

Vastaanottaja
Infinergies Finland Oy

Asiakirjatyyppe
Raportti

Päivämäärä
24.1.2024

Viite
1510062976-005

KÄRSÄMÄEN HALMEMÄEN TUULIVOIMAHANKE VÄLKEMALLINNUS

Päivämäärä 24.1.2024
Laatija Maria Niemi
Tarkastaja Ville Virtanen

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 12/2023
aineistoa.

Viite 1510062976-005

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	Tuulivoimatiedot	3
4.5	Laskentojen epävarmuus	4
5.	Mallinnustulokset	5
6.	Yhteenveto ja johtopäätökset	5
LÄHTEET	6	
LIITTEET	6	

1. YLEISTÄ

Infinergies Finland Oy suunnittelee Kärsämäen Halmemäen alueelle tuulivoimapuistoa. Tässä työssä tarkasteltiin Halmemäen tuulivoimapuiston välkevaikutuksia sekä välkkeen yhteisvaikutuksia lähimpien tuulivoimahankkeiden kanssa. Ympäristöministeriön Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) oppaan mukaisesti liikkuvasta varjosta puhutaan välkkeenä.

Työ on tehty Infinergies Finland Oy:n toimeksiannosta. Välkemallinnuksen ja raportoinnin on tehnyt Ramboll Finland Oy:stä suunnittelija ins.(AMK) Maria Niemi.

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 vuotuinen 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. VAIKUTUSMEKANI SMIT

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

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

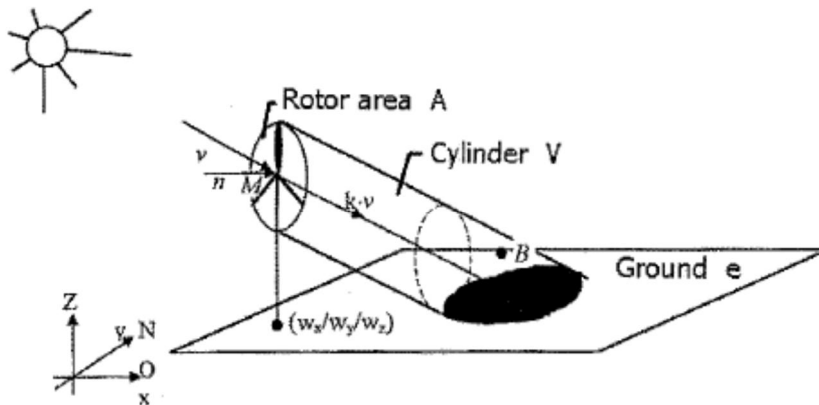
Laajimmalle varjo ulottuu, kun aurinko on matalalla. Toisaalta kun aurinko laskee riittävän matalalle, yhtenäistä varjoa ei enää muodostu. Tällöin valonsäteet joutuvat kulkemaan pitemmän matkan ilmakehän läpi, jolloin säteily hajaantuu. Vaikutusalueen koko riippuu tuulivoimalamallin dimensioista ja lavan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

Ohjelmalla voidaan tehdä kahdentyyppisiä laskentoja, ns. Pahin 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 ohjeituksen (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 vuosittaista 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 Oulun lentoaseman Oulunsalon sääaseman keskiarvoisia auringonpaisteisuustietoja ilmastolliselta vertailukaudelta 1981–2010 [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
0,77	2,46	4,42	6,93	8,81	9,87	9,13	6,84	4,43	2,23	0,93	0,26

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
537	425	359	330	514	768	969	1191	1100	908	722	569	8391

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 Halmemäen tuulivoimalavaihtoehdot VE1 ja VE2 taulukon 4 mukaisilla sijainneilla. Lisäksi yhteismallinnuksessa huomioitiin alueen lähimpien tuulivoimahankkeiden tuulivoimalat.

Voimaloiden napakorkeutena käytettiin 200 m ja roottorin halkaisija oli 240 metriä. Roottorikoon ja napakorkeuden lisäksi myös lavan muoto ja leveys vaikuttavat maksimivälke-etäisyyteen, joka mallinnusohjelman mukaan on tälle laitosmallille noin 2 308 metriä. Lavan leveystietoina käytettiin:

- Max blade width = 5,20 m
- Blade width for 90 % radius = 1,6 m

Taulukko 4. Tuulivoimalaitosten koordinaatit (ETRS-TM35FIN)

VE1	X	Y	VE2	X	Y
1	444170	7083583	2	445029	7082893
2	444909	7083054	3	445968	7082721
3	445685	7082503	4	446134	7081920
4	446311	7082000	5	444688	7083709
5	444937	7084063	6	445783	7083560
6	445783	7083560	7	447467	7082259
7	447467	7082259	8	445964	7084552
8	445964	7084552	9	446781	7083687
9	446734	7083834	10	447718	7083372
10	447718	7083372	11	448600	7082965
11	448600	7082965	12	446889	7085444
12	446889	7085444	13	447501	7084429
13	447501	7084429	14	448716	7083980
14	448716	7083980	15	449594	7083372
15	449594	7083372	16	447818	7085382
16	447818	7085382	17	448816	7085011
17	448816	7085011	18	449731	7084451
18	449731	7084451	19	447046	7087825
19	447046	7087825	20	448007	7086675
20	448007	7086675	21	448731	7086059
21	448731	7086059	22	449655	7085646
22	449655	7085646	23	450597	7085006
23	450597	7085006	24	451061	7083877
24	451061	7083877	25	447723	7088494
25	447723	7088494	26	448400	7087694
26	448400	7087694	27	449140	7087021
27	449140	7087021	28	450137	7086527
28	450137	7086527	29	450888	7085921
29	450888	7085921	30	451607	7085205

30	451607	7085205	32	448551	7089396
31	452088	7084344	33	448747	7088584
32	448551	7089396	34	449637	7087979
33	448747	7088584	35	450812	7087245
34	449637	7087979	36	451519	7086645
35	450812	7087245	37	452466	7085782
36	451519	7086645	39	450032	7088987
37	452466	7085782	40	450762	7088322
38	453049	7084779	41	451579	7087752
39	450032	7088987	42	452457	7086949
40	450762	7088322	43	453432	7086459
41	451579	7087752	44	454282	7085388
42	452457	7086949	45	451312	7089693
43	453432	7086459	46	452165	7088877
44	454282	7085388	47	452447	7087836
45	450966	7089976	48	453353	7087401
46	452029	7088609	49	454381	7086279
47	452447	7087836	50	455141	7085738
48	453353	7087401	53	453459	7088420
49	454381	7086279	54	454295	7087788
50	455141	7085738	55	455239	7086758
51	451943	7090128	58	454117	7089232
52	452470	7089459	60	454949	7088682
53	453189	7088319	61	455224	7087917
54	454295	7087788	62	455989	7087516
55	455239	7086758	64	456407	7089177
56	456029	7086136			
57	453406	7089483			
58	453929	7088745			
59	454410	7089499			
60	454949	7088682			
61	455224	7087917			
62	455989	7087516			
63	456617	7086912			
64	456407	7089177			
65	456874	7087980			
66	457358	7088880			
67	457952	7088045			
68	458207	7089436			

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 välketilanteesta alueella. Mallissa ei kuitenkaan huomioida rakennusten ja puuston peitevaikutusta. Jos tuulivoimalat eivät ole nähtävissä, eivät ne myöskään aiheuta välkevaikutuksia.

5. MALLI NNUSTULOKSET

Halmemäen tuulivoimahankkeen välkkeen esiintymiskartat ovat esitetty liitteessä 1. Välkevyöhykelaskennan lisäksi tehtiin laskentoja 10 reseptoripisteeseen, joiden sijainnit on esitetty liitteinä olevissa välkekartoissa ja tulokset taulukossa 5.

Halmemäen tuulivoimaloista aiheutuvat vuotuiset välkemäärät ylittävät 8 tuntia vuodessa vaihtoehdossa VE1 reseptoripisteissä 2 (lomarakennus) ja 5 (lomarakennus) ja vaihtoehdossa VE2 reseptoripisteessä 5. Halmemäen ja lähialueen tuulivoimaloiden yhteismallinnuksessa ylittyy 8h välkemäärä reseptoripisteessä 2 ja 5 vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 sekä reseptoripisteessä 1 vaihtoehdossa VE2.

Taulukko 5. Reseptoripistelaskentojen tulokset.

Reseptori	VE1 Real Case, h/a*	VE2 Real Case, h/a*	Yhteismallinnus, VE1 Real Case, h/a*	Yhteismallinnus, VE2 Real Case, h/a*
1	0:00	7:42	4:08	11:51
2	8:38	5:16	11:28	8:07
3	3:50	1:35	3:50	1:35
4	4:25	3:55	4:25	3:55
5	10:05	10:05	10:05	10:05
6	4:20	4:20	4:20	4:20
7	2:02	2:02	2:02	2:02
8	3:20	1:24	3:20	1:24
9	1:34	0:00	1:34	0:00
10	3:36	1:43	3:36	1:43

*tuntia vuodessa

Potentiaaliset välkkeen esiintymisajankohdat reseptorissa on esitetty liitteessä 2.

6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mallinnuksella tarkasteltiin Halmemäen alueelle suunniteltujen tuulivoimaloiden välkevaikutuksia tuulivoimaloiden ympäristössä. Laitosmallin napakorkeutena käytettiin 200 m ja roottorin halkaisijana 240 m, josta yhteenlaskettuna tuulivoimalan kokonaiskorkeudeksi tulee enimmäiskokonaiskorkeus 320 m. Voimaladimensioista roottorin läpimitalla ja lavan paksuudella, on merkittävin vaikutus välkemääriin ympäristössä. Mikäli rakennettava tuulivoimalaitos on mitoiltaan pienempi, ovat välkevaikutukset mallinnettuja vähäisempiä.

Mallinnuksen mukaan Halmemäen tuulivoimahankkeen ympäristössä jää vaihtoehdossa VE1 kaksi reseptoripistettä (reseptoripisteet 2 ja 5) välkevaikutusalueelle, jossa vuotuinen välkemäärä ylittää 8 tuntia. Tuulivoimahankkeen vaihtoehdossa VE2 jää reseptoripiste 5 yli 8 tunnin välkevaikutusalueelle. Yhteismallinnuksessa ylittyy 8h välkemäärä reseptoripisteissä 2 ja 5 molemmissa vaihtoehdoissa ja lisäksi reseptoripisteessä 1 vaihtoehdossa VE2.

Välkkeen määrän lisäksi myös välkynnän ajankohdalla (vuoden- ja kellonaika) sekä kiinteistön käyttötavalla ja -tarkoituksella on vaikutusta potentiaalisen häiriön muodostumiseen ja kokemiseen.

Vuosittaiseen todelliseen välkevaikutukseen vaikuttaa, kuinka tarkkaan vuosittainen tuulivoimaloiden toiminta ja sääolosuhteet vastaavat mallinnuksessa käytettyjä arvoja, sekä lisäksi muun muassa voimaloiden näkyminen tai näkymisen estyminen esimerkiksi puuston tai rakennusten vuoksi. Rakennusten ohella myös puustovyöhykkeet rajoittavat välkevaikutuksia ympäristössä, mutta puuston on kuitenkin oltava riittävän tiheää ja korkeata sekä suojattava altistuvaa kohdetta kattavasti. Myös vuodenajan vaihtelut on huomioitava puuston kyvyssä rajoittaa tuulivoimaloi-

den näkyvyyttä. Jos tuulivoimalat eivät näy häiriintyvään kohteeseen, ei myöskään välkettä aiheudu.

Suomen säädöksissä ei ole määritetty sitovia ohje- tai raja-arvoja tuulivoimaloiden aiheuttamalle välkkeelle. Mikäli tuulivoimaloiden todetaan aiheuttavan välkettä eniten altistuvien kohteiden luona puuston peitteisyyden vähäisyydestä johtuen yli sallitun rajan, tulisi välkevaikutuksien vähentämiseksi tiettyjen voimaloiden toimintaa rajoittaa. Rajoitustoimet tulee kohdistaa voimaloihin, joilla on suurin vaikutus välkealueen ympäristön asuinrakennuksiin kohdistuvaan välkemäärään.

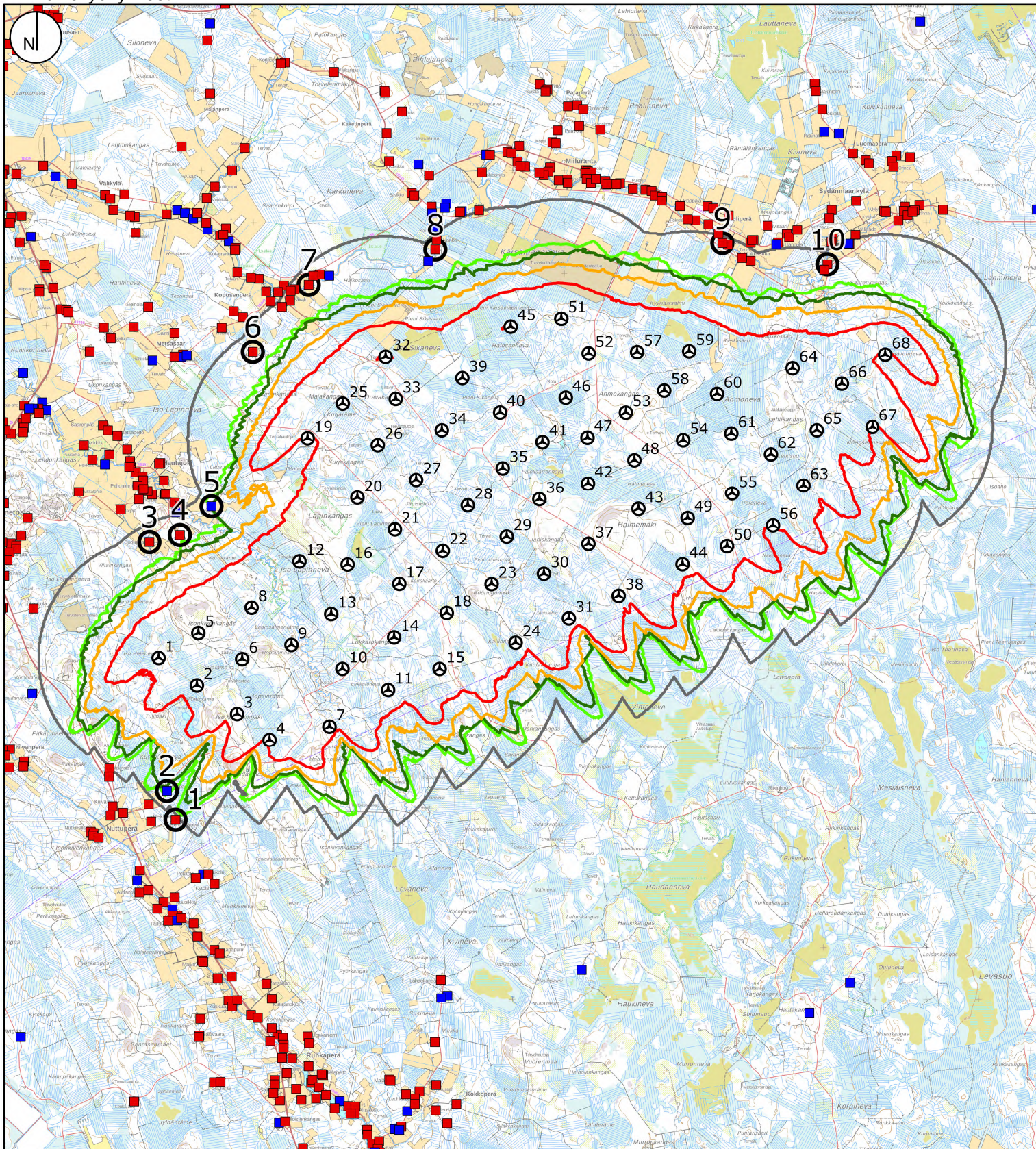
Välkkeen syntyyn voidaan vaikuttaa tuulivoimalaan liitettävällä teknisellä ohjauksella. Järjestelmä monitoroi jatkuvasti ja automaattisesti välkkeen muodostumista voimalan nasellin päälle tai runkoon asennettavilla valosensoreilla. Järjestelmä laskee muodostumisen mahdollisuutta tietyssä suunnassa valoisuuden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

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 1981-2010 Raportteja 2012: 1
7. Suomen Tuuliatlas

LIITTEET

- Liite 1 Real Case -laskennan välkevyöhykkeet
Liite 2 Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä



Infinergies Finland Oy
Halmemäen tuulivoimahanke

Välkemallinnus
(WindPro 3.6)

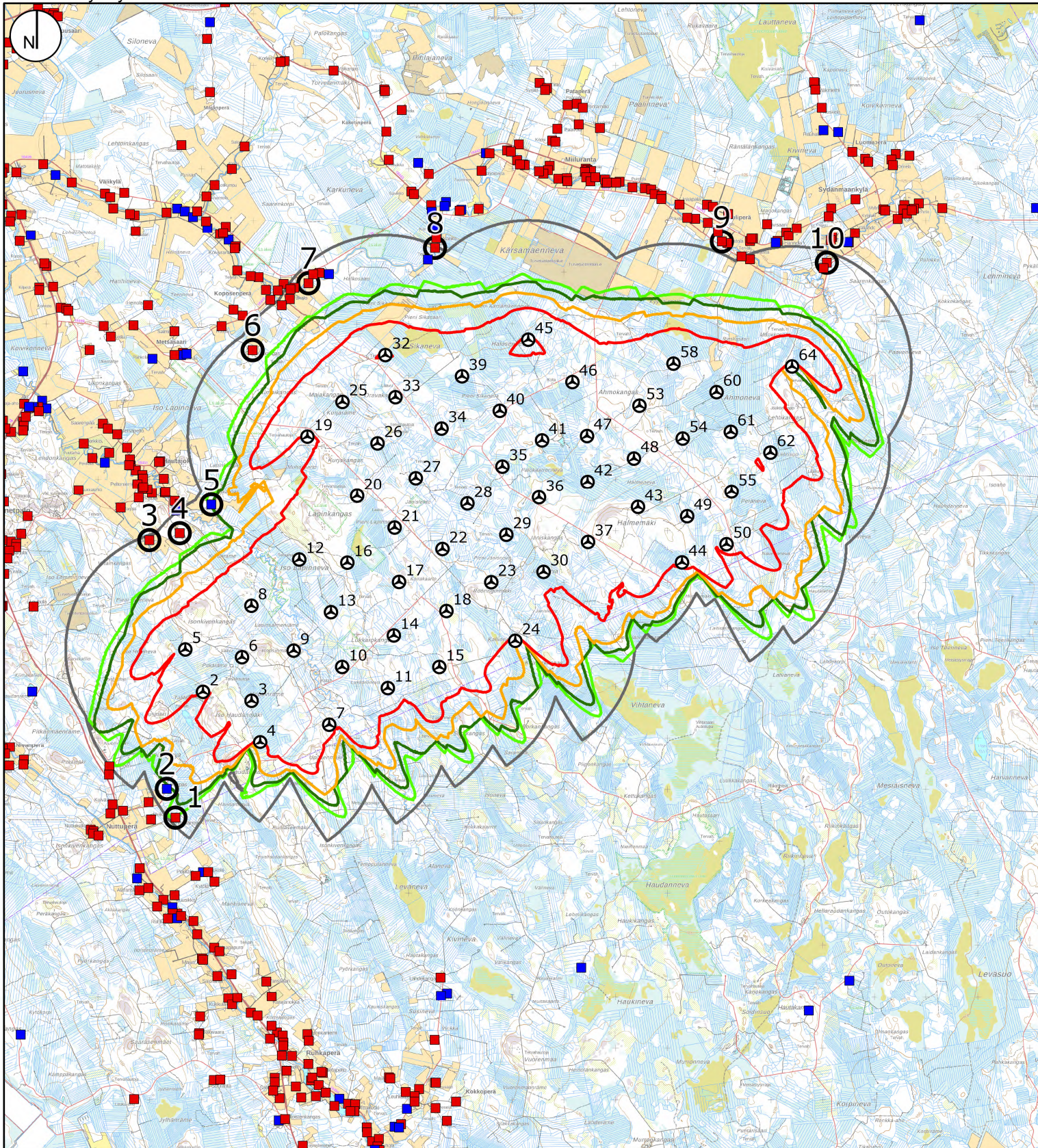
Halmemäki VE1:
NORDEX N163-5.7
Napakorkeus (HH) 200 m
Roottorin halkaisija (RD) 240 m
Kokonaiskorkeus (TH): 320 m

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

- 0
- 8
- 10
- 15
- 30
- ⊙ Halmemäen tuulivoimalat VE1
- Reseptorit
- Asuinrakennus
- Lomarakennus

Mittakaava (A4): 1:100 000
0 1 2 4 km

24.1.2024 MN



Infinergies Finland Oy
Halmemäen tuulivoimahanke

Välkemallinnus
(WindPro 3.6)

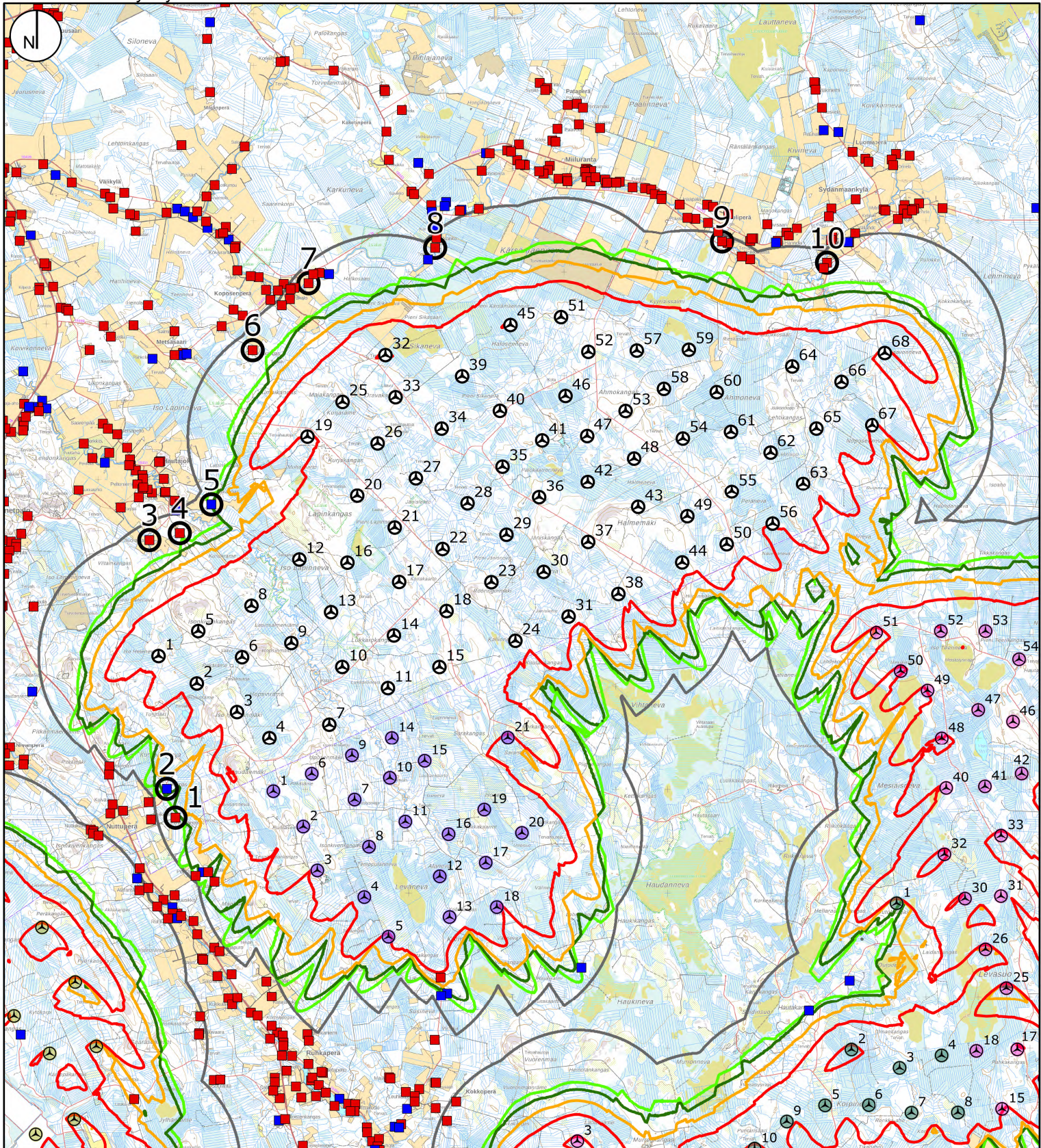
Halmemäki VE2:
NORDEX N163-5.7
Napakorkeus (HH) 200 m
Roottorin halkaisija (RD) 240 m
Kokonaiskorkeus (TH): 320 m

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

- 0
- 8
- 10
- 15
- 30
- Reseptorit
- ⊗ Halmemäen tuulivoimalat VE2
- Asuinrakennus
- Lomarakennus

Mittakaava (A4): 1:100 000
0 1 2 4 km

24.1.2024 MN



Infinergies Finland Oy
Halmemäen tuulivoimahanke

Mittakaava (A4): 1:100 000
0 1 2 4 km

Välkemallinnus
(WindPro 3.6)

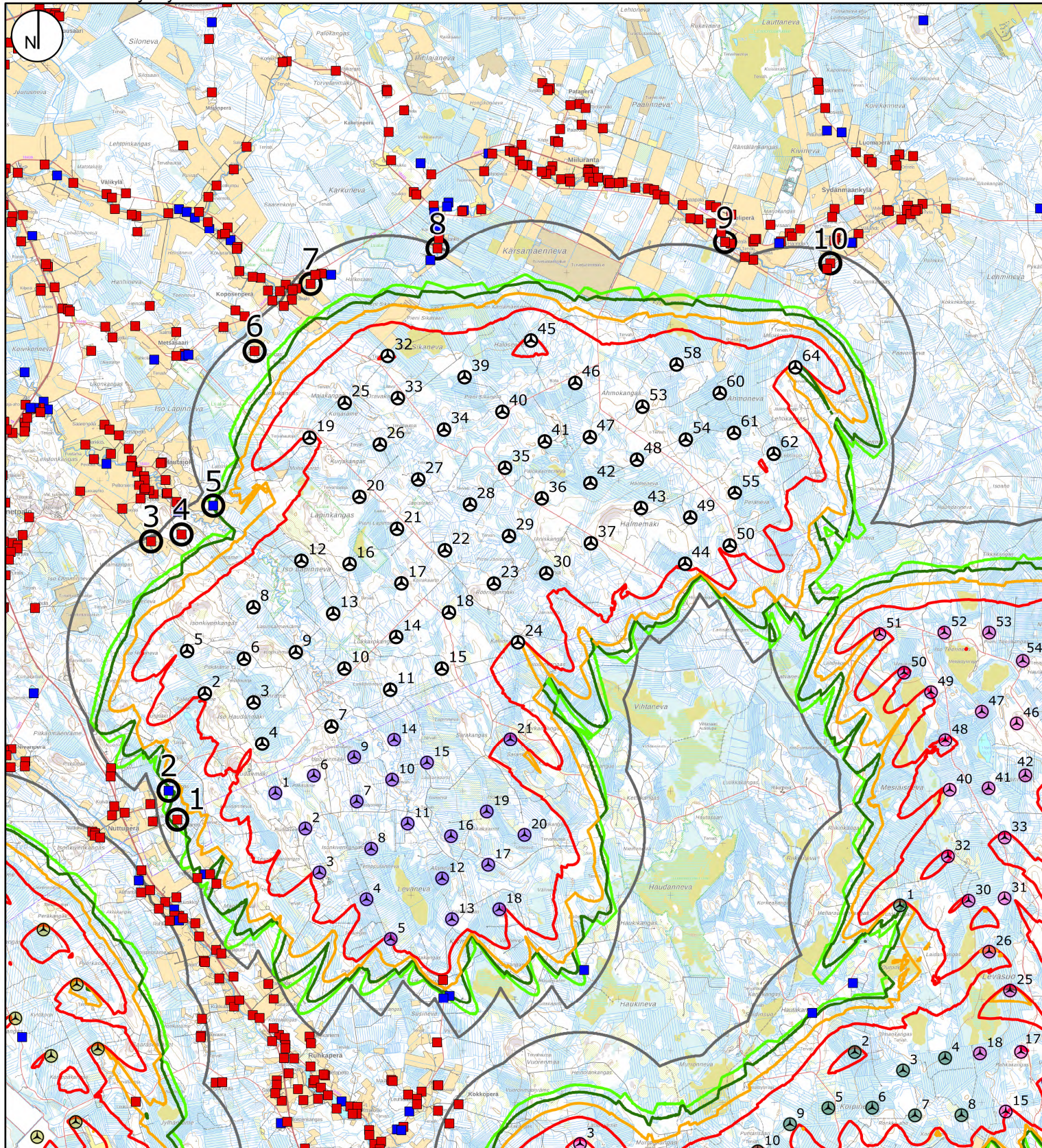
Halmemäki VE1, Uposenmäki:
NORDEX N163-5.7
Napakorkeus (HH) 200 m
Roottorin halkaisija (RD) 240 m
Kokonaiskorkeus (TH): 320 m

Hautakangas, Nurmesneva:
VESTAS V172-7.2
Napakorkeus (HH) 200 m
Roottorin halkaisija (RD) 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 300 m

24.1.2024 MN

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

- 0
- 8
- 10
- 15
- 30
- ⊙ Halmemäen tuulivoimalat VE1
- ⊙ Reseptorit
- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- ⊙ Hautakangas, vaihe 1
- ⊙ Hautakangas, vaihe 2
- ⊙ Nurmesneva
- ⊙ Uposenmäki



InfinerGies Finland Oy
Halmemäen tuulivoimahanke

Mittakaava (A4): 1:100 000
0 1 2 4 km

Välkemallinnus
(WindPro 3.6)

Halmemäki VE2, Uposenmäki:
NORDEX N163-5.7
Napakorkeus (HH) 200 m
Roottorin halkaisija (RD) 240 m
Kokonaiskorkeus (TH): 320 m

Hautakangas, Nurmesneva:
VESTAS V172-7.2
Napakorkeus (HH) 200 m
Roottorin halkaisija (RD) 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 300 m

24.1.2024 MN

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

- 0
- 8
- 10
- 15
- 30
- Reseptorit
- ⊗ Halmemäen tuulivoimalat VE2
- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- ⊗ Hautakangas, vaihe 1
- ⊗ Hautakangas, vaihe 2
- ⊗ Nurmesneva
- ⊗ Uposenmäki

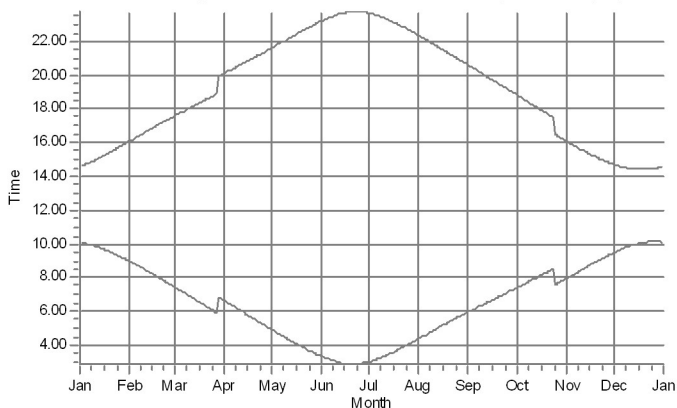
Project:
Valke_Halmemaki

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
24.1.2024 7.27/3.6.355

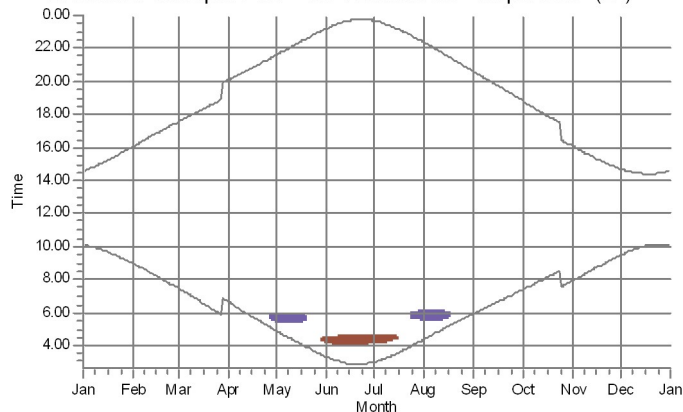
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Flicker_at_receptors_HalmemakiVE1_13112023_RD240_HH200_TH320_Calc24012024

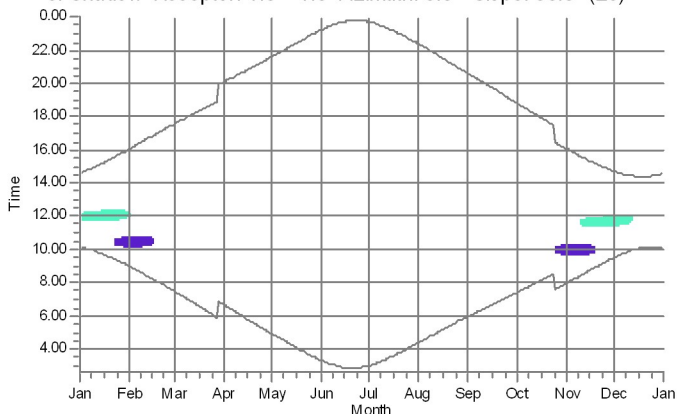
1: Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0.0 Slope: 90.0 (31)



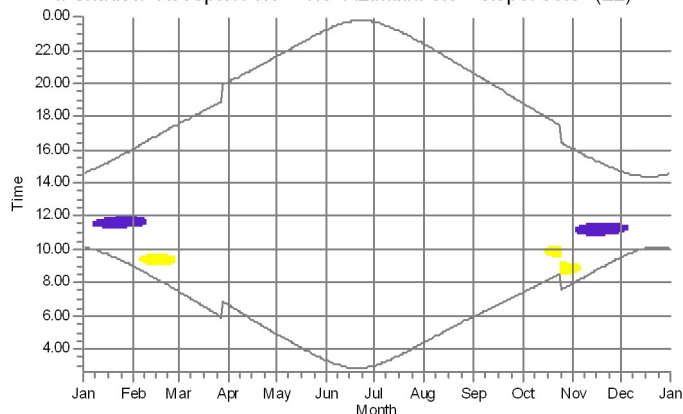
2: Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0.0 Slope: 90.0 (24)



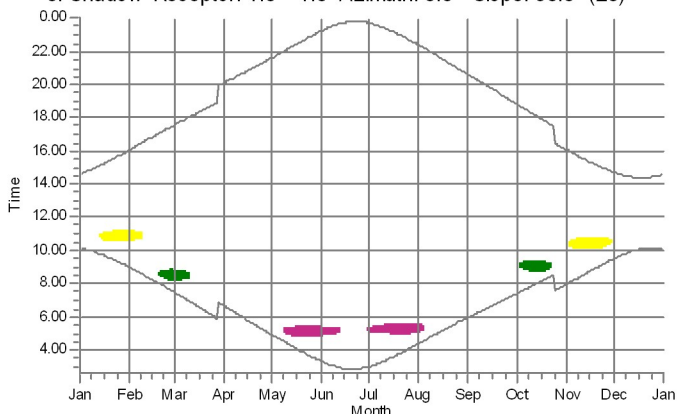
3: Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0.0 Slope: 90.0 (23)



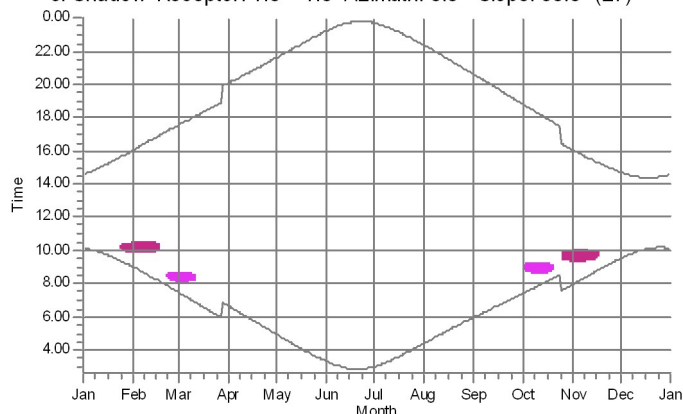
4: Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0.0 Slope: 90.0 (22)



5: Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0.0 Slope: 90.0 (28)



6: Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0.0 Slope: 90.0 (27)



WTGs

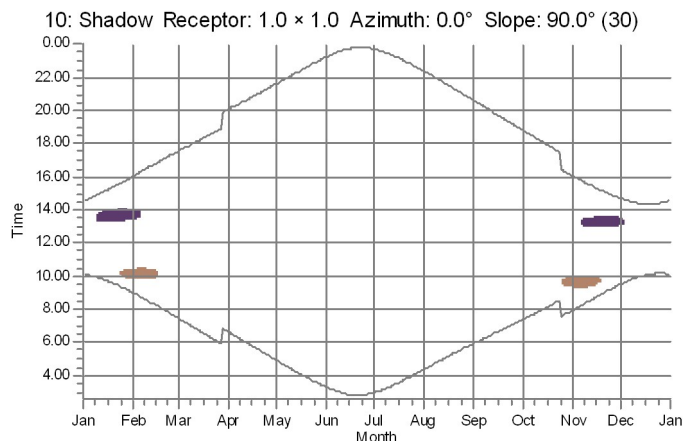
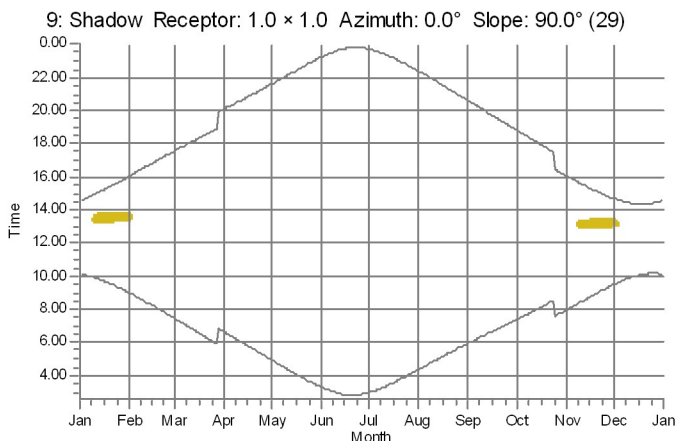
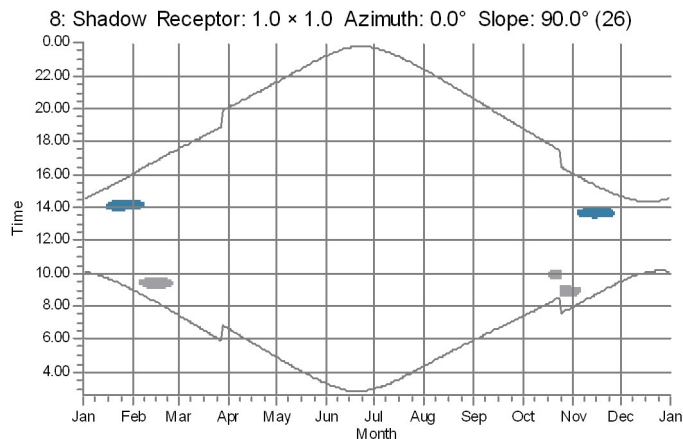
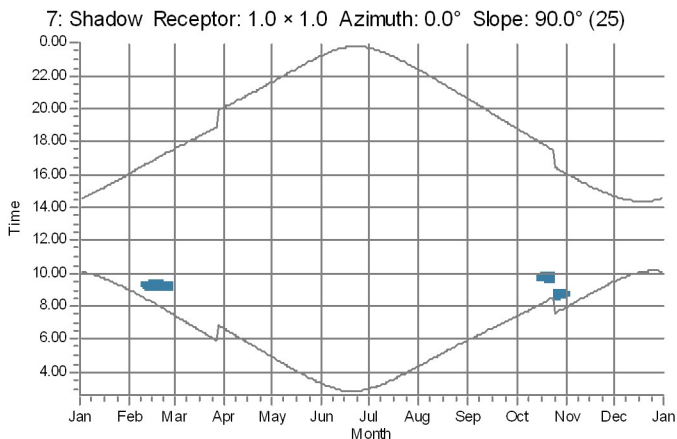
- 12: NORDEX N163/S X USER240 5700 240.0 ICH hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (94)
- 13: NORDEX N163/S X USER240 5700 240.0 ICH hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (108)
- 14: NORDEX N163/S X USER240 5700 240.0 ICH hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (70)
- 15: NORDEX N163/S X USER240 5700 240.0 ICH hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (110)
- 16: NORDEX N163/S X USER240 5700 240.0 ICH hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (112)
- 17: NORDEX N163/S X USER240 5700 240.0 ICH hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (115)
- 18: NORDEX N163/S X USER240 5700 240.0 ICH hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (124)
- 19: NORDEX N163/S X USER240 5700 240.0 ICH hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (125)

Project:
Valke_Halmemaki

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Strae 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
24.1.2024 7.27/3.6.355

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Flicker_at_receptors_HalmemakiVE1_13112023_RD240_HH200_TH320_Calc24012024



WTGs

45: NORDEX N163/S.X USER240 5700 240.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (84)	32: NORDEX N163/S.X USER240 5700 240.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (105)	68: NORDEX N163/S.X USER240 5700 240.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (132)
59: NORDEX N163/S.X USER240 5700 240.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (98)	64: NORDEX N163/S.X USER240 5700 240.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (131)	

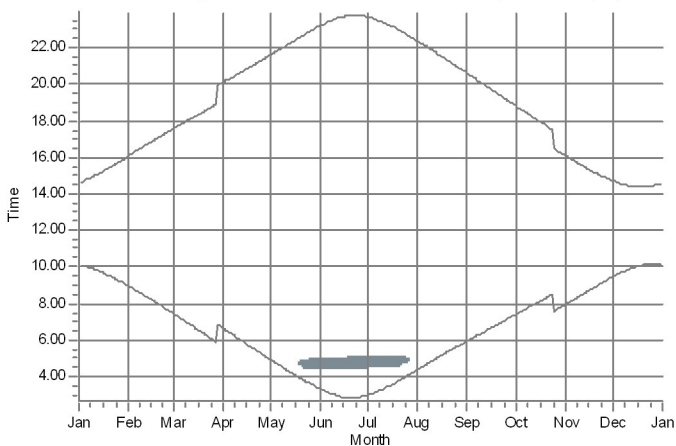
Project:
Valke_Halmemaki

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
14.3.2024 9.36/3.6.355

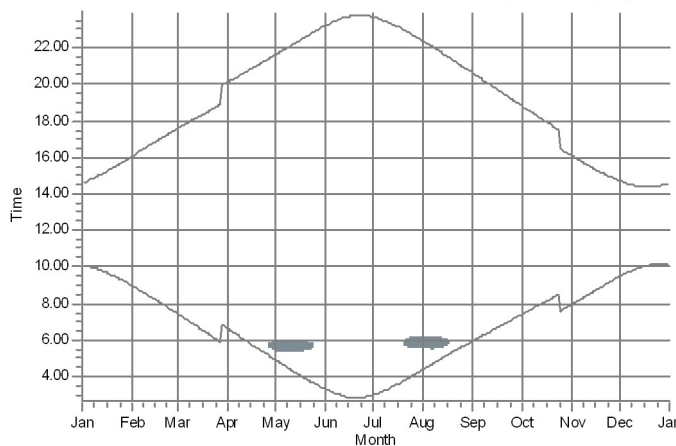
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Flicker_at_receptors_HalmemakiVE2_31032023_RD240_HH200_TH320_Calc24012024

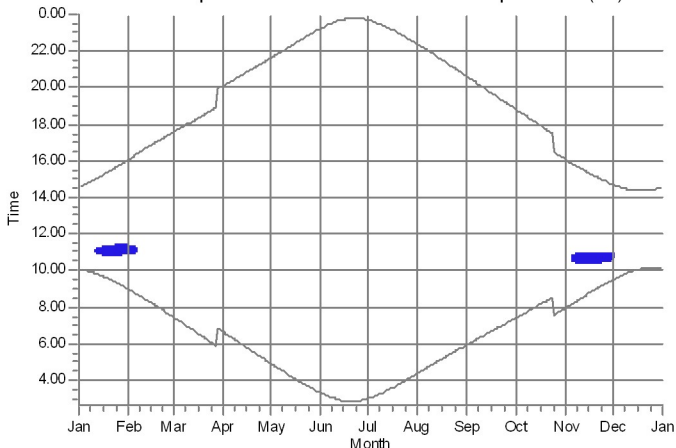
1: Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (31)



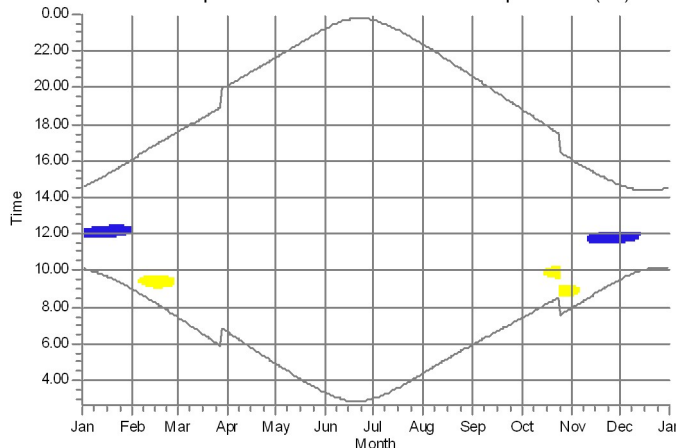
2: Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (24)



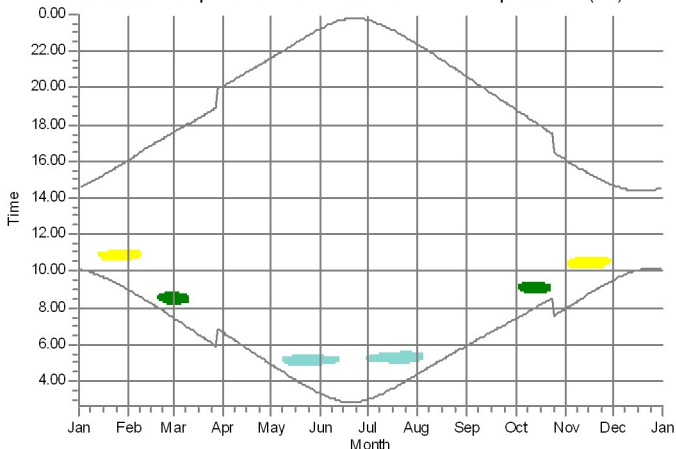
3: Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (23)



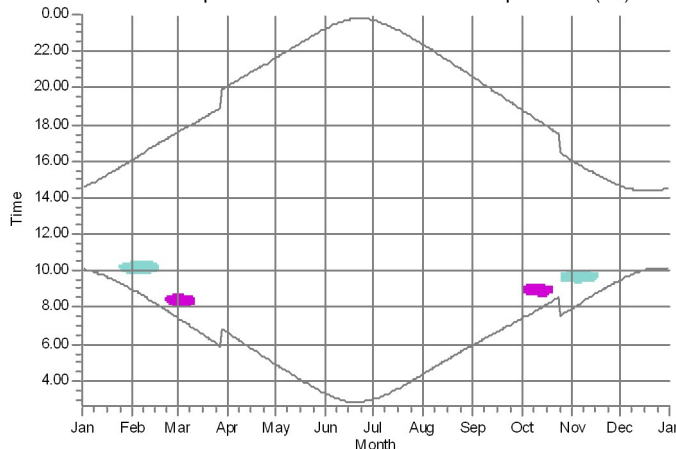
4: Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (22)



5: Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (28)



6: Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (27)



WTGs

12: NORDEX N163/5.X USER240 5700 240.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (879)
8: NORDEX N163/5.X USER240 5700 240.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (880)

5: NORDEX N163/5.X USER240 5700 240.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (914)
4: NORDEX N163/5.X USER240 5700 240.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (916)

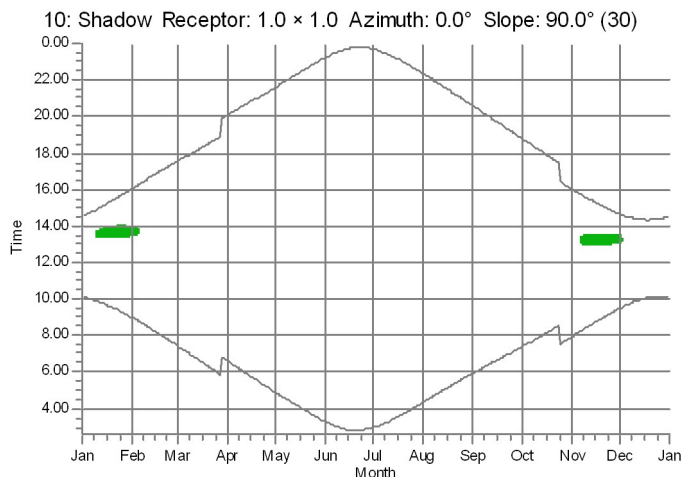
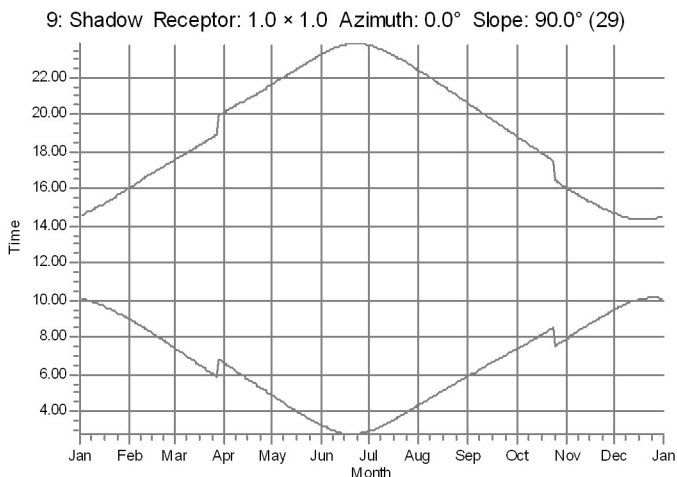
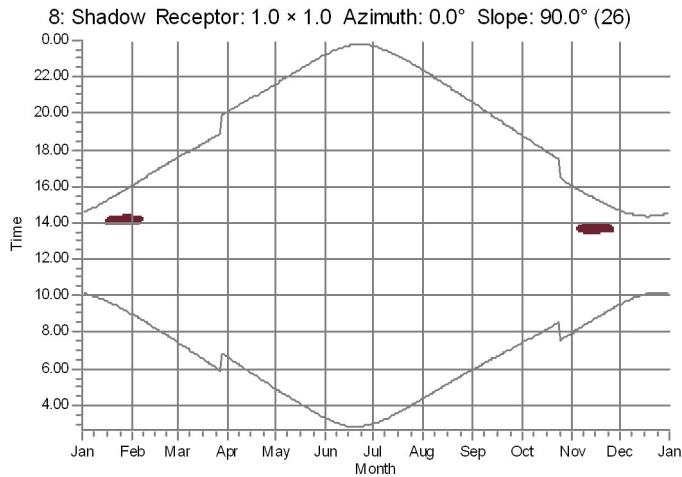
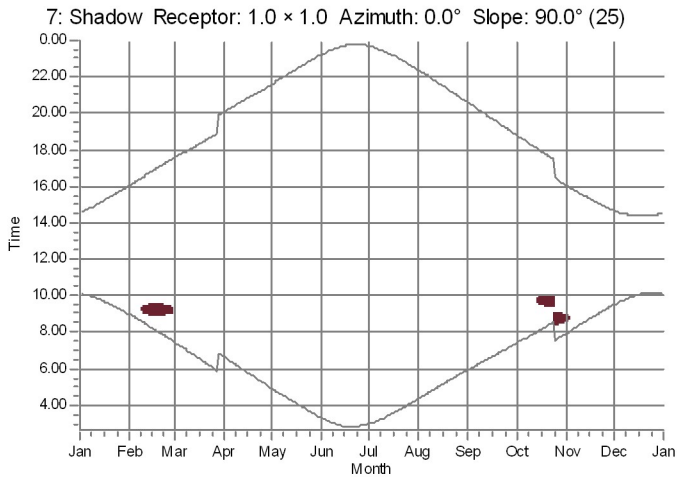
25: NORDEX N163/5.X USER240 5700 240.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (919)
19: NORDEX N163/5.X USER240 5700 240.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (926)

Project:
Valke_Halmemaki

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
14.3.2024 9.36/3.6.355

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Flicker_at_receptors_HalmemakiVE2_31032023_RD240_HH200_TH320_Calc24012024



WTGs

32- NORDEX N163/5.X USER240 5700 240.0 101 Hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (910)

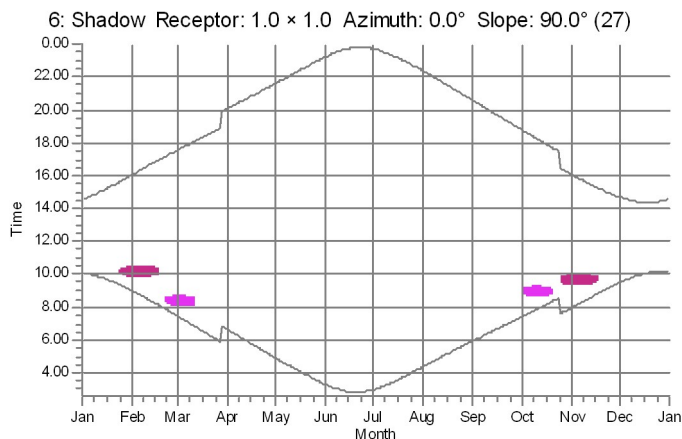
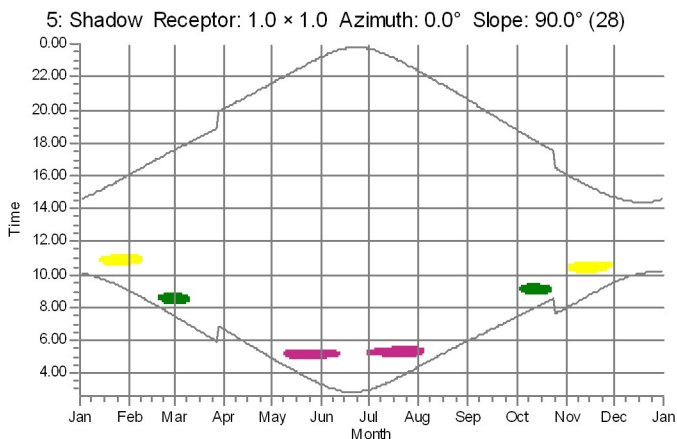
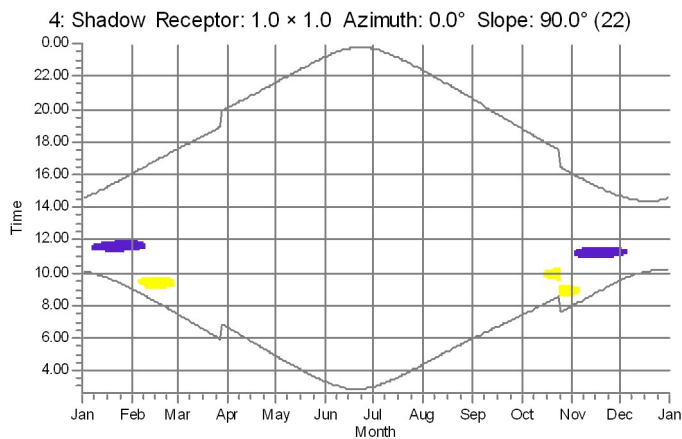
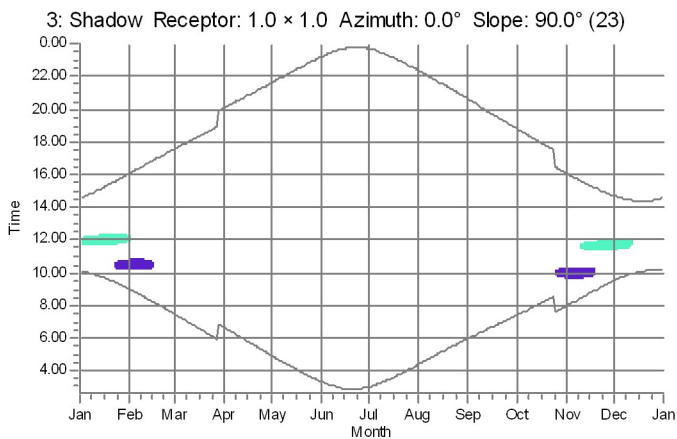
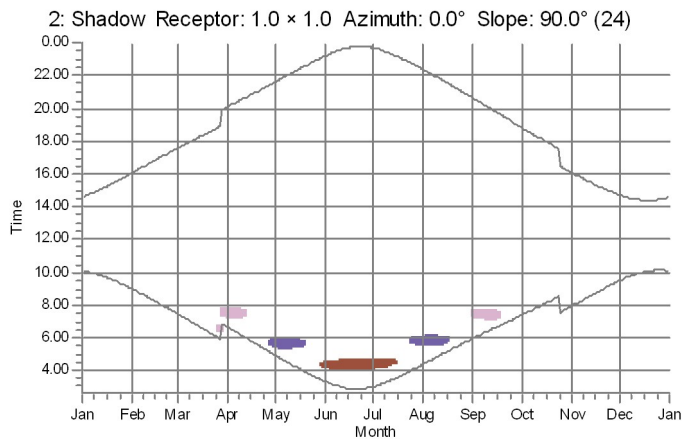
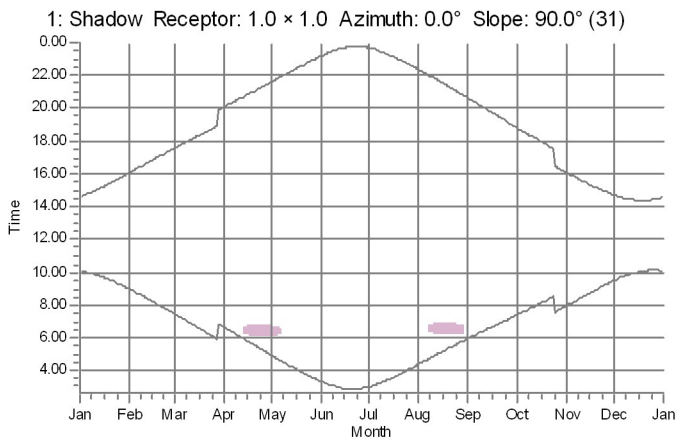
64- NORDEX N163/5.X USER240 5700 240.0 101 Hub: 200.0 m (TOT: 320.0 m) (932)

Project:
Valke_Halmemaki

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
24.1.2024 7.46/3.6.355

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Flicker_at_receptors_HalmemakiVE1_13112023_ja_lahialueen_muut_hankkeet_Calc24012024



Legend for shadow events (Color, Start Time, End Time, Start Date, End Date):

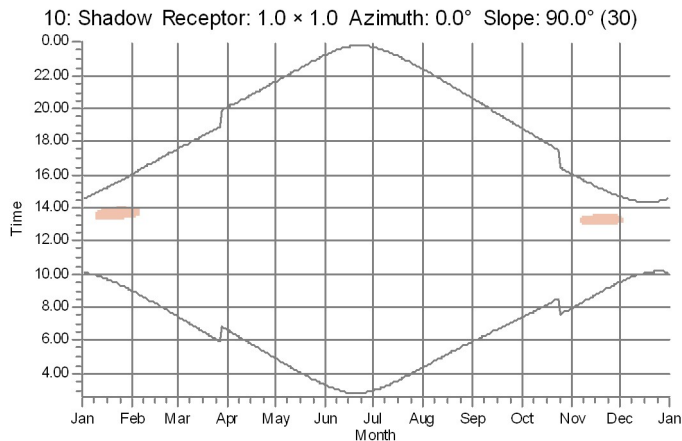
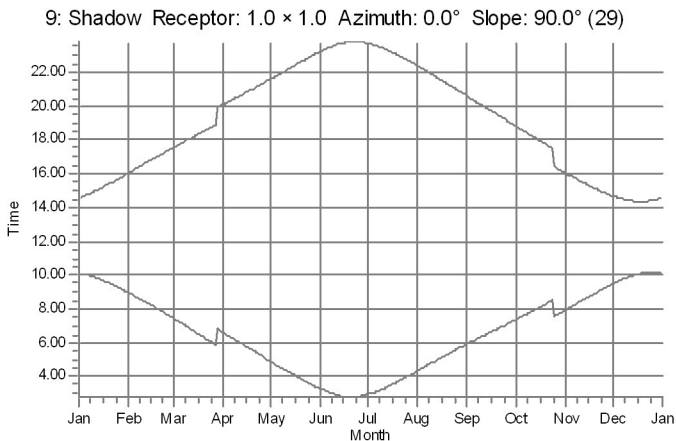
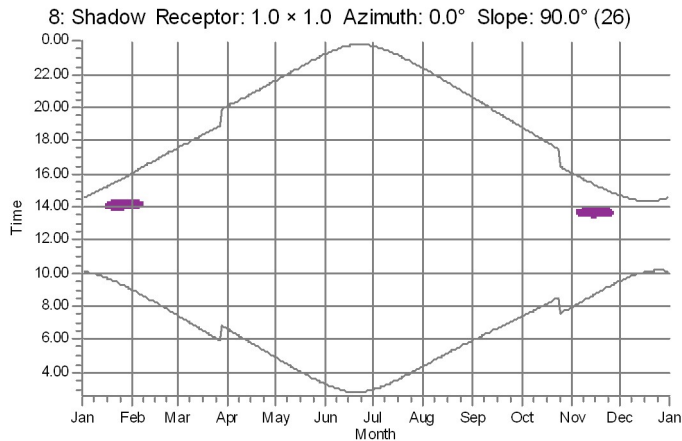
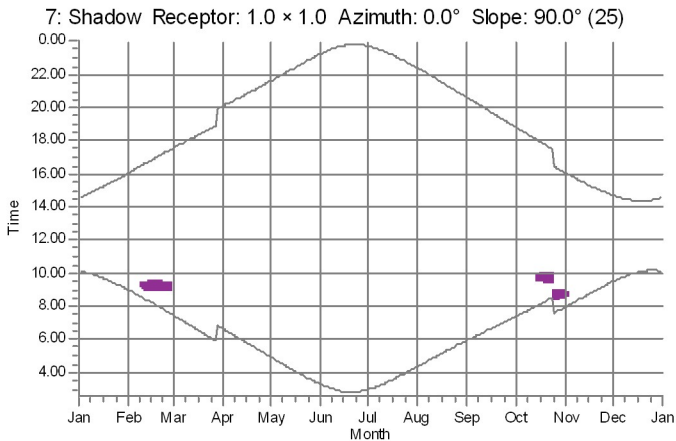
- Green: 1. 08:00-09:00 2023-01-01 08:00-09:00
- Yellow: 2. 09:00-10:00 2023-01-01 09:00-10:00
- Purple: 3. 08:00-09:00 2023-01-01 08:00-09:00
- Pink: 4. 08:00-09:00 2023-01-01 08:00-09:00
- Blue: 5. 08:00-09:00 2023-01-01 08:00-09:00
- Green: 6. 08:00-09:00 2023-01-01 08:00-09:00
- Pink: 7. 08:00-09:00 2023-01-01 08:00-09:00
- Purple: 8. 08:00-09:00 2023-01-01 08:00-09:00
- Yellow: 9. 08:00-09:00 2023-01-01 08:00-09:00
- Pink: 10. 08:00-09:00 2023-01-01 08:00-09:00

Project:
Valke_Halmemaki

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
14.3.2024 10.33/3.6.355

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Flicker_at_receptors_HalmemakiVE2_31032023_ja_lahialueen_muut_hankkeet_Calc24012024



Legend: Purple shaded area indicates shadow events for receptor 25. Orange shaded area indicates shadow events for receptor 30.