

Vastaanottaja
Valorem Energies Finland Oy

Asiakirjatyyppe
Raportti

Päivämäärä
15.9.2025

Viite
1510068373-003

PAULAKANKAAN TUULIVOIMAHANKE

VÄLKEMALLINNUSRAPORTTI

Päivämäärä

15.9.2025

Laatija

Matias Mokko

Tarkastaja

Ville Virtanen

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan vuoden 2025 aineistoa.

SISÄLTÖ

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

1. YLEISTÄ

Valorem Energies Finland Oy suunnittelee tuulivoimapuiston rakentamista Teuvan Paulakankaan alueelle noin viiden kilometrin päähän Teuvan keskustasta luoteeseen. Tuulivoimahankkeen hankealueelle on suunniteltu 15 voimalaa vaihtoehdossa VE1 ja 9 voimalaa vaihtoehdossa VE2.

Tuulivoimahankkeen ympäristövaikutusten arviointia varten laadittiin välkemallinnus, jossa tarkasteltiin Paulakankaan tuulivoimapuiston välkevaikutuksia sekä yhteisvälkevaikutuksia muiden lähistöllä sijaitsevien tuulivoimahankkeiden välillä. Ympäristöministeriön Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) -oppaan mukaisesti voimaloiden lapojen aiheuttamasta liikkuvasta varjosta puhutaan välkkeenä.

Työ on tehty Valorem Energies Finland Oy:n 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 ^[1]. Eri maissa on annettu suunnittelu- tai raja-arvoja välkkeen määrälle asutukselle ja muille altistuville kohteille. Saksassa on annettu ohjeistus (WEA-Schattenwurf-Hinweise) välkevaikutusten 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, jonka liikkumisnopeus riippuu roottorin pyörimisnopeudesta.

Välkevaikutus syntyy sääolojen, vuodenajan ja vuorokauden ajan mukaan, joten välkettä on havaittavissa tiettyssä katselupisteessä vain tiettyjen valaistusolosuhteiden täytyessä ja tiettyinä aikoina vuorokaudesta ja vuodesta. Välkettä ei esiinny, kun aurinko on pilvessä, 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.

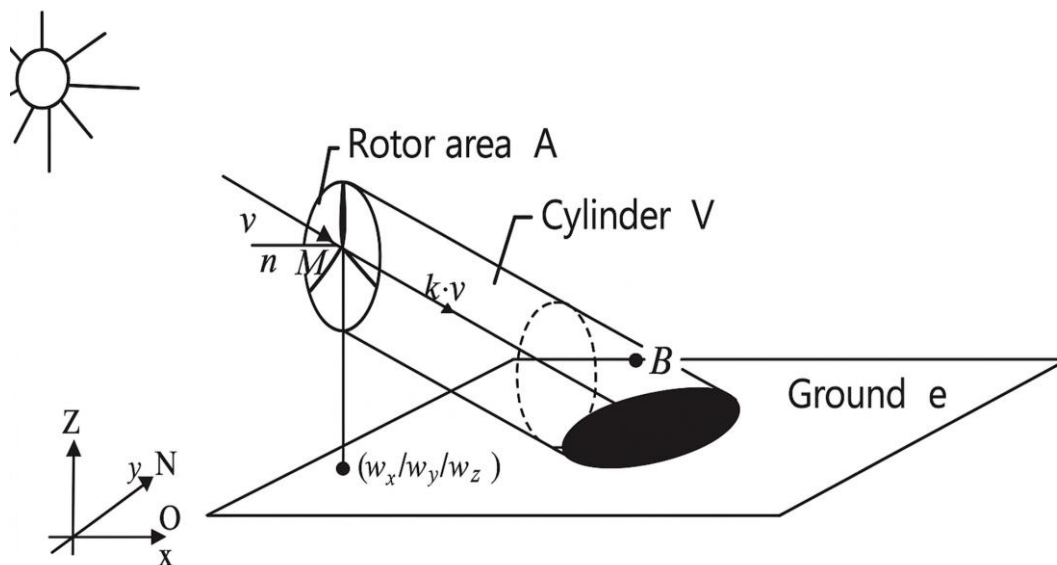
Laajimmalle varjo ulottuu, kun aurinko on matalalla. Toisaalta kun aurinko laskee riittävän matalalle, yhtenäistä varjoa ei enää muodostu. Tällöin valonsäteet joutuvat kulkemaan pitemmän matkan ilmakehän läpi, jolloin säteily hajaantuu. Vaikutusalueen koko riippuu tuulivoimalamallin dimensioista ja lavan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

4. MALLINNUSMENETELMÄ JA LÄHTÖTIEDOT

4.1 Mallinnusohjelma ja laskentamalli

Tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen esiintymisalue ja esiintymistiheys laskettiin EMD WindPRO 4.0-ohjelman Shadow -moduulilla. Moduulia hyödyntäen lasketaan kuinka usein ja minkälaisina jaksoina tietty kohde on tuulivoimaloiden luoman liikkuvan varjon alaisena (Kuva 1). Ohjelma on yleisesti käytössä tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen mallinnuksessa. Lisätietoja ohjelmasta ja laskentamallin kuvauksen saa internet-osoitteesta <http://www.emd.dk/> löytyvästä ohjelman 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. Reseptoripisteen 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 vuositaitaista 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 välkevaikutustakaan ei lähtökohtaisesti pääsisi muodostumaan. Worst case -tuloksista tehdään vähennykset auringonpaistetietoihin ja käyttötuntitietoihin (tuulensuunta sektoreittain) perustuen, josta saadaan Real case -tulos. Auringonpaisteisuustietona käytettiin Ilmatieteen laitoksen Seinäjoen Pelmaan sääaseman keskiarvoisia auringonpaisteisuustietoja ilmastolliselta vertailukaudelta

1981–2010 (Taulukko 2).^[6] Tuulivoimaloiden vuotuisesti toiminta-ajaksi määritettiin Suomen Tuuliatlaksen tiedoista 96 % (Taulukko 3). Toiminta-ajat laskettiin 12 suuntasektorille olettaen, että tuulivoimalat toimivat tuulennopeuden ollessa napakorkeudella yli 3 m/s.

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

Tam	Hel	Maa	Huh	Tou	Kes	Hei	Elo	Syy	Lok	Mar	Jou
1,00	2,82	4,23	6,60	8,77	9,10	8,87	6,81	4,67	2,52	1,17	0,58

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
699	547	364	309	461	599	960	1654	970	708	579	524	8375

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

4.3 Maastomalli

Maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen korkeusmalliaineistosta. Korkeusmallin ruutukoko on 2 m x 2 m korkeustiedon tarkkuuden ollessa 0,3–1 metriä ^[8]. Maastomallissa ei huomioitu puustoa tai rakennuksia.

4.4 Tuulivoimalatiedot

Paulakankaan väkelaskennoissa huomioitiin Paulakankaan enimmäishankevaihtoehto VE1 (15 voimalaa) sekä hankevaihtoehto VE2 (9 voimalaa). Paulakankaan hankkeen väkelaskentojen lisäksi laadittiin yhteisvälkemallinnuksia. YVA-laki edellyttää yhteisvaikutuksien tarkastelemista olemassa olevien tai hyväksytyjen hankkeiden kanssa.

Paulakankaan teoreettisella välkealueella sijaitsee osin Paskoonharjun (23 voimalaa) olemassa oleva tuulivoimapuisto. Paskoonharjun toteutuneille ja Paulakankaan hankevaihtoehtojen VE1 sekä VE2 voimaloille laadittiin yhteisvälkemallinnukset. Lisäksi laadittiin yhteisvälkemallinnukset Paskoonharjun toteutuneille voimaloille, Paulakankaan VE1 sekä VE2 voimaloille ja suunnitteilla olevan Bredåsenin tuulivoimahankkeen kaavaehdotusvaiheen tuulivoimaloille jäljempänä esitettyjen taulukoiden mukaisilla sijainneilla (Taulukko 4, Taulukko 5 ja Taulukko 6).

Paulakankaan VE1 ja VE2 voimaloiden napakorkeutena käytettiin 200 m ja roottorin halkaisijana 200 metriä. Paskoonharjun voimaloiden toteutunut napakorkeus on 142 m sekä 155 m ja roottorin halkaisija 136 ja 155 m. Bredåsenin voimaloiden suunniteltu napakorkeus on 190 m sekä roottorin halkaisija 200 m. Roottorikoon ja napakorkeuden lisäksi myös lavan muoto ja leveys vaikuttavat maksimivälke-etäisyyteen, joka mallinnusohjelman mukaan Paulakankaan laitosmallille noin 2 274 metriä. Paulakankaan voimaloiden lavan leveystietoina käytettiin:

- Max blade width = 4,9 m
- Blade width for 90 % radius = 1,8 m

Taulukko 4. Paulakankaan hankevaihtoehtojen VE1 sekä VE2 tuulivoimaloiden koordinaatit (ETRS-TM35FIN, koordinaatit pyöristetty kokonaisluvuiksi).

VE1	X	Y	VE2	X	Y	Napa- korkeus	Kokonais- korkeus
1-1	222589	6943403	2-1	222614	6943443	200	300
1-2	223450	6943472	2-2	223339	6943360	200	300
1-3	224262	6943222	2-3	224124	6943062	200	300
1-4	224089	6944540	2-4	223170	6944560	200	300
1-5	224501	6945329	2-5	224563	6945320	200	300
1-6	223875	6945462	2-6	224031	6945047	200	300

1-7	223367	6946120	2-7	224243	6943859	200	300
1-8	224000	6946640	2-8	222647	6944214	200	300
1-9	224729	6946435	2-9	221950	6942910	200	300
1-10	224621	6947190	-	-	-	200	300
1-11	224277	6947784	-	-	-	200	300
1-12	223553	6947677	-	-	-	200	300
1-13	222778	6948887	-	-	-	200	300
1-14	224020	6948826	-	-	-	200	300
1-15	222937	6950087	-	-	-	200	300

Taulukko 5. Paskoonharjun toteutuneiden tuulivoimaloiden koordinaatit (ETRS-TM35FIN, koordinaatit pyöristetty kokonaisluvuiksi).

Voimalamäärä	X	Y	Napakorkeus	Kokonaiskorkeus
1	226725	6945303	142	210
2	226892	6944971	142	210
3	226769	6946822	155	230
4	226494	6945740	155	230
5	226220	6944664	155	230
6	226606	6944405	155	230
7	226274	6944044	155	230
8	227154	6947619	155	230
9	226856	6947312	155	230
10	228434	6945720	155	230
11	228228	6946201	155	230
12	228058	6945399	155	230
13	227926	6943863	155	230
14	227058	6943750	155	230
15	226772	6943371	155	230
16	225955	6943446	155	230
17	227183	6943163	155	230
18	226534	6942745	155	230
19	226034	6942848	155	230
20	226604	6942182	155	230
21	225948	6942008	155	230
22	225635	6942353	155	230
23	228152	6944892	155	230

Taulukko 6. Bredåsenin suunniteltujen tuulivoimaloiden koordinaatit (ETRS-TM35FIN, koordinaatit pyöristetty kokonaisluvuiksi).

Voimalamäärä	X	Y	Napakorkeus	Kokonaiskorkeus
1	217123	6945538	190	290
2	217249	6946409	190	290
3	216841	6944802	190	290
4	216091	6944460	190	290
5	217781	6945309	190	290
6	218543	6945077	190	290
7	218105	6946395	190	290

8	217910	6944412	190	290
9	218101	6943686	190	290
10	219347	6944912	190	290
11	219405	6945725	190	290
12	219194	6946455	190	290
13	219911	6944279	190	290
14	220214	6943574	190	290
15	219113	6943922	190	290
16	219412	6943338	190	290
17	218364	6942657	190	290
18	219780	6942795	190	290
19	219004	6942365	190	290
20	218311	6941841	190	290
21	218889	6941526	190	290
22	218979	6940722	190	290
23	218413	6939846	190	290
24	217904	6939202	190	290
25	218236	6938576	190	290
26	218740	6939296	190	290
27	219630	6938707	190	290
28	218950	6938453	190	290
29	219378	6937818	190	290
30	219440	6939372	190	290
31	220202	6939941	190	290
32	219761	6940507	190	290
33	219827	6941516	190	290
34	220287	6942388	190	290
35	220435	6941112	190	290
36	220978	6942082	190	290
37	221005	6942915	190	290

4.5 Laskentojen epävarmuus

Koska Worst Case -laskenta perustuu auringon asemaan suhteessa tuulivoimalaitokseen ja tarkastelupisteeseen, voidaan laskennan tarkkuutta pitää hyvinkin 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 siis vaihtelee eri vuosina, koska välkkeen esiintyminen tietyssä katselupisteessä tietyllä hetkellä edellyttää, että

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

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

5. MALLINNUSTULOKSET

5.1 Mallinnustulokset VE1 ja VE2

Paulakankaan tuulivoimahankevaihtoehtojen VE1 sekä VE2 ja välkkeen esiintymiskartat sekä reseptoripisteiden sijainti on esitetty välkeraportin liitteissä 1 ja 3. Välkelaskennan tulokset käyvät ilmi jäljempänä esitettävästä taulukosta (Taulukko 7). Välkemallinnuksessa selvitetty Paulakankaan hankevaihtoehtojen välkkeen esiintymisajankohdat reseptoripisteissä ovat esitetty liitteissä 2 ja 4.

Mallinnuksen perusteella hankevaihtoehdossa VE1 vähäistä välkevaikutusta ulottuu yhteensä 40 asuin- ja lomarakennuksen alueelle (vuotuinen välkemäärä ylittää 0 h). Vaihtoehdossa VE2 vähäistä välkevaikutusta ulottuu yhteensä 2 lomarakennuksen alueelle (vuotuinen välkemäärä ylittää 0 h). Vaihtoehtojen VE1 välkevaikutukset asuin- ja lomarakennuksien osalta kohdistuvat pääosin voimaloiden koillispuolelle mm. reseptoripisteiden R2 sekä R3 alueelle ja vaihtoehtojen VE2 välkevaikutukset kohdistuvat voimaloiden eteläpuolelle.

Vuotuiset välkemäärät jäävät Paulakankaan tuulivoimahankevaihtoehtoissa VE1 ja VE2 kaikkien asuin- sekä lomarakennuksien kohdalla alle 8 tunnin, jota on Saksassa ja Ruotsissa käytetty välkkeen suositusarvona asutuksen ja loma-asutuksen osalta. Paulakankaan voimaloista aiheutuvat välkevaikutukset ajoittuvat vaihtoehtojen VE1 pääosin alku- sekä loppuvuoteen 14–18 väliselle ajalle. Vaihtoehtojen VE2 välkevaikutukset ajoittuvat pääosin kesäaikaan 21–22 välille.

Taulukko 7. Välkemallinnuksien reseptoripistelaskentojen tulokset (Paulakankaan hankevaihtoehdot VE1 ja VE2).

Reseptori	VE1 (Real Case, h/a*)	VE2 (Real Case, h/a*)	Reseptorin käyttötarkoitus
R1	5:30	0:00	Asuinrakennus
R2	7:35	0:00	Asuinrakennus
R3	7:37	0:00	Lomarakennus
R4	0:00	7:13	Lomarakennus
R5	3:58	0:00	Asuinrakennus
R6	5:43	0:00	Asuinrakennus
R7	2:14	0:00	Asuinrakennus

5.2 Yhteisvälkemallinnustulokset

Paulakangas VE1 ja VE2 sekä Paskoonharju

Paulakankaan suunnitellun tuulivoimapuiston läheisyyteen on rakennettu vuonna 2022 valmistunut EPV Tuulivoima Oy:n Paskoonharjun tuulivoimahanke, joka koostuu 23 voimalasta. Paskoonharjun voimaloiden kokonaiskorkeus vaihtelee 210–230 m välillä. Tuulivoimaloiden tarkemmat tiedot löytyvät taulukosta 5. Paskoonharjun suunnittelualue sijaitsee reilun kolmen kilometrin etäisyydellä Teuvan keskustasta luoteeseen Varisnevan sekä Teerinevan välisellä alueella. Paskoonharjun voimalat sijoittuvat lähimmillään noin 1,7 kilometrin etäisyydelle Paulakankaan suunnitelluista voimaloista.

Paulakankaan ja Paskoonharjun tuulivoimahankeiden välkkeen yhteisvaikutusten arviointia varten laadittiin välkemallinnukset Paulakankaan molemmille hankevaihtoehtoille sekä Paskoonharjun toteutuneille voimaloille. Välkevyöhykelaskennan lisäksi tehtiin laskentoja samoihin 7 reseptoripisteeseen, joita hyödynnettiin Paulakankaan erillisessä VE1 sekä VE2 mallinnuksessa. Välkelaskennan tulokset käyvät ilmi jäljempänä esitettävästä taulukosta (Taulukko 8). Yhteisvälkemallinnuksessa selvitetty välkekartat ovat esitetty liitteissä 5 ja 7. Yhteismallinnuksien välkkeen esiintymisajankohdat reseptoripisteissä ovat esitetty liitteissä 6 ja 8.

Välkemallinnuksien tuloksia käsittelevästä taulukosta 8 käy ilmi Paulakankaan VE1 sekä VE2 ja Paskoonharjun tuulivoimahankeiden välkkeen yhteisvaikutuksien tulokset reseptoripisteiden kohdalla. Paulakankaan ympäristön lähimmille asuin- ja lomarakennuksille ei synny välkkeen yhteisvaikutuksia Paskoonharjun voimaloiden kanssa, sillä lähimpien asuin- ja lomarakennuksien

(reseptoripisteet) välkemäärät pysyvät muuttumattomina verrattuna Paulakankaan erillisiin välkemallinnuksiin.

Vuotuiset välkemäärät jäävät yhteismallinnuksen perusteella kaikissa vaihtoehtoissa jokaisen asuin- sekä lomarakennuksen kohdalla alle 8 tunnin vuotuisen välkemäärän, jota on Saksassa ja Ruotsissa käytetty välkkeen suositusarvona asutuksen ja loma-asutuksen osalta. Yhteisvälkemallinnuksen perusteella välkevaikutuksien ajoittuminen vastaa pääosin Paulakankaan erillisten mallinnuksien ajoittumista. Mallinnuksen mukaan enimmäisvaihtoehdossa (VE1+Pas) välkevaikutukset ajoittuvat alku- sekä loppuvuoteen 13–18 väliselle ajalle. Vähimmäisvaihtoehdossa (VE2+Pas) välkevaikutukset ajoittuvat kesäaikaan 21–22 välille.

Taulukko 8. Yhteisvälkemallinnuksien reseptoripistelaskentojen tulokset (Paulakankaan hankevaihtoehdot VE1 ja VE2 voimalat sekä Paskoonharjun toteutunut tuulivoimapuisto).

Reseptori	VE1 + Paskoonharju (Real Case, h/a*)	VE2 + Paskoonharju (Real Case, h/a*)	Reseptorin käyttötarkoitus
R1	5:30	0:00	Asuinrakennus
R2	7:35	0:00	Asuinrakennus
R3	7:37	0:00	Lomarakennus
R4	0:00	7:13	Lomarakennus
R5	3:58	0:00	Asuinrakennus
R6	5:43	0:00	Asuinrakennus
R7	2:14	0:00	Asuinrakennus

Paulakangas VE1 ja VE2, Paskoonharju sekä Bredåsen

Paulakankaan ja Paskoonharjun tuulivoimapuistojen länsipuolelle Närpiön kaupunkiin on suunnitella kaavaehdotusvaiheessa oleva Bredåsenin tuulivoimahanke. Bredåsenin hankkeessa on suunnitella 37 tuulivoimalaa, joiden kokonaiskorkeus on 290 metriä. Tuulivoimaloiden tarkemmat tiedot löytyvät taulukosta 6. Bredåsenin voimalat sijoittuvat lähimmillään noin 1,7 kilometrin etäisyydelle Paulakankaan suunnitelluista voimaloista.

Paulakankaan, Paskoonharjun ja Bredåsenin hankkeiden yhteisvälkevaikutusten arviointia varten laadittiin välkemallinnukset Paulakankaan molemmille hankevaihtoehdoille sekä Paskoonharjun toteutuneille voimaloille ja Bredåsenin kaavaehdotusvaiheen suunnitelluille voimaloille. Välkevyöhykelaskennan lisäksi laskentoja kohdistettiin 7 reseptoripisteeseen, joita hyödynnettiin Paulakankaan erillisessä VE1 sekä VE2 mallinnuksessa. Välkelaskennan tulokset käyvät ilmi jäljempänä esitettävästä taulukosta (Taulukko 9). Yhteisvälkemallinnuksessa selvitetty välkekartat ovat esitetty liitteissä 9 ja 11. Yhteismallinnuksien välkkeen esiintymisajankohdat reseptoripisteissä ovat esitetty liitteissä 10 ja 12.

Taulukko 9. Yhteisvälkemallinnuksien reseptoripistelaskentojen tulokset (Paulakankaan hankevaihtoehdot VE1 ja VE2 voimalat, Paskoonharjun toteutuneet voimalat sekä Bredåsenin kaavaehdotusvaiheen voimalat).

Reseptori	VE1 + Paskoonharju + Bredåsen (Real Case, h/a*)	VE2 + Paskoonharju + Bredåsen (Real Case, h/a*)	Reseptorin käyttötarkoitus
R1	5:30	0:00	Asuinrakennus
R2	7:35	0:00	Asuinrakennus
R3	7:37	0:00	Lomarakennus
R4	0:00	7:13	Lomarakennus
R5	3:58	0:00	Asuinrakennus
R6	5:43	0:00	Asuinrakennus
R7	2:14	0:00	Asuinrakennus

Välkemallinnuksien tuloksia käsittelevästä taulukosta 9 käy ilmi, ettei Paulakankaan ympäristön lähimmille asuin- ja lomarakennuksille synny välkkeen yhteisvaikutuksia Paskoonharjun sekä

Bredåsenin voimaloiden kanssa, sillä lähimpien asuin- ja lomarakennuksien (reseptoripisteet) välkemäärät pysyvät muuttumattomina verrattuna Paulakankaan erillisiin välkemallinnuksiin.

Vuotuiset välkemäärät jäävät yhteismallinnuksen perusteella kaikissa vaihtoehtoissa jokaisen asuin- sekä lomarakennuksen kohdalla alle 8 tunnin vuotuisen välkemäärän, jota on Saksassa ja Ruotsissa käytetty välkkeen suositusarvona asutuksen ja loma-asutuksen osalta. Yhteisvälkemallinnuksen perusteella välkevaikutuksien ajoittuminen vastaa pääosin Paulakankaan erillisten mallinnuksien ajoittumista. Mallinnuksen mukaan enimmäisvaihtoehdossa (VE1+Pas+Bre) välkevaikutukset ajoittuvat alku- sekä loppuvuoteen 13–18 väliselle ajalle. Vähimmäisvaihtoehdossa (VE2+Pas+Bre) välkevaikutukset ajoittuvat kesäaikaan 21–22 välille.

6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Välkemallinnuksella tarkasteltiin Teuvan Paulakankaan alueelle suunniteltujen tuulivoimaloiden välkevaikutuksia tuulivoimaloiden ympäristössä. Erilliset mallinnukset laadittiin 15 voimalan laajuiselle hankevaihtoehdolle VE1 sekä 9 voimalan laajuiselle hankevaihtoehdolle VE2. Lisäksi laadittiin yhteisvälkemallinnukset Paulakankaan molemmille hankevaihtoehdoille, Paskoonharjun olemassa olevalle tuulivoimapuistolle sekä Bredåsenin suunnitellulle tuulivoimapuistolle. Paulakankaan laitospallin napakorkeutena käytettiin 200 m ja roottorin halkaisijana 200 m, jotka yhdistettynä muodostavat voimalan enimmäiskokonaiskorkeuden 300 m. Voimaladimensioista roottorin läpimitalla ja lavan paksuudella, on merkittävin vaikutus välkemääriin ympäristössä. Mikäli rakennettava tuulivoimalaitos on mitoiltaan pienempi, ovat välkevaikutukset mallinnettuja vähäisempiä.

Suomessa ei ole määritetty sitovia ohje- tai raja-arvoja tuulivoimaloiden aiheuttamalle välkkeelle. Paulakankaan tuulivoimahankkeen välkemallinnuksen tulosten mukaan hankkeen ympäristössä yksikään asuin- tai lomarakennus ei sijoitu välkevaikutusalueelle, jossa vuotuinen välkemäärä ylittää 8 tuntia (käytetty rajana Saksassa ja Ruotsissa). Vuotuinen välkemäärä ei ylittä 8 tunnin rajaa myöskään virkistyskäytössä olevien rakennuksien, tai muiden herkkien rakennuskohteiden, kuten koulujen ja päiväkotien kohdalla. Välkevaikutukset Paulakankaan tuulivoimahankkeen molemmissa hankevaihtoehtoissa jäävät alle 8 tunnin suositusarvojen ja noudattavat tuulivoimarakentamisen suunnitteluoppaassa esitettyjä ohjeistuksia.

Yhteisvälkemallinnuksella tarkasteltiin Paulakankaan, Paskoonharjun sekä Bredåsenin hankkeissa toteutuneiden sekä suunniteltujen tuulivoimaloiden yhteisiä välkevaikutuksia hankkeiden ympäristössä. Yhteismallinnuksessa Paulakankaan voimaloiden laitospallin napakorkeutena käytettiin 200 m sekä roottorin halkaisijana 200 m, kokonaiskorkeuden ollessa 300 m. Vuonna 2022 valmistuneen Paskoonharjun tuulipuiston voimaloiden napakorkeutena käytettiin rakennettujen voimaloiden toteutuneita 142 m sekä 155 m napakorkeutta ja 136 sekä 150 m roottorin halkaisijaa, kokonaiskorkeuden ollessa 210 tai 230 m. Bredåsenin voimaloiden laitospallin napakorkeutena käytettiin 190 m sekä roottorin halkaisijana 200 m, kokonaiskorkeuden ollessa 290 m.

Yhteisvälkemallinnuksen mukaan Paulakankaan hankkeen lähialueen asuin- tai lomarakennuksille ei aiheudu välkettä useiden eri hankkeiden voimaloista eikä yhteisvaikutuksia välkkeen osalta siten muodostu asutukseen tai loma-asutukseen. Yhteismallinnuksen välkemäärät jäävät reseptoripisteiden osalta alle 8 tunnin ja noudattavat Tuulivoimarakentamisen suunnitteluoppaassa esitettyjä ohjeistuksia. Välkkeen vuotuisen tuntimäärän lisäksi myös välkynnän ajankohdalla (vuoden- ja kellonaika) sekä kohteen käyttötavalla ja -tarkoituksella on vaikutusta potentiaalisen häiriön kokemiseen.

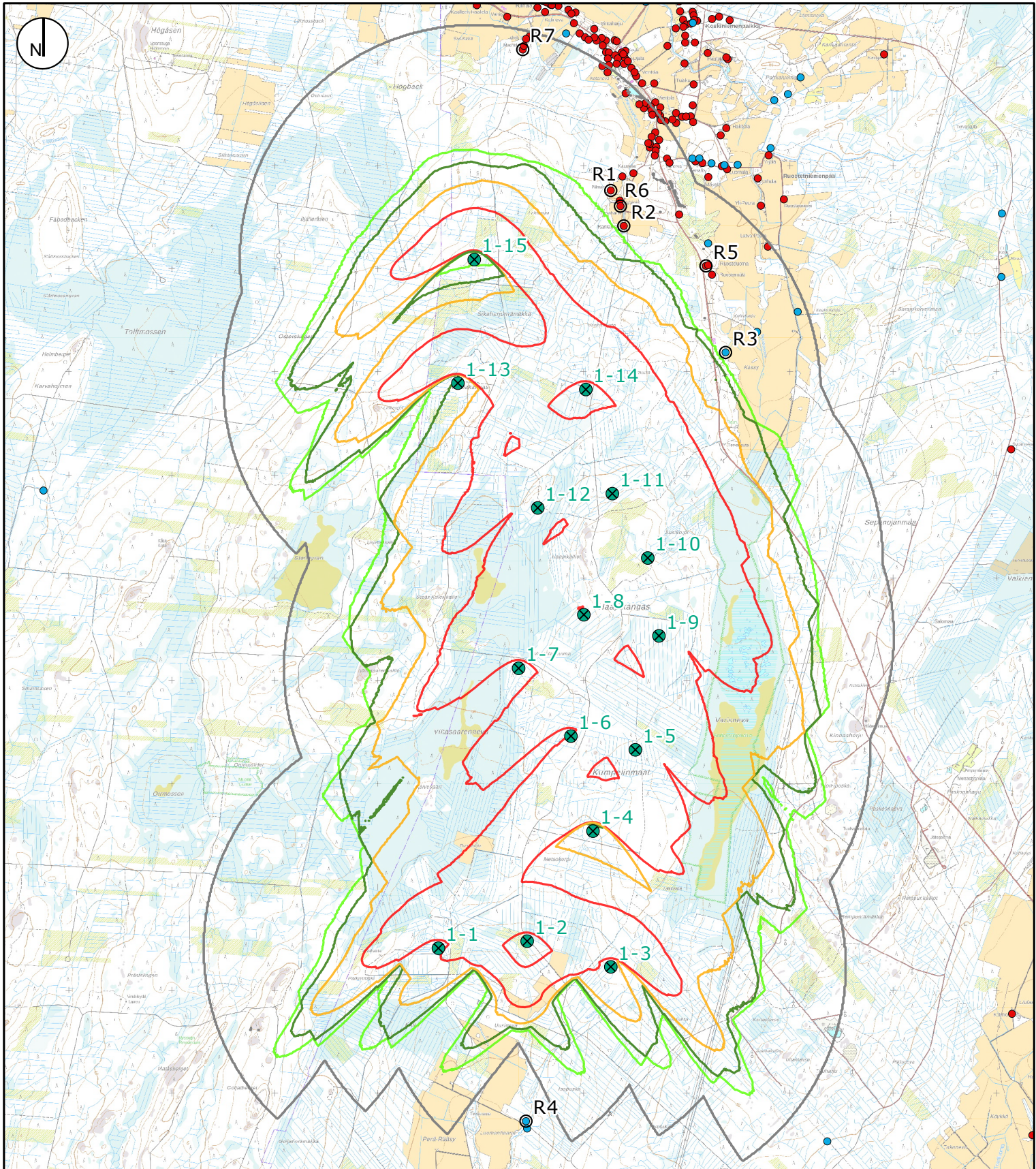
Vuosittaiseen todelliseen välkevaikutukseen vaikuttaa, kuinka tarkasti vuosittainen tuulivoimaloiden toiminta ja sääolosuhteet vastaavat mallinnuksessa käytettyjä arvoja. Lisäksi voimaloiden näkyminen tai näkymisen estyminen esimerkiksi puuston tai rakennusten vuoksi on vaikuttava tekijä välkevaikutuksen muodostumisessa. Jos tuulivoimalat eivät näy häiriintyvään kohteeseen, ei lähikohtaisesti välkettä aiheudu.

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 Immis-sionen 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. 2012. Tilastoja Suomen ilmastosta 1981–2010.
7. Ilmatieteen laitos. 2024. Suomen Tuuliatlas. Saatavilla osoitteesta: <http://tuuliatlas.fmi.fi/fi/>.
8. Maanmittauslaitos. 2024. Korkeusmalli 2 m. Saatavilla osoitteesta <https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/aineistot-ja-rajapinnat/tuotekuvaukset/korkeusmalli-2-m>.

LIITTEET

- | | |
|----------|--|
| Liite 1 | Paulakankaan tuulivoimahankkeen VE1 Real Case -laskennan välkevyöhykkeet |
| Liite 2 | Paulakankaan tuulivoimahankkeen VE1 kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä |
| Liite 3 | Paulakankaan tuulivoimahankkeen VE2 Real Case -laskennan välkevyöhykkeet |
| Liite 4 | Paulakankaan tuulivoimahankkeen VE2 kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä |
| Liite 5 | Yhteismallinnus, Paulakankaan VE1 ja Paskoonharjun toiminnassa olevien voimaloiden Real Case -laskennan välkevyöhykkeet |
| Liite 6 | Yhteismallinnus, Paulakankaan VE1 ja Paskoonharjun toiminnassa olevien voimaloiden kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä |
| Liite 7 | Yhteismallinnus, Paulakankaan VE2 ja Paskoonharjun toiminnassa olevien voimaloiden Real Case -laskennan välkevyöhykkeet |
| Liite 8 | Yhteismallinnus, Paulakankaan VE2 ja Paskoonharjun toiminnassa olevien voimaloiden kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä |
| Liite 9 | Yhteismallinnus, Paulakankaan VE1, Paskoonharjun toiminnassa olevien voimaloiden ja Bredåsenin kaavaehdotuksen suunniteltujen voimaloiden Real Case -laskennan välkevyöhykkeet |
| Liite 10 | Yhteismallinnus, Paulakankaan VE1, Paskoonharjun toiminnassa olevien voimaloiden ja Bredåsenin kaavaehdotuksen suunniteltujen voimaloiden kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä |
| Liite 11 | Yhteismallinnus, Paulakankaan VE2, Paskoonharjun toiminnassa olevien voimaloiden ja Bredåsenin kaavaehdotuksen suunniteltujen voimaloiden Real Case -laskennan välkevyöhykkeet |
| Liite 12 | Yhteismallinnus, Paulakankaan VE2, Paskoonharjun toiminnassa olevien voimaloiden ja Bredåsenin kaavaehdotuksen suunniteltujen voimaloiden kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä |


RAMBOLL

VALOREM Energies Finland Oy
Paulakankaan tuulivoimapaisto

Välkemallinnus
(WindPro 4.0)

Paulakangas 15 WTG
NORDEX N163/6.X-6.8
HH 200 m
RD 200 m

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

— 0
— 8
— 10
— 15
— 30

⊗ Paulakankaan
tuulivoimala VE1
○ Reseptori
● Asuinrakennus
● Lomarakennus

Mittakaava (A4): 1:50 000

0 0,5 1 2 km

Tausta: © MML 2025
Aineisto: © MML 2025,
© Ramboll 2025

Tekijä: Ramboll, MM 07/2025

SHADOW - Main Result

Calculation: PAU15WTG_TH300_28072025

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

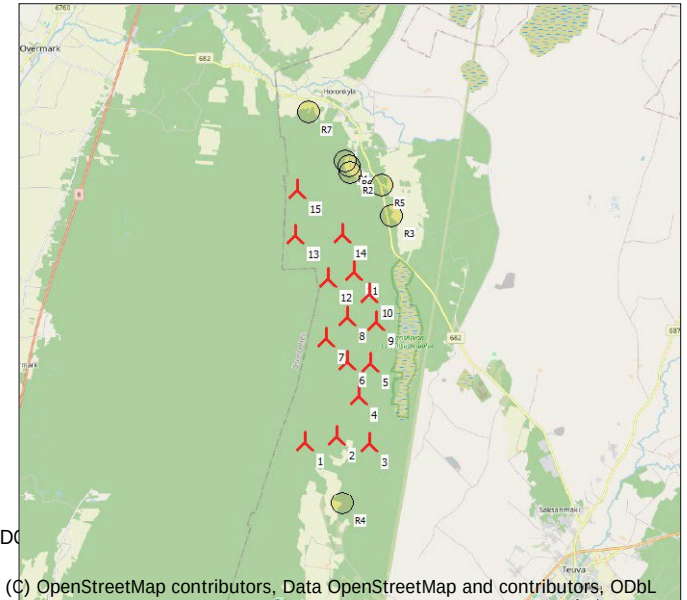
Minimum sun height over horizon for influence 3 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
1,00 2,82 4,23 6,60 8,77 9,10 8,87 6,81 4,67 2,52 1,17 0,58

Operational time
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
699 547 364 309 461 599 960 1 654 970 708 579 524 8 374

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: Paulakangas_122022_EMD
Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89



WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type		Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.					Calculation distance [m]	RPM
			[m]									[RPM]
1	222 589	6 943 403	70,0	NORDEX N163/6.X USER	68...Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
2	223 450	6 943 472	69,0	NORDEX N163/6.X USER	68...Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
3	224 262	6 943 222	73,0	NORDEX N163/6.X USER	68...Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
4	224 089	6 944 540	80,1	NORDEX N163/6.X USER	68...Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
5	224 501	6 945 329	84,0	NORDEX N163/6.X USER	68...Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
6	223 875	6 945 462	85,0	NORDEX N163/6.X USER	68...Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
7	223 367	6 946 120	83,0	NORDEX N163/6.X USER	68...Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
8	224 000	6 946 640	87,0	NORDEX N163/6.X USER	68...Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
9	224 729	6 946 435	88,0	NORDEX N163/6.X USER	68...Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
10	224 621	6 947 190	89,0	NORDEX N163/6.X USER	68...Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
11	224 277	6 947 815	83,1	NORDEX N163/6.X USER	68...Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
12	223 553	6 947 677	81,0	NORDEX N163/6.X USER	68...Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
13	222 778	6 948 887	78,0	NORDEX N163/6.X USER	68...Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
14	224 020	6 948 826	74,0	NORDEX N163/6.X USER	68...Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
15	222 937	6 950 087	70,0	NORDEX N163/6.X USER	68...Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7

Shadow receptor-Input

No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window [°]	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
				[m]	[m]	[m]	[m]			[m]
R1	Shadow Receptor: 1,0	224 262	6 950 758	61,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R2	Shadow Receptor: 1,0	224 388	6 950 414	61,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R3	Shadow Receptor: 1,0	225 376	6 949 186	68,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R4		223 439	6 941 725	58,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R5	Shadow Receptor: 1,0	225 186	6 950 026	72,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R6	Shadow Receptor: 1,0	224 356	6 950 606	60,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R7	Shadow Receptor: 1,0	223 407	6 952 125	47,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

SHADOW - Main Result

Calculation: PAU15WTG_TH300_28072025

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case		Max shadow hours per day	Shadow, expected values	
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]		Shadow hours per year [h/year]	Shadow hours per year [h/year]
R1	Shadow Receptor: 1,0	41:47	114	0:31	5:30	
R2	Shadow Receptor: 1,0	52:12	138	0:31	7:35	
R3	Shadow Receptor: 1,0	50:20	136	0:33	7:37	
R4		0:00	0	0:00	0:00	
R5	Shadow Receptor: 1,0	22:20	69	0:29	3:58	
R6	Shadow Receptor: 1,0	42:42	119	0:31	5:43	
R7	Shadow Receptor: 1,0	22:26	74	0:24	2:14	

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

No.	Name		Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	NORDEX N163/6.X USER	6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (170)	0:00	0:00
2	NORDEX N163/6.X USER	6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (159)	0:00	0:00
3	NORDEX N163/6.X USER	6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (160)	0:00	0:00
4	NORDEX N163/6.X USER	6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (161)	0:00	0:00
5	NORDEX N163/6.X USER	6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (162)	0:00	0:00
6	NORDEX N163/6.X USER	6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (163)	0:00	0:00
7	NORDEX N163/6.X USER	6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (164)	0:00	0:00
8	NORDEX N163/6.X USER	6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (165)	0:00	0:00
9	NORDEX N163/6.X USER	6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (166)	0:00	0:00
10	NORDEX N163/6.X USER	6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (167)	17:29	1:50
11	NORDEX N163/6.X USER	6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (172)	15:22	2:22
12	NORDEX N163/6.X USER	6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (168)	0:00	0:00
13	NORDEX N163/6.X USER	6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (169)	9:11	1:30
14	NORDEX N163/6.X USER	6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (173)	92:14	12:10
15	NORDEX N163/6.X USER	6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (171)	75:17	12:24

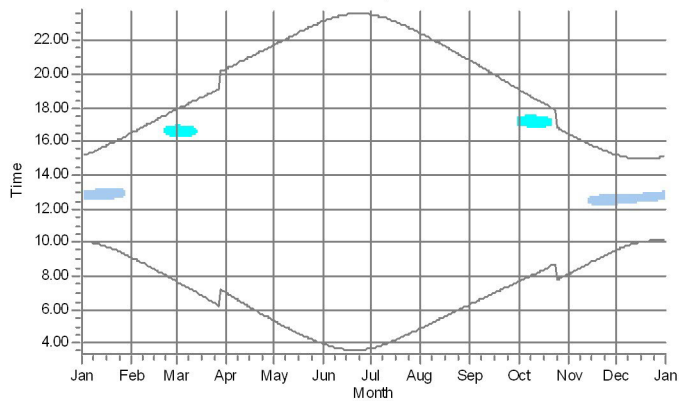
Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

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.

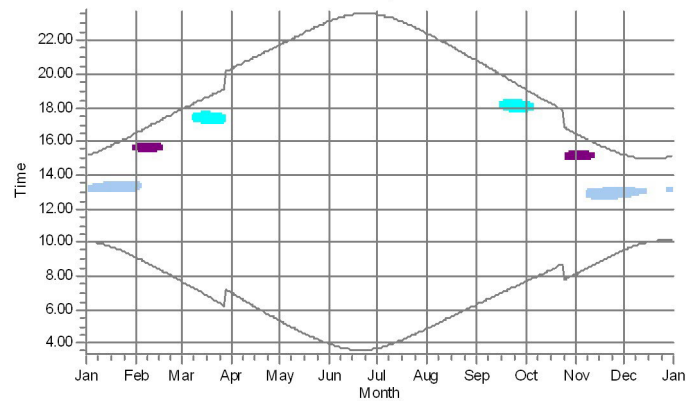
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: PAU15WTG_TH300_28072025

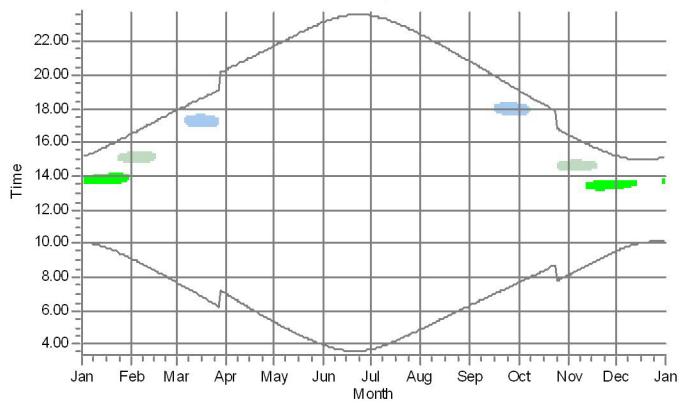
R1: Shadow Receptor: 1,0



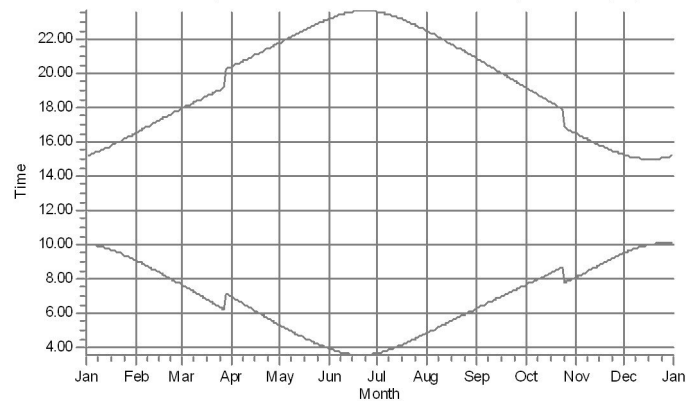
R2: Shadow Receptor: 1,0



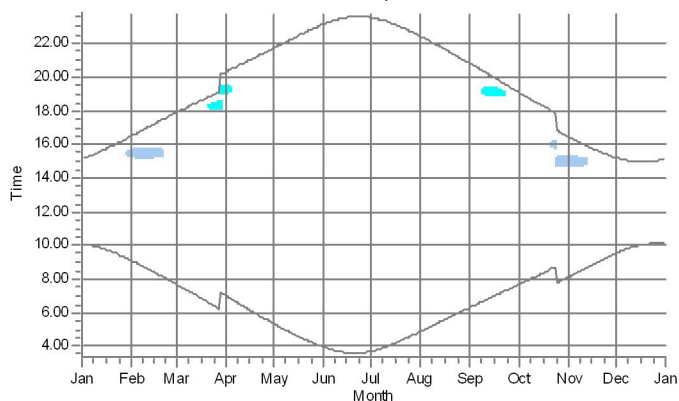
R3: Shadow Receptor: 1,0



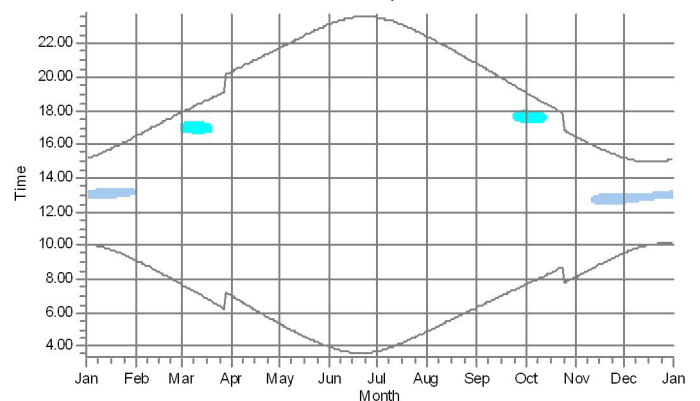
R4: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (34)



R5: Shadow Receptor: 1,0



R6: Shadow Receptor: 1,0



WTGs

10: NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (167)
 13: NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (169)
 15: NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (171)

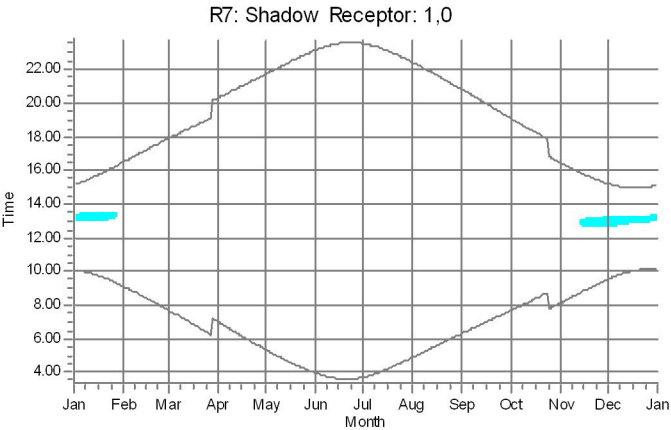
11: NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (172)
 14: NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (173)

Project:
Paulakangas

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Matias Mokko / matias.mokko@ramboll.fi
Calculated:
28.7.2025 15.48/4.0.540

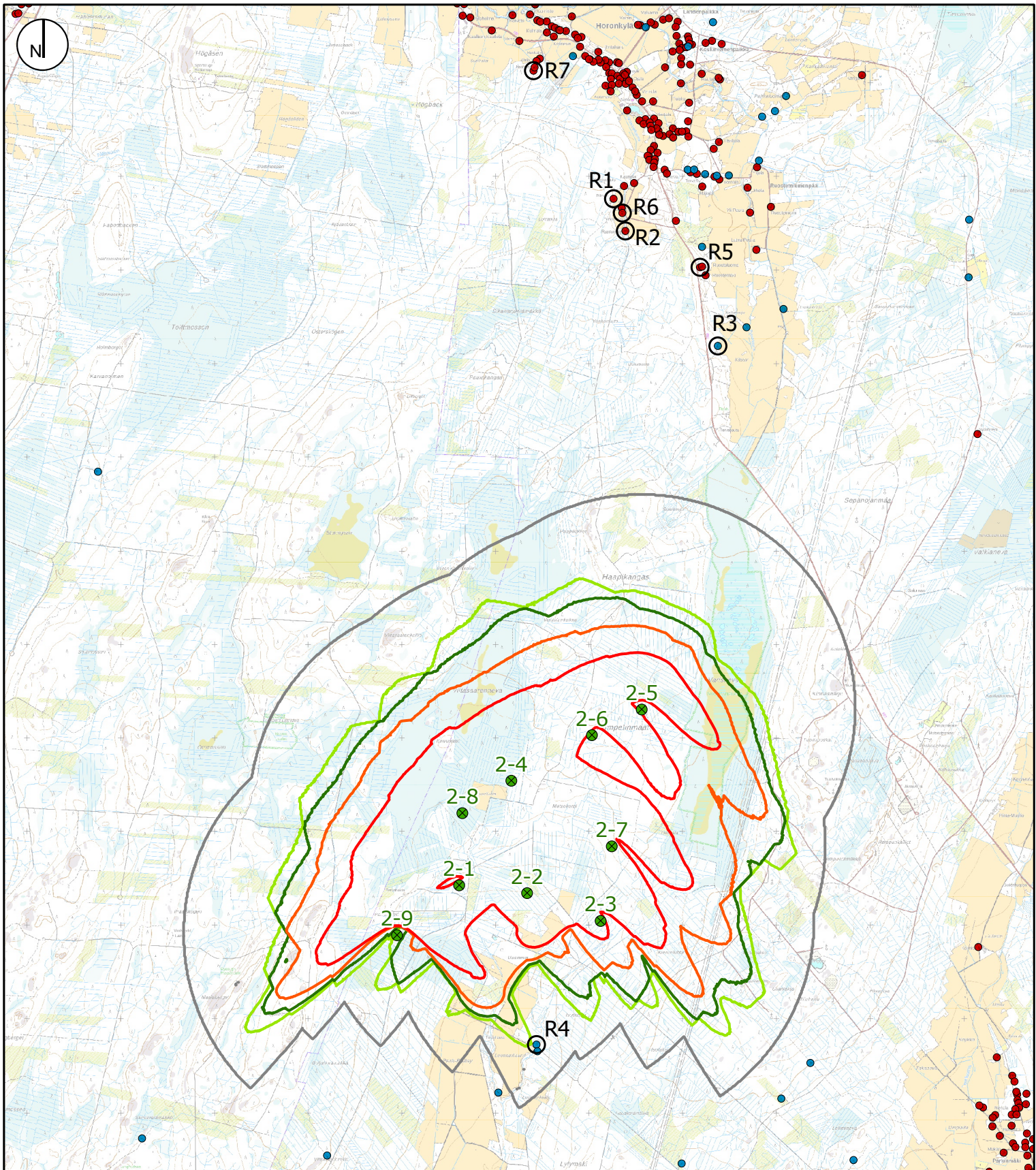
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: PAU15WTG_TH300_28072025



WTGs

15: NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (171)


RAMBOLL

VALOREM Energies Finland Oy
Paulakankaan tuulivoimapaisto

Välkemallinnus
(WindPro 4.0)

Paulakangas 9 WTG
NORDEX N163/6.X-6.8
HH 200 m
RD 200 m

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

— 0
— 8
— 10
— 15
— 30

○ Reseptori
● Asuinrakennus
● Lomarakennus
● Paulakankaan
tuulivoimala (VE2)

Mittakaava (A4): 1:55 000

0 0,75 1,5 3 km

Tausta: © MML 2025
Aineisto: © MML 2025,
© Ramboll 2025

Tekijä: Ramboll, MN & MM 02/2025

SHADOW - Main Result

Calculation: PAU9WTG_28022025

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
1,00	2,82	4,23	6,60	8,77	9,10	8,87	6,81	4,67	2,52	1,17	0,58

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
699	547	364	309	461	599	960	1 654	970	708	579	524	8 374

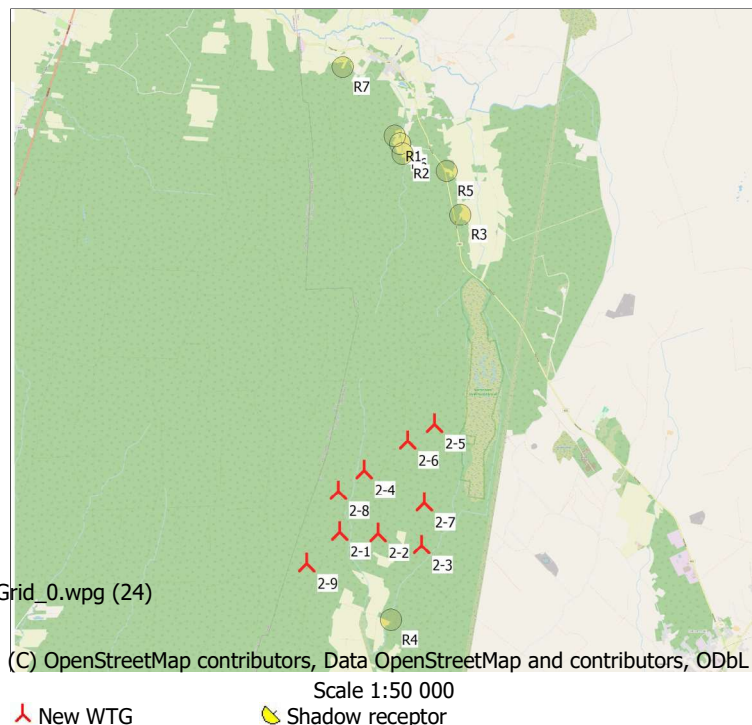
Monthly aggregation of real case reduction

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: Paulakangas_122022_EMDGrid_0.wpg (24)

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]									
2-1	222 614	6 943 443	70,0	NORDEX N163/6.X USER 6800 ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
2-2	223 339	6 943 360	67,0	NORDEX N163/6.X USER 6800 ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
2-3	224 124	6 943 062	69,9	NORDEX N163/6.X USER 6800 ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
2-4	223 170	6 944 560	76,0	NORDEX N163/6.X USER 6800 ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
2-5	224 563	6 945 320	84,0	NORDEX N163/6.X USER 6800 ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
2-6	224 031	6 945 047	84,0	NORDEX N163/6.X USER 6800 ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
2-7	224 243	6 943 859	78,0	NORDEX N163/6.X USER 6800 ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
2-8	222 647	6 944 214	74,0	NORDEX N163/6.X USER 6800 ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
2-9	221 950	6 942 910	72,0	NORDEX N163/6.X USER 6800 ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7

Shadow receptor-Input

No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
R1	Shadow Receptor: 1,0	224 262	6 950 758	61,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R2	Shadow Receptor: 1,0	224 388	6 950 414	61,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R3	Shadow Receptor: 1,0	225 376	6 949 186	68,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R4		223 439	6 941 725	58,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R5	Shadow Receptor: 1,0	225 186	6 950 026	72,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R6	Shadow Receptor: 1,0	224 356	6 950 606	60,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R7	Shadow Receptor: 1,0	223 407	6 952 125	47,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	
R1	Shadow Receptor: 1,0	0:00	0	0:00	0:00	
R2	Shadow Receptor: 1,0	0:00	0	0:00	0:00	
R3	Shadow Receptor: 1,0	0:00	0	0:00	0:00	
R4		26:59	84	0:26	7:13	
R5	Shadow Receptor: 1,0	0:00	0	0:00	0:00	
R6	Shadow Receptor: 1,0	0:00	0	0:00	0:00	
R7	Shadow Receptor: 1,0	0:00	0	0:00	0:00	

Project:

Paulakangas

Licensed user:

Ramboll Deutschland GmbH

Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel

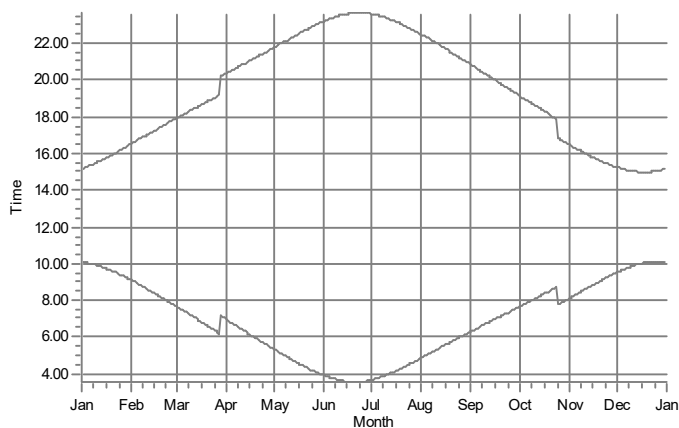
Matias Mokko / matias.mokko@ramboll.fi

Calculated:

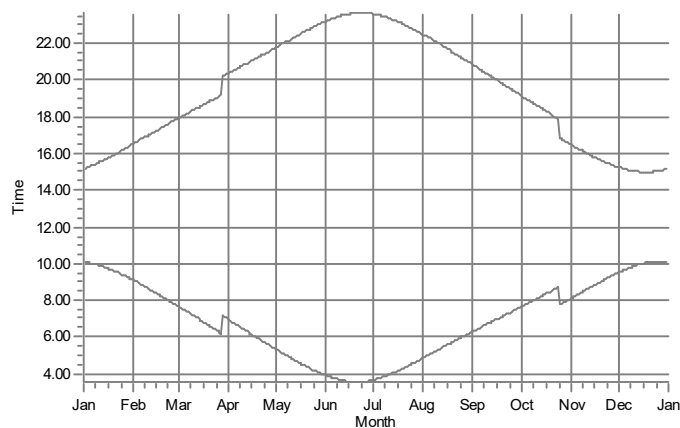
28.2.2025 17.13/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical**Calculation:** PAU9WTG_28022025

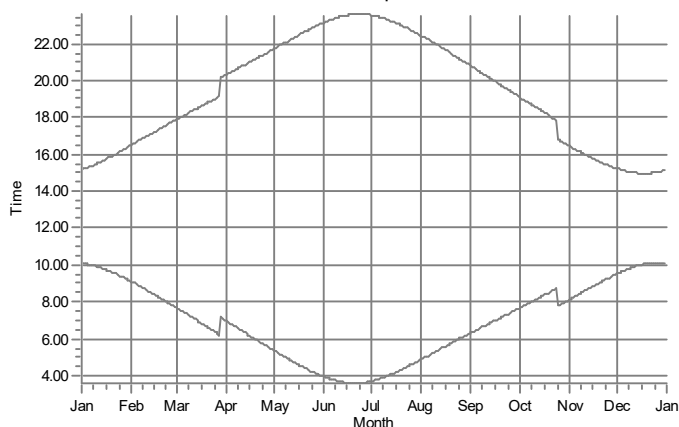
R1: Shadow Receptor: 1,0



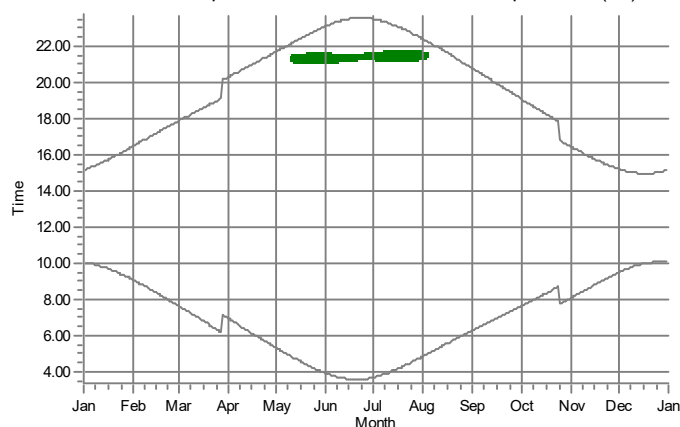
R2: Shadow Receptor: 1,0



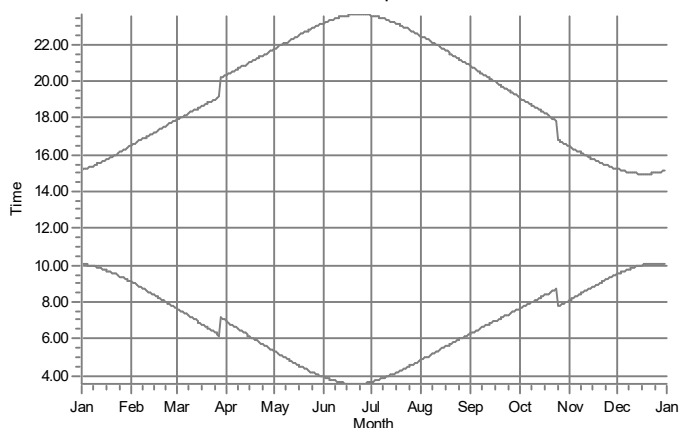
R3: Shadow Receptor: 1,0



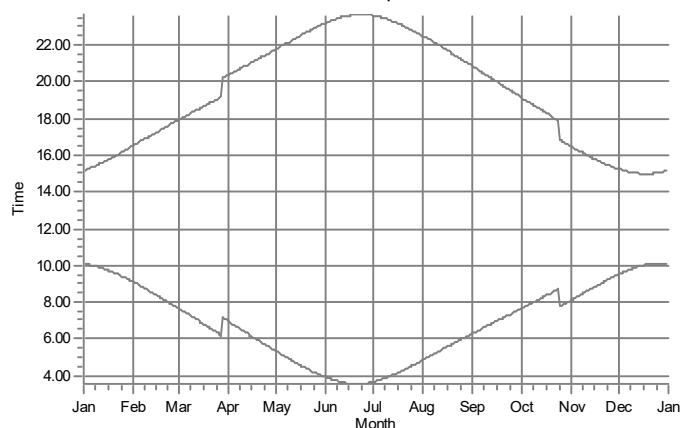
R4: Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 3.1° Slope: 90.0° (34)



R5: Shadow Receptor: 1,0



R6: Shadow Receptor: 1,0



WTGs

2-9: NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (220)

Project:

Paulakangas

Licensed user:

Ramboll Deutschland GmbH

Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel

-

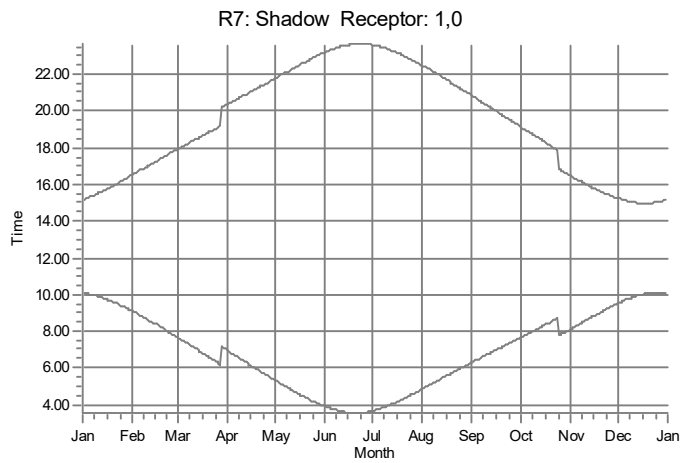
Matias Mokko / matias.mokko@ramboll.fi

Calculated:

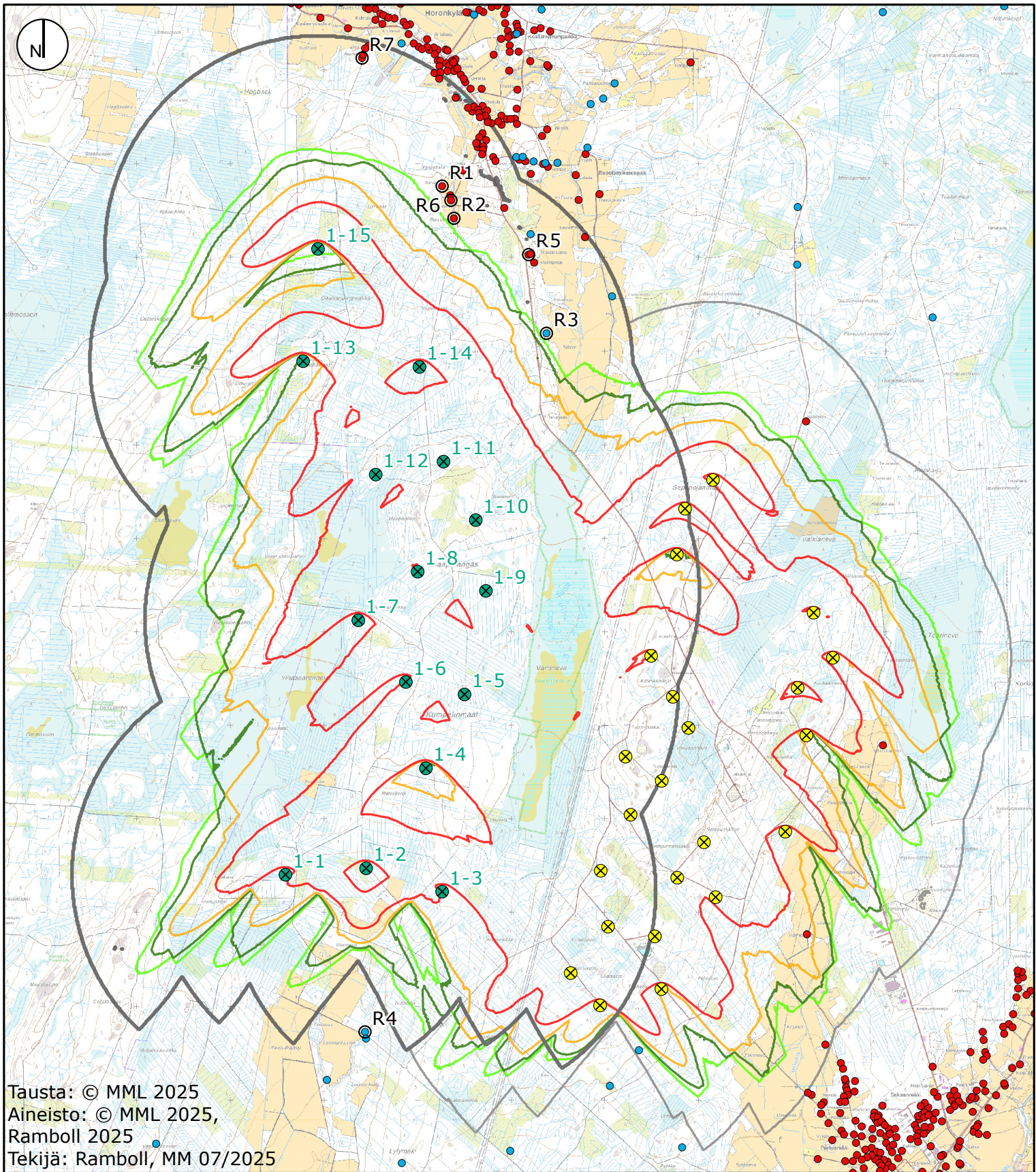
28.2.2025 17.13/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: PAU9WTG_28022025



WTGs


RAMBOLL

Välkemallinnus (WindPro 4.0)
VALOREM Energies Finland Oy
Paulakankaan tuulivoimapaisto

Yhteisvälkemallinnuksessa
Paskoonharjun tuulivoimapaisto

Mittakaava (A4): 1:55 000

0 1 2 km

Paulakangas 15 WTG
NORDEX N163/6.X-6.8
HH 200 m
RD 200 m

Paskoonharju 23 WTG
VESTAS V136-4.5
VESTAS V150-6.0
HH 142 / 155 m
RD 136 / 150 m

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

— 0
— 8
— 10
— 15
— 30
— Paulakangas VE1, välkkeen 0-raja

○ Reseptori
⊗ Paulakankaan tuulivoimala VE1
⊗ Paskoonharjun tuulivoimala
● Asuinrakennus
● Lomarakennus

SHADOW - Main Result

Calculation: PAU15WTG_PAS23WTG_28072025

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
1,00	2,82	4,23	6,60	8,77	9,10	8,87	6,81	4,67	2,52	1,17	0,58

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
699	547	364	309	461	599	960	1 654	970	708	579	524	8 374

Monthly aggregation of real case reduction

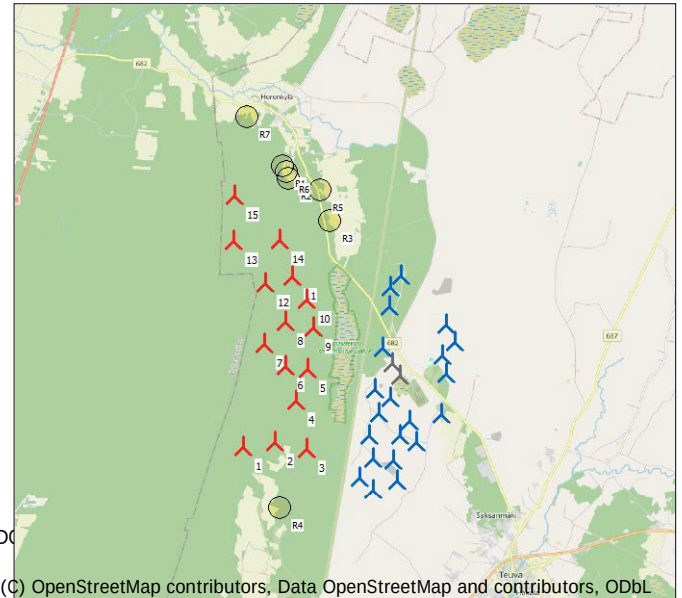
A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:

Height contours used: Elevation Grid Data Object: Paulakangas_122022_EMD

Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89



Scale 1:200 000
New WTG
Shadow receptor

WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type		Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.					Calculation distance [m]	RPM [RPM]
			[m]									
1	226 769	6 946 822	99,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
1	222 589	6 943 403	70,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
2	223 450	6 943 472	69,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
2	226 494	6 945 740	101,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
3	226 725	6 945 303	101,0	VESTAS V136-4.5 USER 45...	Yes	VESTAS	V136-4.5 USER-4 500	4 500	136,0	142,0	1 800	10,4
3	224 262	6 943 222	73,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
4	226 220	6 944 664	97,2	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
4	224 089	6 944 540	80,1	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
5	224 501	6 945 329	84,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
5	226 606	6 944 405	101,7	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
6	223 875	6 945 462	85,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
6	226 274	6 944 044	94,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
7	223 367	6 946 120	83,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
7	227 154	6 947 619	98,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
8	226 856	6 947 312	96,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
8	224 000	6 946 640	87,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
9	224 729	6 946 435	88,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
9	228 434	6 945 720	91,4	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
10	228 228	6 946 201	94,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
10	224 621	6 947 190	89,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
11	228 058	6 945 399	93,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
11	224 277	6 947 815	83,1	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
12	223 553	6 947 677	81,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
12	228 152	6 944 892	90,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
13	222 778	6 948 887	78,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
13	227 926	6 943 863	79,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
14	226 892	6 944 971	100,0	VESTAS V136-4.5 USER 45...	Yes	VESTAS	V136-4.5 USER-4 500	4 500	136,0	142,0	1 800	10,4
14	224 020	6 948 826	74,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
15	227 058	6 943 750	98,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
15	222 937	6 950 087	70,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
16	226 772	6 943 371	96,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
17	225 955	6 943 446	88,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
18	227 183	6 943 163	89,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
19	226 534	6 942 745	94,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
20	226 034	6 942 848	90,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: PAU15WTG_PAS23WTG_28072025

...continued from previous page

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type		Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.					Calculation distance [m]	RPM
			[m]									[RPM]
21	226 604	6 942 182	87,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
22	225 948	6 942 008	89,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
23	225 635	6 942 353	89,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-

Shadow receptor-Input

No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
R1	Shadow Receptor: 1,0	224 262	6 950 758	61,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R2	Shadow Receptor: 1,0	224 388	6 950 414	61,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R3	Shadow Receptor: 1,0	225 376	6 949 186	68,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R4		223 439	6 941 725	58,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R5	Shadow Receptor: 1,0	225 186	6 950 026	72,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R6	Shadow Receptor: 1,0	224 356	6 950 606	60,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R7	Shadow Receptor: 1,0	223 407	6 952 125	47,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	
R1	Shadow Receptor: 1,0	41:47	114	0:31	5:30	
R2	Shadow Receptor: 1,0	52:12	138	0:31	7:35	
R3	Shadow Receptor: 1,0	50:20	136	0:33	7:37	
R4		0:00	0	0:00	0:00	
R5	Shadow Receptor: 1,0	22:20	69	0:29	3:58	
R6	Shadow Receptor: 1,0	42:42	119	0:31	5:43	
R7	Shadow Receptor: 1,0	22:26	74	0:24	2:14	

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

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (101)	0:00	0:00
1	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (170)	0:00	0:00
2	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (159)	0:00	0:00
2	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (102)	0:00	0:00
3	VESTAS V136-4.5 USER 4500 136.0 !O! hub: 142,0 m (TOT: 210,0 m) (103)	0:00	0:00
3	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (160)	0:00	0:00
4	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (104)	0:00	0:00
4	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (161)	0:00	0:00
5	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (162)	0:00	0:00
5	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (105)	0:00	0:00
6	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (163)	0:00	0:00
6	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (106)	0:00	0:00
7	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (164)	0:00	0:00
7	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (107)	0:00	0:00
8	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (108)	0:00	0:00
8	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (165)	0:00	0:00
9	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (166)	0:00	0:00
9	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (109)	0:00	0:00
10	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (110)	0:00	0:00
10	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (167)	17:29	1:50
11	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (111)	0:00	0:00
11	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (172)	15:22	2:22
12	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (168)	0:00	0:00
12	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (112)	0:00	0:00
13	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (169)	9:11	1:30
13	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (113)	0:00	0:00
14	VESTAS V136-4.5 USER 4500 136.0 !O! hub: 142,0 m (TOT: 210,0 m) (114)	0:00	0:00

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: PAU15WTG_PAS23WTG_28072025

...continued from previous page

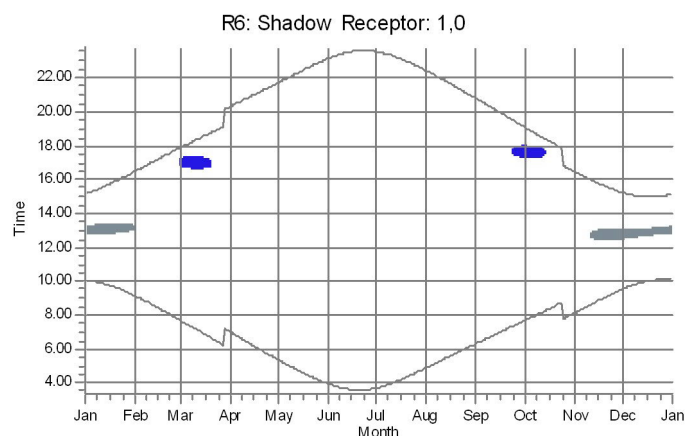
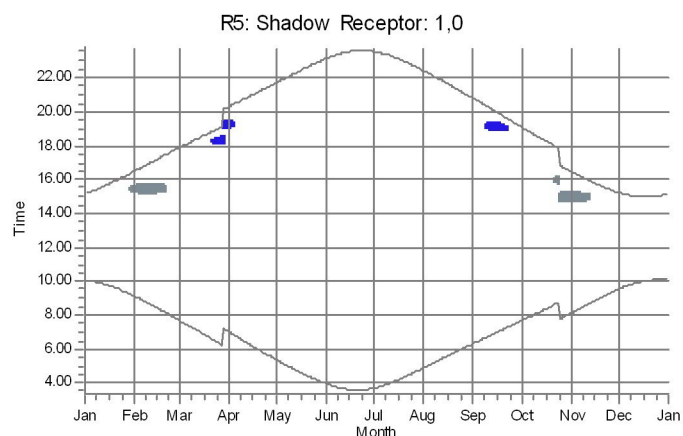
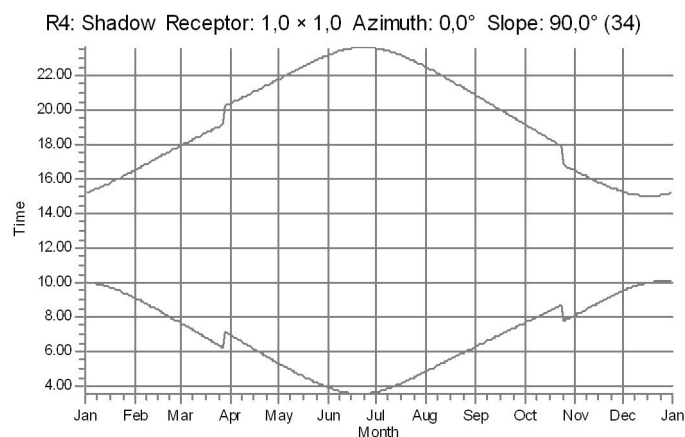
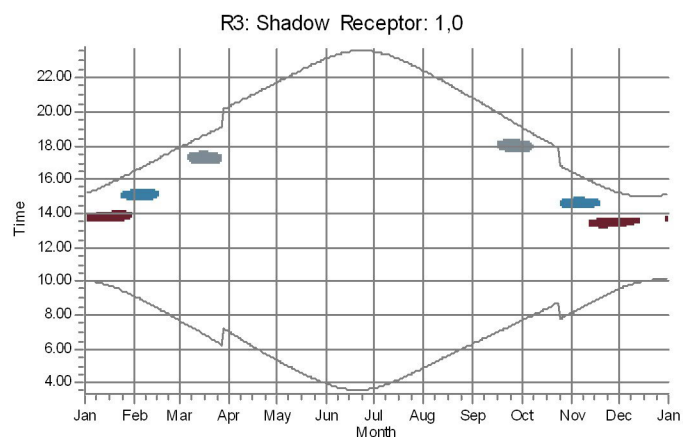
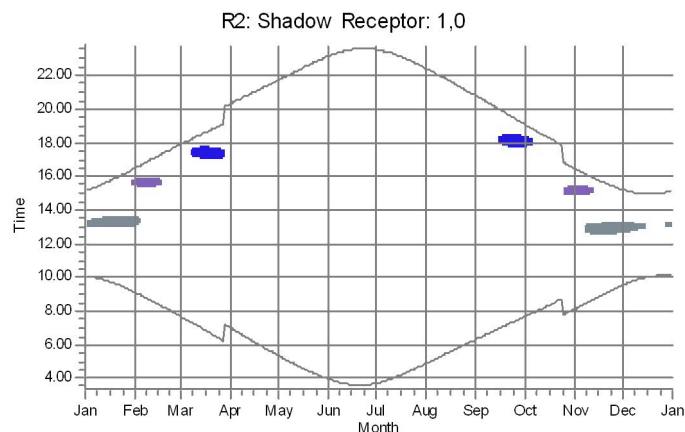
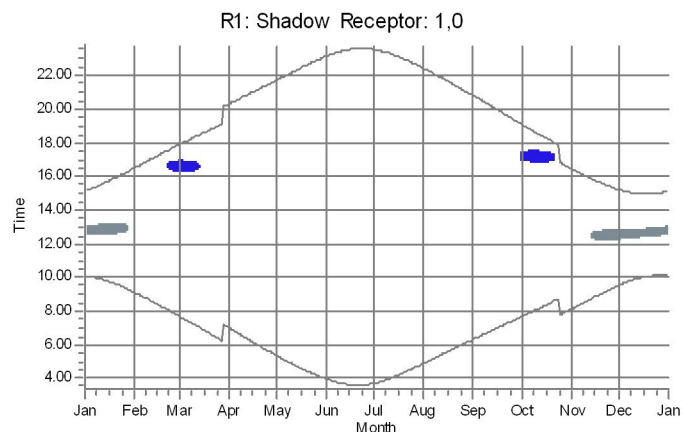
No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
14	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (173)	92:14	12:10
15	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (115)	0:00	0:00
15	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (171)	75:17	12:24
16	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (116)	0:00	0:00
17	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (117)	0:00	0:00
18	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (118)	0:00	0:00
19	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (119)	0:00	0:00
20	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (120)	0:00	0:00
21	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (121)	0:00	0:00
22	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (122)	0:00	0:00
23	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (123)	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

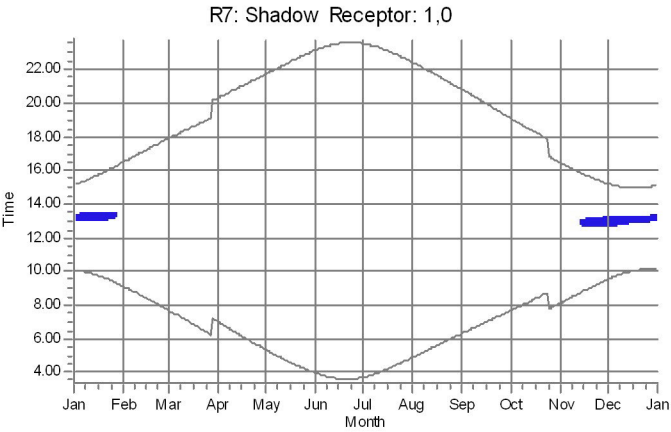
Calculation: PAU15WTG_PAS23WTG_28072025



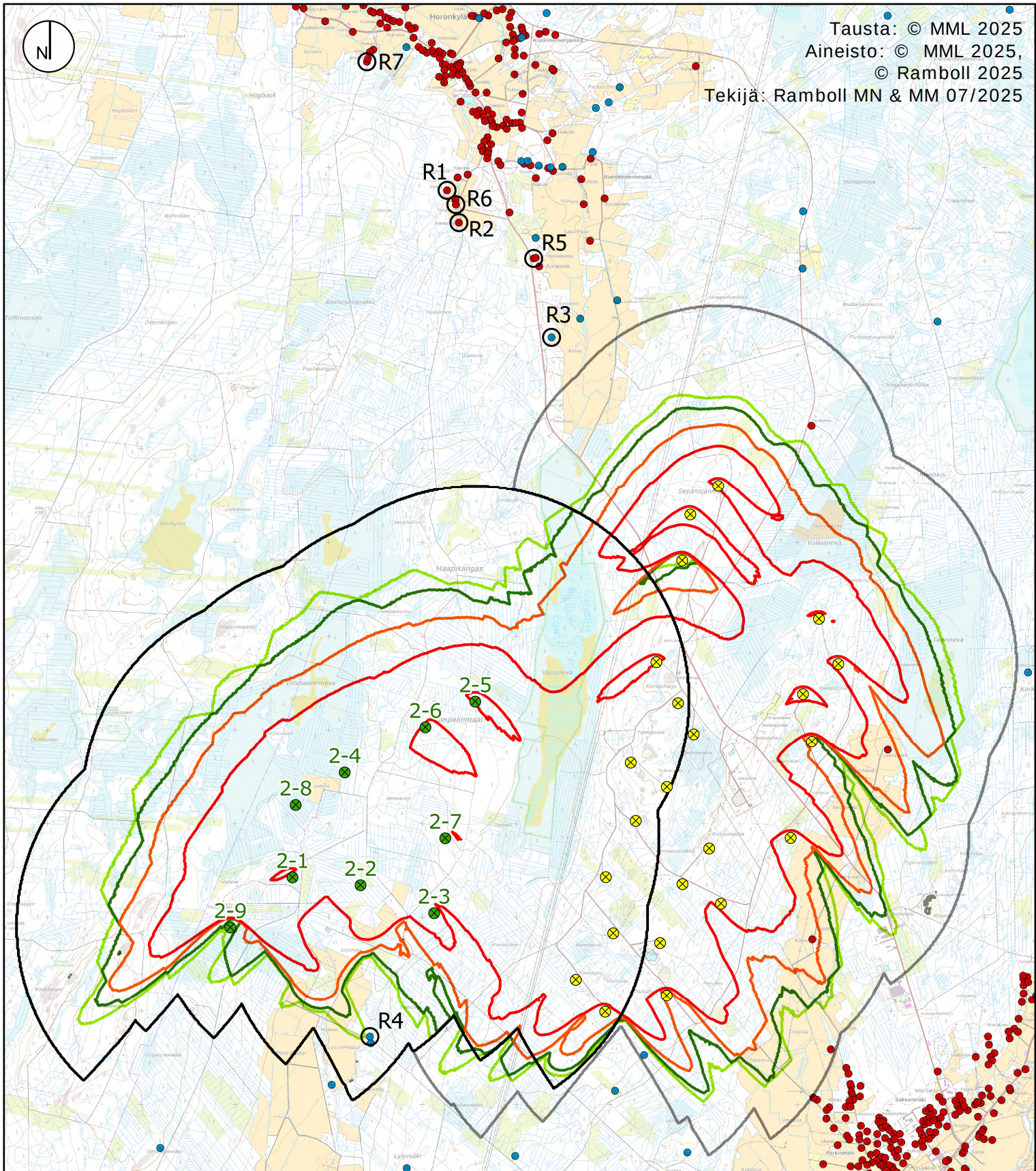
WTGs

10: NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 10! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (167)	15: NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 10! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (171)	14: NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 10! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (173)
13: NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 10! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (169)	11: NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 10! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (172)	

SHADOW - Calendar, graphical
Calculation: PAU15WTG_PAS23WTG_28072025



WTGs
15: NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !Of hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (171)



Tausta: © MML 2025
Aineisto: © MML 2025,
© Ramboll 2025
Tekijä: Ramboll MN & MM 07/2025

RAMBOLL

VALOREM Energies Finland Oy
Paulakankaan tuulivoimapaisto

Yhteisvälkemallinnuksessa
huomioitu Paskoonharjun
tuulivoimapaisto

Mittakaava (A4): 1:55 000

0 0.5 1 2 km

Välkemallinnus
(WindPro 4.0)

Paulakangas 9WTG
NORDEX N163/6.X-6.8
HH 200 m
RD 200 m

Paskoonharju 23WTG
VESTAS V136-4.5
VESTAS V150-6.0
HH 142 m / 155 m
RD 136 m / 150 m

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

— 0
— 8
— 10
— 15
— 30
— Paulakangas VE2,
välkkeen 0-raja

● Tuulivoimala,
Paulakangas VE2
● Tuulivoimala,
Paskoonharju
○ Reseptori
● Asuinrakennus
● Lomarakennus

SHADOW - Main Result

Calculation: YTM_PAU9WTG_PAS23WTG_28022025

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
1.00	2.82	4.23	6.60	8.77	9.10	8.87	6.81	4.67	2.52	1.17	0.58

Operational time

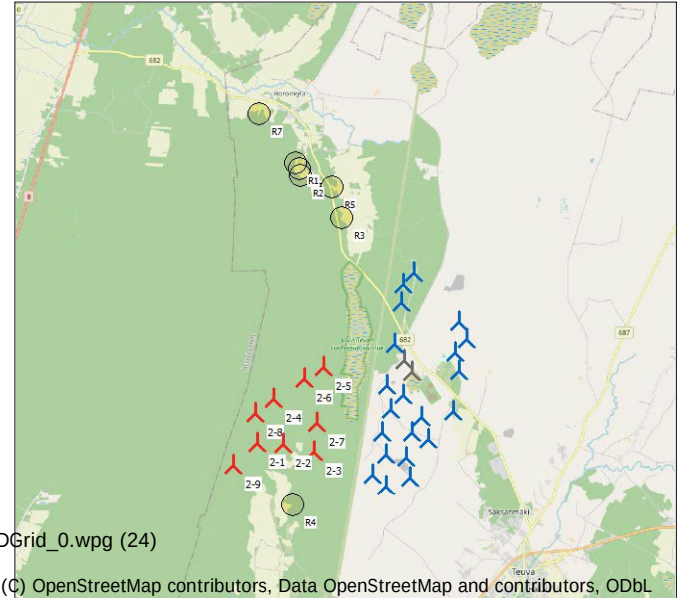
N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
699	547	364	309	461	599	960	1 654	970	708	579	524	8 374

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: Paulakangas_122022_EMDGrid_0.wpg (24)

Receptor grid resolution: 1.0 m



All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type		Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.					Calculation distance [m]	RPM
			[m]									[RPM]
1	226 769	6 946 822	99.0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-
10	228 228	6 946 201	94.0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-
11	228 058	6 945 399	93.0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-
12	228 152	6 944 892	90.0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-
13	227 926	6 943 863	79.0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-
14	226 892	6 944 971	100.0	VESTAS V136-4.5 USER 45...	Yes	VESTAS	V136-4.5 USER-4 500	4 500	136.0	142.0	1 800	10.4
15	227 058	6 943 750	98.0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-
16	226 772	6 943 371	96.0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-
17	225 955	6 943 446	88.0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-
18	227 183	6 943 163	89.0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-
19	226 534	6 942 745	94.0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-
2	226 494	6 945 740	101.0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-
2-1	222 614	6 943 443	70.0	NORDEX N163/6.X USER ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200.0	200.0	2 274	10.7
2-2	223 339	6 943 360	67.0	NORDEX N163/6.X USER ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200.0	200.0	2 274	10.7
2-3	224 124	6 943 062	69.9	NORDEX N163/6.X USER ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200.0	200.0	2 274	10.7
2-4	223 170	6 944 560	76.0	NORDEX N163/6.X USER ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200.0	200.0	2 274	10.7
2-5	224 563	6 945 320	84.0	NORDEX N163/6.X USER ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200.0	200.0	2 274	10.7
2-6	224 031	6 945 047	84.0	NORDEX N163/6.X USER ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200.0	200.0	2 274	10.7
2-7	224 243	6 943 859	78.0	NORDEX N163/6.X USER ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200.0	200.0	2 274	10.7
2-8	222 647	6 944 214	74.0	NORDEX N163/6.X USER ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200.0	200.0	2 274	10.7
2-9	221 950	6 942 910	72.0	NORDEX N163/6.X USER ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200.0	200.0	2 274	10.7
20	226 034	6 942 848	90.0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-
21	226 604	6 942 182	87.0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-
22	225 948	6 942 008	89.0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-
23	225 635	6 942 353	89.0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-
3	226 725	6 945 303	101.0	VESTAS V136-4.5 USER 45...	Yes	VESTAS	V136-4.5 USER-4 500	4 500	136.0	142.0	1 800	10.4
4	226 220	6 944 664	97.2	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-
5	226 606	6 944 405	101.7	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-
6	226 274	6 944 044	94.0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-
7	227 154	6 947 619	98.0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-
8	226 856	6 947 312	96.0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-
9	228 434	6 945 720	91.4	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150.0	155.0	1 898	-

SHADOW - Main Result

Calculation: YTM_PAU9WTG_PAS23WTG_28022025

Shadow receptor-Input

No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
R1	Shadow Receptor: 1,0	224 262	6 950 758	61.0	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
R2	Shadow Receptor: 1,0	224 388	6 950 414	61.5	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
R3	Shadow Receptor: 1,0	225 376	6 949 186	68.0	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
R4		223 439	6 941 725	58.0	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
R5	Shadow Receptor: 1,0	225 186	6 950 026	72.0	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
R6	Shadow Receptor: 1,0	224 356	6 950 606	60.0	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0
R7	Shadow Receptor: 1,0	223 407	6 952 125	47.0	1.0	1.0	1.0	90.0	"Green house mode"	2.0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
		Shadow hours	Shadow days	Max shadow	Shadow hours	
		per year [h/year]	per year [days/year]	hours per day [h/day]	per year [h/year]	
R1	Shadow Receptor: 1,0	0:00	0	0:00	0:00	
R2	Shadow Receptor: 1,0	0:00	0	0:00	0:00	
R3	Shadow Receptor: 1,0	0:00	0	0:00	0:00	
R4		26:59	84	0:26	7:13	
R5	Shadow Receptor: 1,0	0:00	0	0:00	0:00	
R6	Shadow Receptor: 1,0	0:00	0	0:00	0:00	
R7	Shadow Receptor: 1,0	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 V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (101)	0:00	0:00
10	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (110)	0:00	0:00
11	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (111)	0:00	0:00
12	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (112)	0:00	0:00
13	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (113)	0:00	0:00
14	VESTAS V136-4.5 USER 4500 136.0 !O! hub: 142.0 m (TOT: 210.0 m) (114)	0:00	0:00
15	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (115)	0:00	0:00
16	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (116)	0:00	0:00
17	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (117)	0:00	0:00
18	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (118)	0:00	0:00
19	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (119)	0:00	0:00
2	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (102)	0:00	0:00
2-1	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (221)	0:00	0:00
2-2	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (224)	0:00	0:00
2-3	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (225)	0:00	0:00
2-4	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (223)	0:00	0:00
2-5	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (228)	0:00	0:00
2-6	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (227)	0:00	0:00
2-7	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (226)	0:00	0:00
2-8	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (222)	0:00	0:00
2-9	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (220)	26:59	7:13
20	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (120)	0:00	0:00
21	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (121)	0:00	0:00
22	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (122)	0:00	0:00
23	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (123)	0:00	0:00
3	VESTAS V136-4.5 USER 4500 136.0 !O! hub: 142.0 m (TOT: 210.0 m) (103)	0:00	0:00
4	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (104)	0:00	0:00
5	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (105)	0:00	0:00
6	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (106)	0:00	0:00
7	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (107)	0:00	0:00
8	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (108)	0:00	0:00
9	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155.0 m (TOT: 230.0 m) (109)	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.

Project:

Paulakangas

Licensed user:

Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi

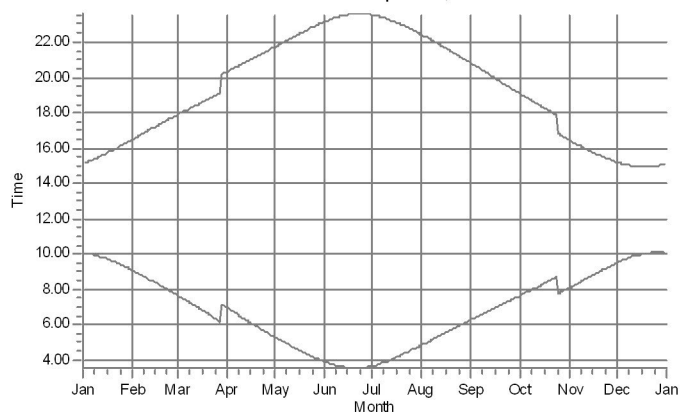
Calculated:

28.2.2025 18.22/4.0.540

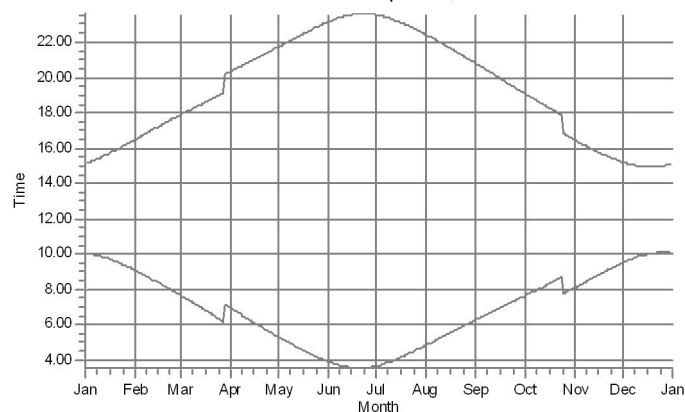
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: YTM_PAU9WTG_PAS23WTG_28022025

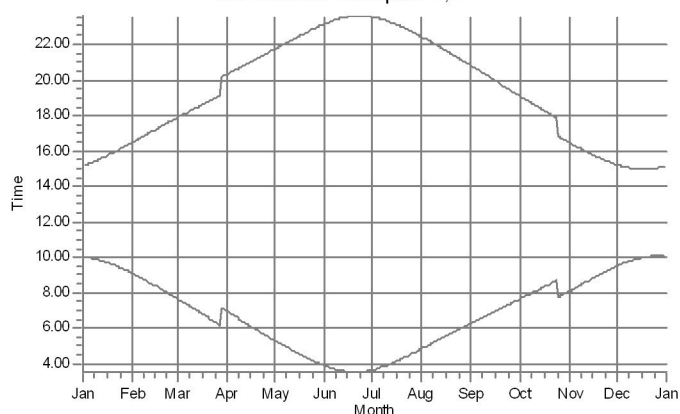
R1: Shadow Receptor: 1,0



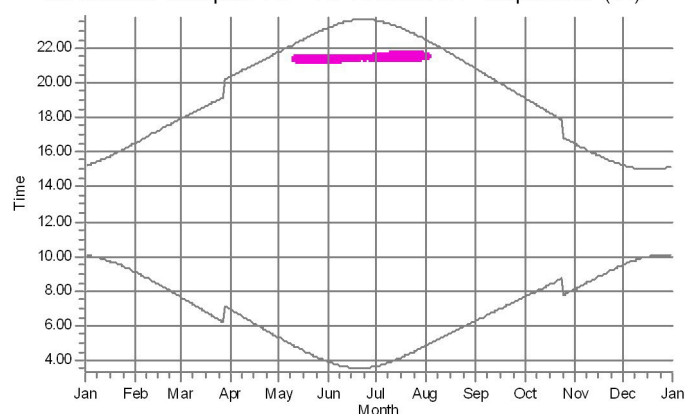
R2: Shadow Receptor: 1,0



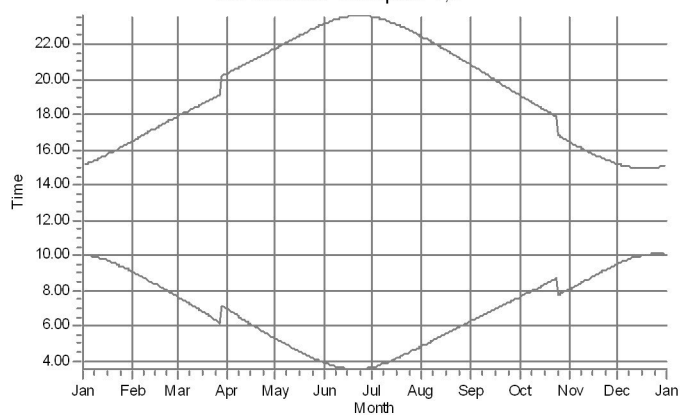
R3: Shadow Receptor: 1,0



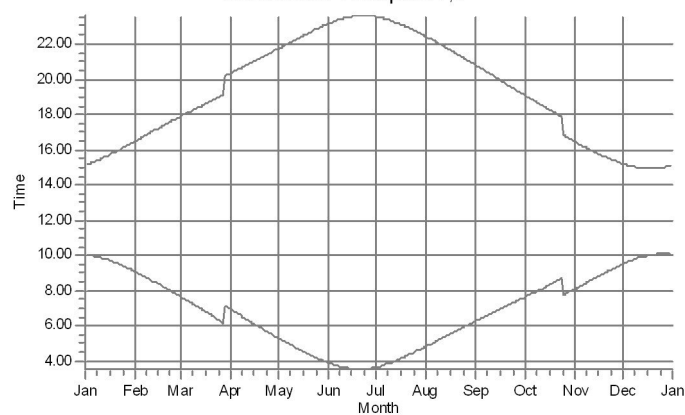
R4: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 3.1° Slope: 90.0° (34)



R5: Shadow Receptor: 1,0



R6: Shadow Receptor: 1,0



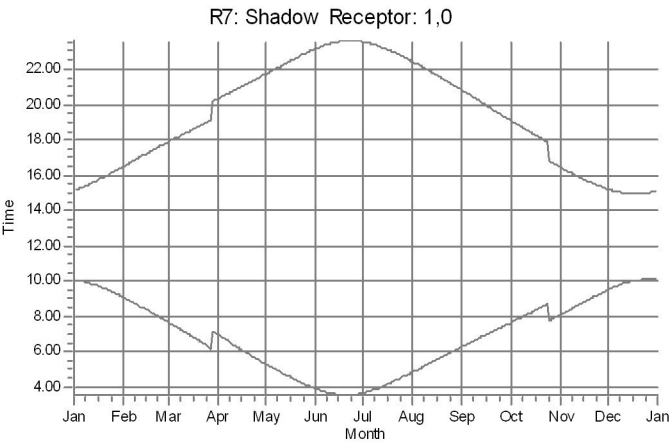
WTGs

2-9: NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 10! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (220)

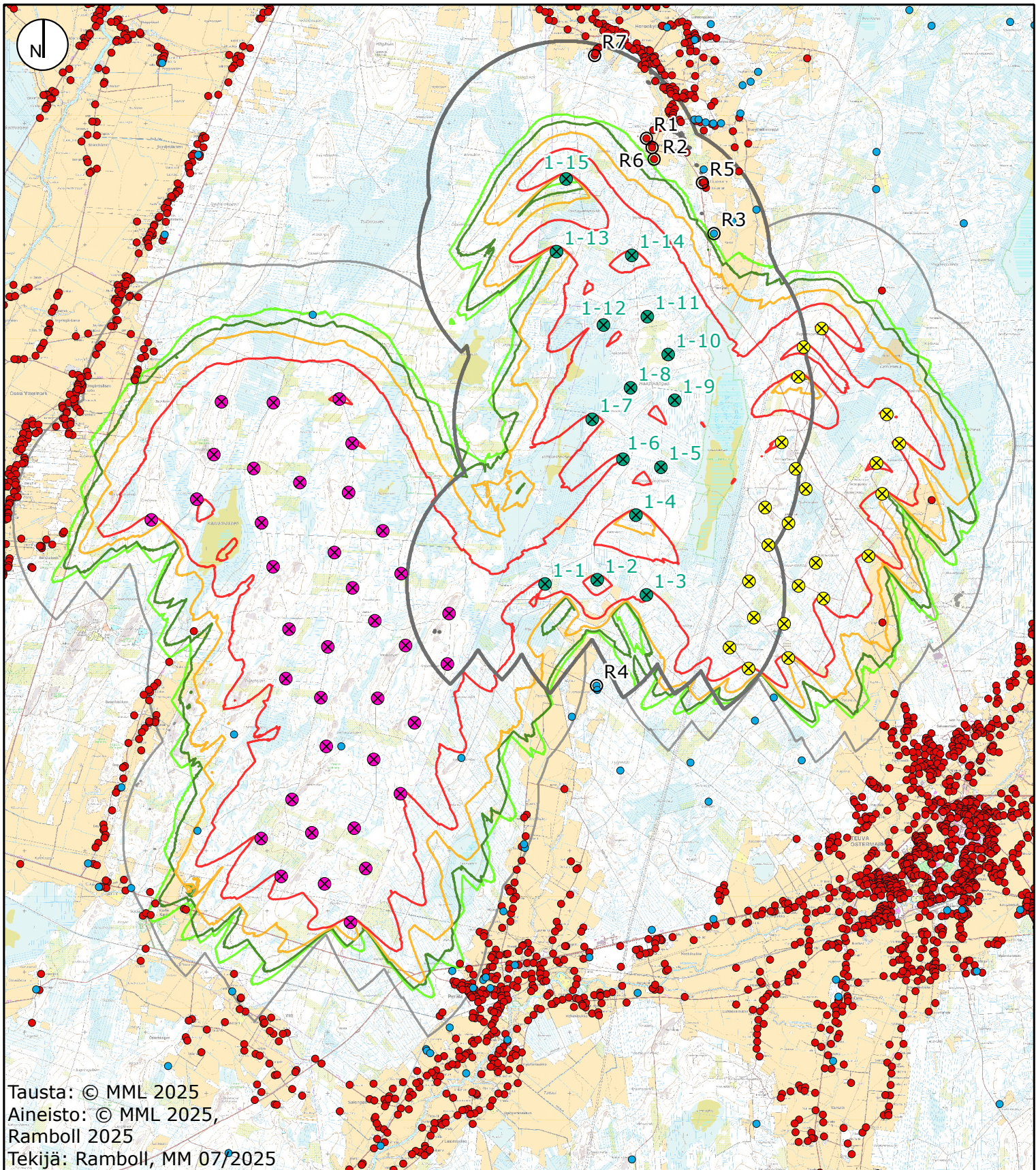
Project:
Paulakangas

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
28.2.2025 18.22/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical
Calculation: YTM_PAU9WTG_PAS23WTG_28022025



WTGs


RAMBOLL

Välkemallinnus (WindPro 4.0)
VALOREM Energies Finland Oy
Paulakankaan tuulivoimapaisto

Yhteisvälkemallinnuksessa
Paskoonharjun sekä Bredåsenin
tuulivoimapaistot

Mittakaava (A4): 1:85 000

0 2 4 km

Paulakangas 15 WTG
NORDEX N163/6.X-6.8
HH 200 m
RD 200 m

Paskoonharju 23 WTG
VESTAS V136-4.5
VESTAS V150-6.0
HH 142 / 155 m
RD 136 / 150 m

Bredåsen 37 WTG
NORDEX N163/6.X-6.8
HH 190 m
RD 200 m

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

— 0
— 8
— 10
— 15
— 30

Paulakangas VE1,
välkkeen 0-raja

- Reseptori
- ⊗ Paulakankaan
tuulivoimala VE1
- ⊗ Bredåsenin
tuulivoimala
- ⊗ Paskoonharjun
tuulivoimala
- Asuinrakennus
- Lomarakennus

SHADOW - Main Result

Calculation: PAU15WTG_BRE37WTG_PAS23WTG_YTM_28072025

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

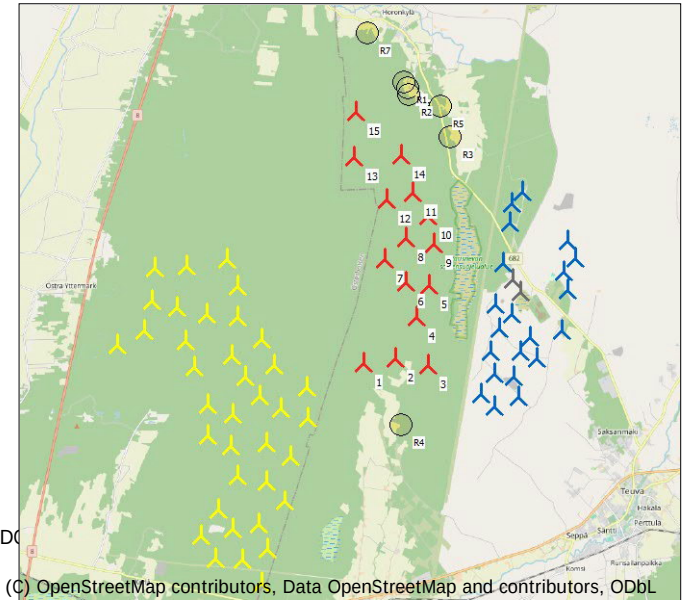
Minimum sun height over horizon for influence 3 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
1,00 2,82 4,23 6,60 8,77 9,10 8,87 6,81 4,67 2,52 1,17 0,58

Operational time
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
699 547 364 309 461 599 960 1 654 970 708 579 524 8 374

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: Paulakangas_122022_EMD
Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89



WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type		Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.					Calculation distance [m]	RPM
			[m]									[RPM]
1	222 589	6 943 403	70,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
1	226 769	6 946 822	99,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
2	223 450	6 943 472	69,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
2	226 494	6 945 740	101,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
3	224 262	6 943 222	73,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
3	226 725	6 945 303	101,0	VESTAS V136-4.5 USER 45...	Yes	VESTAS	V136-4.5 USER-4 500	4 500	136,0	142,0	1 800	10,4
4	226 220	6 944 664	97,2	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
4	224 089	6 944 540	80,1	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
5	224 501	6 945 329	84,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
5	226 606	6 944 405	101,7	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
6	226 274	6 944 044	94,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
6	223 875	6 945 462	85,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
7	223 367	6 946 120	83,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
7	227 154	6 947 619	98,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
8	224 000	6 946 640	87,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
8	226 856	6 947 312	96,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
9	224 729	6 946 435	88,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
9	228 434	6 945 720	91,4	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
10	228 228	6 946 201	94,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
10	224 621	6 947 190	89,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
11	228 058	6 945 399	93,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
11	224 277	6 947 815	83,1	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
12	223 553	6 947 677	81,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
12	228 152	6 944 892	90,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
13	222 778	6 948 887	78,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
13	227 926	6 943 863	79,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
14	226 892	6 944 971	100,0	VESTAS V136-4.5 USER 45...	Yes	VESTAS	V136-4.5 USER-4 500	4 500	136,0	142,0	1 800	10,4
14	224 020	6 948 826	74,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
15	227 058	6 943 750	98,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
15	222 937	6 950 087	70,0	NORDEX N163/6.X USER 6...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 274	10,7
16	226 772	6 943 371	96,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
17	225 955	6 943 446	88,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
18	227 183	6 943 163	89,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
19	226 534	6 942 745	94,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
20	226 034	6 942 848	90,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: PAU15WTG_BRE37WTG_PAS23WTG_YTM_28072025

...continued from previous page

	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]									
21	226 604	6 942 182	87,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
22	225 948	6 942 008	89,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
23	225 635	6 942 353	89,0	VESTAS V150-6.0 USER 60...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
39	218 236	6 938 576	35,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
40	218 950	6 938 453	49,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
41	219 378	6 937 818	46,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
42	219 630	6 938 707	51,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
43	218 740	6 939 296	46,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
44	217 904	6 939 202	35,8	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
45	218 413	6 939 846	49,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
46	218 979	6 940 722	61,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
47	220 202	6 939 941	72,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
48	219 761	6 940 507	66,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
49	220 435	6 941 112	85,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
50	220 978	6 942 082	88,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
51	219 827	6 941 516	78,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
52	220 287	6 942 388	82,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
53	221 005	6 942 915	89,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
54	219 780	6 942 795	63,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
55	219 412	6 943 338	60,8	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
56	219 004	6 942 365	56,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
57	218 889	6 941 526	55,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
58	218 364	6 942 657	60,5	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
59	218 311	6 941 841	46,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
60	218 101	6 943 686	46,5	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
61	216 091	6 944 460	47,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
62	217 910	6 944 412	44,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
63	218 543	6 945 077	55,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
64	219 113	6 943 922	58,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
65	219 911	6 944 279	64,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
66	220 214	6 943 574	66,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
67	217 781	6 945 309	47,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
68	218 105	6 946 395	40,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
69	219 347	6 944 912	63,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
70	219 405	6 945 725	59,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
71	219 194	6 946 455	58,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
72	217 123	6 945 538	48,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
73	217 249	6 946 409	46,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
74	216 841	6 944 802	44,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7
75	219 440	6 939 372	57,0	NORDEX N163/6.X 6800 20...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 275	10,7

Shadow receptor-Input

No.	Name	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]
R1	Shadow Receptor: 1,0	224 262	6 950 758	61,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R2	Shadow Receptor: 1,0	224 388	6 950 414	61,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R3	Shadow Receptor: 1,0	225 376	6 949 186	68,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R4		223 439	6 941 725	58,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R5	Shadow Receptor: 1,0	225 186	6 950 026	72,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R6	Shadow Receptor: 1,0	224 356	6 950 606	60,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R7	Shadow Receptor: 1,0	223 407	6 952 125	47,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	
R1	Shadow Receptor: 1,0	41:47	114	0:31	5:30	
R2	Shadow Receptor: 1,0	52:12	138	0:31	7:35	

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: PAU15WTG_BRE37WTG_PAS23WTG_YTM_28072025

...continued from previous page

No.	Name	Shadow, worst case		Shadow, expected values	
		Shadow hours	Shadow days	Max shadow	Shadow hours
		per year [h/year]	per year [days/year]	hours per day [h/day]	per year [h/year]
R3	Shadow Receptor: 1,0	50:20	136	0:33	7:37
R4		0:00	0	0:00	0:00
R5	Shadow Receptor: 1,0	22:20	69	0:29	3:58
R6	Shadow Receptor: 1,0	42:42	119	0:31	5:43
R7	Shadow Receptor: 1,0	22:26	74	0:24	2:14

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

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (170)	0:00	0:00
1	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (101)	0:00	0:00
2	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (159)	0:00	0:00
2	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (102)	0:00	0:00
3	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (160)	0:00	0:00
3	VESTAS V136-4.5 USER 4500 136.0 !O! hub: 142,0 m (TOT: 210,0 m) (103)	0:00	0:00
4	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (104)	0:00	0:00
4	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (161)	0:00	0:00
5	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (162)	0:00	0:00
5	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (105)	0:00	0:00
6	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (106)	0:00	0:00
6	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (163)	0:00	0:00
7	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (164)	0:00	0:00
7	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (107)	0:00	0:00
8	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (165)	0:00	0:00
8	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (108)	0:00	0:00
9	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (166)	0:00	0:00
9	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (109)	0:00	0:00
10	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (110)	0:00	0:00
10	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (167)	17:29	1:50
11	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (111)	0:00	0:00
11	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (172)	15:22	2:22
12	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (168)	0:00	0:00
12	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (112)	0:00	0:00
13	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (169)	9:11	1:30
13	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (113)	0:00	0:00
14	VESTAS V136-4.5 USER 4500 136.0 !O! hub: 142,0 m (TOT: 210,0 m) (114)	0:00	0:00
14	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (173)	92:14	12:10
15	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (115)	0:00	0:00
15	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (171)	75:17	12:24
16	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (116)	0:00	0:00
17	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (117)	0:00	0:00
18	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (118)	0:00	0:00
19	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (119)	0:00	0:00
20	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (120)	0:00	0:00
21	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (121)	0:00	0:00
22	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (122)	0:00	0:00
23	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (123)	0:00	0:00
39	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (229)	0:00	0:00
40	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (230)	0:00	0:00
41	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (231)	0:00	0:00
42	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (232)	0:00	0:00
43	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (233)	0:00	0:00
44	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (234)	0:00	0:00
45	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (235)	0:00	0:00
46	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (236)	0:00	0:00
47	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (237)	0:00	0:00
48	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (238)	0:00	0:00
49	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (239)	0:00	0:00
50	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (240)	0:00	0:00
51	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (241)	0:00	0:00
52	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (242)	0:00	0:00
53	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (243)	0:00	0:00

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: PAU15WTG_BRE37WTG_PAS23WTG_YTM_28072025

...continued from previous page

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
54	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (244)	0:00	0:00
55	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (245)	0:00	0:00
56	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (246)	0:00	0:00
57	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (247)	0:00	0:00
58	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (248)	0:00	0:00
59	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (249)	0:00	0:00
60	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (250)	0:00	0:00
61	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (251)	0:00	0:00
62	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (252)	0:00	0:00
63	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (253)	0:00	0:00
64	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (254)	0:00	0:00
65	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (255)	0:00	0:00
66	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (256)	0:00	0:00
67	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (257)	0:00	0:00
68	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (258)	0:00	0:00
69	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (259)	0:00	0:00
70	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (260)	0:00	0:00
71	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (261)	0:00	0:00
72	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (262)	0:00	0:00
73	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (263)	0:00	0:00
74	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (264)	0:00	0:00
75	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (265)	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.

Project:

Paulakangas

Licensed user:

Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

Matias Mokko / matias.mokko@ramboll.fi

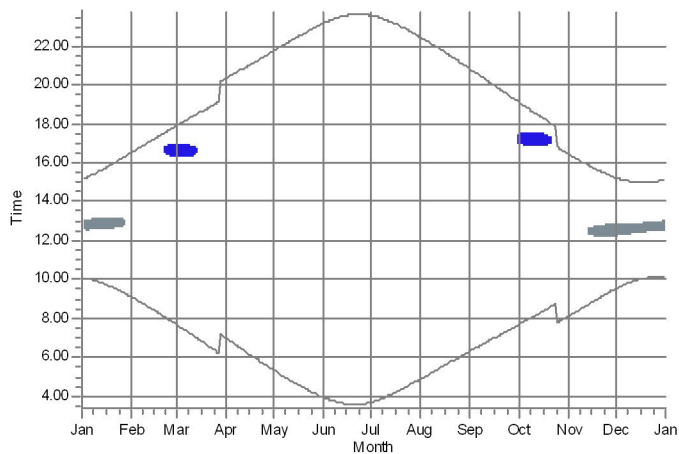
Calculated:

28.7.2025 18.18/4.0.540

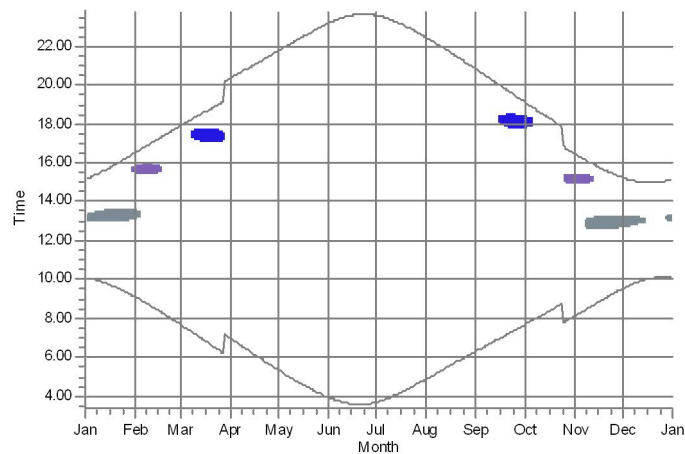
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: PAU15WTG_BRE37WTG_PAS23WTG_YTM_28072025

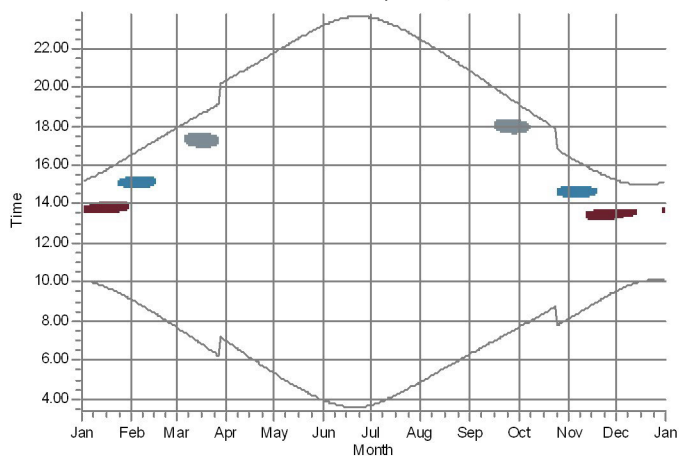
R1: Shadow Receptor: 1,0



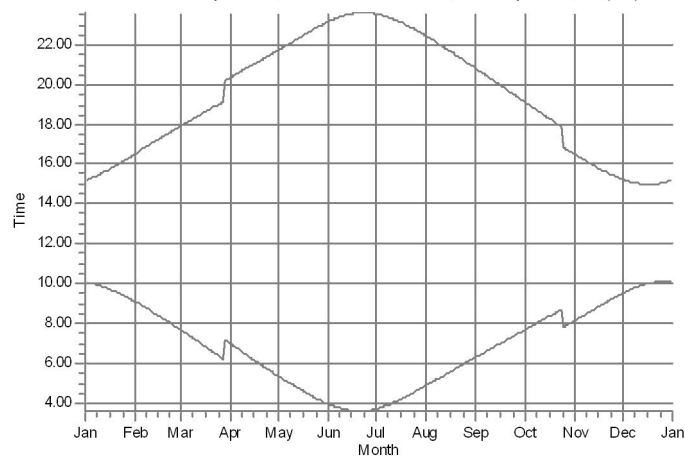
R2: Shadow Receptor: 1,0



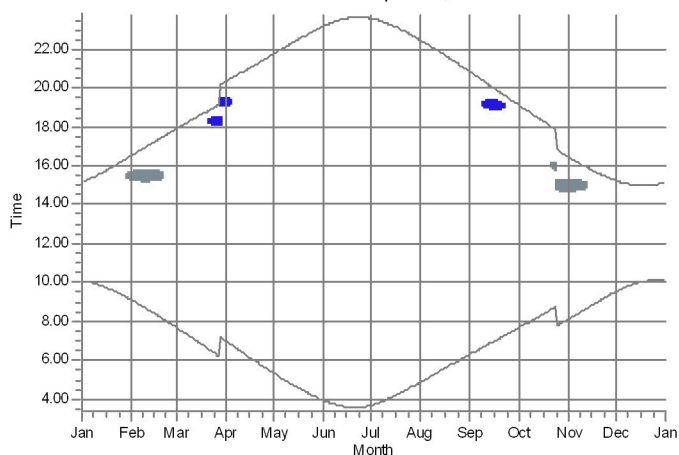
R3: Shadow Receptor: 1,0



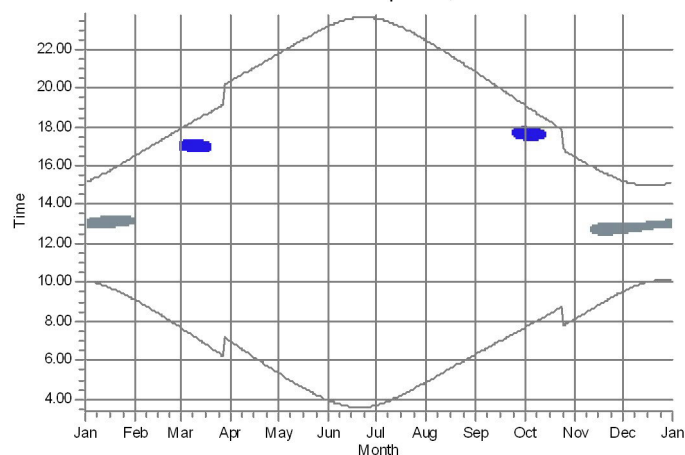
R4: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (34)



R5: Shadow Receptor: 1,0



R6: Shadow Receptor: 1,0



WTGs

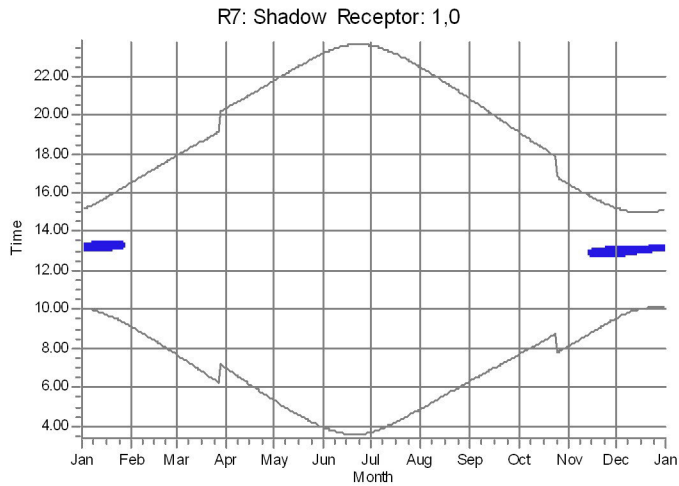
10: NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 101 hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (167) 15: NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 101 hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (171) 14: NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 101 hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (173)
 13: NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 101 hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (169) 11: NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 101 hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (172)

Project:
Paulakangas

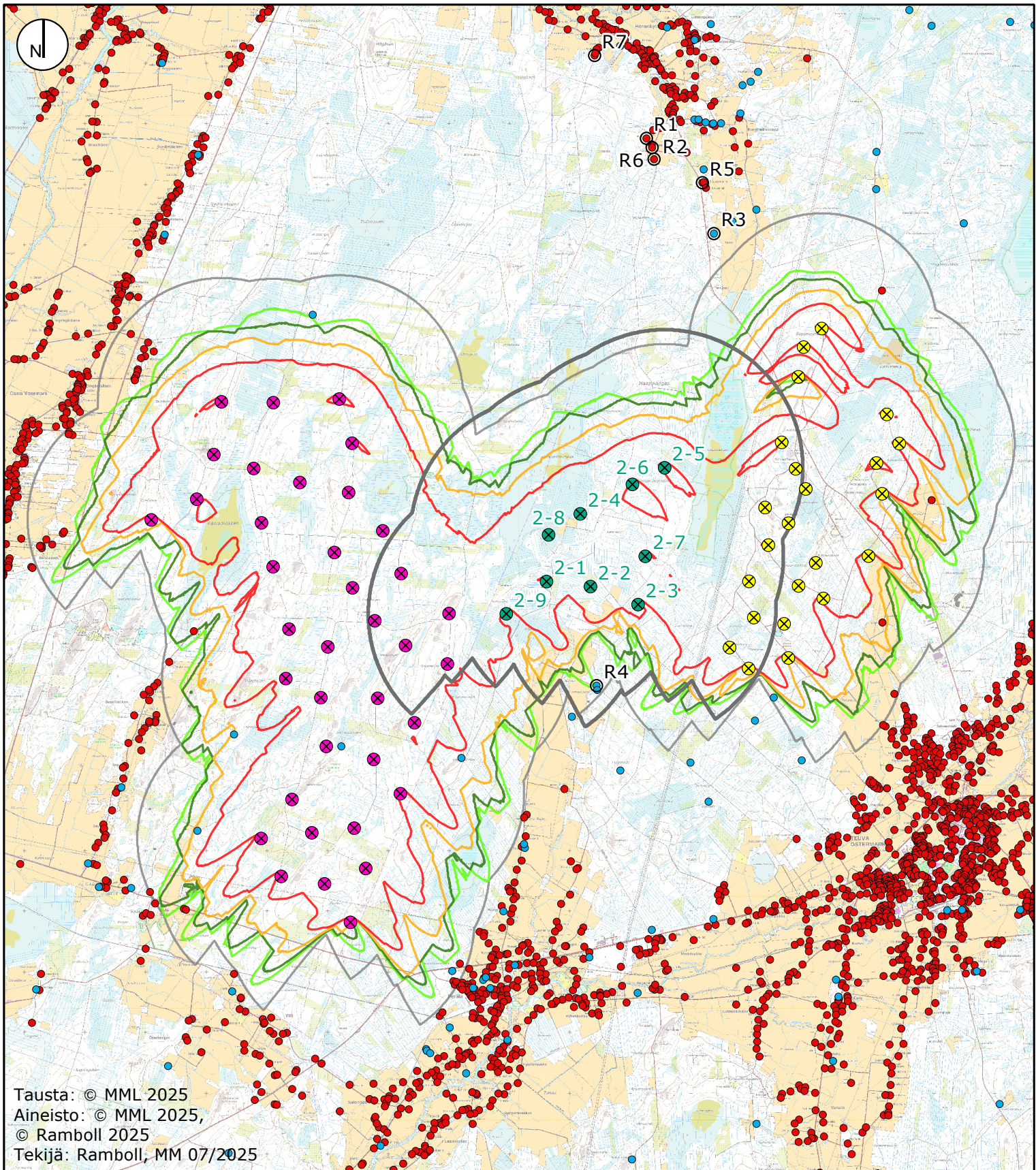
Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Matias Mokko / matias.mokko@ramboll.fi
Calculated:
28.7.2025 18.18/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: PAU15WTG_BRE37WTG_PAS23WTG_YTM_28072025



WTGs
15: NORDEX N163/16.X USER 6800 200.0 101 hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (2.71)


RAMBOLL

Välkemallinnus (WindPro 4.0)
VALOREM Energies Finland Oy
Paulakankaan tuulivoimapuisto

Yhteisvälkemallinnuksessa
Paskoonharjun sekä Bredåsenin
tuulivoimapuistot

Mittakaava (A4): 1:85 000

0 1,5 3 km

Paulakangas 15 WTG
NORDEX N163/6.X-6.8
HH 200 m
RD 200 m

Paskoonharju 23 WTG
VESTAS V136-4.5
VESTAS V150-6.0
HH 142 / 155 m
RD 136 / 150 m

Bredåsen 37 WTG
NORDEX N163/6.X-6.8
HH 190 m
RD 200 m

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

— 0
— 8
— 10
— 15
— 30

Paulakankaan
välkkeen 0-raja

- Reseptori
- ⊗ Paulakankaan
tuulivoimala VE2
- ⊗ Bredåsenin
tuulivoimala
- ⊗ Paskoonharjun
tuulivoimala
- Asuinrakennus
- Lomarakennus

SHADOW - Main Result

Calculation: PAU9WTG_BRE37WTG_PAS23WTG_YTM_17062025

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

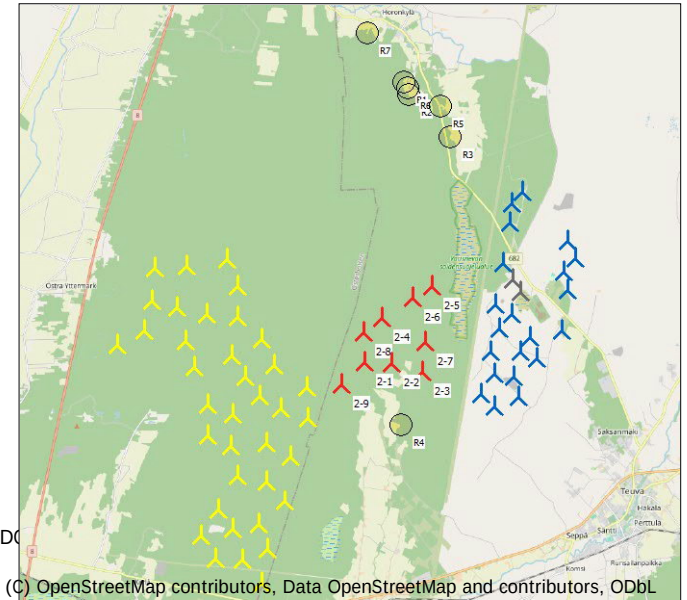
Minimum sun height over horizon for influence 3 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
1,00 2,82 4,23 6,60 8,77 9,10 8,87 6,81 4,67 2,52 1,17 0,58

Operational time
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
699 547 364 309 461 599 960 1 654 970 708 579 524 8 374

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: Paulakangas_122022_EMD
Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89



WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type		Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.					Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	226 769	6 946 822	99,0	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
10	228 228	6 946 201	94,0	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
11	228 058	6 945 399	93,0	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
12	228 152	6 944 892	90,0	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
13	227 926	6 943 863	79,0	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
14	226 892	6 944 971	100,0	VESTAS V136-4.5 USER 4...	Yes	VESTAS	V136-4.5 USER-4 500	4 500	136,0	142,0	1 800	10,4
15	227 058	6 943 750	98,0	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
16	226 772	6 943 371	96,0	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
17	225 955	6 943 446	88,0	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
18	227 183	6 943 163	89,0	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
19	226 534	6 942 745	94,0	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
2	226 494	6 945 740	101,0	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
2-1	222 614	6 943 443	70,0	NORDEX N163/6.X USER ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 038	10,7
2-2	223 339	6 943 360	67,0	NORDEX N163/6.X USER ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 038	10,7
2-3	224 124	6 943 062	69,9	NORDEX N163/6.X USER ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 038	10,7
2-4	223 170	6 944 560	76,0	NORDEX N163/6.X USER ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 038	10,7
2-5	224 563	6 945 320	84,0	NORDEX N163/6.X USER ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 038	10,7
2-6	224 031	6 945 047	84,0	NORDEX N163/6.X USER ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 038	10,7
2-7	224 243	6 943 859	78,0	NORDEX N163/6.X USER ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 038	10,7
2-8	222 647	6 944 214	74,0	NORDEX N163/6.X USER ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 038	10,7
2-9	221 950	6 942 910	72,0	NORDEX N163/6.X USER ...	Yes	NORDEX	N163/6.X USER -6 800	6 800	200,0	200,0	2 038	10,7
20	226 034	6 942 848	90,0	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
21	226 604	6 942 182	87,0	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
22	225 948	6 942 008	89,0	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
23	225 635	6 942 353	89,0	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
3	226 725	6 945 303	101,0	VESTAS V136-4.5 USER 4...	Yes	VESTAS	V136-4.5 USER-4 500	4 500	136,0	142,0	1 800	10,4
33	218 236	6 938 576	35,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
34	218 950	6 938 453	49,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
35	219 378	6 937 818	46,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
36	219 630	6 938 707	51,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
37	218 740	6 939 296	46,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
38	217 904	6 939 202	35,8	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
39	218 413	6 939 846	49,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
4	226 220	6 944 664	97,2	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
40	218 979	6 940 722	61,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: PAU9WTG_BRE37WTG_PAS23WTG_YTM_17062025

...continued from previous page

	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
			[m]									[RPM]
41	220 202	6 939 941	72,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
42	219 761	6 940 507	66,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
43	220 435	6 941 112	85,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
44	220 978	6 942 082	88,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
45	219 827	6 941 516	78,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
46	220 287	6 942 388	82,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
47	221 005	6 942 915	89,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
48	219 780	6 942 795	63,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
49	219 412	6 943 338	60,8	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
5	226 606	6 944 405	101,7	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
50	219 004	6 942 365	56,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
51	218 889	6 944 526	55,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
52	218 364	6 942 657	60,5	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
53	218 311	6 941 841	46,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
54	218 101	6 943 686	46,5	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
55	216 091	6 944 460	47,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
56	217 910	6 944 412	44,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
57	218 543	6 945 077	55,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
58	219 113	6 943 922	58,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
59	219 911	6 944 279	64,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
6	226 274	6 944 044	94,0	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
60	220 214	6 943 574	66,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
61	217 781	6 945 309	47,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
62	218 105	6 946 395	40,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
63	219 347	6 944 912	63,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
64	219 405	6 945 725	59,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
65	219 194	6 946 455	58,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
66	217 123	6 945 538	48,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
67	217 249	6 946 409	46,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
68	216 841	6 944 802	44,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
69	219 440	6 939 372	57,0	NORDEX N163/6.X 6800 2...	No	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	190,0	2 039	10,7
7	227 154	6 947 619	98,0	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
8	226 856	6 947 312	96,0	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-
9	228 434	6 945 720	91,4	VESTAS V150-6.0 USER 6...	Yes	VESTAS	V150-6.0 USER-6 000	6 000	150,0	155,0	1 898	-

Shadow receptor-Input

No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Elevation	Slope of	Direction mode	Eye height
							a.g.l.	window		(ZVI) a.g.l.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
R1	Shadow Receptor: 1,0	224 262	6 950 758	61,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R2	Shadow Receptor: 1,0	224 388	6 950 414	61,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R3	Shadow Receptor: 1,0	225 376	6 949 186	68,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R4		223 439	6 941 725	58,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R5	Shadow Receptor: 1,0	225 186	6 950 026	72,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R6	Shadow Receptor: 1,0	224 356	6 950 606	60,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R7	Shadow Receptor: 1,0	223 407	6 952 125	47,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	
R1	Shadow Receptor: 1,0	0:00	0	0:00	0:00	
R2	Shadow Receptor: 1,0	0:00	0	0:00	0:00	
R3	Shadow Receptor: 1,0	0:00	0	0:00	0:00	
R4		26:59	84	0:26	7:13	
R5	Shadow Receptor: 1,0	0:00	0	0:00	0:00	
R6	Shadow Receptor: 1,0	0:00	0	0:00	0:00	
R7	Shadow Receptor: 1,0	0:00	0	0:00	0:00	

SHADOW - Main Result

Calculation: PAU9WTG_BRE37WTG_PAS23WTG_YTM_17062025

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

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (101)	0:00	0:00
10	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (110)	0:00	0:00
11	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (111)	0:00	0:00
12	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (112)	0:00	0:00
13	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (113)	0:00	0:00
14	VESTAS V136-4.5 USER 4500 136.0 !O! hub: 142,0 m (TOT: 210,0 m) (114)	0:00	0:00
15	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (115)	0:00	0:00
16	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (116)	0:00	0:00
17	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (117)	0:00	0:00
18	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (118)	0:00	0:00
19	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (119)	0:00	0:00
2	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (102)	0:00	0:00
2-1	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (221)	0:00	0:00
2-2	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (224)	0:00	0:00
2-3	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (225)	0:00	0:00
2-4	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (223)	0:00	0:00
2-5	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (228)	0:00	0:00
2-6	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (227)	0:00	0:00
2-7	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (226)	0:00	0:00
2-8	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (222)	0:00	0:00
2-9	NORDEX N163/6.X USER 6800 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (220)	26:59	7:13
20	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (120)	0:00	0:00
21	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (121)	0:00	0:00
22	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (122)	0:00	0:00
23	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (123)	0:00	0:00
3	VESTAS V136-4.5 USER 4500 136.0 !O! hub: 142,0 m (TOT: 210,0 m) (103)	0:00	0:00
33	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (229)	0:00	0:00
34	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (230)	0:00	0:00
35	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (231)	0:00	0:00
36	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (232)	0:00	0:00
37	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (233)	0:00	0:00
38	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (234)	0:00	0:00
39	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (235)	0:00	0:00
4	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (104)	0:00	0:00
40	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (236)	0:00	0:00
41	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (237)	0:00	0:00
42	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (238)	0:00	0:00
43	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (239)	0:00	0:00
44	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (240)	0:00	0:00
45	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (241)	0:00	0:00
46	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (242)	0:00	0:00
47	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (243)	0:00	0:00
48	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (244)	0:00	0:00
49	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (245)	0:00	0:00
5	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (105)	0:00	0:00
50	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (246)	0:00	0:00
51	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (247)	0:00	0:00
52	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (248)	0:00	0:00
53	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (249)	0:00	0:00
54	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (250)	0:00	0:00
55	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (251)	0:00	0:00
56	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (252)	0:00	0:00
57	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (253)	0:00	0:00
58	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (254)	0:00	0:00
59	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (255)	0:00	0:00
6	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (106)	0:00	0:00
60	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (256)	0:00	0:00
61	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (257)	0:00	0:00
62	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (258)	0:00	0:00
63	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (259)	0:00	0:00
64	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (260)	0:00	0:00
65	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (261)	0:00	0:00
66	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (262)	0:00	0:00
67	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (263)	0:00	0:00
68	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (264)	0:00	0:00

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: PAU9WTG_BRE37WTG_PAS23WTG_YTM_17062025

...continued from previous page

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
69	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 190,0 m (TOT: 290,0 m) (265)	0:00	0:00
7	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (107)	0:00	0:00
8	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (108)	0:00	0:00
9	VESTAS V150-6.0 USER 6000 150.0 !O! hub: 155,0 m (TOT: 230,0 m) (109)	0:00	0:00

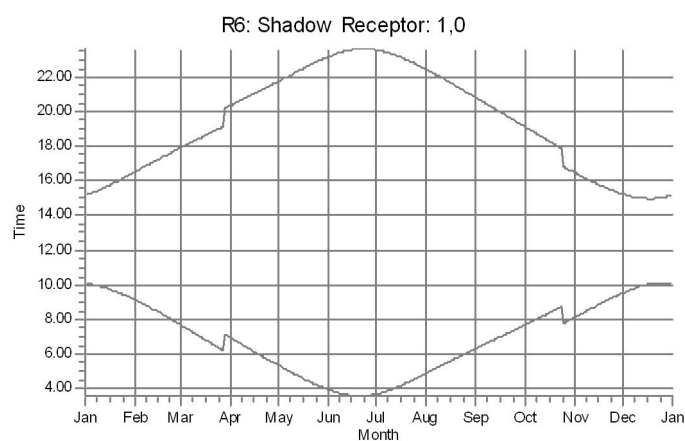
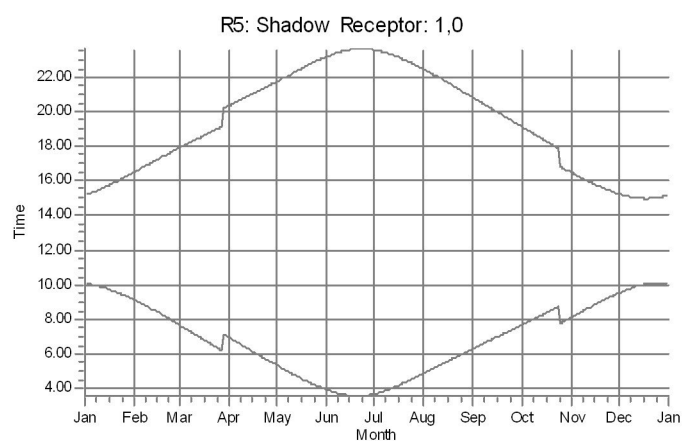
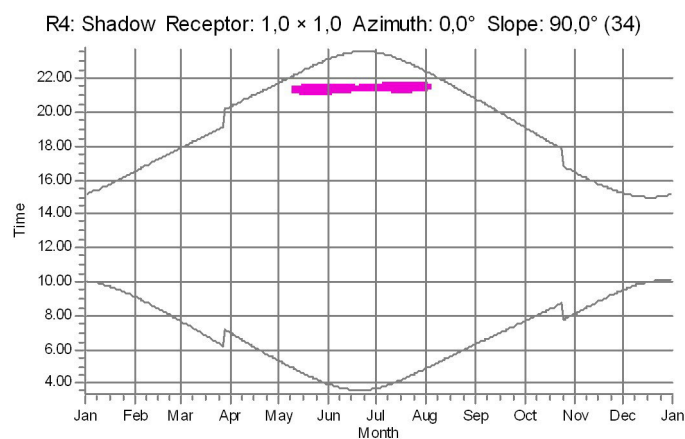
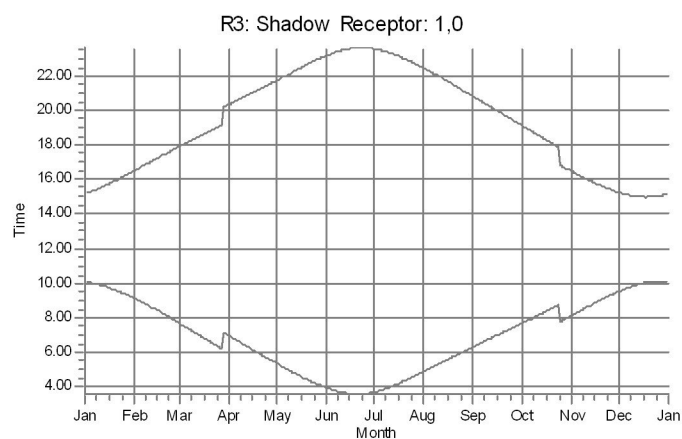
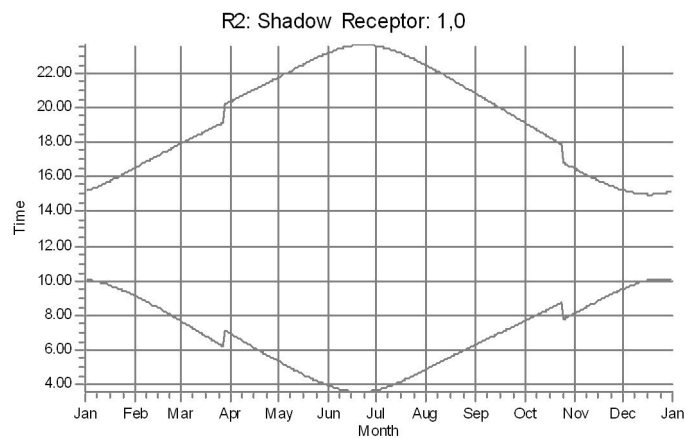
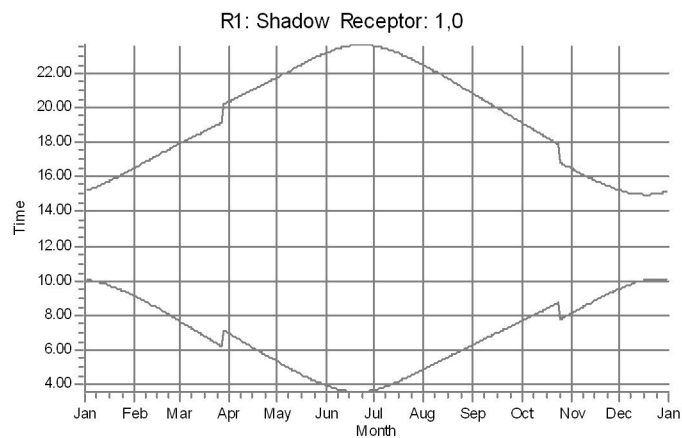
Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

Project:
Paulakangas

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Matias Mokko / matias.mokko@ramboll.fi
Calculated:
28.7.2025 10.14/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: PAU9WTG_BRE37WTG_PAS23WTG_YTM_17062025



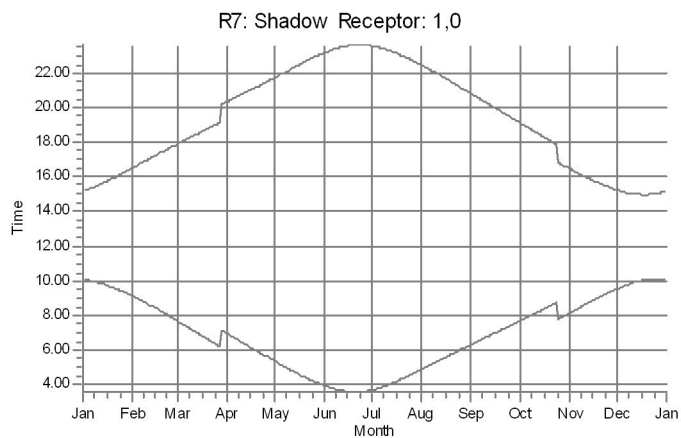
WTGS
2-9: NORDEX N263/6 X USER 1600 200 0 101 hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (220)

Project:
Paulakangas

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Matias Mokko / matias.mokko@ramboll.fi
Calculated:
28.7.2025 10.14/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: PAU9WTG_BRE37WTG_PAS23WTG_YTM_17062025



WTGs