

Vastaanottaja  
**Korpivaara Wind Oy**

Asiakirjatyyppe  
**Raportti**

Päivämäärä  
**8.2.2023**

Viite  
**1510064889-003**

# **KORPIVAARAN TUULIVOIMAHANKE, LIPERI VÄLKEMALLINNUS**

# KORPIVAARAN TUULIVOIMAHANKE, LIPERI VÄLKEMALLINUS

Päivämäärä 8.2.2023  
Laatija Maria Niemi  
Tarkastaja Ville Virtanen

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 9/2022  
aineistoa.

Viite 1510064889-003

## SISÄLTÖ

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

## 1. YLEISTÄ

Korpivaara Wind Oy suunnittelee tuulivoima-alueen rakentamista Korpivaaran alueelle Liperiin. Tässä työssä tarkasteltiin Korpivaaran tuulivoimapuiston välkevaikutuksia. Ympäristöministeriön Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) oppaan mukaisesti liikkuvasta varjosta puhutaan välkkeenä.

Työ on tehty Korpivaara Wind Oy:n toimeksiannosta, tilaajan yhteyshenkilönä oli Hanna Herkola. Välkemallinnuksen ja raportoinnin on tehnyt Ramboll Finland Oy:stä suunnittelija ins.(AMK) Maria Niemi.

## 2. VERTAILUARVOT

Tuulivoimaloista aiheutuvalla välkkeellä 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 ja varjojen 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.).

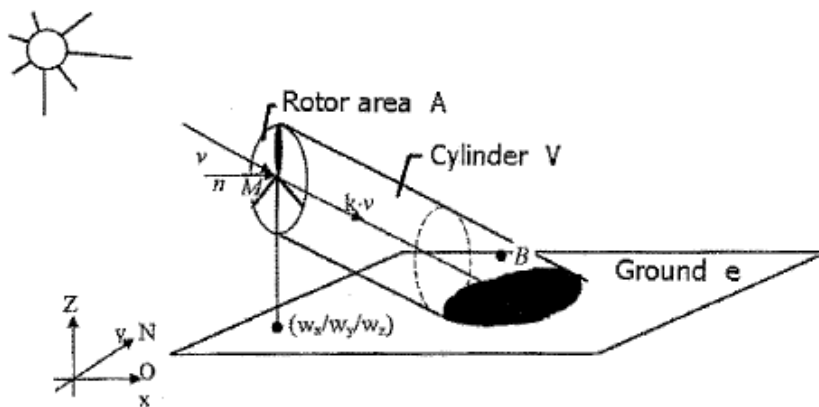


## 4. MALLINNUSMENETELMÄ JA LÄHTÖTIEDOT

### 4.1 Mallinnusohjelma ja laskentamalli

Tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen esiintymisalue ja esiintymistiheys laskettiin EMD WindPRO 3.6 -ohjelman Shadow -moduulilla, 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

Laskentapisteiden väliseksi etäisyydeksi määritettiin 10 metriä. Laskennan tarkastelukorkeutena käytettiin 2 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].

Mallinnuksissa 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 -tulokista tehdään vähennykset auringonpaistetietoihin ja käyttötuntitietoihin (tuulensuunta sektoreittain) perustuen, josta saadaan Real case -tulos. Auringonpaisteisuustietona käytettiin Ilmatieteen laitoksen Siilijärven sääaseman keskiarvoisia auringonpaisteisuustietoja ilmastolliselta vertailukaudelta 1981–2010 [6]. Tuulivoimaloiden vuotuisiksi toiminta-ajaksi määritettiin Suomen Tuuliatlaksen tiedoista 97 %. 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
0,90	2,32	3,90	6,47	8,19	8,60	8,74	6,55	3,87	1,84	0,73	0,39

**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
471	545	420	372	473	718	793	1206	1082	919	854	601	8454

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

### 4.3 Maastomalli

Maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen maastotietokannan aineistosta. Maastomallissa ei huomioitu puustoa tai rakennuksia.

### 4.4 Tuulivoimalatiedot

Laskennoissa huomioitiin Korpivaaran tuulivoimalavaihtoehdot VE1 ja VE2 taulukon 4 mukaisilla sijainneilla.

Voimaloiden napakorkeutena käytettiin 200 m ja roottorin halkaisija oli 200 metriä. Roottorikoon ja napakorkeuden lisäksi myös lavan muoto ja leveys vaikuttavat maksimivälke-etäisyyteen, joka mallinnusohjelman mukaan on tälle laitosmallille noin 2003 metriä. Lavan leveystietoina käytettiin:

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

**Taulukko 4. Tuulivoimalaitosten koordinaatit (ETRS-TM35FIN)**

voimala VE1	X	Y	Napa- korkeus	Kok.- korkeus
T1	606320	6939403	200	300
T2	606134	6939862	200	300
T8	606182	6941512	200	300
T7	606366	6940829	200	300
T9	606702	6942104	200	300
T4	605302	6940326	200	300
T3	605829	6940218	200	300
T5	605278	6939444	200	300
T6	604723	6940176	200	300

voimala VE2	X	Y	Napa- korkeus	Kok.- korkeus
T1	606320	6939403	200	300
T2	606134	6939862	200	300
T8	606182	6941512	200	300
T7	606366	6940829	200	300
T3	605538	6940355	200	300
T9	606702	6942104	200	300

#### 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. MALLINNUSTULOKSET

Tuulivoimahankkeen Real Case -laskennan mukaiset välkkeen esiintymiskartat on esitetty liitteessä 1 ja 2. Välkevyöhykelaskennan lisäksi tehtiin laskenta 11 reseptoripisteeseen (sijainti välkekartassa), jonka tulos on esitetty taulukossa 5.

Kummassakin vaihtoehdossa tuulivoimaloista aiheutuvat vuotuiset väkemmäärät ylittävät 8 tuntia vuodessa yhden asuintalon kohdalla (reseptoripiste 1). Vaihtoehdossa VE1 8 tuntia ylittyy kolmen loma-asunnon ja vaihtoehdossa VE2 kahden loma-asunnon kohdalla.

**Taulukko 5. Reseptoripistelaskentojen tulokset**

Reseptori	VE1 Real Case, h/a*	VE2 Real Case, h/a*
1	<b>9:53</b>	<b>9:53</b>
2	<b>9:35</b>	<b>9:35</b>
3	<b>8:32</b>	<b>8:32</b>
4	1:53	1:53
5	3:22	3:22
6	4:07	4:07
7	6:16	0:00
9	<b>10:19</b>	6:13
10	1:21	1:21
11	3:25	3:25
12	3:03	3:03

\*tuntia vuodessa

Potentiaaliset välkkeen esiintymisajankohdat reseptorissa on esitetty liitteessä 3 ja 4.

## 6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mallinnuksella tarkasteltiin Liperin Korpivaaran alueelle suunniteltujen tuulivoimaloiden välkevaikutuksia tuulivoimaloiden ympäristössä. Mallinnus tehtiin kahdelle eri vaihtoehdolle, VE1 käsittäen 9 suunniteltua tuulivoimalaa sekä VE2 käsittäen 6 suunniteltua voimalaa.

Suomen säädöksissä ei ole määritetty sitovia ohje- tai raja-arvoja tuulivoimaloiden aiheuttamalle välkkeelle. Mallinnuksen mukaan Korpivaaran tuulivoimahankkeen aiheuttama väkemmäärä ylittää 8 h (rajana Saksassa ja Ruotsissa) raja-arvon molemmissa vaihtoehdoissa 1 asuinrakennuksen osalta sekä vaihtoehdossa VE1 kolmen lomarakennuksen ja VE2 kahden lomarakennuksen osalta.

Mallinnus antaa laskennallisen tuloksen ympäristöön kohdistuvasta välkevaikutuksesta. 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. Puustoa tai ympäristön asuin- ja lomarakennuksia ei ole huomioitu mallissa. Puuston on kuitenkin oltava riittävän tiheää ja korkeata 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.

Välkkeen syntyyn voidaan vaikuttaa tuulivoimalaan liitettävällä teknisellä ohjauksella, jolla tuulivoimala pysäytetään tarvittaessa. Järjestelmän avulla välkkeen muodostumista tietyssä kohteessa monitoroidaan voimalan nasellin päälle tai runkoon asennettavilla valosensoreilla, jotka laskevat muodostumisen mahdollisuutta tietyssä suunnassa valoisuuden ja roottorin asennon mukaan.

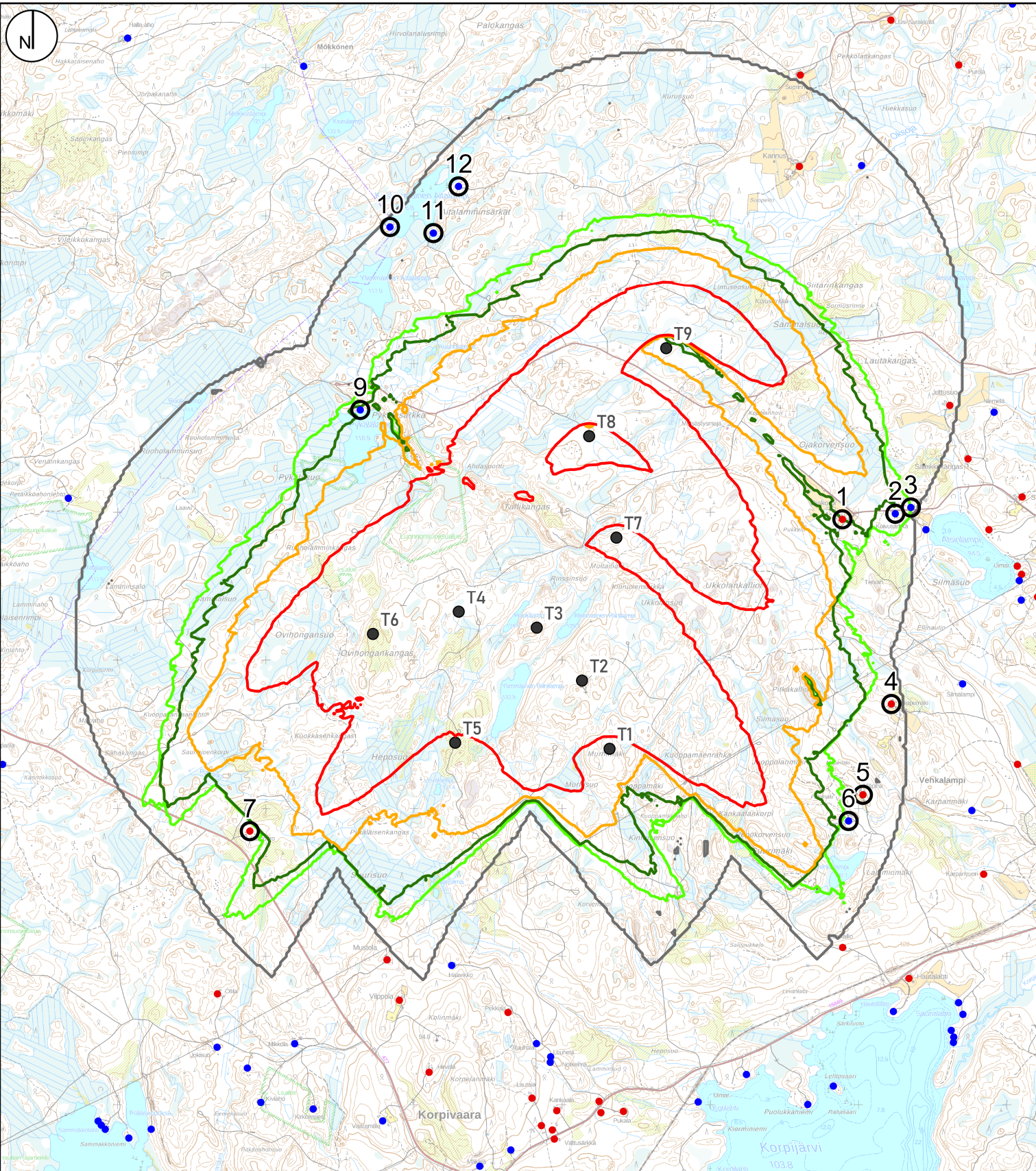
## LÄHTEET

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 VE1   |
| Liite 2 | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet VE2   |
| Liite 3 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä VE1 |
| Liite 4 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä VE2 |





OX2 Oy  
Korpivaaran tuulivoimapaistu

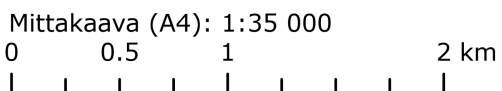
Välkemallinnus  
(WindPro 3.6)

Layout VE1 9WTG  
GE WIND ENERGY

TH 300 m  
RD 200 m  
HH 200 m

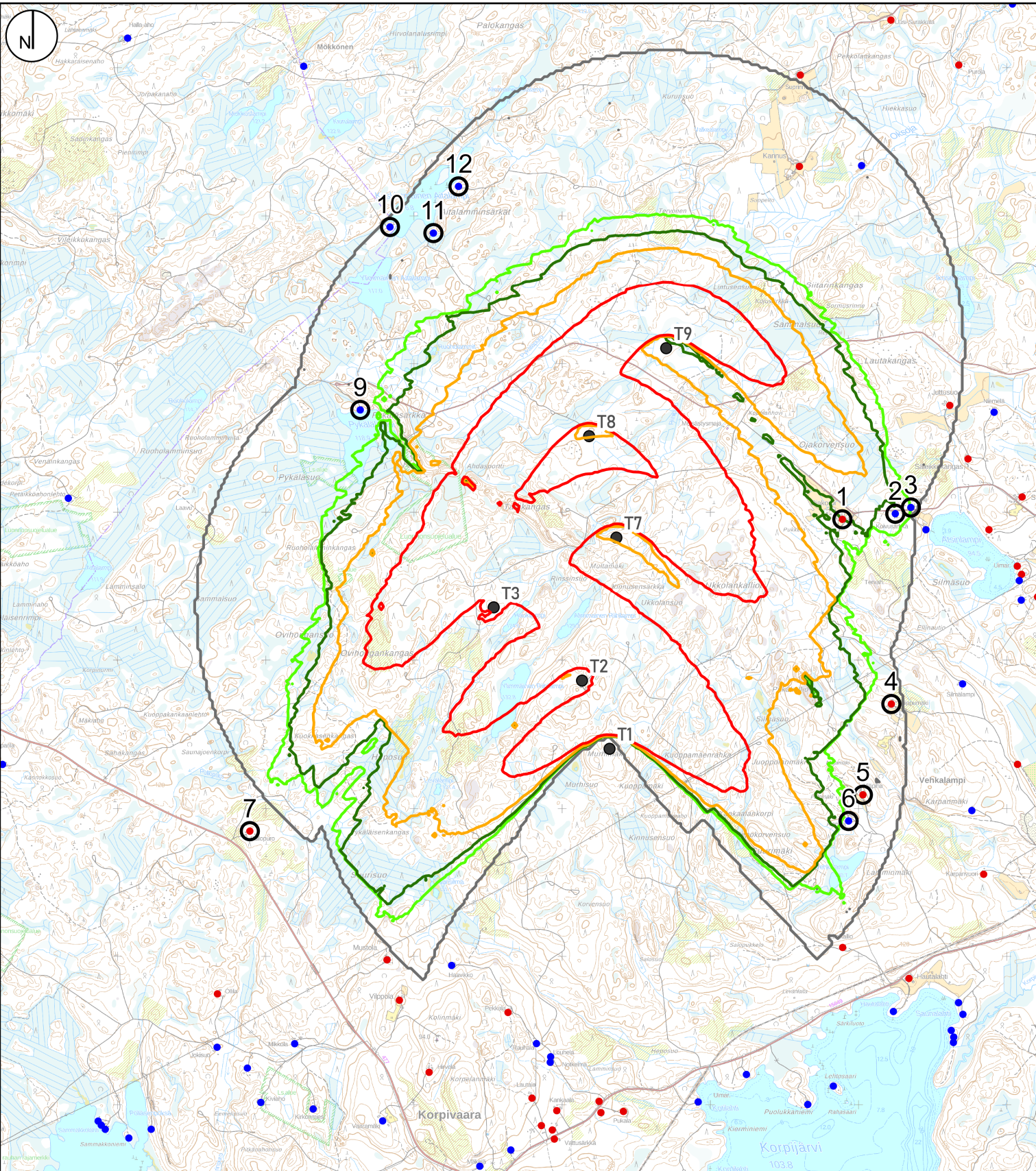
Välketuntia vuodessa  
Real Case -mallinnus

- 0
- 8
- 10
- 15
- 30
- Tuulivoimala VE1
- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Reseptorit



8.2.2023 MN



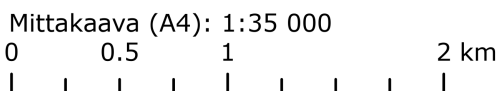


OX2 Oy  
Korpivaaran tuulivoimapaisto

Välkemallinnus  
(WindPro 3.6)

Layout VE2 6WTG  
GE WIND ENERGY

TH 300 m  
RD 200 m  
HH 200 m



8.2.2023 MN

Välketuntia vuodessa  
Real Case -mallinnus

- 0
- 8
- 10
- 15
- 30
- Tuulivoimala VE2
- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Reseptorit



Project:

Korpivaara\_Valke

Licensed user:

**Ramboll Deutschland GmbH**

Elisabeth-Consbruch-Straße 3

DE-34131 Kassel

-

Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi

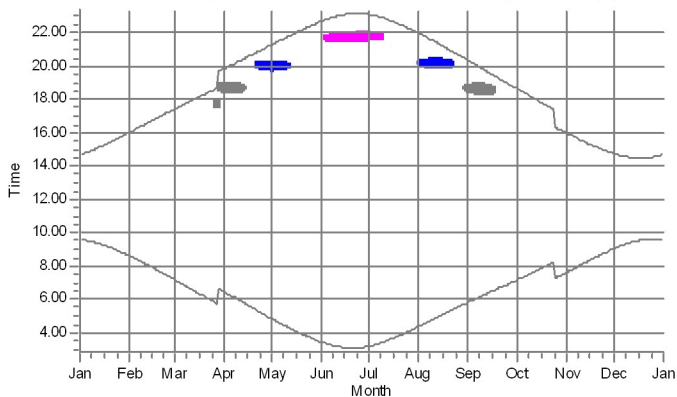
Calculated:

7.2.2023 12.11/3.6.355

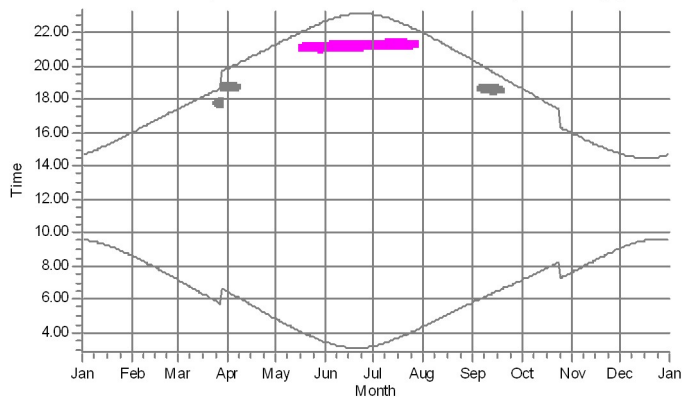
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: VE1\_GE\_RD200\_HH200\_TH300\_24012023

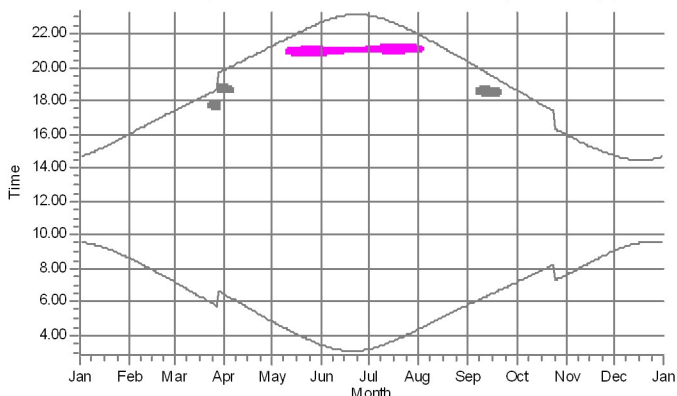
1: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (4)



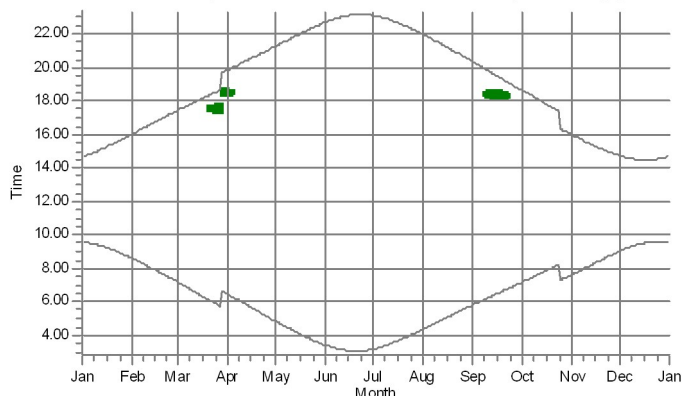
2: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (6)



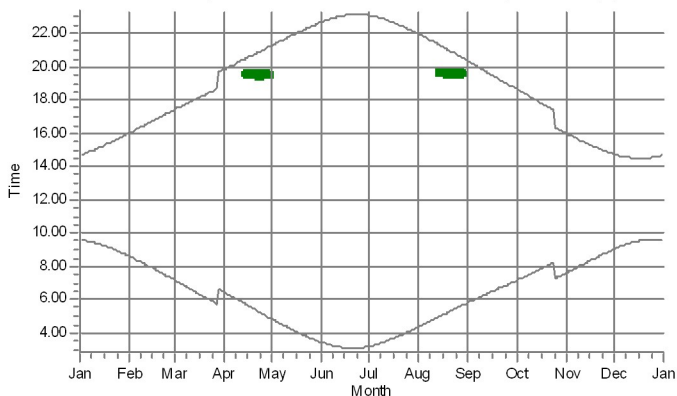
3: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (5)



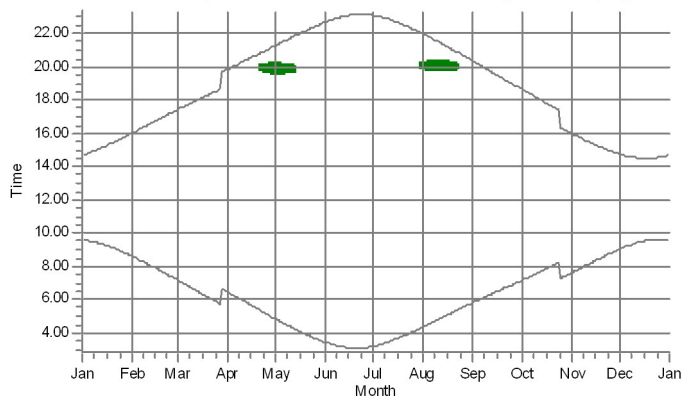
4: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2)



5: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (3)



6: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (12)



WTGs

- T1: GE WIND ENERGY 6.0-164 USER 6000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (23)
- T8: GE WIND ENERGY 6.0-164 USER 6000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (25)
- T7: GE WIND ENERGY 6.0-164 USER 6000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (26)
- T9: GE WIND ENERGY 6.0-164 USER 6000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (27)

Project:

Korpivaara\_Valke

Licensed user:

Ramboll Deutschland GmbH

Elisabeth-Consbruch-Straße 3

DE-34131 Kassel

-

Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi

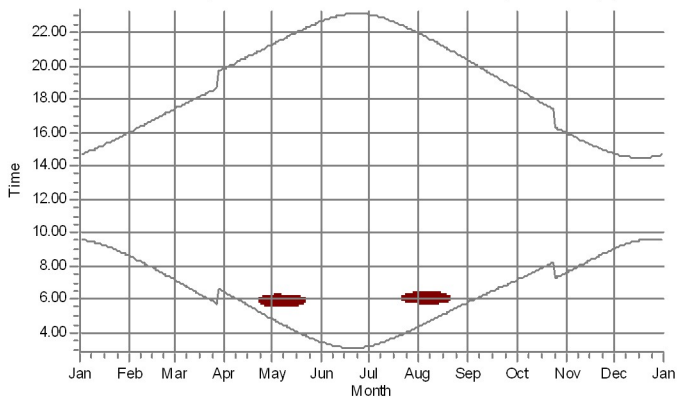
Calculated:

7.2.2023 12.11/3.6.355

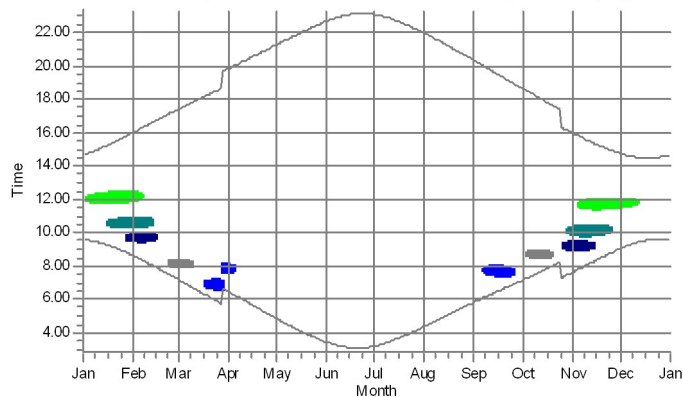
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: VE1\_GE\_RD200\_HH200\_TH300\_24012023

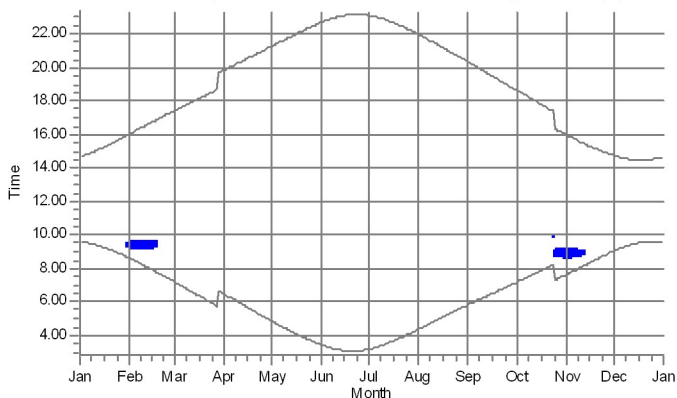
7: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (1)



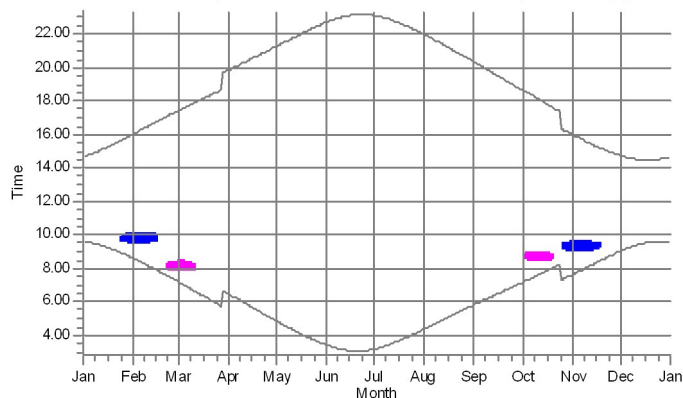
9: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (11)



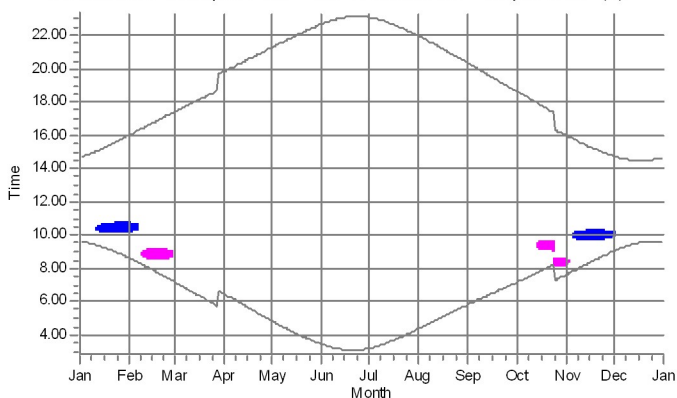
10: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (9)



11: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (8)



12: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (7)



### WTGs

- T8: GE WIND ENERGY 6.0-164 USER 6000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (25)
- T7: GE WIND ENERGY 6.0-164 USER 6000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (26)
- T9: GE WIND ENERGY 6.0-164 USER 6000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (27)
- T4: GE WIND ENERGY 6.0-164 USER 6000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (28)
- T3: GE WIND ENERGY 6.0-164 USER 6000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (29)
- T5: GE WIND ENERGY 6.0-164 USER 6000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (30)
- T6: GE WIND ENERGY 6.0-164 USER 6000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (31)



Project:

Korpivaara\_Valke

Licensed user:

**Ramboll Deutschland GmbH**

Elisabeth-Consbruch-Straße 3

DE-34131 Kassel

-  
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi

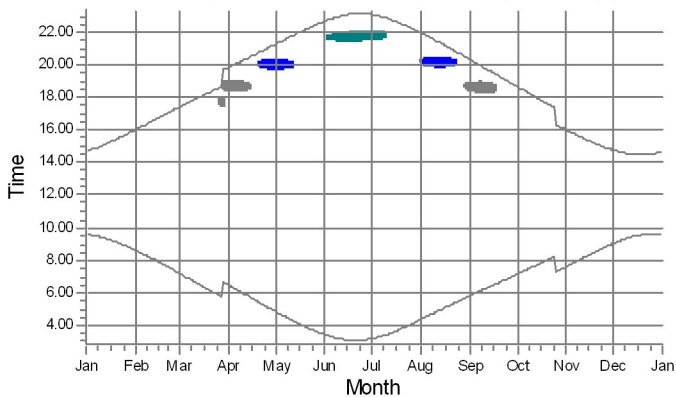
Calculated:

7.2.2023 12.17/3.6.355

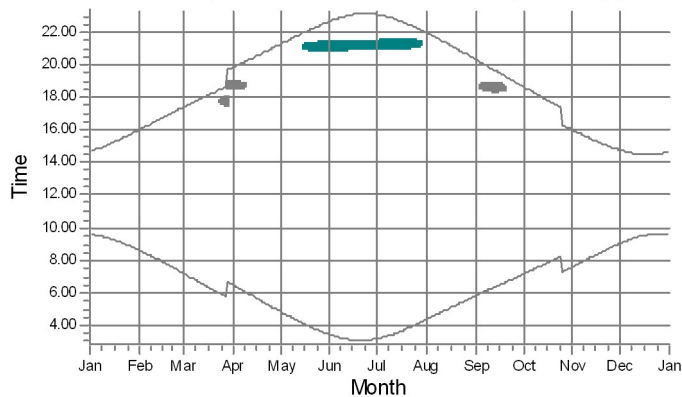
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: VE2\_GE\_RD200\_HH200\_TH300\_24012023

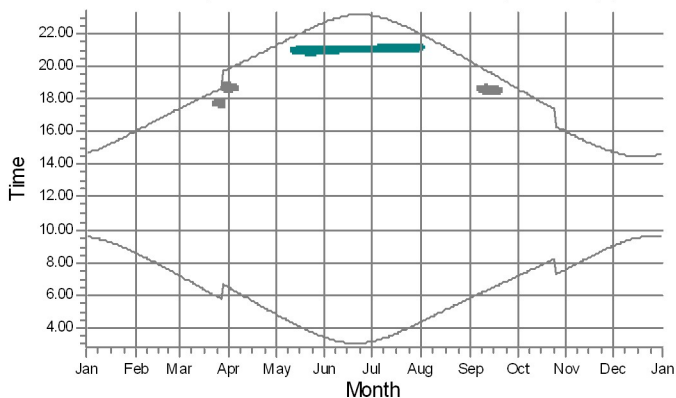
1: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (4)



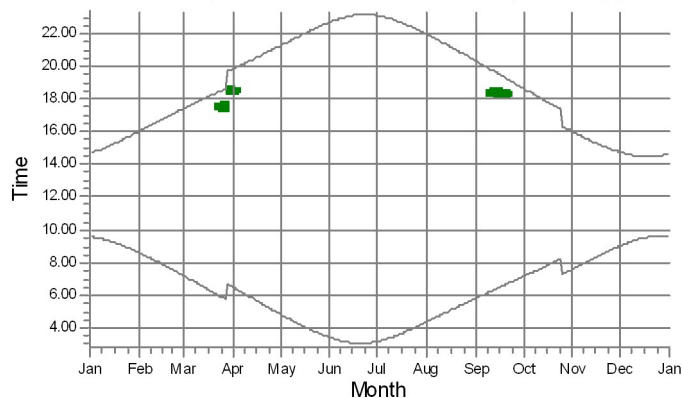
2: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (6)



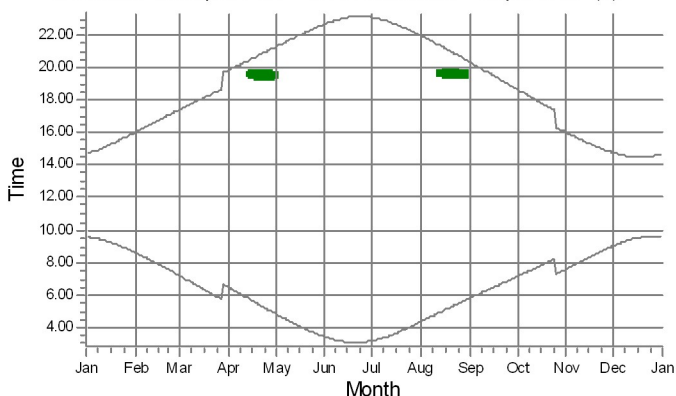
3: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (5)



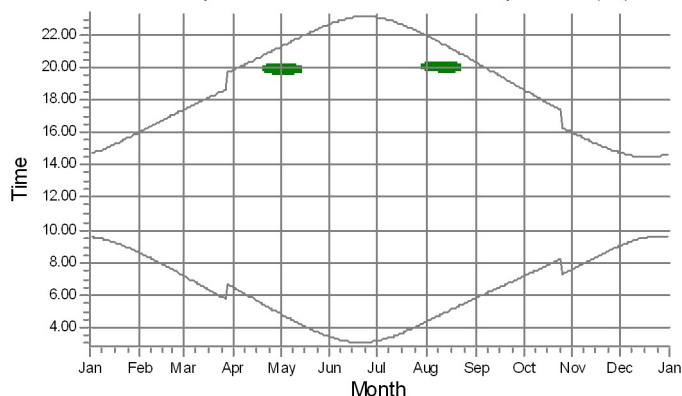
4: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2)



5: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (3)



6: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (12)



### WTGs

- T1: GE WIND ENERGY 6.0-164 USER 6000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (32)
- T8: GE WIND ENERGY 6.0-164 USER 6000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (34)
- T7: GE WIND ENERGY 6.0-164 USER 6000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (35)
- T9: GE WIND ENERGY 6.0-164 USER 6000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (37)

Project:

Korpivaara\_Valke

Licensed user:

Ramboll Deutschland GmbH

Elisabeth-Consbruch-Straße 3

DE-34131 Kassel

-

Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi

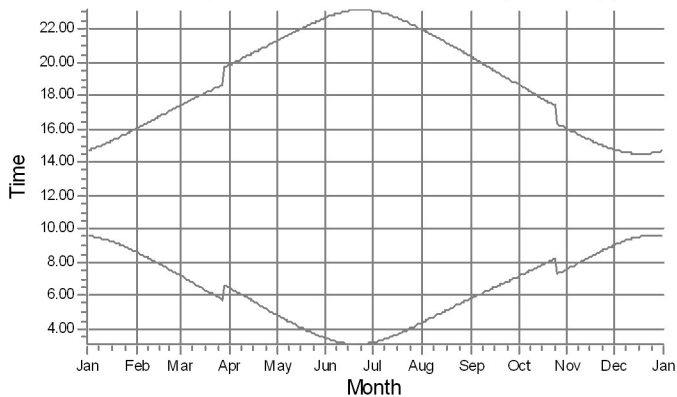
Calculated:

7.2.2023 12.17/3.6.355

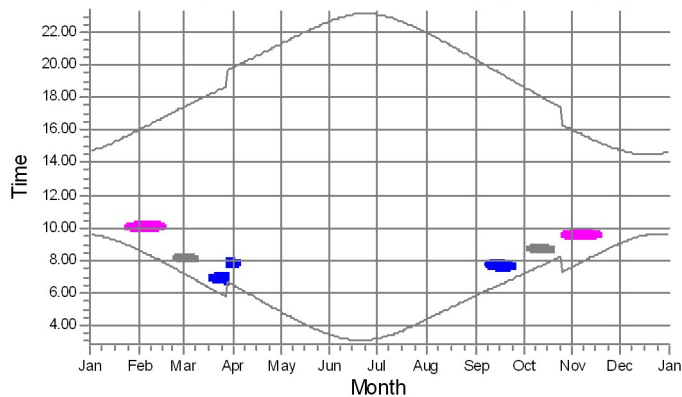
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: VE2\_GE\_RD200\_HH200\_TH300\_24012023

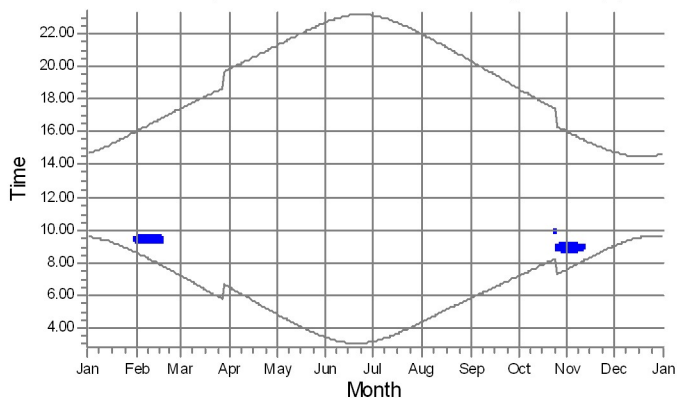
7: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (1)



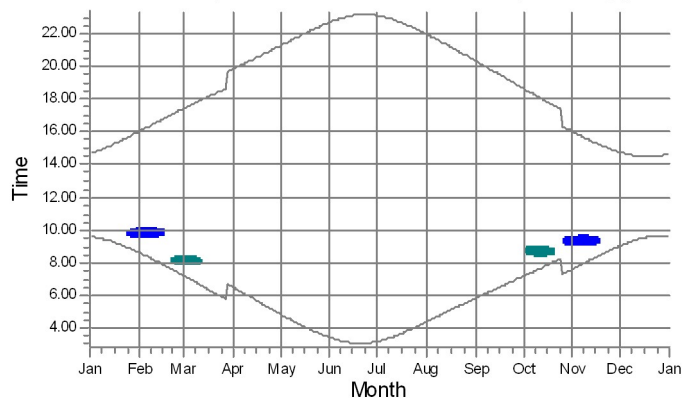
9: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (11)



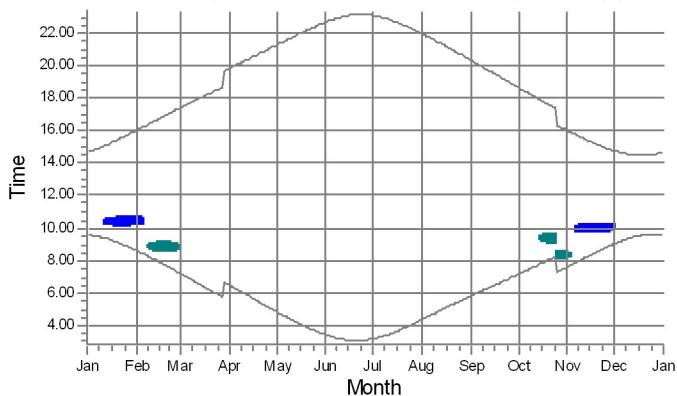
10: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (9)



11: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (8)



12: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (7)



### WTGs

- T8: GE WIND ENERGY 6.0-164 USER 6000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (34)
- T7: GE WIND ENERGY 6.0-164 USER 6000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (35)
- T3: GE WIND ENERGY 6.0-164 USER 6000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (36)
- T9: GE WIND ENERGY 6.0-164 USER 6000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (37)