

Vastaanottaja
Lakeuden Taivaanraapija Oy

Asiakirjatyyppe
Raportti

Päivämäärä
28.8.2024

Viite
1510064773-003

ISOVUOREN TUULIVOIMAHANKE

VÄLKEMALLINNUS

Päivämäärä **28.8.2024**
Laatija **Maria Niemi, Matias Mokko**
Tarkastaja **Ville Virtanen**

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 2023 vuoden aineistoa.

Viite 1510064773-003

SISÄLTÖ

1.	Yleistä	1
2.	Vertailuarvot	1
3.	Vaikutusmekanismit	1
4.	Mallinnusmenetelmä ja lähtötiedot	2
4.1	Mallinnusohjelma ja laskentamalli	2
4.2	Välkelaskenta	2
4.3	Maastomalli	3
4.4	Tuulivoimalatiedot	3
4.5	Laskentojen epävarmuus	3
5.	Mallinnustulokset	4
6.	Yhteismallinnus	4
7.	Yhteenveto ja johtopäätökset	7
LÄHTEET	8	
LIITTEET	8	

1. YLEISTÄ

Lakeuden Taivaanraapija Oy suunnittelee tuulivoimapuiston rakentamista Seinäjoen Isovuoren alueelle. Tuulivoimahankkeen kaavaehdotusta varten laadittiin välkemallinnus, jossa tarkasteltiin Isovuoren tuulivoimapuiston välkevaikutuksia. Ympäristöministeriön Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) oppaan mukaisesti voimaloiden lapojen liikkuvasta varjosta puhutaan välkkeenä.

Työ on tehty Lakeuden Taivaanraapija Oy:n toimeksiannosta. Välkemallinnuksen ja raportoinnin ovat laatineet Ramboll Finland Oy:n maankäytön suunnittelijat insinööri (AMK) Maria Niemi ja insinööri (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 suunnitteluarvoja tai raja-arvoja välkkeen määrälle asutukselle tai muille altistuville kohteille. Saksassa on annettu ohjeistus (WEA-Schattenwurf-Hinweise) 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]. Tanskassa on ohjeistuksena annettu, että vuotuisen todellinen välkemäärä 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 tai kun tuulivoimala ei ole käynnissä, tai auringon asema on välkkeen muodostumiselle epäedullinen. Myös tuulen suunnalla on vaikutusta varjon muodostukselle. Poikittain aurinkoon oleva voimala aiheuttaa erilaisen varjon kuin kohtisuoraan aurinkoon suuntautunut voimala.

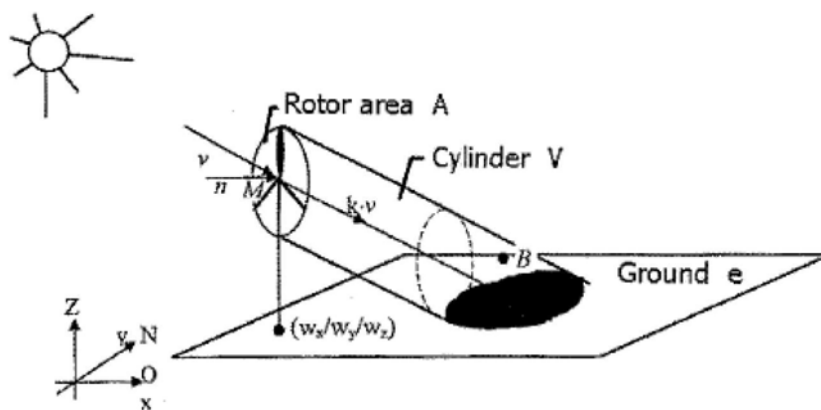
Laajimmalle varjo ulottuu, kun aurinko on matalalla. Toisaalta kun aurinko laskee riittävän matalalle, yhtenäistä varjoa ei enää muodostu. Tällöin valonsäteet joutuvat kulkemaan pitemmän matkan ilmakehän läpi, jolloin säteily hajaantuu. Vaikutusalueen koko riippuu tuulivoimalamallin dimensioista ja lavan 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 3.6 -ohjelman Shadow -moduulilla. Moduulia hyödyntäen lasketaan kuinka usein ja minkälaisina jaksoina tietty kohde on tuulivoimaloiden luoman liikkuvan varjon alaisena. Ohjelma on yleisesti käytössä tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen mallinnuksessa. Lisätietoja ohjelmasta ja laskentamallin kuvauksen saa internet-osoitteesta <http://www.emd.dk/> löytyvästä ohjelman käyttöohjeesta [5].

Ohjelmalla voidaan tehdä kahdentyyppisiä laskentoja, ns. Heikoin tilanne (*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 10 metriä. Laskennan tarkastelukorkeutena käytettiin 1,5 metriä, eli noin ihmisen silmäkorkeutta. Laskennassa käytetyn saksalaisen ohjeistuksen (joka on yleisesti käytössä oleva laskentatapa) 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 vuosiarvot eivät siten vastaa tulevaa todellista vuositaitaista välkevaikutusta tuulivoimaloiden ympäristössä.

Real Case -laskennoissa huomioidaan alueen tuulisuus- ja auringonpaistetiedot. 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 1991–2020 [6]. Tuulivoimaloiden vuotuisiksi toiminta-ajaksi määritettiin Suomen Tuuliatlaksen tiedoista 96 %. 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
661	445	360	296	465	712	1024	1346	1120	811	565	557	8362

Real Case -välkevyöhykelaskennan lisäksi laskentoja tehtiin myös yksittäisiin reseptoripisteisiin hankealueen ympäristössä.

4.3 Maastomalli

Maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen korkeusmalliaineistosta. Maastomallissa ei huomioitu puustoa tai rakennuksia.

4.4 Tuulivoimalatiedot

Laskennoissa huomioitiin Isovuoren 8 tuulivoimalaa taulukon 4 mukaisilla sijainneilla.

Voimaloiden napakorkeutena käytettiin 170 m ja roottorin halkaisijana 200 metriä. Roottorikoon ja napakorkeuden lisäksi myös lavan muoto ja leveys vaikuttavat maksimivälke-etäisyyteen, joka mallinnusohjelman mukaan on tälle laitosmallille noin 2 191 metriä. Lavan leveystietoina käytettiin:

- Max blade width = 4,9 m
- Blade width for 90 % radius = 1,55 m

Taulukko 4. Isovuoren osayleiskaavaehdotuksen tuulivoimaloiden koordinaatit (ETRS-TM35FIN)

Tunnus	X	Y	Napakorkeus	Kokonaiskorkeus	Voimalat
WTG01	295656	6975402	170	270	x
WTG02	296322	6975309	170	270	x
WTG03	296900	6974497	170	270	x
WTG04	297035	6975337	170	270	x
WTG05	297762	6975169	170	270	x
WTG06	298429	6974948	170	270	x
WTG07	298950	6974628	170	270	x
WTG08	298126	6974283	170	270	x

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 synty-
misen takana olevaan tarkastelupisteeseen
- ilman kirkkaus mahdollistaa varjon syntyminen

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

5. MALLINNUSTULOKSET

Isovuoren osayleiskaavaehdotuksen mukaisten voimaloiden välkkeen esiintymiskartat ovat esitetty
liitteessä 1. Välkevyöhykelaskennan lisäksi tehtiin laskentoja 9 reseptoripisteeseen, joiden sijainnit
ilmenevät välkkeen esiintymiskartalta ja tulokset taulukosta 5. Välkemallinnuksessa selvitetty
välkkeen esiintymisajankohdat reseptoripisteissä on esitetty liitteessä 2.

Isovuoren tuulivoimaloista aiheutuu vähäistä välkevaikutusta reseptoripisteiden R4 ja R5 kohdalle,
yhteensä kolmelle asuinrakennukselle. Vuotuiset välkemäärät jäävät kuitenkin alle 8 tunnin, jota
on Saksassa ja Ruotsissa käytetty raja-arvona/suosituksena asutuksen ja loma-asutuksen osalta.
Muille asuin- ja lomarakennuksille välkettä ei ulotu lainkaan.

Taulukko 5. Reseptoripistelaskentojen tulokset.

Reseptori	Real Case, h/a*	Reseptoripisteen käyttötarkoitus
R1	0	Asuinrakennus
R2	0	Asuinrakennus
R3	0	Asuinrakennus
R4	1:15	Asuinrakennus
R5	1:58	Asuinrakennus
R6	0	Asuinrakennus
R7	0	Asuinrakennus
R8	0	Lomarakennus
R9	0	Lomarakennus

*tuntia vuodessa

Asuin- ja lomarakennusten lisäksi välkemäärien laskentaa on tehty alueella sijaitseville kahdelle
metsästysmajalle ja laavulle. Metsästysmajat ja laavu on esitetty raportin karttaliitteissä 1, 3 ja 5.
Mallinnuksen mukaan pohjoisemmalle (Uitonloukon) metsästysmajalle välkettä (Real Case) aiheu-
tuu Isovuoren voimaloista enimmillään 28 tuntia 42 minuuttia vuodessa, Isovuoren laavulle 21
tuntia 17 minuuttia vuodessa ja eteläisemmälle (Nurmon Metsästysseuran) metsästysmajalle 10
tuntia 29 minuuttia vuodessa. Uitonloukon metsästysmajalle aiheutuva välke ajoittuu päiväsaikaan
kevääseen sekä syksyyn ja Nurmon metsästysmajalle osuva välke kesäaikaan varhaiseen aamuun.
Isovuoren laavulle aiheutuva välke ajoittuu loppukeväästä alkusyksyyn varhaiseen aamuun.

Välkkeen aiheuttaman häiriön kokemiseen vaikuttavat välkynnän ajankohdan lisäksi erityisesti ra-
kennuksen käyttötapa ja -tarkoitus. Metsästysmajat ja laavut ovat tyypillisesti yksittäisten henki-
löiden sekä ryhmien käytössä rajattuja ajanjaksoja, mikä on omiaan lieventämään välkkeen ai-
heuttaman häiriön kokemista, eikä niihin ole yleisesti sovellettu suosituksia välkkeen vuotuisesta
enimmäismäärästä.

6. YHTEISMALLINNUS

Isovuoren tuulivoimapuiston välittömään läheisyyteen on suunnitteilla Fortum Oy:n Lamminnevan
tuulivoimahanke, jonka voimalamäärät ovat hankkeen YVA-ohjelman mukaan 38 voimalaa hanke-
vaihtoehdossa 1 ja 34 voimalaa hankevaihtoehdossa 2. Lamminnevan tuulivoimaloiden tarkemmat
tiedot löytyvät taulukosta 7. Lamminnevan suunnittelualue sijaitsee Hirvijärven tekojärven luoteis-
puoleisella talousmetsäalueella Lapuan Ruhan kylän ja Nurmon rajamailla. Seinäjoella

Lamminnevan hankealue yhdistyy Atrian tehtaan läheisyydessä olevan Isovuoren tuulivoimahankkeen alueeseen.

Isovuoren ja Lamminnevan tuulivoimahankkeiden välkkeen yhteisvaikutusten arviointia varten laadittiin välkemallinnus, jossa tarkasteltiin tuulivoimapuistojen yhteisiä välkevaikutuksia kaikille hankevaihtoehtojen yhdistelmille. Yhteismallinnuksessa käytetyt tuulivoimaladimensiot ovat esitetty raportin kohdassa 4.4. Välkevyöhykelaskennan lisäksi tehtiin laskentoja 9 reseptoripisteeseen, joiden sijainnit käyvät ilmi liitteenä olevasta välkkeen esiintymiskartoista (Liite 5) ja tulokset raportin taulukoista 7 ja 8. Yhteismallinnuksessa selvitettyt välkkeen esiintymisajankohdat reseptoripisteissä ovat tarkasteltavissa liitteestä 6.

Taulukko 6. Lamminnevan hankevaihtoehtojen 1 ja 2 tuulivoimaloiden koordinaatit (ETRS-TM35FIN)

Tunnus	X	Y	Napakorkeus	Kokonaiskorkeus	1	2
LAM01	296445	6976367	200	300	x	x
LAM02	297356	6976328	200	300	x	x
LAM03	297592	6977258	200	300	x	x
LAM04	298583	6977298	200	300	x	x
LAM05	298758	6978099	200	300	x	x
LAM06	298312	6978745	200	300	x	x
LAM07	298900	6979524	200	300	x	x
LAM08	299918	6979858	200	300	x	x
LAM09	299510	6978741	200	300	x	x
LAM10	299566	6977838	200	300	x	x
LAM11	298281	6976342	200	300	x	x
LAM12	298791	6975865	200	300	x	x
LAM13	299635	6975880	200	300	x	x
LAM14	299809	6976826	200	300	x	x
LAM15	300401	6977596	200	300	x	x
LAM16	301057	6978371	200	300	x	x
LAM17	301899	6978896	200	300	x	x
LAM18	300831	6979366	200	300	x	x
LAM19	302057	6979827	200	300	x	x
LAM20	301861	6980580	200	300	x	x
LAM21	299866	6974997	200	300	x	x
LAM22	300703	6975048	200	300	x	x
LAM23	301506	6975655	200	300	x	x
LAM24	301422	6976561	200	300	x	x
LAM25	301153	6977282	200	300	x	x
LAM26	302246	6976982	200	300	x	x
LAM27	301801	6977871	200	300	x	x
LAM28	302920	6977780	200	300	x	x
LAM29	302760	6978597	200	300	x	x
LAM30	302701	6979532	200	300	x	x
LAM31	304174	6977312	200	300	x	x
LAM32	303356	6976540	200	300	x	x
LAM33	303348	6975614	200	300	x	x
LAM34	302481	6975192	200	300	x	x
LAM35	298550	6972800	200	300	x	-
LAM36	297710	6972725	200	300	x	-
LAM37	296857	6972148	200	300	x	-
LAM38	296505	6971184	200	300	x	-

Taulukoissa 7 ja 8 on selvitetty Isovuoren ja Lamminnevan tuulivoimahankkeiden välkkeen yhteisvaikutuksia. Laaditun välkkeen yhteismallinnuksen mukaan asutukseen ja loma-asunnoille ei aiheudu välkkeen yhteisvaikutuksia. Lamminnevan hankkeen voimaloiden välke ei ulotu reseptoripisteiden R4 ja R5 kohdalle, joten näihin kohdistuu vain Isovuoren voimaloiden välkettä. Välkkeen määrä on alle 8 tuntia vuodessa. Vastaavasti reseptoripisteille R1, R2 ja R8 kohdistuu vain Lamminnevan voimaloiden välkettä. Myös näillä kohdin välkkeen määrä on alle 8 tuntia vuodessa. Reseptoripisteiden R3, R6, R7 ja R9 kohdalle ei ulotu välkettä lainkaan kummankaan hankkeen voimaloista.

Isovuoren ja Lamminnevan hankkeista aiheutuu välkkeen yhteisvaikutuksia alueella sijaitsevalle metsästysmajalle ja laavulle. Alueen metsästysmajat ja laavu on esitetty raportin karttaliitteissä 1, 3 ja 5. Pohjoisemmalle (Uitonloukon) metsästysmajalle aiheutuu välkettä (Real Case) hankeyhdistelmällä Isovuori+Lamminneva VE1 sekä IVE+LVE2 yhteensä 77 tuntia 4 minuuttia vuodessa. Isovuoren laavulla välkkeen yhteismäärä on hankeyhdistelmällä IVE+LVE1 ja IVE+LVE2 yhteensä 22 tuntia 5 minuuttia vuodessa. Metsästysmajoihin ja laavuihin ei ole yleisesti sovellettu suosituksia välkkeen vuotuisesta enimmäismäärästä.

Taulukko 7. Yhteismallinnuksen reseptoripistelaskentojen tulokset (Isovuoren kaavaehdotuksen mukaiset voimalat ja Lamminnevan hankevaihtoehto VE1).

Reseptori	Real Case, h/a*	Rakennuksen käyttötarkoitus
R1	6:09	Asuinrakennus
R2	3:34	Asuinrakennus
R3	0:00	Asuinrakennus
R4	1:15	Asuinrakennus
R5	1:58	Asuinrakennus
R6	0:00	Asuinrakennus
R7	0:00	Asuinrakennus
R8	3:54	Lomarakennus
R9	0:00	Lomarakennus

*tuntia vuodessa

Taulukko 8. Yhteismallinnuksen reseptoripistelaskentojen tulokset (Isovuoren kaavaehdotuksen mukaiset voimalat ja Lamminnevan hankevaihtoehto VE2).

Reseptori	Real Case, h/a*	Rakennuksen käyttötarkoitus
R1	6:09	Asuinrakennus
R2	3:34	Asuinrakennus
R3	0:00	Asuinrakennus
R4	1:15	Asuinrakennus
R5	1:58	Asuinrakennus
R6	0:00	Asuinrakennus
R7	0:00	Asuinrakennus
R8	0:00	Lomarakennus
R9	0:00	Lomarakennus

*tuntia vuodessa

7. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Välkemallinnuksella tarkasteltiin Seinäjoen Isovuoren alueelle suunniteltujen tuulivoimaloiden välkevaikutuksia tuulivoimaloiden ympäristössä. Laitosmallin napakorkeutena käytettiin 170 m ja roottorin halkaisijana 200 m, josta yhteenlaskettuna tuulivoimalan kokonaiskorkeudeksi tulee enimmäiskokonaiskorkeus 270 m. Voimaladimensioista roottorin läpimitalla ja lavan paksuudella, on merkittävin vaikutus välkemääriin ympäristössä. Mikäli rakennettava tuulivoimalaitos on mitoitetaan pienempi, ovat välkevaikutukset mallinnettuja vähäisempiä.

Isovuoren tuulivoimahankkeen välkemallinnuksen tulosten mukaan hankkeen ympäristössä yksikään asuin- tai lomarakennus ei sijoitu välkevaikutusalueelle, jossa vuotuinen välkemäärä ylittää 8 tuntia (käytetty rajana Saksassa ja Ruotsissa). Välkevaikutukset Isovuoren tuulivoimahankkeessa jäävät alle raportin kohdassa 2 esitettyjen suositusten ja noudattavat Tuulivoimarakentamisen suunnitteluoppaassa esitettyjä ohjeistuksia.

Yhteisvälkemallinnuksella tarkasteltiin Isovuoren ja Lamminnevan hankkeissa suunniteltujen tuulivoimaloiden yhteisiä välkevaikutuksia tuulivoimaloiden ympäristössä. Yhteismallinnuksessa Isovuoren voimaloiden laitosmallin napakorkeutena käytettiin 170 m sekä roottorin halkaisijana 200 m, kokonaiskorkeuden ollessa 270 m. Lamminnevan voimaloiden laitosmallin napakorkeutena käytettiin 200 m sekä roottorin halkaisijana 200 m, kokonaiskorkeuden ollessa 300 m.

Isovuoren hankkeen välkemallinnuksen ja yhteisvälkemallinnuksen mukaan millekään lähialueen asuin- tai lomarakennukselle ei aiheudu välkettä molempien hankkeiden voimaloista eikä yhteisvaikutuksia välkkeen osalta siten muodostu asutukseen tai loma-asutukseen.

Alueen pohjoisemmalle (Uitonloukon) metsästysmajalle ja Isovuoren laavulle aiheutuu yhteisvaikutuksia, koska molempien hankkeiden välke ulottuu näihin rakennuksiin. Nurmon metsästysseuran metsästysmajalle kohdistuu vain Isovuoren voimaloiden välkettä.

Välkkeen vuotuisen tuntimäärän lisäksi myös välkynnän ajankohdalla (vuoden- ja kellonaika) sekä kiinteistön käytötavalla ja -tarkoituksella on vaikutusta potentiaalisen häiriön kokemiseen. Metsästysmajojen ja laavujen käyttö tapahtuu tyypillisesti useiden yksittäisten henkilöiden ja ryhmien toimesta tilapäisesti, mikä on omiaan lieventämään välkkeen aiheuttaman häiriön kokemista, eikä niihin ole yleisesti sovellettu suosituksia välkkeen vuotuisesta enimmäismäärästä.

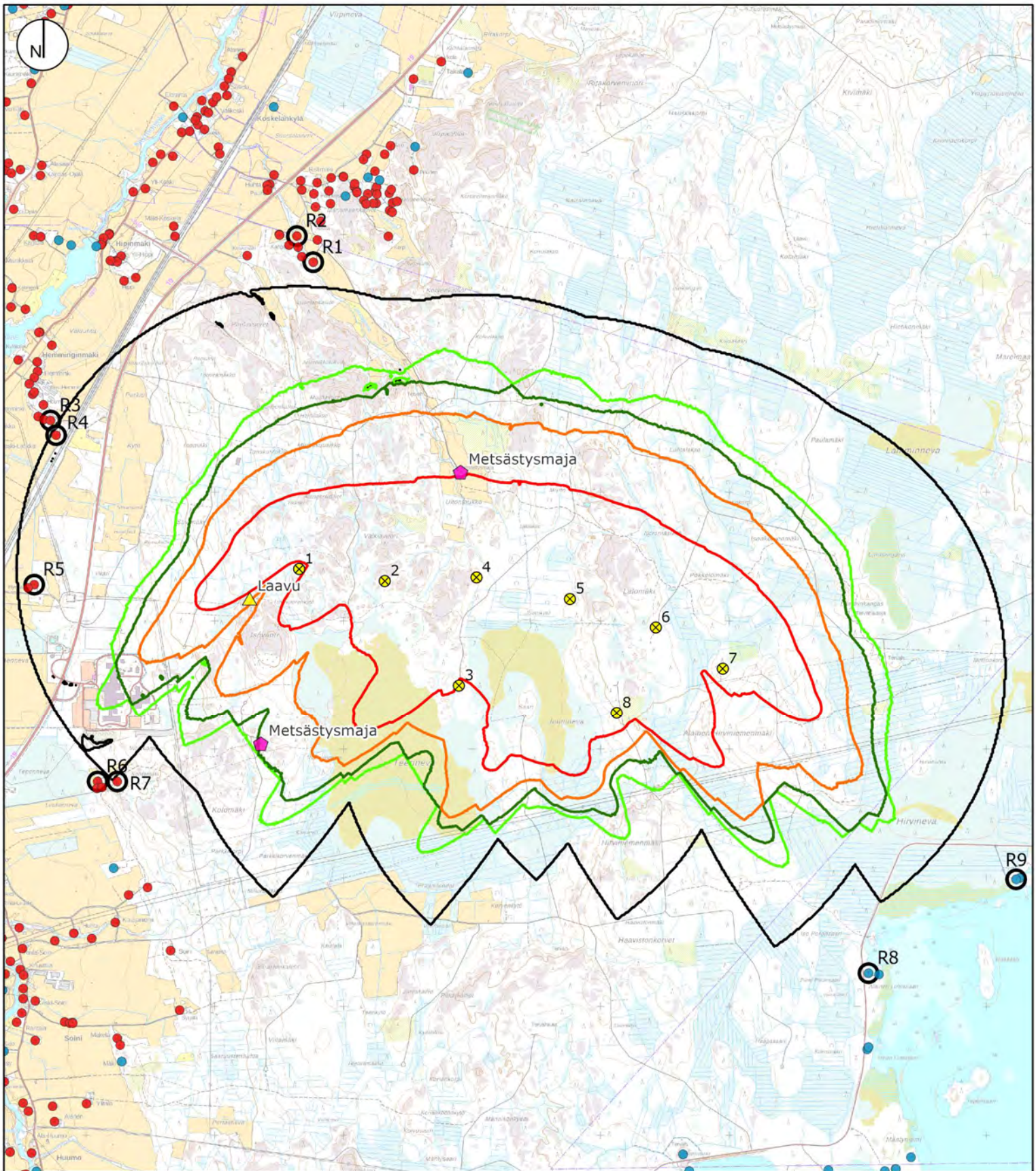
Vuosittaiseen todelliseen välkevaikutukseen vaikuttaa, kuinka tarkasti vuosittainen tuulivoimaloiden toiminta ja sääolosuhteet vastaavat mallinnuksessa käytettyjä arvoja. Lisäksi voimaloiden näkyminen tai näkymisen estyminen esimerkiksi puuston tai rakennusten vuoksi on vaikuttava tekijä välkevaikutuksen muodostumisessa. Rakennusten ohella myös puustovyöhykkeet rajoittavat välkevaikutuksia ympäristössä, mutta puuston on kuitenkin oltava riittävän tiheää ja korkeaa sekä suojata altistuvaa kohdetta kattavasti. Myös vuodenajan vaihtelut on huomioitava puuston kyvyssä rajoittaa tuulivoimaloiden näkyvyyttä. Jos tuulivoimalat eivät näy häiriintyvään kohteeseen, ei myöskään välkettä aiheudu.

LÄHTEET

1. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu, Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016
2. Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen, WEA-Shattenwurf-Hinweise
3. Vindkraftshandboken - Planering och prövning av vindkraftverk på land och i kustnära vattenområden, Boverket 2009
4. Vejledning om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller, Naturstyrelsen, Miljøministeriet 2015
5. WindPRO 3.3 User Manual
6. Ilmatieteen laitos, Tilastoja Suomen ilmastosta 1991–2020, Raportteja 2021:8
7. Suomen Tuuliatlas

LIITTEET

- | | |
|---------|--|
| Liite 1 | Isovuoren tuulivoimahankkeen Real Case -laskennan välkevyöhykkeet |
| Liite 2 | Isovuoren tuulivoimahankkeen kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä |
| Liite 3 | Yhteismallinnuksen Isovuoren voimaloiden ja Lamminnevan hankevaihtoehdon VE1 Real Case -laskennan välkevyöhykkeet |
| Liite 4 | Yhteismallinnuksen Isovuoren voimaloiden ja Lamminnevan hankevaihtoehdon VE1 kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä |
| Liite 5 | Yhteismallinnuksen Isovuoren voimaloiden ja Lamminnevan hankevaihtoehdon VE2 Real Case -laskennan välkevyöhykkeet |
| Liite 6 | Yhteismallinnuksen Isovuoren voimaloiden ja Lamminnevan hankevaihtoehdon VE2 kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä |
| Liite 7 | Yhteismallinnusten kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista Uitonloukon metsästysmajalla, Isovuoren laavulla ja Nurmon Metsästysseuran metsästysmajalla |



RAMBOLL

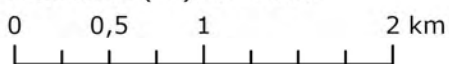
Välkemallinnus
(WindPro 3.6)

VESTAS V172-7.2
HH 170 m
RD 200 m

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

- 0
- 8
- 10
- 15
- 30
- Lomarakennus
- Asuinrakennus
- ⊗ Isovuoren voimalat
- Reseptorit

Mittakaava (A4): 1:40 000



20.11.2023 MN / MM

SHADOW - Main Result

Calculation: Results_9_receptors_VE1_HH170_RD200_10112023

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
661	445	360	296	465	712	1 024	1 346	1 120	811	565	557	8 362

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: Valkemallinnus_EMDGrid_0

Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89



Scale 1:100 000
 ▲ New WTG ● Shadow receptor

WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Shadow data					
					Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM	
			[m]										
1	295 656	6 975 402	70,0	VESTAS V172-7.2 USER 7200 ...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0	
2	296 322	6 975 309	72,0	VESTAS V172-7.2 USER 7200 ...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0	
3	296 900	6 974 497	73,6	VESTAS V172-7.2 USER 7200 ...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0	
4	297 035	6 975 337	71,0	VESTAS V172-7.2 USER 7200 ...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0	
5	297 762	6 975 169	72,6	VESTAS V172-7.2 USER 7200 ...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0	
6	298 429	6 974 948	83,4	VESTAS V172-7.2 USER 7200 ...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0	
7	298 950	6 974 628	84,1	VESTAS V172-7.2 USER 7200 ...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0	
8	298 126	6 974 283	79,0	VESTAS V172-7.2 USER 7200 ...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0	

Shadow receptor-Input

No.	East	North	Z	Width	Height	Elevation	Slope of	Direction mode	Eye height
			[m]	[m]	[m]	a.g.l.	window		(ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
R1	295 766	6 977 786	52,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R2	295 638	6 977 990	49,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R3	293 724	6 976 556	50,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R4	293 767	6 976 441	48,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R5	293 597	6 975 281	48,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R6	294 088	6 973 748	48,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R7	294 241	6 973 747	55,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R8	300 083	6 972 259	90,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R9	301 232	6 972 989	90,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	Shadow hours per year [h/year]
R1	0:00	0	0:00	0:00	0:00
R2	0:00	0	0:00	0:00	0:00
R3	0:00	0	0:00	0:00	0:00
R4	7:20	27	0:22	1:15	1:15

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Results_9_receptors_VE1_HH170_RD200_10112023

...continued from previous page

No.	Shadow, worst case		Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
R5	8:35	30	0:23	1:58
R6	0:00	0	0:00	0:00
R7	0:00	0	0:00	0:00
R8	0:00	0	0:00	0:00
R9	0:00	0	0:00	0:00

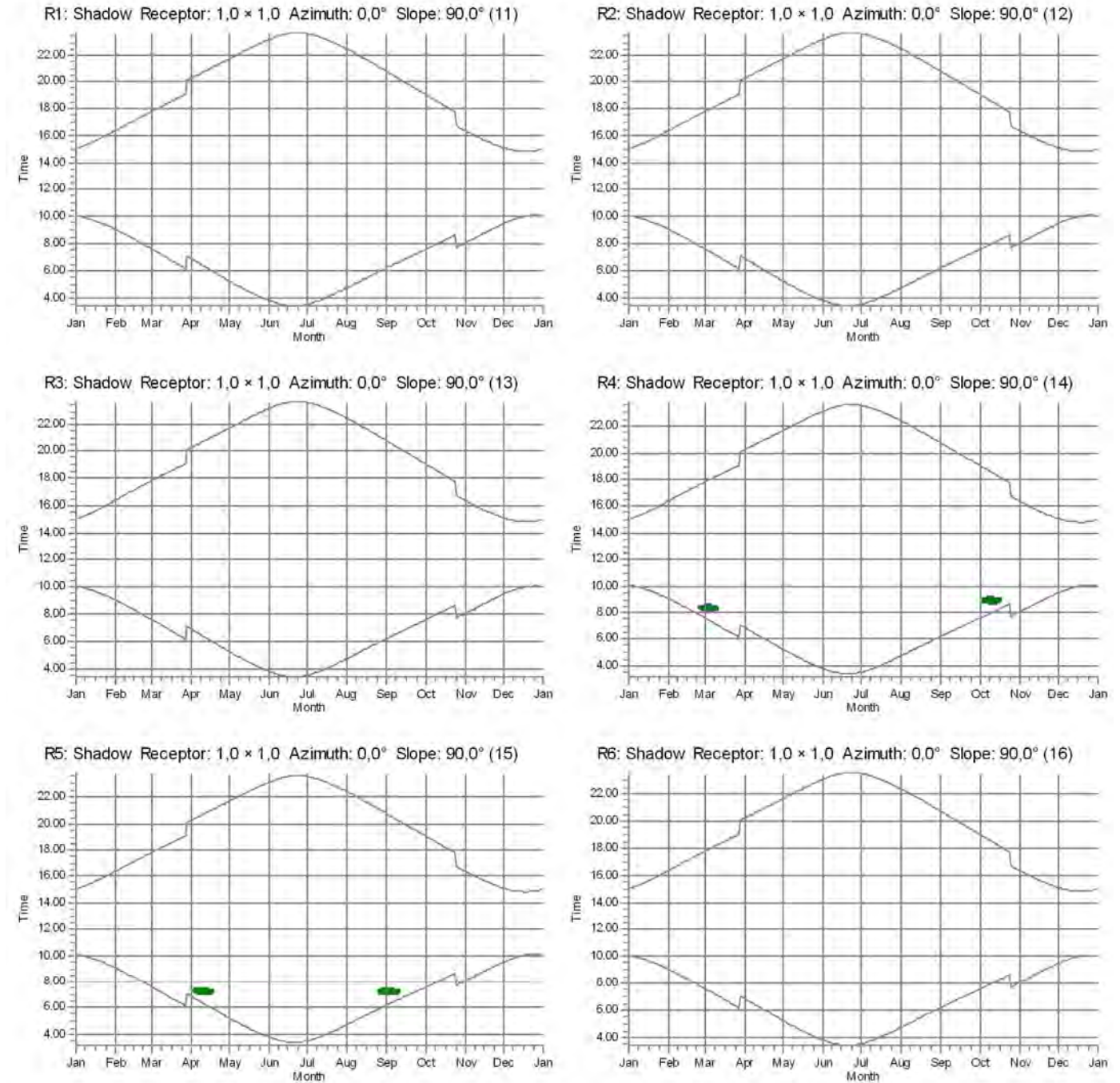
Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (67)	15:55	3:13
2	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (68)	0:00	0:00
3	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (72)	0:00	0:00
4	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (69)	0:00	0:00
5	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (70)	0:00	0:00
6	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (74)	0:00	0:00
7	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (71)	0:00	0:00
8	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (73)	0:00	0:00

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

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Results_9_receptors_VE1_HH170_RD200_10112023



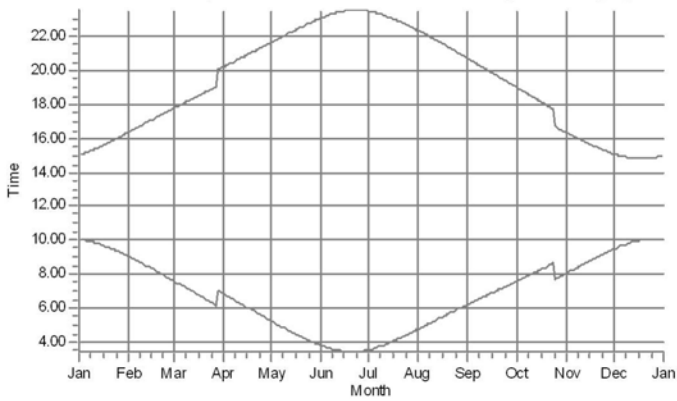
WTGs

1: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (67)

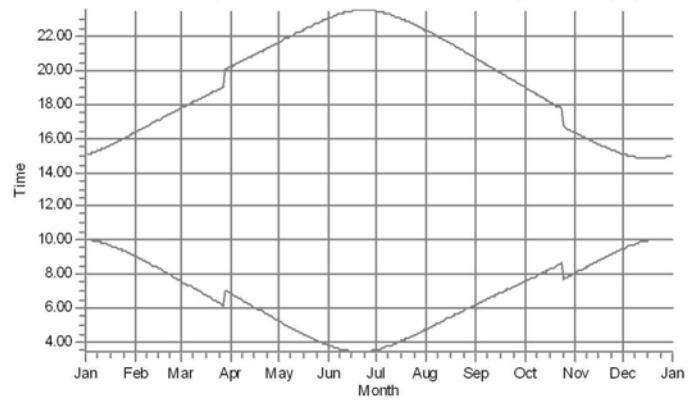
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Results_9_receptors_VE1_HH170_RD200_10112023

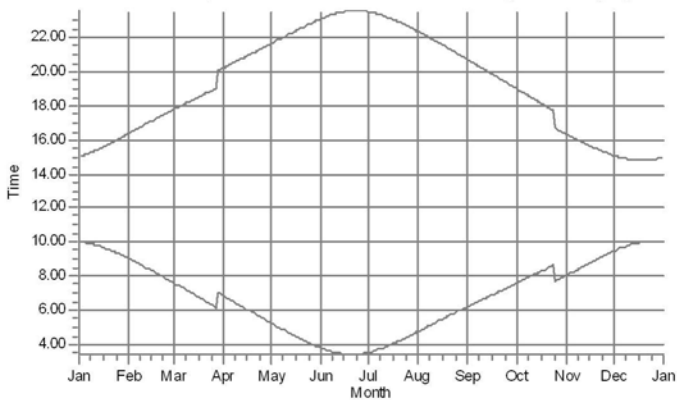
R7: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (19)



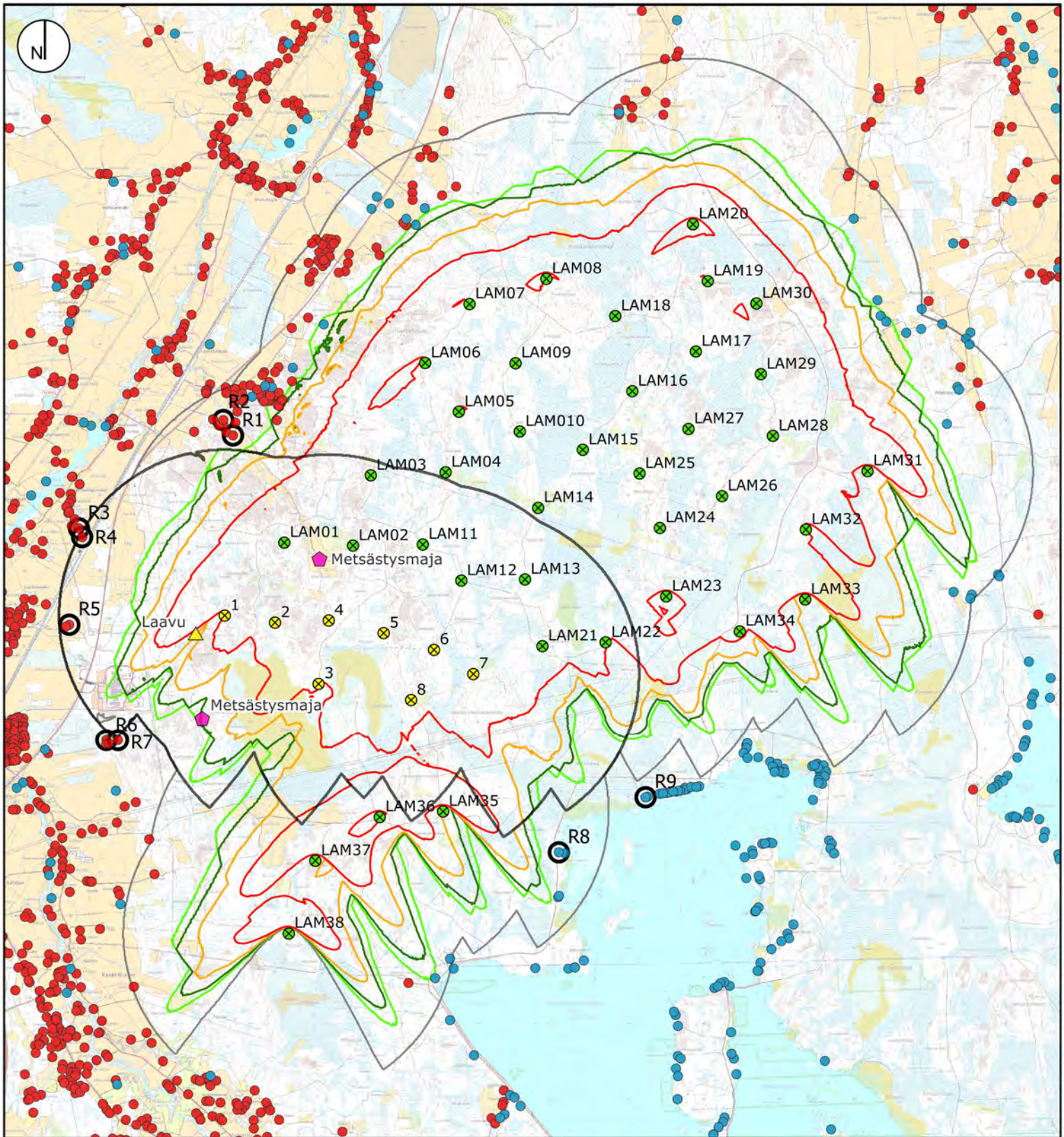
R8: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (17)



R9: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (18)



WTGs



RAMBOLL

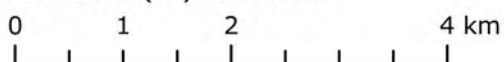
Isovuoren ja Lamminnevan tuulivoimahankkeiden välkkeen yhteismallinnus

20.11.2023 MN / MM

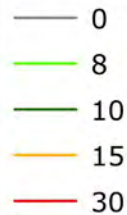
Välkemallinnus (WindPro 3.6)

46 WTG
VESTAS V172-7.2
HH 170 m / 200 m
RD 200 m

Mittakaava (A4): 1:70 000



Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus



- Lamminnevan voimalat VE1
- Isovuoren voimalat

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Reseptorit
- Isovuori välkkeen 0-raja

SHADOW - Main Result

Calculation: Results_9_receptors_46WTG_HH170_HH200_RD200_10112023

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

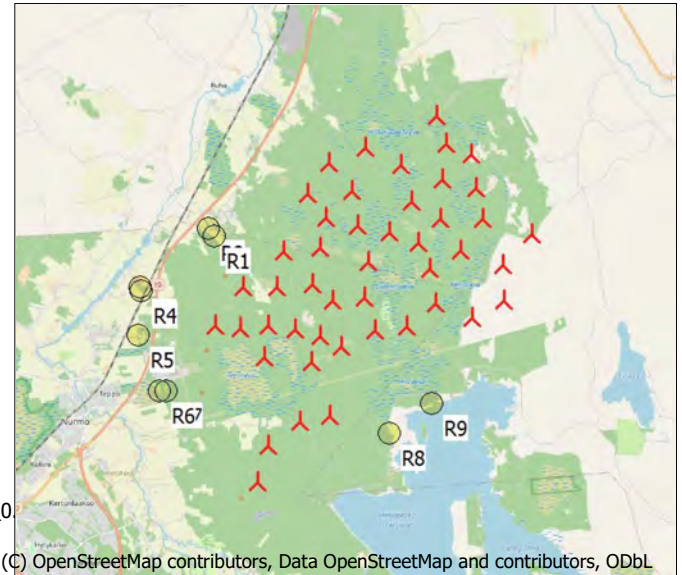
Minimum sun height over horizon for influence 3 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

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
661 445 360 296 465 712 1 024 1 346 1 120 811 565 557 8 362

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: Valkemallinnus_EMDGrid_0
Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89



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

Scale 1:200 000

▲ New WTG

● Shadow receptor

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
			[m]									
1	295 656	6 975 402	70,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0
2	296 322	6 975 309	72,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0
3	296 900	6 974 497	73,6	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0
4	297 035	6 975 337	71,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0
5	297 762	6 975 169	72,6	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0
6	298 429	6 974 948	83,4	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0
7	298 950	6 974 628	84,1	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0
8	298 126	6 974 283	79,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0
LAM01	296 445	6 976 367	69,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM010	299 566	6 977 838	97,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM02	297 356	6 976 328	75,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM03	297 592	6 977 258	77,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM04	298 583	6 977 298	91,4	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM05	298 758	6 978 099	93,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM06	298 312	6 978 745	83,3	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM07	298 900	6 979 524	85,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM08	299 918	6 979 858	80,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM09	299 510	6 978 741	93,5	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM11	298 281	6 976 342	83,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM12	298 791	6 975 865	90,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM13	299 635	6 975 880	95,5	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM14	299 809	6 976 826	96,6	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM15	300 401	6 977 596	94,5	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM16	301 057	6 978 371	91,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM17	301 899	6 978 896	88,6	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM18	300 831	6 979 366	79,6	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM19	302 057	6 979 827	81,2	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM20	301 861	6 980 580	69,7	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM21	299 866	6 974 997	92,3	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM22	300 703	6 975 048	96,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM23	301 506	6 975 655	99,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM24	301 422	6 976 561	100,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM25	301 153	6 977 282	101,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM26	302 246	6 976 982	99,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM27	301 801	6 977 871	97,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM28	302 920	6 977 780	93,3	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Results_9_receptors_46WTG_HH170_HH200_RD200_10112023

...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]
LAM29	302 760	6 978 597	87,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM30	302 701	6 979 532	80,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM31	304 174	6 977 312	91,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM32	303 356	6 976 540	96,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM33	303 348	6 975 614	96,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM34	302 481	6 975 192	92,9	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM35	298 550	6 972 800	89,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM36	297 710	6 972 725	76,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM37	296 857	6 972 148	75,8	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM38	296 505	6 971 184	76,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0

Shadow receptor-Input

No.	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
R1	295 766	6 977 786	52,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R2	295 638	6 977 990	49,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R3	293 724	6 976 556	50,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R4	293 767	6 976 441	48,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R5	293 597	6 975 281	48,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R6	294 088	6 973 748	48,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R7	294 241	6 973 747	55,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R8	300 083	6 972 259	90,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R9	301 232	6 972 989	90,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	Shadow hours per year [h/year]
R1	37:26	100	0:35	6:09	
R2	23:06	72	0:27	3:34	
R3	0:00	0	0:00	0:00	
R4	7:20	27	0:22	1:15	
R5	8:35	30	0:23	1:58	
R6	0:00	0	0:00	0:00	
R7	0:00	0	0:00	0:00	
R8	16:37	44	0:29	3:54	
R9	0:00	0	0:00	0:00	

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

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (67)	15:55	3:13
2	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (68)	0:00	0:00
3	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (72)	0:00	0:00
4	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (69)	0:00	0:00
5	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (70)	0:00	0:00
6	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (74)	0:00	0:00
7	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (71)	0:00	0:00
8	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (73)	0:00	0:00
LAM01	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (112)	21:22	3:00
LAM010	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (90)	0:00	0:00
LAM02	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (103)	8:30	1:25
LAM03	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (111)	16:31	3:07
LAM04	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (110)	0:00	0:00
LAM05	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (117)	0:00	0:00
LAM06	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (109)	0:00	0:00
LAM07	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (88)	0:00	0:00

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Results_9_receptors_46WTG_HH170_HH200_RD200_10112023

...continued from previous page

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
LAM08	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (87)	0:00	0:00
LAM09	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (89)	0:00	0:00
LAM11	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (102)	0:00	0:00
LAM12	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (101)	0:00	0:00
LAM13	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (100)	0:00	0:00
LAM14	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (118)	0:00	0:00
LAM15	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (92)	0:00	0:00
LAM16	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (91)	0:00	0:00
LAM17	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (84)	0:00	0:00
LAM18	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (86)	0:00	0:00
LAM19	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (85)	0:00	0:00
LAM20	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (82)	0:00	0:00
LAM21	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (99)	0:00	0:00
LAM22	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (98)	0:00	0:00
LAM23	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (113)	0:00	0:00
LAM24	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (108)	0:00	0:00
LAM25	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (96)	0:00	0:00
LAM26	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (95)	0:00	0:00
LAM27	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (97)	0:00	0:00
LAM28	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (94)	0:00	0:00
LAM29	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (93)	0:00	0:00
LAM30	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (83)	0:00	0:00
LAM31	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (104)	0:00	0:00
LAM32	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (115)	0:00	0:00
LAM33	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (114)	0:00	0:00
LAM34	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (116)	0:00	0:00
LAM35	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (105)	16:37	3:54
LAM36	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (106)	0:00	0:00
LAM37	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (107)	0:00	0:00
LAM38	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (119)	0:00	0:00

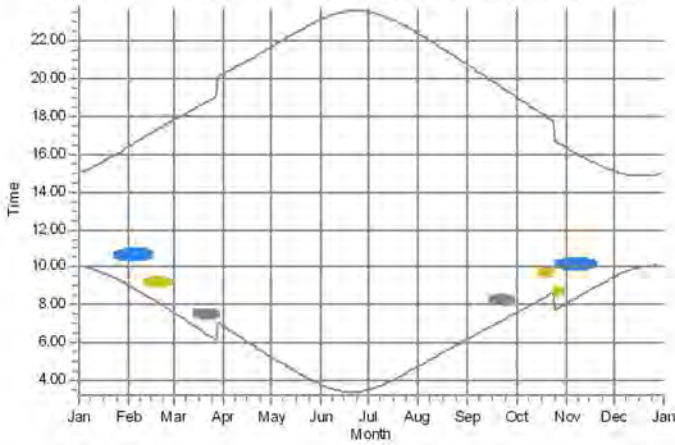
Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

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.

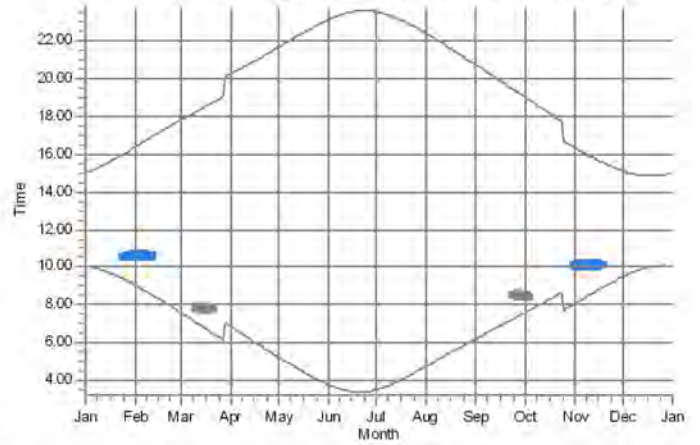
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Results_9_receptors_46WTG_HH170_HH200_RD200_10112023

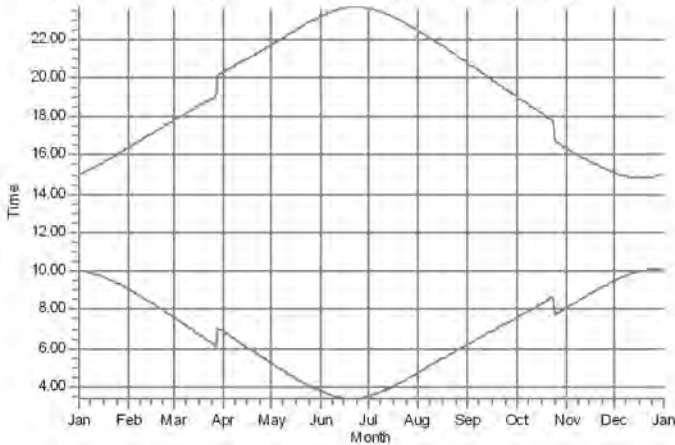
R1: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (11)



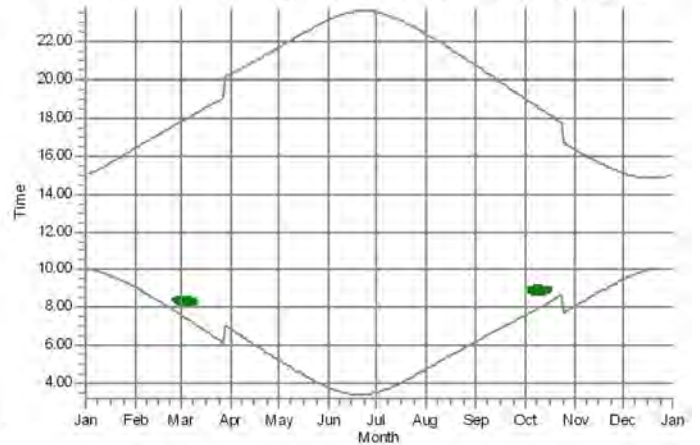
R2: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (12)



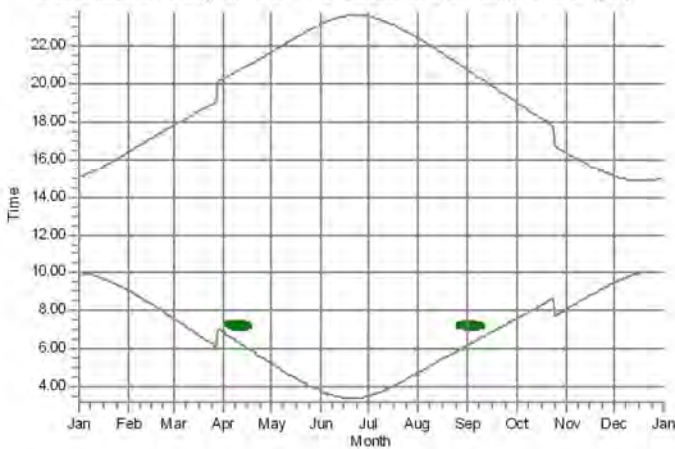
R3: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (13)



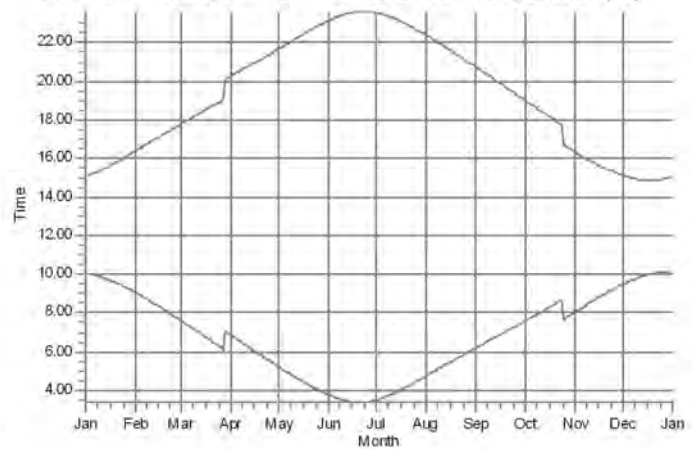
R4: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (14)



R5: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (15)



R6: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (16)



WTGs

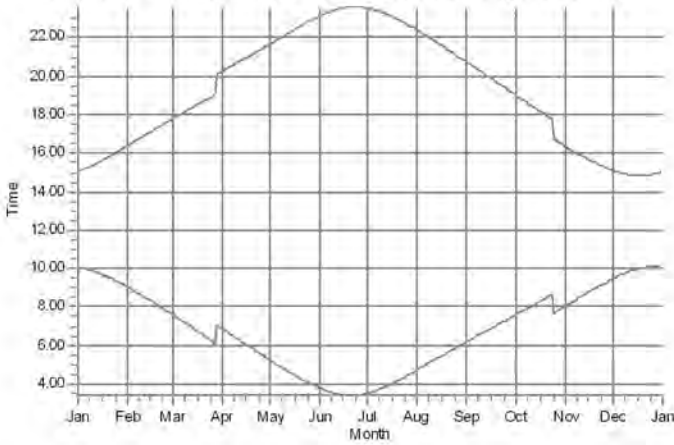
1: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 170.0 m (TOT: 270.0 m) (67)
 LAM02: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (103)

LAM03: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (111)
 LAM01: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (112)

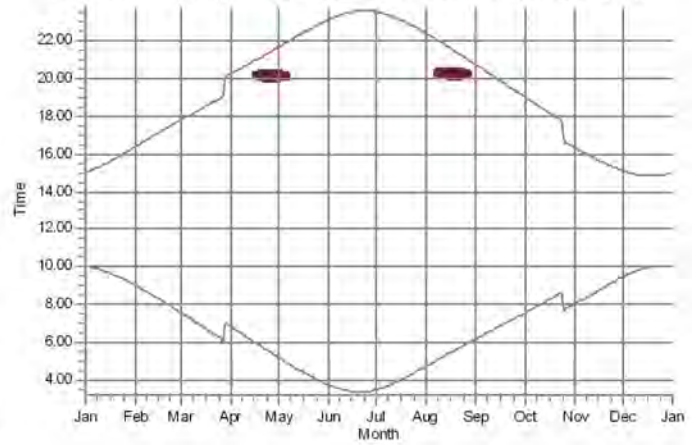
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Results_9_receptors_46WTG_HH170_HH200_RD200_10112023

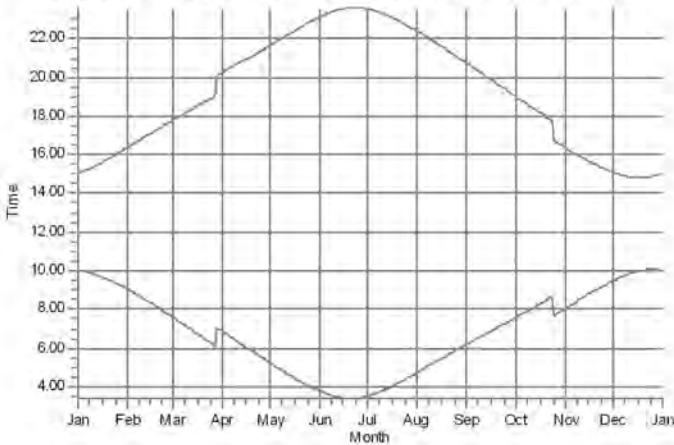
R7: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (19)



R8: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (17)

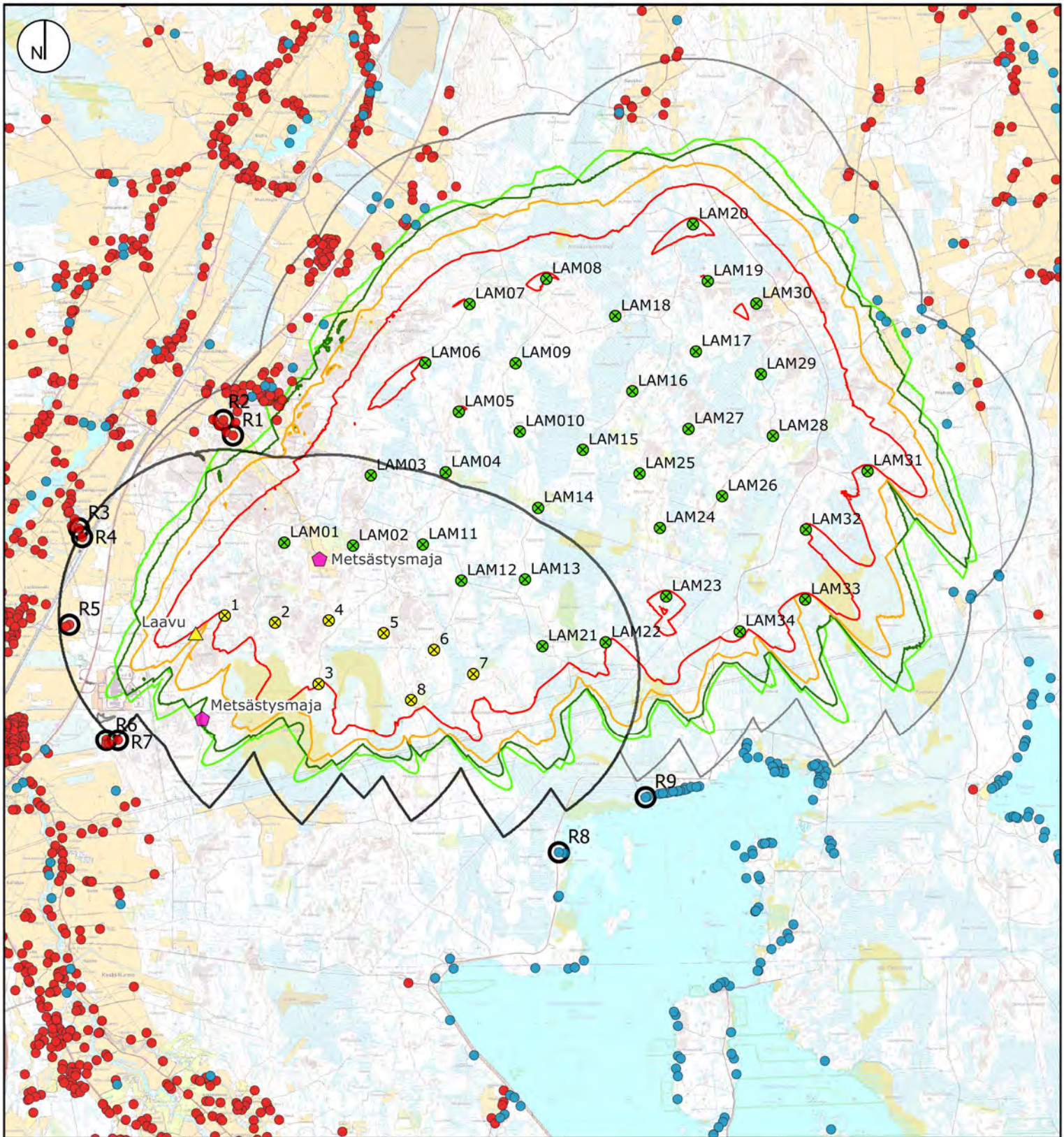


R9: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (18)



WTGs

■ LAM35: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (105)



RAMBOLL

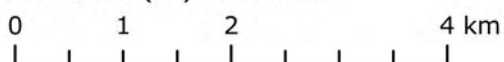
Isovuoren ja Lamminnevan
tuulivoimahankkeiden
välkkeen yhteismallinnus

20.11.2023 MN / MM

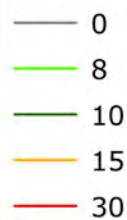
Välkemallinnus
(WindPro 3.6)

42 WTG
VESTAS V172-7.2
HH 170 m / 200 m
RD 200 m

Mittakaava (A4): 1:70 000



Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus



⊗ Lamminnevan
voimalat VE2

⊗ Isovuoren
voimalat

- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Reseptorit
- Isovuori
välkkeen 0-raja

SHADOW - Main Result

Calculation: Results_42WTG_HH170_HH200_RD200_12072023

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

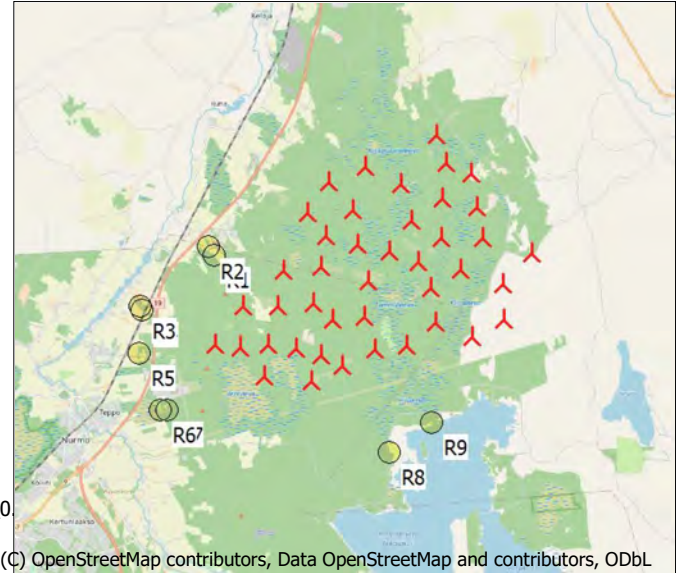
Minimum sun height over horizon for influence 3 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

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
661 445 360 296 465 712 1 024 1 346 1 120 811 565 557 8 362

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: Valkemallinnus_EMDGrid_0
Receptor grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89



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

Scale 1:200 000

▲ New WTG ● Shadow receptor

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
			[m]									
1	295 656	6 975 402	70,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0
2	296 322	6 975 309	72,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0
3	296 900	6 974 497	73,6	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0
4	297 035	6 975 337	71,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0
5	297 762	6 975 169	72,6	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0
6	298 429	6 974 948	83,4	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0
7	298 950	6 974 628	84,1	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0
8	298 126	6 974 283	79,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	170,0	2 191	0,0
LAM01	296 445	6 976 367	69,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM010	299 566	6 977 838	97,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM02	297 356	6 976 328	75,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM03	297 592	6 977 258	77,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM04	298 583	6 977 298	91,4	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM05	298 758	6 978 099	93,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM06	298 312	6 978 745	83,3	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM07	298 900	6 979 524	85,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM08	299 918	6 979 858	80,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM09	299 510	6 978 741	93,5	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM11	298 281	6 976 342	83,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM12	298 791	6 975 865	90,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM13	299 635	6 975 880	95,5	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM14	299 809	6 976 826	96,6	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM15	300 401	6 977 596	94,5	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM16	301 057	6 978 371	91,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM17	301 899	6 978 896	88,6	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM18	300 831	6 979 366	79,6	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM19	302 057	6 979 827	81,2	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM20	301 861	6 980 580	69,7	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM21	299 866	6 974 997	92,3	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM22	300 703	6 975 048	96,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM23	301 506	6 975 655	99,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM24	301 422	6 976 561	100,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM25	301 153	6 977 282	101,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM26	302 246	6 976 982	99,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM27	301 801	6 977 871	97,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM28	302 920	6 977 780	93,3	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Results_42WTG_HH170_HH200_RD200_12072023

...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]									
LAM29	302 760	6 978 597	87,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM30	302 701	6 979 532	80,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM31	304 174	6 977 312	91,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM32	303 356	6 976 540	96,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM33	303 348	6 975 614	96,0	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0
LAM34	302 481	6 975 192	92,9	VESTAS V172-7.2 USE...	Yes	VESTAS	V172-7.2 USER-7 200	7 200	200,0	200,0	2 188	0,0

Shadow receptor-Input

No.	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
R1	295 766	6 977 786	52,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R2	295 638	6 977 990	49,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R3	293 724	6 976 556	50,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R4	293 767	6 976 441	48,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R5	293 597	6 975 281	48,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R6	294 088	6 973 748	48,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R7	294 241	6 973 747	55,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R8	300 083	6 972 259	90,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R9	301 232	6 972 989	90,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	
R1	37:26	100	0:35	6:09	
R2	23:06	72	0:27	3:34	
R3	0:00	0	0:00	0:00	
R4	7:20	27	0:22	1:15	
R5	8:35	30	0:23	1:58	
R6	0:00	0	0:00	0:00	
R7	0:00	0	0:00	0:00	
R8	0:00	0	0:00	0:00	
R9	0:00	0	0:00	0:00	

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

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (67)	15:55	3:13
2	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (68)	0:00	0:00
3	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (72)	0:00	0:00
4	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (69)	0:00	0:00
5	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (70)	0:00	0:00
6	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (74)	0:00	0:00
7	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (71)	0:00	0:00
8	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (73)	0:00	0:00
LAM01	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (155)	21:22	3:00
LAM010	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (136)	0:00	0:00
LAM02	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (149)	8:30	1:25
LAM03	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (154)	16:31	3:07
LAM04	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (153)	0:00	0:00
LAM05	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (160)	0:00	0:00
LAM06	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (152)	0:00	0:00
LAM07	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (134)	0:00	0:00
LAM08	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (133)	0:00	0:00
LAM09	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (135)	0:00	0:00
LAM11	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (148)	0:00	0:00
LAM12	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (147)	0:00	0:00

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Results_42WTG_HH170_HH200_RD200_12072023

...continued from previous page

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
LAM13	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (146)	0:00	0:00
LAM14	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (161)	0:00	0:00
LAM15	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (138)	0:00	0:00
LAM16	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (137)	0:00	0:00
LAM17	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (130)	0:00	0:00
LAM18	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (132)	0:00	0:00
LAM19	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (131)	0:00	0:00
LAM20	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (128)	0:00	0:00
LAM21	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (145)	0:00	0:00
LAM22	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (144)	0:00	0:00
LAM23	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (156)	0:00	0:00
LAM24	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (151)	0:00	0:00
LAM25	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (142)	0:00	0:00
LAM26	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (141)	0:00	0:00
LAM27	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (143)	0:00	0:00
LAM28	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (140)	0:00	0:00
LAM29	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (139)	0:00	0:00
LAM30	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (129)	0:00	0:00
LAM31	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (150)	0:00	0:00
LAM32	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (158)	0:00	0:00
LAM33	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (157)	0:00	0:00
LAM34	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (159)	0:00	0:00

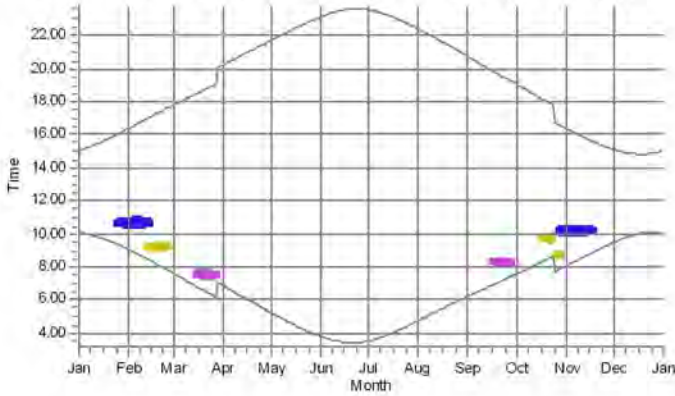
Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

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.

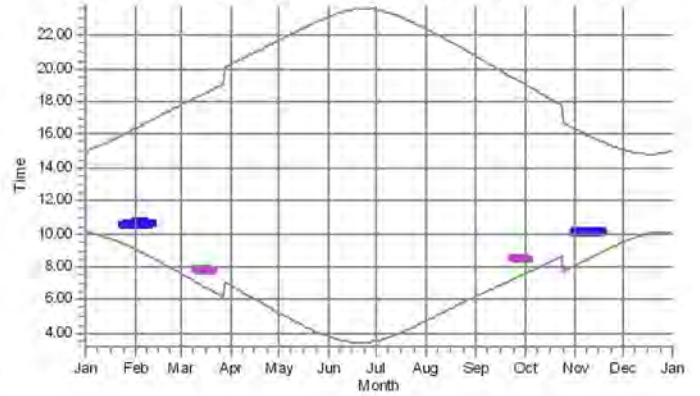
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Results_42WTG_HH170_HH200_RD200_12072023

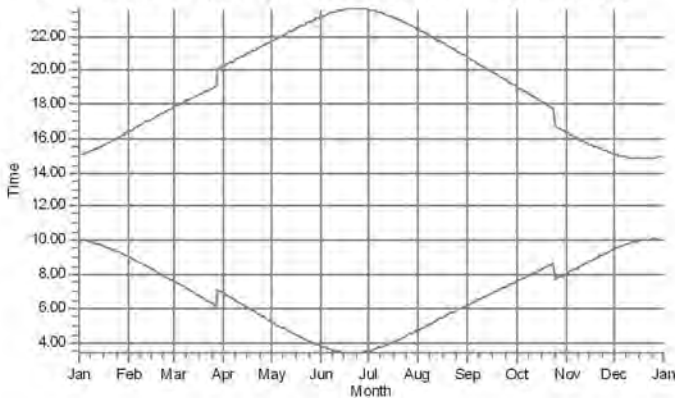
R1: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (11)



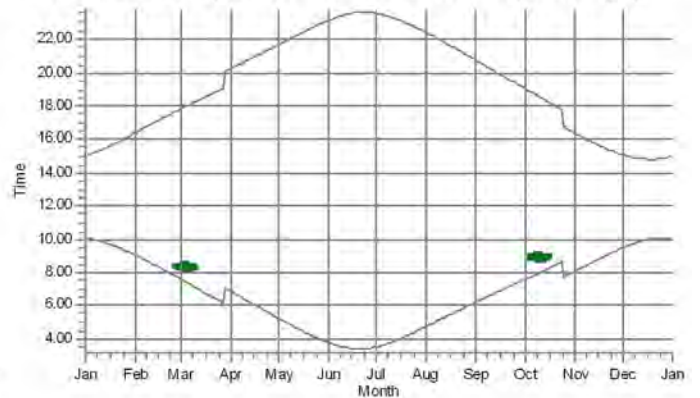
R2: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (12)



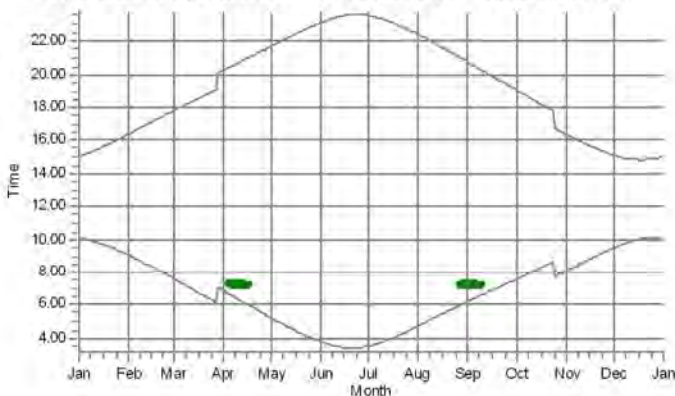
R3: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (13)



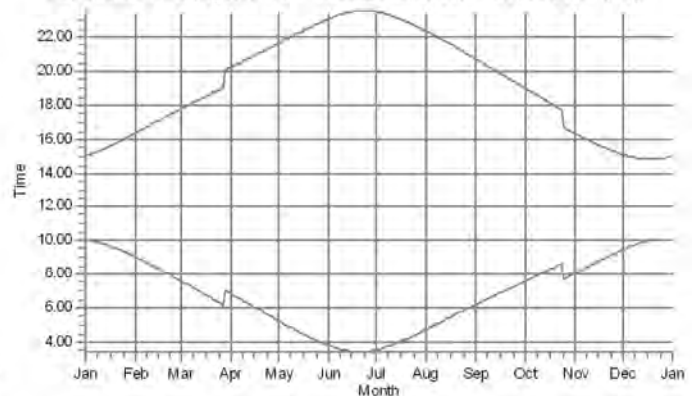
R4: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (14)



R5: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (15)



R6: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (16)



WRGs

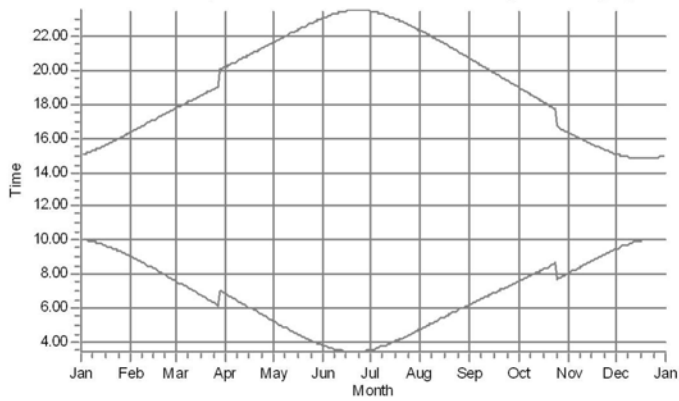
1: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (67)
 LAM02: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (149)

LAM03: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (154)
 LAM01: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (155)

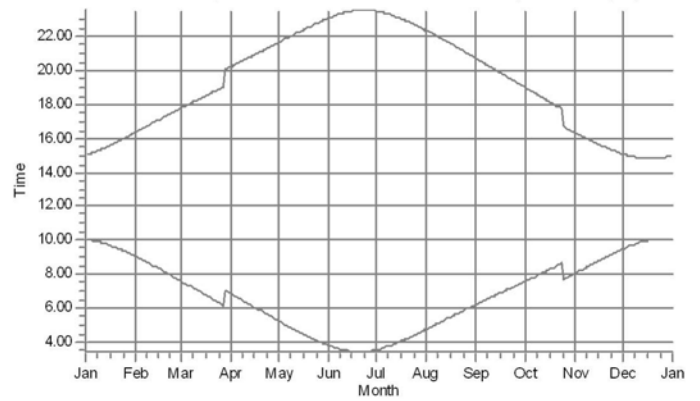
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Results_42WTG_HH170_HH200_RD200_12072023

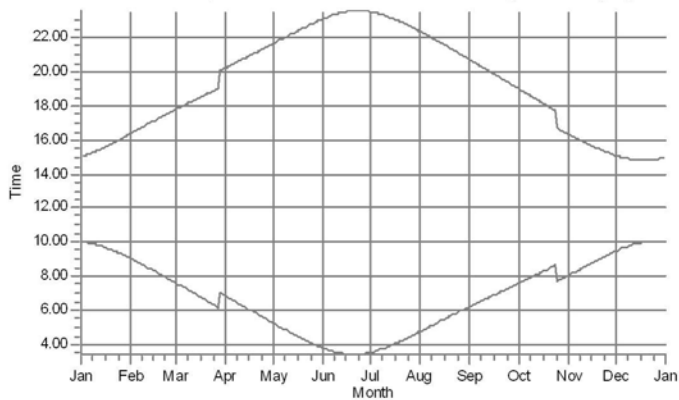
R7: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (19)



R8: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (17)



R9: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (18)



WTGs

Valkemallinnus yhteisvaikutukset

Uitonloukon metsästysmaja (R16)

Licensed user:

Ramboll Deutschland GmbH

Elisabeth-Consruch-Straße 3

DE-34131 Kassel

Matias Mokko / matias.mokko@ramboll.fi

Calculated:

13.7.2023 14.35/3.6.366

SHADOW - Calendar, graphical

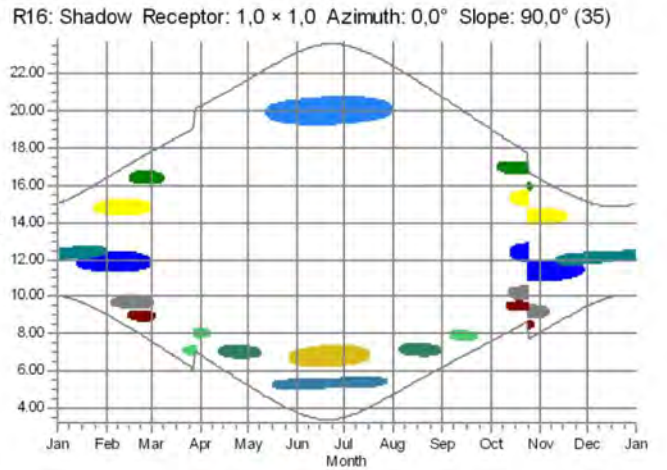
Calculation: Results_46WTG_HH170_HH200_RD200_12072023
Results_42WTG_HH170_HH200_RD200_12072023

- Isovuori VE1 + Lamminneva VE1
- Isovuori VE1 + Lamminneva VE2

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	
R16	370:29	317	2:51	77:04	



WTGs

- 1: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (67)
- 2: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (68)
- 4: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (69)
- 5: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (70)
- 3: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (72)

- 6: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (74)
- LAM12: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (101)
- LAM11: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (102)
- LAM02: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (103)
- LAM06: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (109)

- LAM04: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (110)
- LAM03: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (111)
- LAM01: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (112)

Valkemallinnus yhteisvaikutukset

Isovuoren laavu (R17)

Licensed user:

Ramboll Deutschland GmbH

Elisabeth-Consruch-Straße 3

DE-34131 Kassel

Matias Mokko / matias.mokko@ramboll.fi

Calculated:

13.7.2023 14.35/3.6.366

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Results_46WTG_HH170_HH200_RD200_12072023
Results_42WTG_HH170_HH200_RD200_12072023

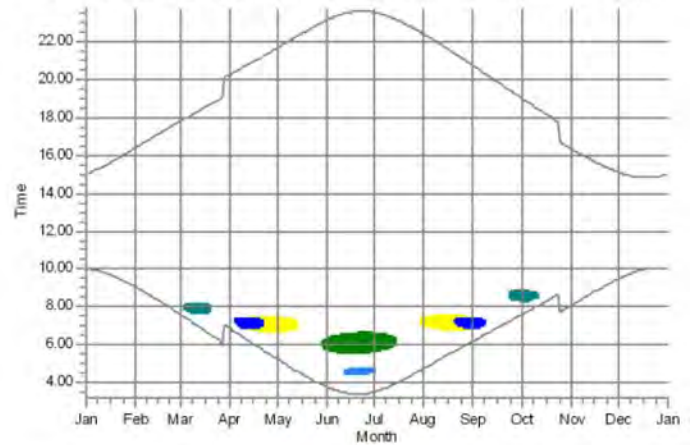
- Isovuori VE1 + Lamminneva VE1
- Isovuori VE1 + Lamminneva VE2

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case			Shadow, expected values
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
R17	88:49	155	1:09	22:05

R17: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (37)



WTGs

- 1: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (67)
- 2: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (68)
- 4: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (69)
- 5: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (70)
- 3: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (72)

- 6: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (74)
- LAM12: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (101)
- LAM11: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (102)
- LAM02: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (103)
- LAM06: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (109)

- LAM04: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (110)
- LAM03: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (111)
- LAM01: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (112)

Valkemallinnus yhteisvaikutukset

Nurmon Metsästysseuran metsästymaja (R18)

Licensed user:

Ramboll Deutschland GmbH

Elisabeth-Consruch-Straße 3

DE-34131 Kassel

Matias Mokko / matias.mokko@ramboll.fi

Calculated:

13.7.2023 14.35/3.6.366

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Results_46WTG_HH170_HH200_RD200_12072023
Results_42WTG_HH170_HH200_RD200_12072023

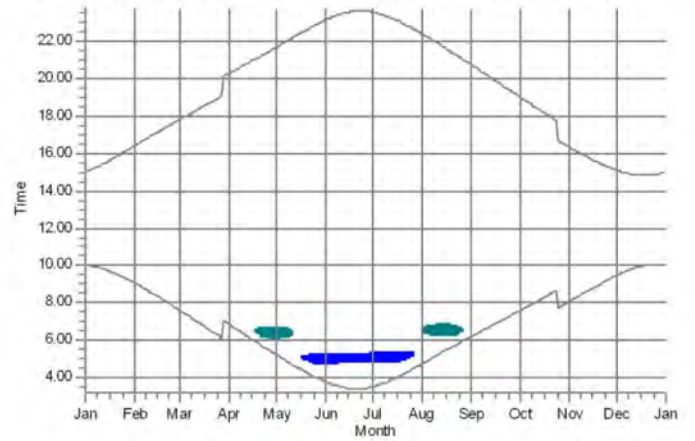
- Isovuori VE1 + Lamminneva VE1
- Isovuori VE1 + Lamminneva VE2

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	
R18	38:36	116	0:30	10:29	

R18: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (36)



WTGs

1:	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (67)
2:	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (68)
4:	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (69)
5:	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (70)
3:	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (72)

6:	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (74)
LAM12:	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (101)
LAM11:	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (102)
LAM02:	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (103)
LAM06:	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (109)

LAM04:	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (110)
LAM03:	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (111)
LAM01:	VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (112)