusten välkemäärään.

Välkkeen syntyyn voidaan vaikuttaa tuulivoimalaan liitettävällä teknisellä ohjauksella. Järjestelmä monitoroi jatkuvasti ja automaattisesti välkkeen muodostumista voimalan nasellin päälle tai runkoon asennettavilla valosensoreilla. Järjestelmä laskee muodostumisen mahdollisuutta tietyssä suunnassa valoisuuden ja roottorin asennon mukaan ja järjestelmä pysäyttää tuulivoimalan, kun ennalta asetettu välkemäärän raja saavutetaan. Ohjaustarve on vuositasolla ajallisesti vähäinen, mikä vähentää vaikutusta voimalan vuotuisen sähköntuottoon.

LÄHTEET

1. Ympäristöministeriö. 2016. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Saatavilla osoitteesta https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79057/OH_5_2016.pdf?sequence=1.
2. Umweltbundesamt. 2019. Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen: WKA-Schattenwurfhinweise.
3. Boverket. 2009. Vindkraftshandboken - Planering och prövning av vindkraftverk på land och i kustnära vattenområden. Saatavilla osoitteesta: <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2013/vindkraftshandboken.pdf>.
4. Naturstyrelsen & Miljøministeriet. 2015. Vejledning om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller. Saatavilla osoitteesta: https://videnomvind.dk/wp-content/uploads/2020/07/Planl%C3%A6g_vejledning_06012015_web.pdf.
5. EMD International A/S. WindPRO 3.6. User Manual: Energy.
6. Ilmatieteen laitos. 2021. Tilastoja Suomen ilmastosta 1991–2020.
7. Ilmatieteen laitos. 2023. Suomen Tuuliatlas. Saatavilla osoitteesta: <http://tuuliatlas.fmi.fi/fi/>.
8. Maanmittauslaitos. 2023. Korkeusmalli 10 m. Saatavilla osoitteesta <https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/aineistot-ja-rajapinnat/tuotekuvaukset/korkeusmalli-10-m>.



RAMBOLL

Ruotanansuon tuulivoima Oy
Ruotanansuo tuulivoimahanke

Mittakaava (A4): 1:40 000

0 0,5 1 2 km

Välkemallinnus
(WindPro 4.0)

Layout 12 WTG
Vestas V172-7.2
Napakorkeus (HH) 200 m
Roottorin halkaisija (RD) 200 m
Kokonaiskorkeus (TH) 300 m

Ramboll MM, 25.7.2025

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

— 0
— 8
— 10
— 15
— 30

○ Reseptori
▲ Suunniteltu tuulivoimala VE1
● Asuinrakennus
● Lomarakennus

Project:
Ruotanansuo_valke

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Matias Mokko / matias.mokko@ramboll.fi
Calculated:
25.7.2025 12.22/4.0.540

SHADOW - Main Result

Calculation: Ruotanansuo_12WTG_TH300_result_25072025

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

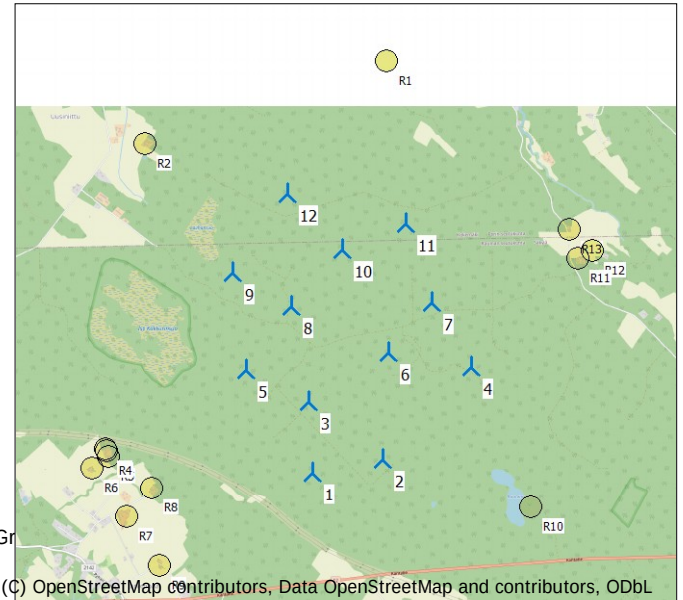
Minimum sun height over horizon for influence 3 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
1,16 2,43 4,65 6,33 8,35 8,63 8,52 6,90 4,67 2,48 0,93 0,71

Operational time
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
559 407 434 449 459 527 985 1 279 1 035 759 802 747 8 442

Monthly aggregation of real case reduction
A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
Height contours used: Elevation Grid Data Object: Ruotanansuo_valke_EMDGr
Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89



WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM [RPM]
			[m]									
1	250 082	6 791 059	65,6	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-
2	250 789	6 791 137	69,6	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-
3	250 088	6 791 770	67,5	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-
4	251 738	6 792 003	67,9	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-
5	249 495	6 792 129	58,3	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-
6	250 921	6 792 208	68,1	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-
7	251 389	6 792 657	68,3	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-
8	249 988	6 792 728	58,4	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-
9	249 424	6 793 108	51,2	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-
10	250 538	6 793 245	56,4	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-
11	251 189	6 793 474	57,0	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-
12	250 039	6 793 850	54,7	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-

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]
R1	251 103	6 795 092	44,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R10	252 233	6 790 560	69,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R11	252 872	6 793 001	53,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R12	253 012	6 793 066	53,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R13	252 798	6 793 294	52,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R2	248 655	6 794 447	49,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R3	248 043	6 791 448	49,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R4	248 049	6 791 429	49,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R5	248 068	6 791 366	49,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R6	247 897	6 791 263	51,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R7	248 205	6 790 757	50,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R8	248 475	6 791 023	51,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R9	248 498	6 790 243	48,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

Project:
Ruotanansuo_valke

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Matias Mokko / matias.mokko@ramboll.fi
Calculated:
25.7.2025 12.22/4.0.540

SHADOW - Main Result

Calculation: Ruotanansuo_12WTG_TH300_result_25072025

Calculation Results

Shadow receptor

No.	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]
R1	77:35	113	0:56	7:49
R10	21:07	67	0:31	5:21
R11	54:33	142	0:31	10:46
R12	38:35	109	0:28	7:37
R13	46:31	122	0:30	8:21
R2	36:06	91	0:31	5:30
R3	52:49	152	0:30	14:13
R4	53:59	152	0:31	14:33
R5	54:48	145	0:31	14:49
R6	29:56	84	0:27	8:35
R7	11:34	37	0:25	2:54
R8	38:02	107	0:29	10:20
R9	30:36	85	0:28	8:46

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

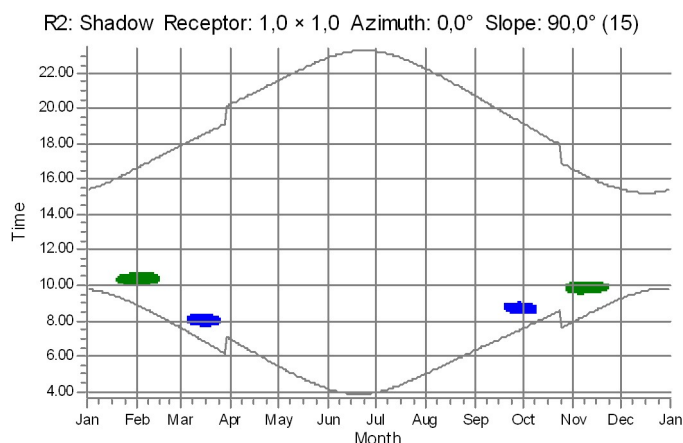
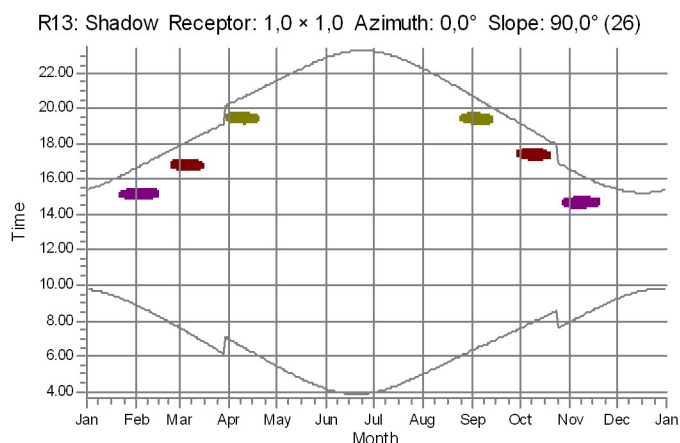
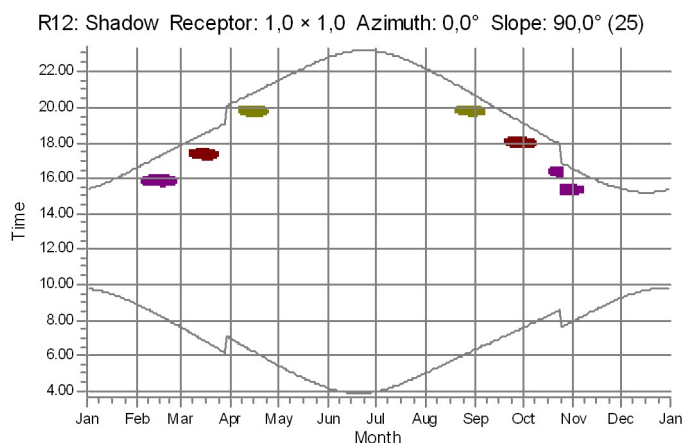
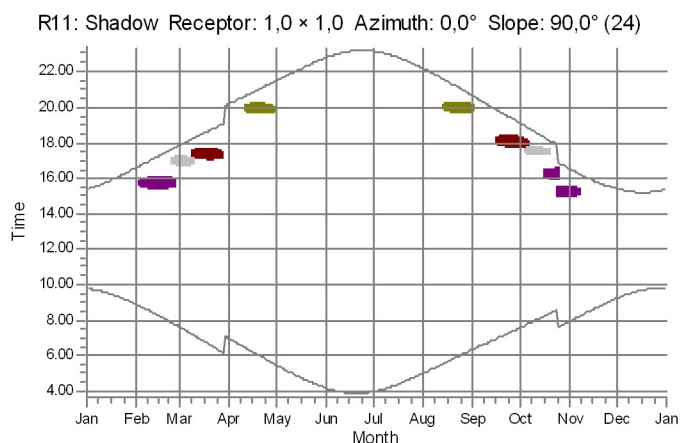
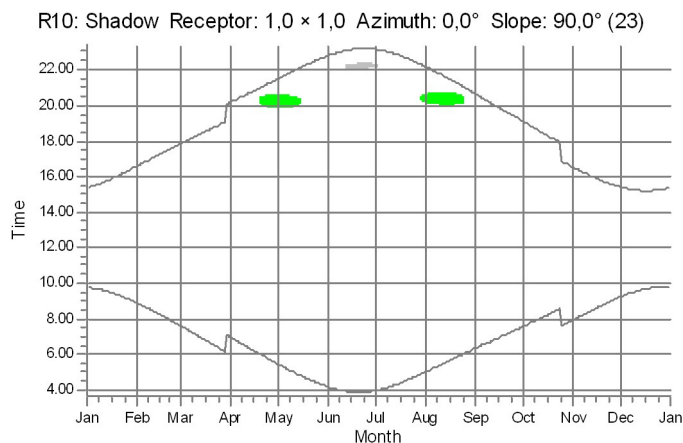
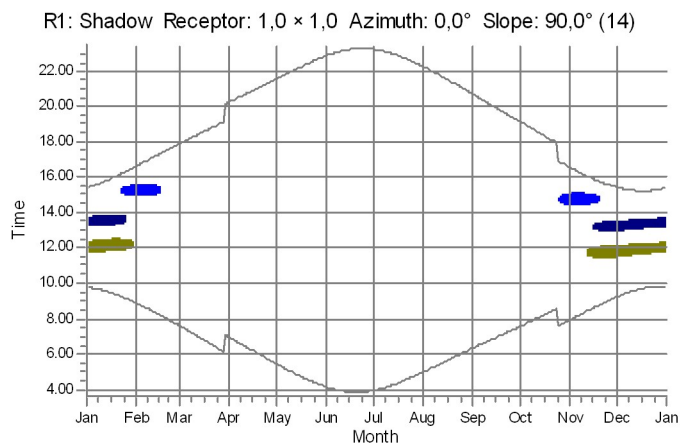
No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (39)	69:32	18:08
2	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (44)	19:28	4:55
3	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (41)	38:15	10:29
4	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (46)	38:41	5:18
5	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (37)	54:08	15:31
6	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (47)	9:52	1:56
7	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (43)	31:49	6:26
8	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (40)	0:00	0:00
9	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (36)	20:48	2:24
10	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (42)	25:53	2:23
11	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (45)	67:33	11:24
12	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (38)	33:04	5:20

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: Ruotanansuo_12WTG_TH300_result_25072025



WTGs

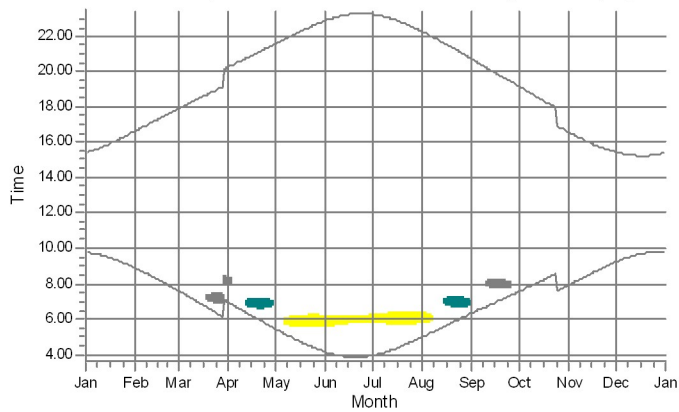
9: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (36)
12: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (38)
10: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (42)
7: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (43)

2: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (44)
11: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (45)
4: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (46)
6: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (47)

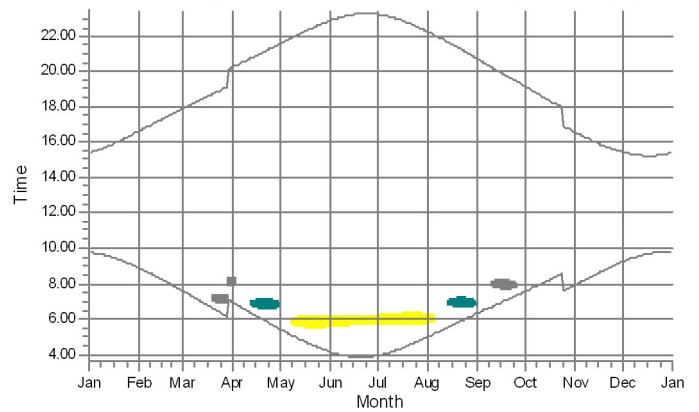
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Ruotanansuo_12WTG_TH300_result_25072025

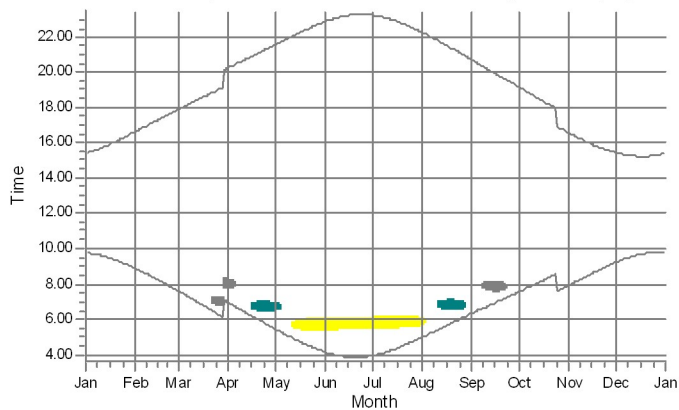
R3: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (16)



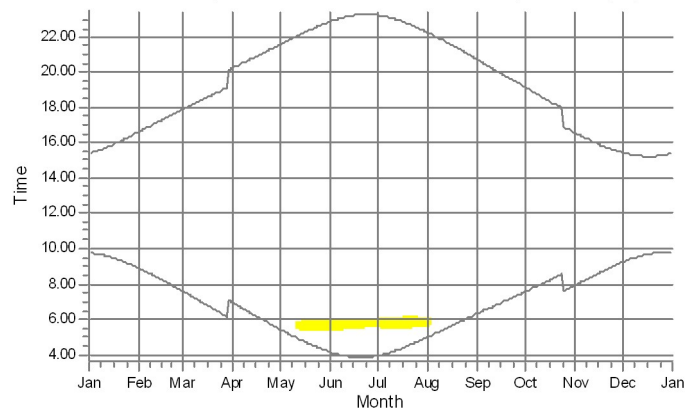
R4: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (17)



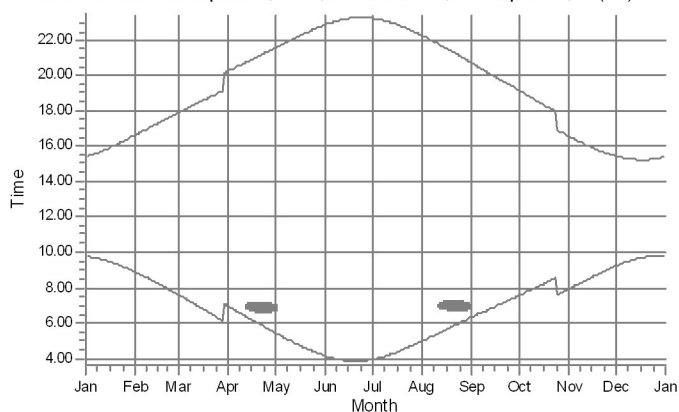
R5: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (18)



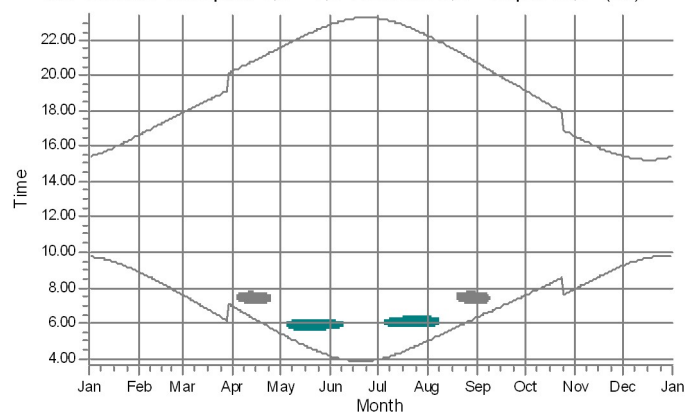
R6: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (19)



R7: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (20)



R8: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (21)



WTGs

5: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (37)
1: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (39)

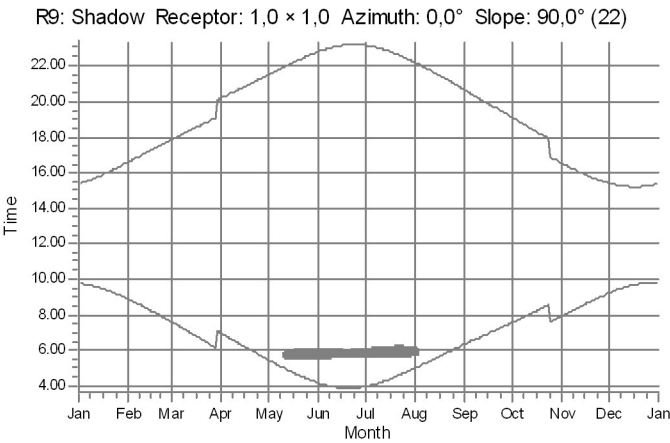
3: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (41)

Project:
Ruotanansuo_valke

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Matias Mokko / matias.mokko@ramboll.fi
Calculated:
25.7.2025 12.22/4.0.540

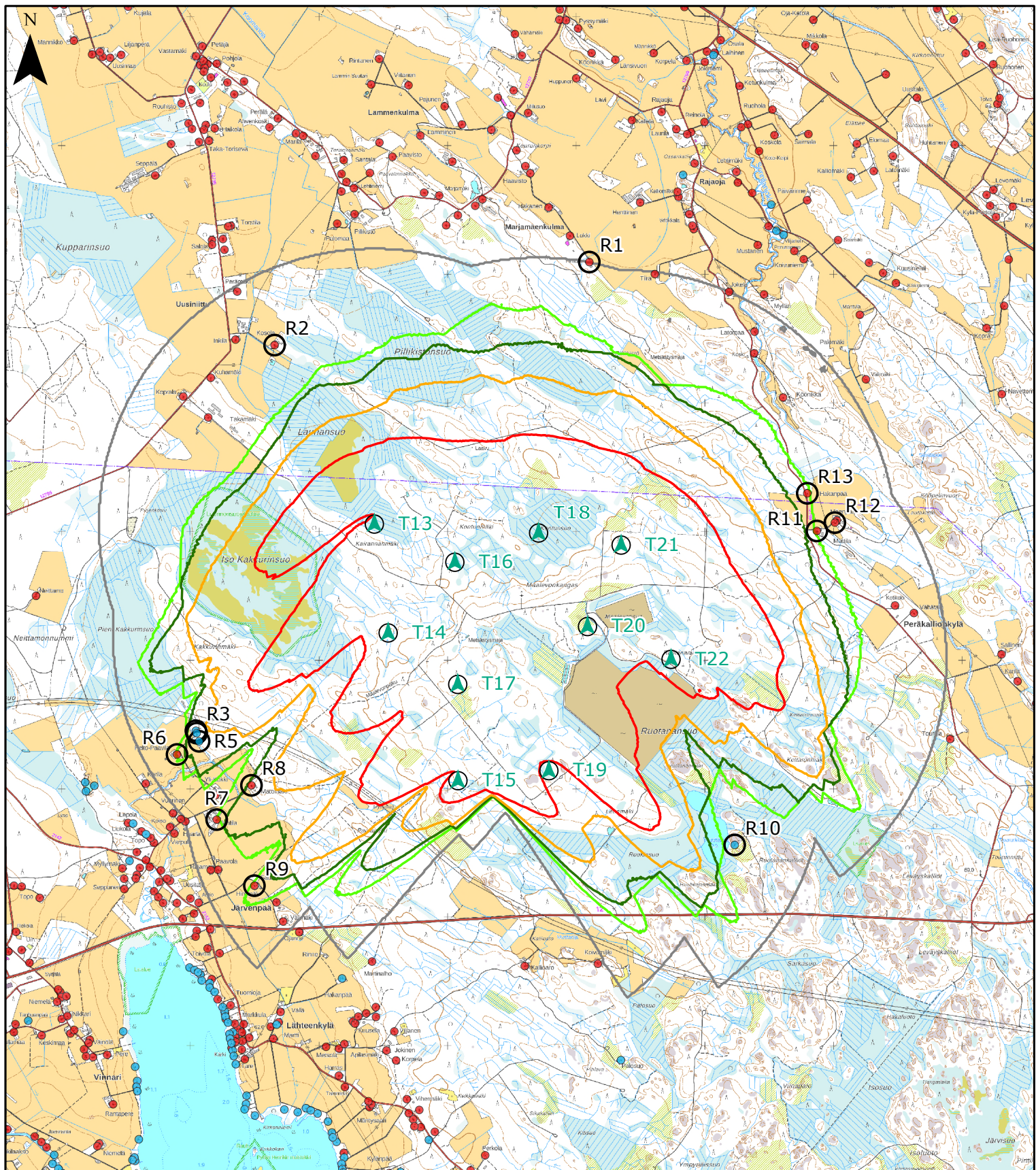
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Ruotanansuo_12WTG_TH300_result_25072025



WTGs

1: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (39)



RAMBOLL

Ruotanansuon tuulivoima Oy
Ruotanansuo tuulivoimahanke

Mittakaava (A4): 1:40 000

0 0,5 1 2 km

Välkemallinnus
(WindPro 4.0)

Layout 10 WTG
Vestas V172-7.2
Napakorkeus (HH) 200 m
Roottorin halkaisija (RD) 200 m
Kokonaiskorkeus (TH) 300 m

Ramboll MM, 25.7.2025

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

— 0
— 8
— 10
— 15
— 30

○ Reseptori
▲ Suunniteltu tuulivoimala VE2
● Asuinrakennus
● Lomarakennus

Project:
Ruotanansuo_valke

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Matias Mokko / matias.mokko@ramboll.fi
Calculated:
25.7.2025 13.32/4.0.540

SHADOW - Main Result

Calculation: Ruotanansuo_10WTG_TH300_result_25072025

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

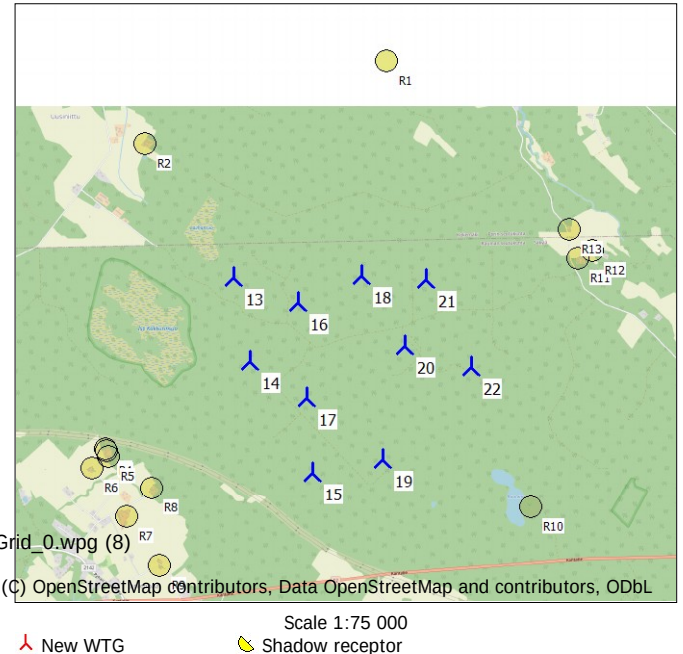
Minimum sun height over horizon for influence 3 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
1,16 2,43 4,65 6,33 8,35 8,63 8,52 6,90 4,67 2,48 0,93 0,71

Operational time
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
559 407 434 449 459 527 985 1 279 1 035 759 802 747 8 442

Monthly aggregation of real case reduction
A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
Height contours used: Elevation Grid Data Object: Ruotanansuo_valke_EMDGrid_0.wpg (8)
Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89



WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM [RPM]
			[m]									
13	249 431	6 793 055	51,3	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-
14	249 539	6 792 208	58,2	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-
15	250 081	6 791 059	65,6	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-
16	250 057	6 792 758	58,2	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-
17	250 080	6 791 808	67,8	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-
18	250 708	6 792 985	57,8	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-
19	250 788	6 791 137	69,6	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-
20	251 089	6 792 258	69,1	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-
21	251 350	6 792 891	65,0	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-
22	251 738	6 792 003	67,9	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	200,0	2 137	-

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]
R1	251 103	6 795 092	44,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R10	252 233	6 790 560	69,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R11	252 872	6 793 001	53,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R12	253 012	6 793 066	53,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R13	252 798	6 793 294	52,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R2	248 655	6 794 447	49,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R3	248 043	6 791 448	49,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R4	248 049	6 791 429	49,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R5	248 068	6 791 366	49,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R6	247 897	6 791 263	51,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R7	248 205	6 790 757	50,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R8	248 475	6 791 023	51,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R9	248 498	6 790 243	48,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

Project:
Ruotanansuo_valke

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Matias Mokko / matias.mokko@ramboll.fi
Calculated:
25.7.2025 13.32/4.0.540

SHADOW - Main Result

Calculation: Ruotanansuo_10WTG_TH300_result_25072025

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]
R1	0:00	0	0:00	0:00
R10	19:27	49	0:31	4:55
R11	42:47	109	0:31	7:53
R12	35:57	99	0:28	6:32
R13	50:19	114	0:52	8:38
R2	20:09	52	0:30	2:15
R3	52:02	149	0:30	14:00
R4	52:25	146	0:30	14:07
R5	52:01	141	0:30	14:02
R6	28:38	80	0:26	8:13
R7	11:35	37	0:25	2:54
R8	41:09	120	0:29	11:14
R9	30:36	85	0:28	8:46

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

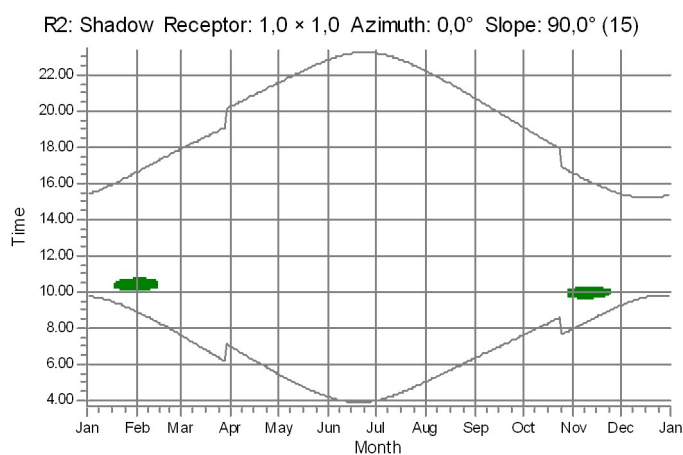
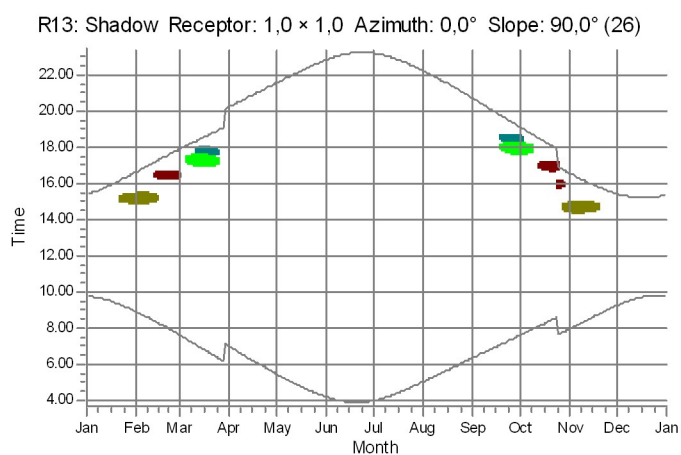
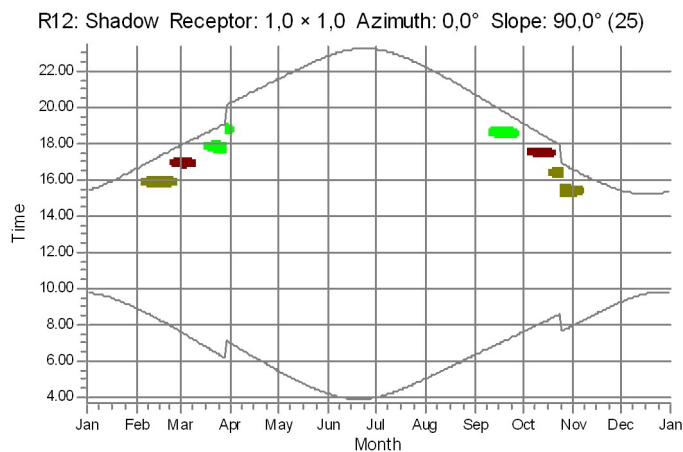
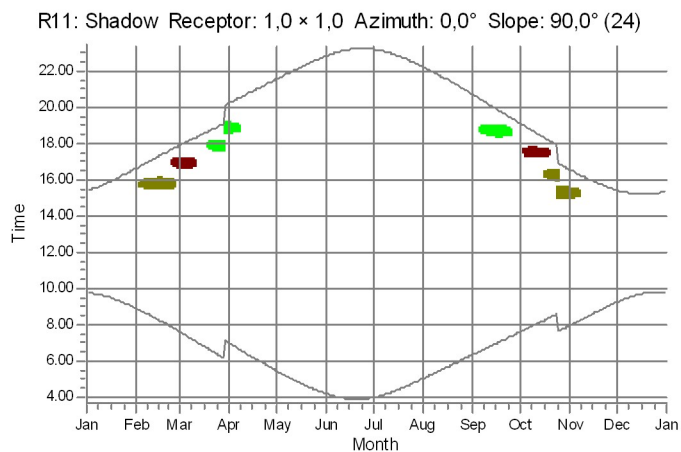
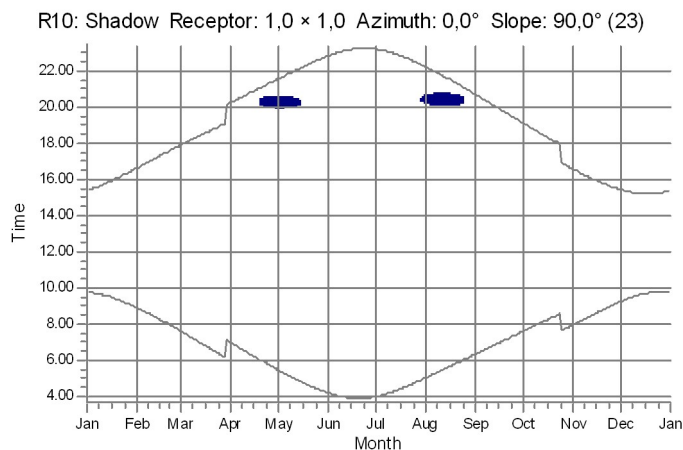
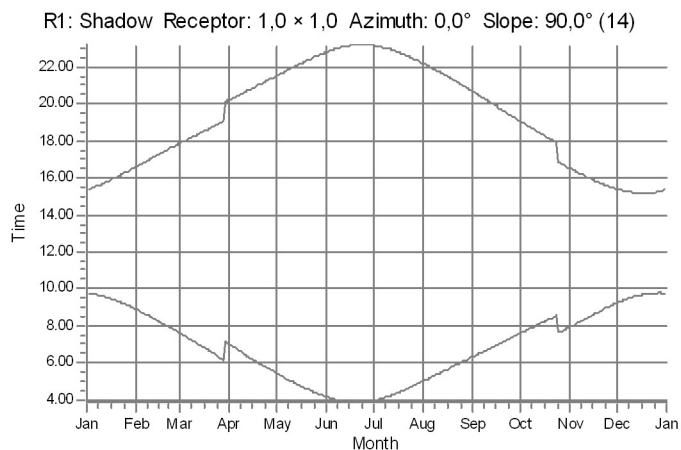
No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
13	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (48)	20:09	2:15
14	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (49)	50:14	14:24
15	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (50)	69:34	18:09
16	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (51)	0:00	0:00
17	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (52)	41:41	11:29
18	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (53)	7:49	1:41
19	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (54)	19:27	4:55
20	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (55)	19:52	3:25
21	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (56)	34:07	7:26
22	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (57)	38:44	5:18

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: Ruotanansuo_10WTG_TH300_result_25072025



WTGs

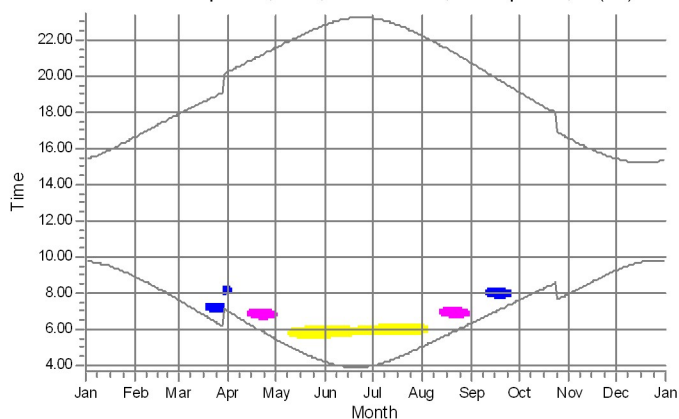
13: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (48)
18: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (53)
19: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (54)

20: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (55)
21: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (56)
22: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (57)

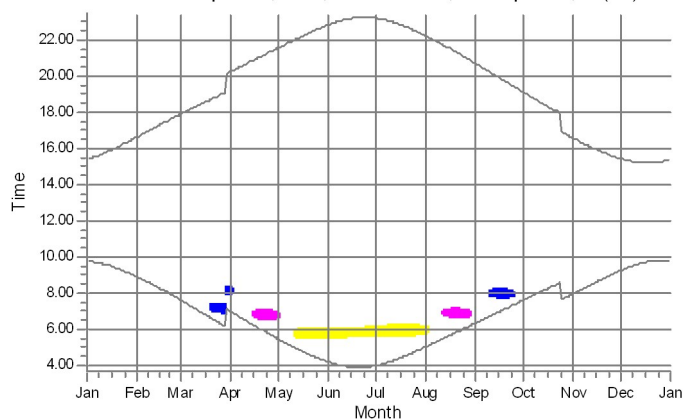
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Ruotanansuo_10WTG_TH300_result_25072025

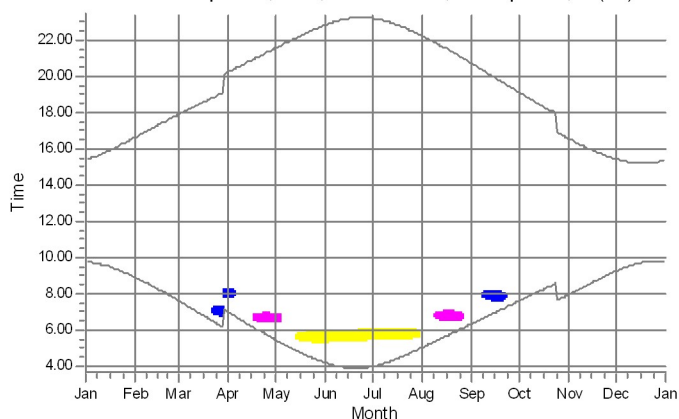
R3: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (16)



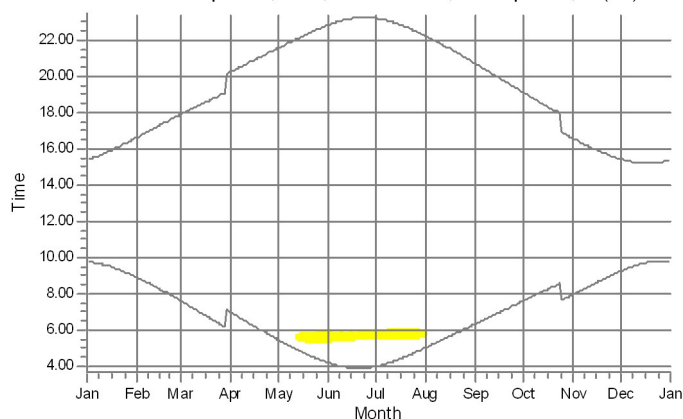
R4: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (17)



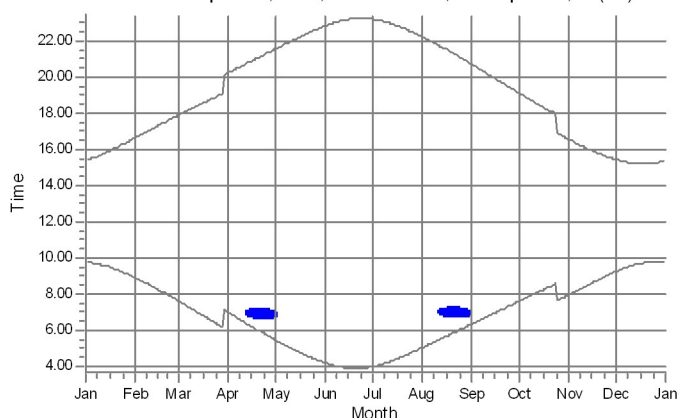
R5: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (18)



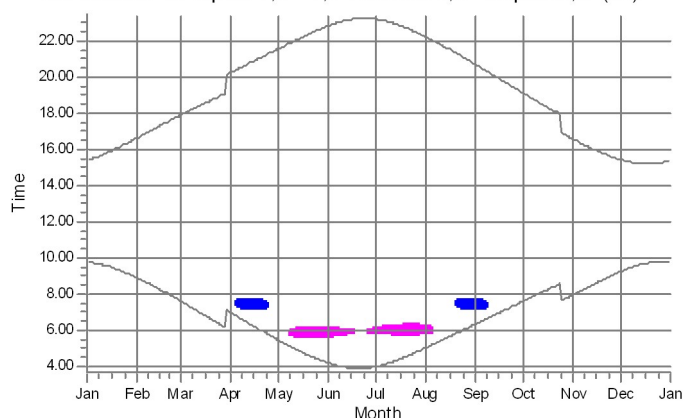
R6: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (19)



R7: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (20)



R8: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (21)



WTGs

14: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (49)
15: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (50)

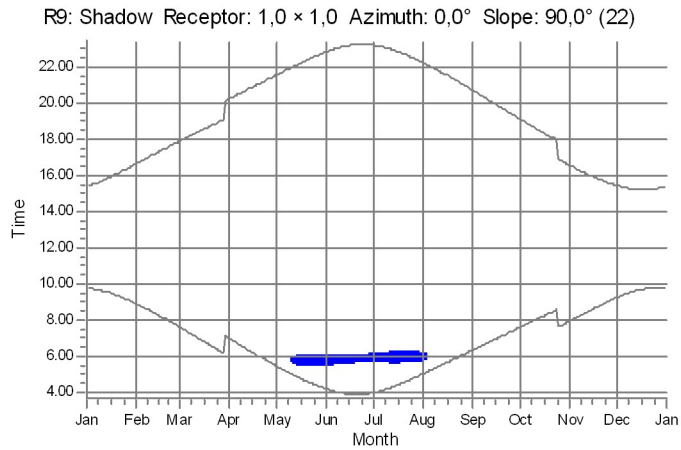
17: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (52)

Project:
Ruotanansuo_valke

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Matias Mokko / matias.mokko@ramboll.fi
Calculated:
25.7.2025 13.32/4.0.540

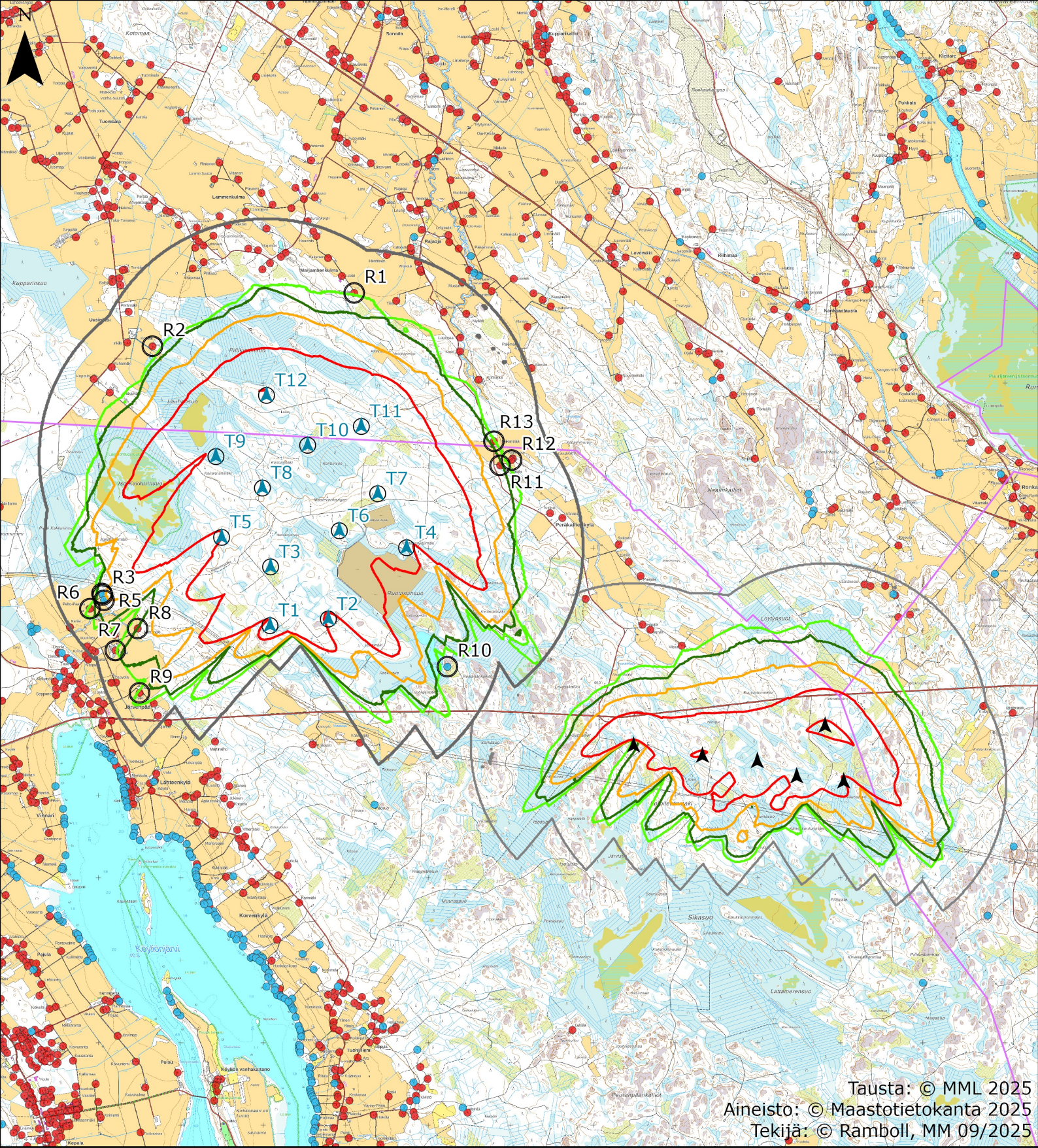
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Ruotanansuo_10WTG_TH300_result_25072025



WTGs

15: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (50)



Tausta: © MML 2025
Aineisto: © Maastotietokanta 2025
Tekijä: © Ramboll, MM 09/2025

RAMBOLL

Ruotanansuon tuulivoima Oy

Ruotanansuon ja Korpilevonmäen
tuulivoimahankkeet

Välkemallinnus
(WindPro 4.0)

Ruotanansuo 12 WTG
Vestas V172-7.2
Napakorkeus (HH) 200 m
Roottorin halkaisija (RD) 200 m
Kokonaiskorkeus (TH) 300 m

Korpilevonmäki 6 WTG
Vestas V162-6.4
Napakorkeus (HH) 169 m
Roottorin halkaisija (RD) 162 m
Kokonaiskorkeus (TH) 250 m

Ramboll MM, 23.9.2025

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

— 0
— 8
— 10
— 15
— 30

Ruotanansuo
VE1, välikkeen
0-raja

- Reseptori
- ⬆ Ruotanansuon
voimalat VE1
- ▲ Korpilevonmäen
voimalat
- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Kuntarajat

Mittakaava (A4): 1:60 000

0 0,5 1 2 km

Project:
Ruotanansuo_valke

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Matias Mokko / matias.mokko@ramboll.fi
Calculated:
23.9.2025 13.58/4.0.540

SHADOW - Main Result

Calculation: Ruota12WTG_TH300_Korpi6WTG_TH250_result_23092025

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

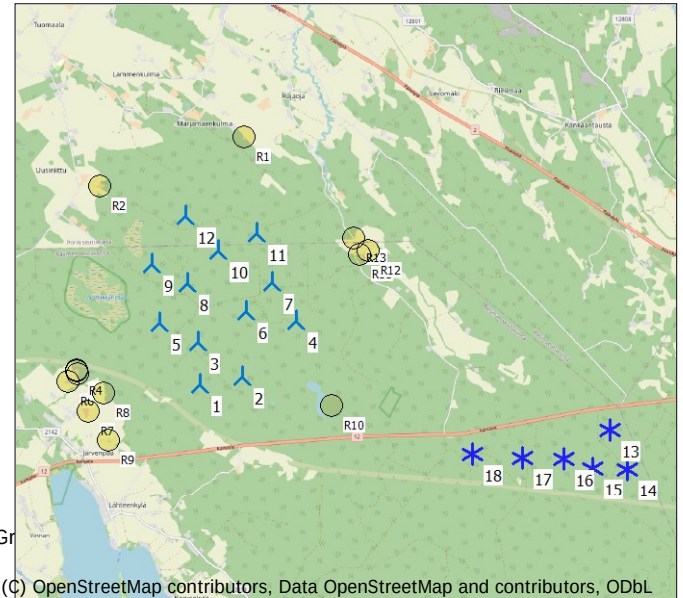
Minimum sun height over horizon for influence 3 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
1,16 2,43 4,65 6,33 8,35 8,63 8,52 6,90 4,67 2,48 0,93 0,71

Operational time
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
559 407 434 449 459 527 985 1 279 1 035 759 802 747 8 442

Monthly aggregation of real case reduction
A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
Height contours used: Elevation Grid Data Object: Ruotanansuo_valke_EMDGr
Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89



WTGs

	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 [RPM]
			[m]								
1	250 082	6 791 059	65,6	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	2 137	-
2	250 789	6 791 137	69,6	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	2 137	-
3	250 088	6 791 770	67,5	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	2 137	-
4	251 738	6 792 003	67,9	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	2 137	-
5	249 495	6 792 129	58,3	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	2 137	-
6	250 921	6 792 208	68,1	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	2 137	-
7	251 389	6 792 657	68,3	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	2 137	-
8	249 988	6 792 728	58,4	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	2 137	-
9	249 424	6 793 108	51,2	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	2 137	-
10	250 538	6 793 245	56,4	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	2 137	-
11	251 189	6 793 474	57,0	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	2 137	-
12	250 039	6 793 850	54,7	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V172-7.2-7 200	7 200	200,0	2 137	-
13	256 815	6 789 839	71,7	VESTAS V162-6.2 6400 162.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V162-6.2-6 400	6 400	162,0	1 969	-
14	257 041	6 789 164	70,6	VESTAS V162-6.2 6400 162.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V162-6.2-6 400	6 400	162,0	1 969	-
15	256 471	6 789 225	71,7	VESTAS V162-6.2 6400 162.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V162-6.2-6 400	6 400	162,0	1 969	-
16	255 993	6 789 410	70,2	VESTAS V162-6.2 6400 162.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V162-6.2-6 400	6 400	162,0	1 969	-
17	255 327	6 789 476	68,7	VESTAS V162-6.2 6400 162.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V162-6.2-6 400	6 400	162,0	1 969	-
18	254 492	6 789 601	69,5	VESTAS V162-6.2 6400 162.0 !O! h...	Yes	VESTAS	V162-6.2-6 400	6 400	162,0	1 969	-

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]
R1	251 103	6 795 092	44,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R10	252 233	6 790 560	69,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R11	252 872	6 793 001	53,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R12	253 012	6 793 066	53,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R13	252 798	6 793 294	52,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R2	248 655	6 794 447	49,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R3	248 043	6 791 448	49,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R4	248 049	6 791 429	49,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R5	248 068	6 791 366	49,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R6	247 897	6 791 263	51,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R7	248 205	6 790 757	50,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

To be continued on next page...

Project:
Ruotanansuo_valke

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Matias Mokko / matias.mokko@ramboll.fi
Calculated:
23.9.2025 13:58/4.0.540

SHADOW - Main Result

Calculation: Ruota12WTG_TH300_Korpi6WTG_TH250_result_23092025

...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]
R8	248 475	6 791 023	51,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R9	248 498	6 790 243	48,9	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]	
R1	77:35	113	0:56	7:49	
R10	21:07	67	0:31	5:21	
R11	54:33	142	0:31	10:46	
R12	38:35	109	0:28	7:37	
R13	46:31	122	0:30	8:21	
R2	36:06	91	0:31	5:30	
R3	52:49	152	0:30	14:13	
R4	53:59	152	0:31	14:33	
R5	54:48	145	0:31	14:49	
R6	29:56	84	0:27	8:35	
R7	11:34	37	0:25	2:54	
R8	38:02	107	0:29	10:20	
R9	30:36	85	0:28	8:46	

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

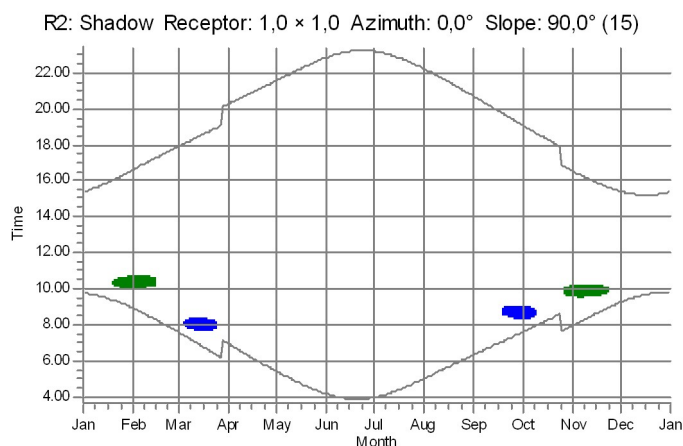
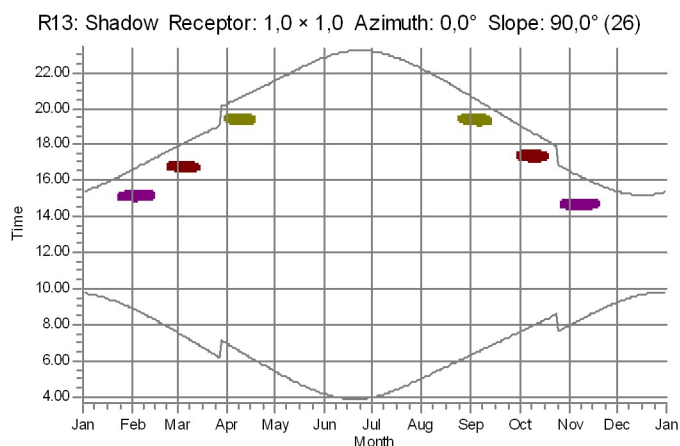
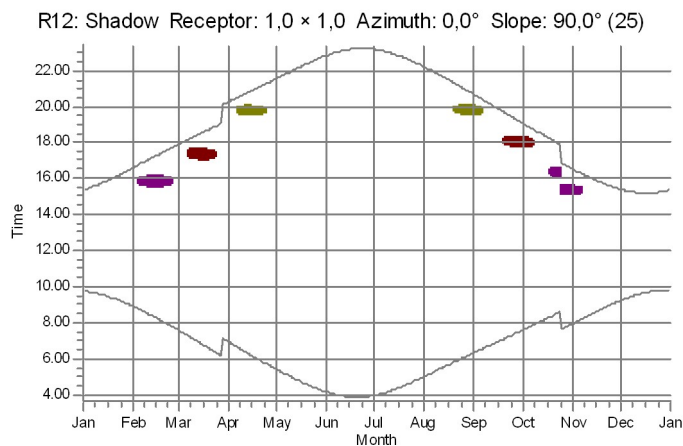
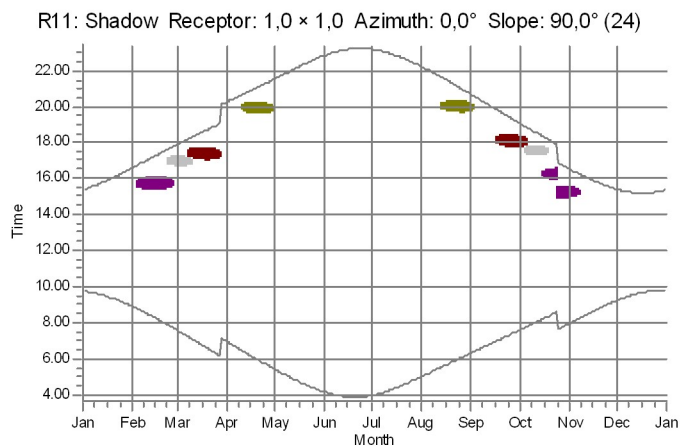
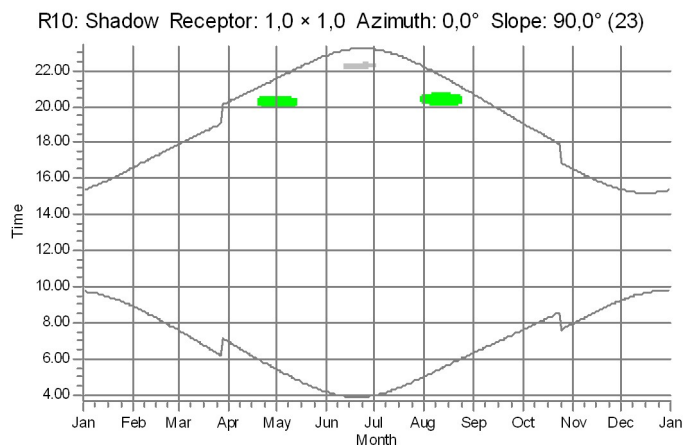
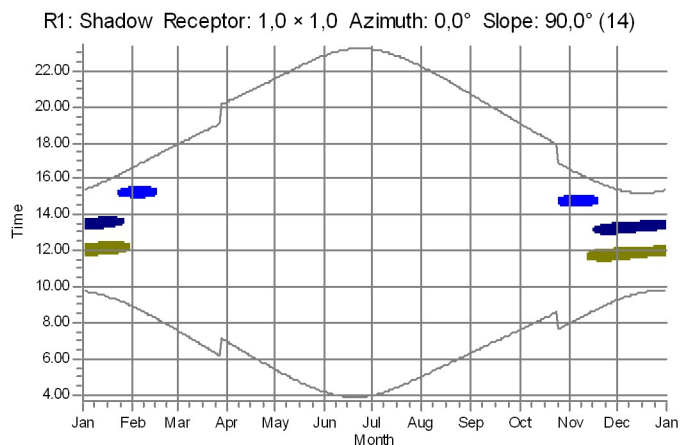
No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (39)	69:32	18:08
2	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (44)	19:28	4:55
3	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (41)	38:15	10:29
4	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (46)	38:41	5:18
5	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (37)	54:08	15:31
6	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (47)	9:52	1:56
7	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (43)	31:49	6:26
8	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (40)	0:00	0:00
9	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (36)	20:48	2:24
10	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (42)	25:53	2:23
11	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (45)	67:33	11:24
12	VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (38)	33:04	5:20
13	VESTAS V162-6.2 6400 162.0 !O! hub: 169,0 m (TOT: 250,0 m) (1)	0:00	0:00
14	VESTAS V162-6.2 6400 162.0 !O! hub: 169,0 m (TOT: 250,0 m) (2)	0:00	0:00
15	VESTAS V162-6.2 6400 162.0 !O! hub: 169,0 m (TOT: 250,0 m) (3)	0:00	0:00
16	VESTAS V162-6.2 6400 162.0 !O! hub: 169,0 m (TOT: 250,0 m) (4)	0:00	0:00
17	VESTAS V162-6.2 6400 162.0 !O! hub: 169,0 m (TOT: 250,0 m) (5)	0:00	0:00
18	VESTAS V162-6.2 6400 162.0 !O! hub: 169,0 m (TOT: 250,0 m) (6)	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: Ruota12WTG_TH300_Korpi6WTG_TH250_result_23092025



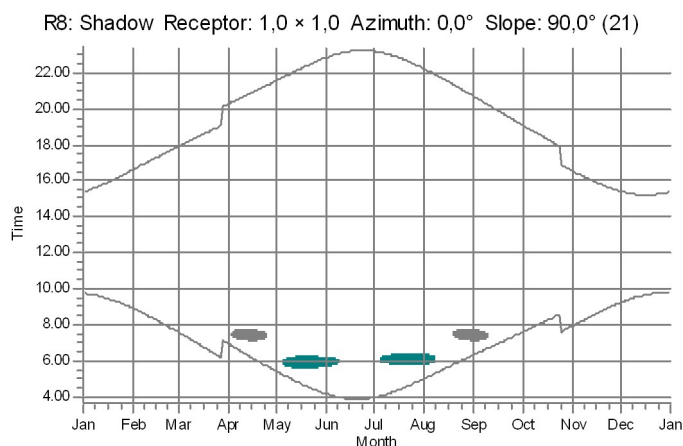
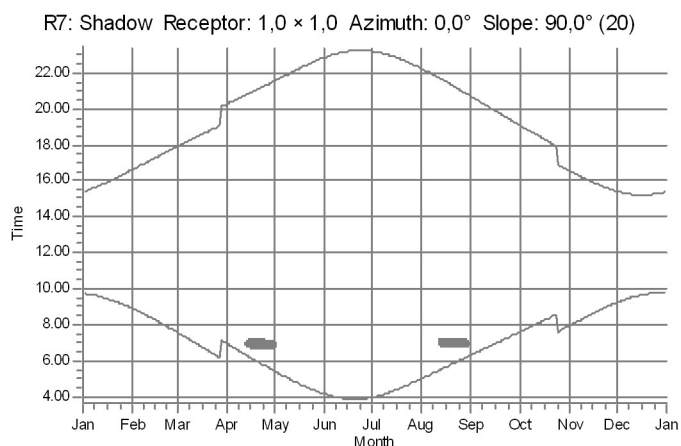
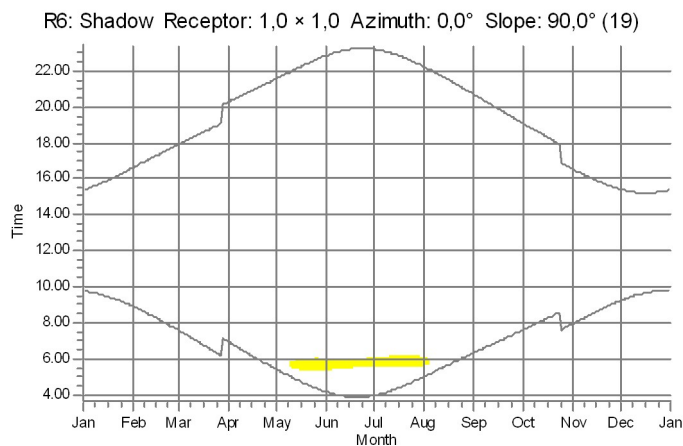
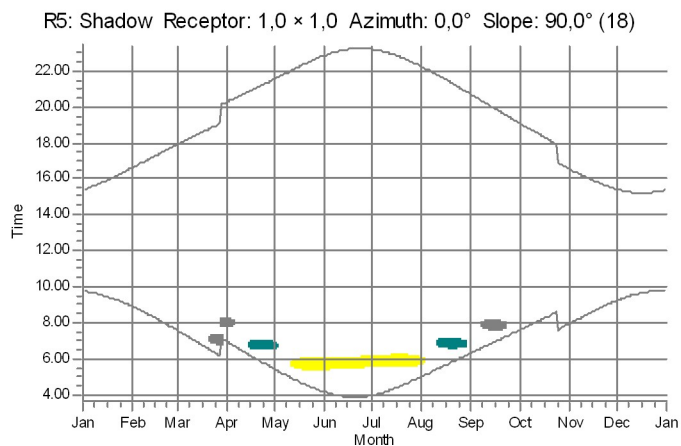
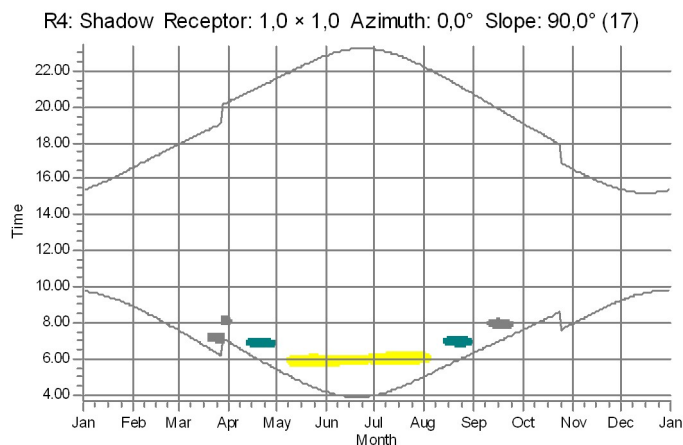
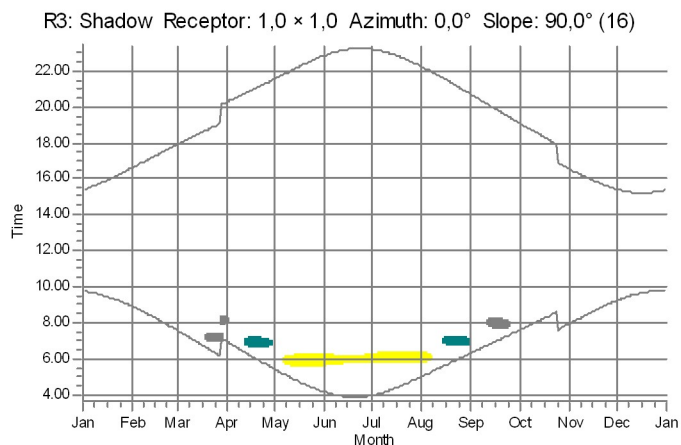
WTGs

- 9: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (36)
- 12: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (38)
- 10: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (42)
- 7: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (43)

- 2: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (44)
- 11: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (45)
- 4: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (46)
- 6: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (47)

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Ruota12WTG_TH300_Korpi6WTG_TH250_result_23092025



WTGs

5: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (37)
1: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (39)

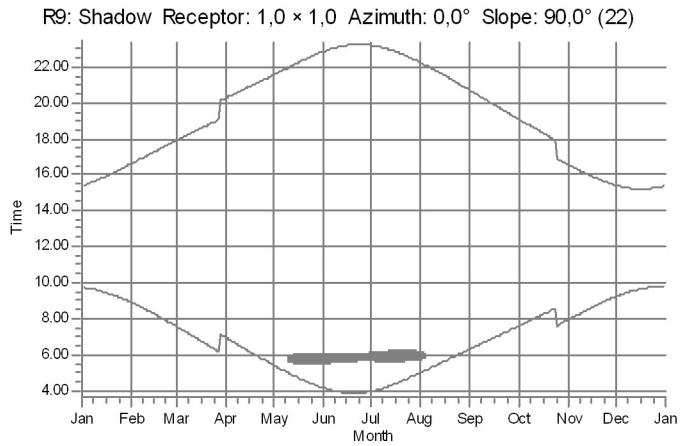
3: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (41)

Project:
Ruotanansuo_valke

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Matias Mokko / matias.mokko@ramboll.fi
Calculated:
23.9.2025 13.58/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Ruota12WTG_TH300_Korpi6WTG_TH250_result_23092025



WTGs

1: VESTAS V172-7.2 7200 200.0 !OI! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (39)