

Vastaanottaja
Winda Energy Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
8.2.2024

Viite
1510067788-001

UKONKANKAAN TUULIVOIMAHANKE

VÄLKEMALLINNUS

Päivämäärä **8.2.2024**
Laatija **Maria Niemi**
Tarkastaja **Ville Virtanen**

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 9/2023
aineistoa.

Viite 1510067788-001

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	4
5.	Mallinnustulokset	4
6.	Yhteenveto ja johtopäätökset	5
LÄHTEET	5	
LIITTEET	5	

1. YLEISTÄ

Winda Energy Oy suunnittelee tuulivoimapuiston rakentamista Ukonkankaan alueelle Puolankaan. Tässä työssä tarkasteltiin Ukonkankaan tuulivoimapuiston välkevaikutuksia sekä välkkeen yhteisvaikutuksia lähimpien tuulivoimahankkeiden kanssa. Ympäristöministeriön Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) -oppaan mukaisesti liikkuvasta varjosta puhutaan välkkeenä.

Työ on tehty Winda Energy 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 määrästä 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 täyttyessä 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.

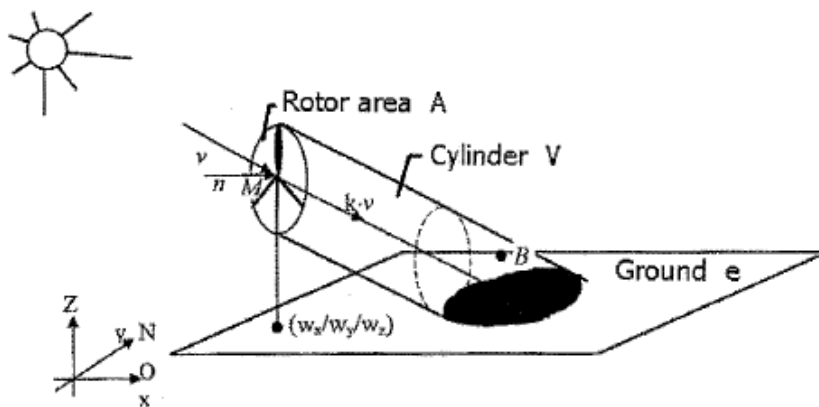
Laajimmalle varjo ulottuu, kun aurinko on matalalla. Toisaalta kun aurinko laskee riittävän matalalle, yhtenäistä varjoa ei enää muodostu. Tällöin valonsäteet joutuvat kulkemaan pitemmän matkan ilmakehän läpi, jolloin säteily hajaantuu. Vaikutusalueen koko riippuu tuulivoimalamallin dimensioista ja lavan 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

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 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 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
548	391	365	433	586	740	1076	1209	959	864	664	552	8388

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

4.3 Maastomalli

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

4.4 Tuulivoimalatiedot

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

Voimaloiden napakorkeutena käytettiin 220 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 2 066 metriä. Lavan leveystietoina käytettiin:

- Max blade width = 4,70 m
- Blade width for 90 % radius = 1,4 m

Taulukko 4. Tuulivoimalaitosten koordinaatit (ETRS-TM35FIN)

VE1	X	Y	VE2	X	Y
1	519404	7182051	1	519404	7182051
2	519698	7180690	2	519698	7180690
3	520162	7178981	3	519813	7179066
4	520293	7178374	4	520235	7178673
5	519349	7178883	5	518881	7178222
6	518112	7178326	6	519227	7177727
7	517707	7177409	7	517707	7177409
8	518253	7177060	8	518253	7177060
9	518425	7176441	9	518425	7176441
10	519335	7177138	10	519347	7176456
11	519347	7176456	11	519946	7177607
12	518648	7178009	12	520214	7176868
13	519251	7177783			
14	520257	7177617			
15	520214	7176868			

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

5. MALLINNUSTULOKSET

Ukonkankaan tuulivoimahankkeen välkkeen esiintymiskartat ovat esitetty liitteissä 1 ja 2. Välkevyöhykelaskennan lisäksi tehtiin laskentoja 5 reseptoripisteeseen, joiden sijainnit on esitetty liitteinä olevissa välkekartoissa ja tulokset taulukossa 5. Ukonkankaan tuulivoimaloista aiheutuvat vuotuiset välkemäärät ylittävät 8 tuntia vuodessa reseptoripisteen 3 (Iomarakenus) kohdalla molemmissa vaihtoehdoissa.

Taulukko 5. Reseptoripistelaskentojen tulokset.

Reseptori	VE1 Real Case, h/a*	VE2 Real Case, h/a*
1	1:33	1:33
2	1:49	1:49
3	9:01	9:01
4	6:47	6:47
5	0:00	0:00

*tuntia vuodessa

Yhteismallinnuksen mukaiset välkkeen esiintymiskartat ovat esitetty liitteissä 3 ja 4 sekä reseptoripistelaskentojen tulokset taulukossa 6. Yhteismallinnuksen mukaan muiden hankkeiden kanssa ei muodostu yhteisvaikutuksia. Välkemäärä ylittyy 8 tuntia vuodessa Ukonkankaan voimaloiden osalta reseptoripisteen 3 (Iomarakenus) kohdalla molemmissa vaihtoehdoissa.

Taulukko 6. Yhteismallinnuksen reseptoripistelaskentojen tulokset.

Reseptori	Yhteismallinnus, VE1 Real Case, h/a*	Yhteismallinnus, VE2 Real Case, h/a*
1	1:33	1:33
2	1:49	1:49
3	9:01	9:01
4	6:47	6:47
5	0:00	0:00

Potentiaaliset välkkeen esiintymisajankohdat reseptorissa on esitetty liitteissä 5-8.

6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mallinnuksella tarkasteltiin Ukonkankaan alueelle suunniteltujen tuulivoimaloiden välkevaikutuksia tuulivoimaloiden ympäristössä. Laitosmallin napakorkeutena käytettiin 220 m ja roottorin halkaisijana 200 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 Ukonkankaan tuulivoimahankkeen ympäristössä jää molemmissa vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 yksi reseptoripiste (reseptoripiste 3, lomarakennus) välkevaikutusalueelle, jossa vuotuinen välkemäärä ylittää 8 tuntia. Yhteismallinnuksen mukaan muiden hankkeiden kanssa ei muodostu yhteisvaikutuksia.

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

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 suojata altistuvaa kohdetta kattavasti. Myös vuodenajan vaihtelut on huomioitava puuston kyvyssä rajoittaa tuulivoimaloiden 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 asuinrakennusten välkemäärään.

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

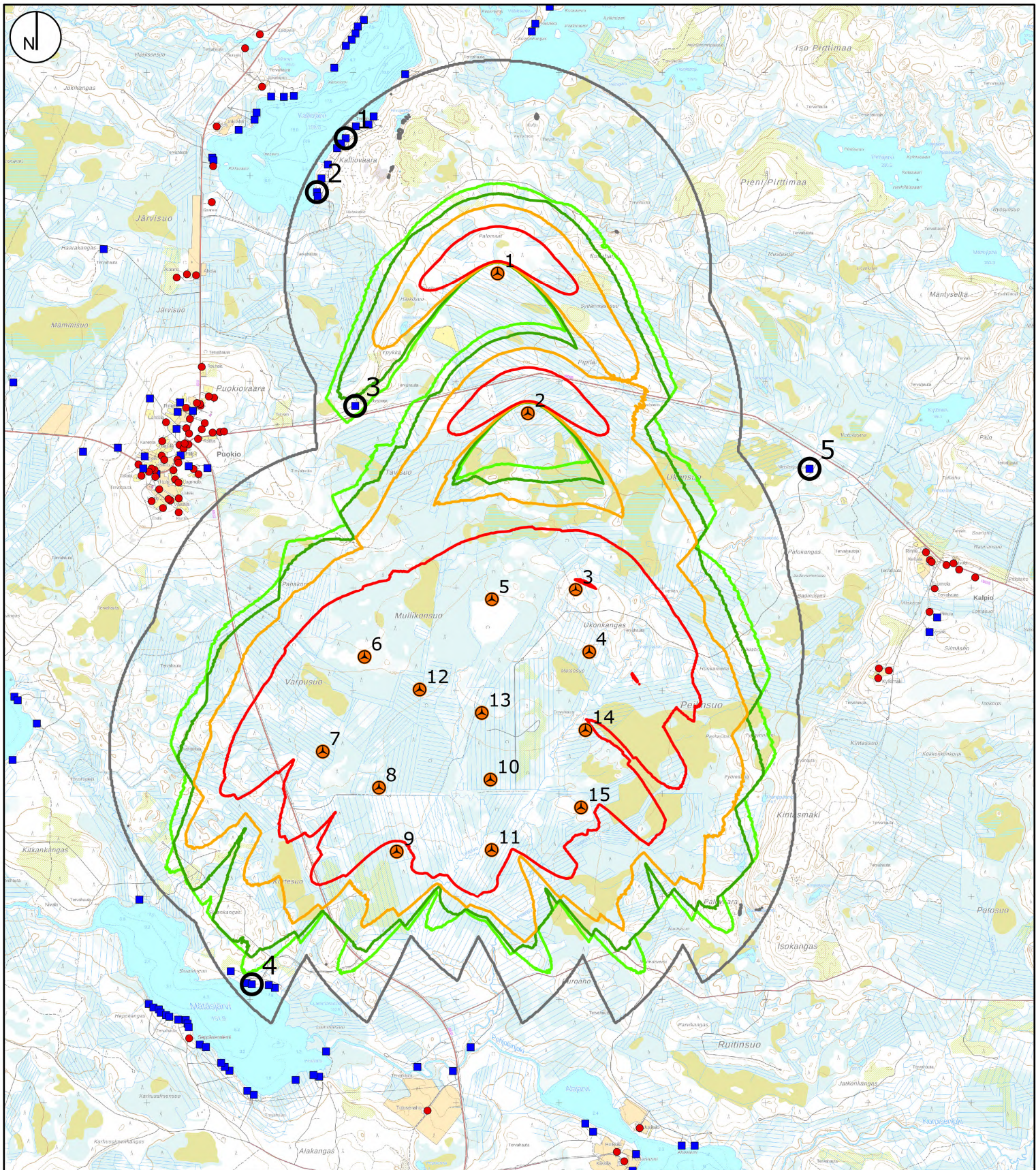
LÄHTEET

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 VE1 |
| Liite 2 | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet VE2 |
| Liite 3 | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet VE1, Yhteismallinnus |
| Liite 4 | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet VE2, Yhteismallinnus |

- Liite 5 Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä VE1
- Liite 6 Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä VE2
- Liite 7 Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä VE1,
Yhteismallinnus
- Liite 8 Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä VE2,
Yhteismallinnus



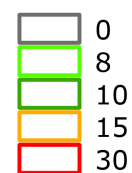
RAMBOLL

Winda Energia Oy
Ukonkankaan tuulivoimahanke

Välkemallinnus
(WindPro 3.6)

Layout VE1 (15.1.2024)
NORDEX N163-6.X
Napakorkeus (HH): 220 m
Roottorin halkaisija (RD): 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 320 m

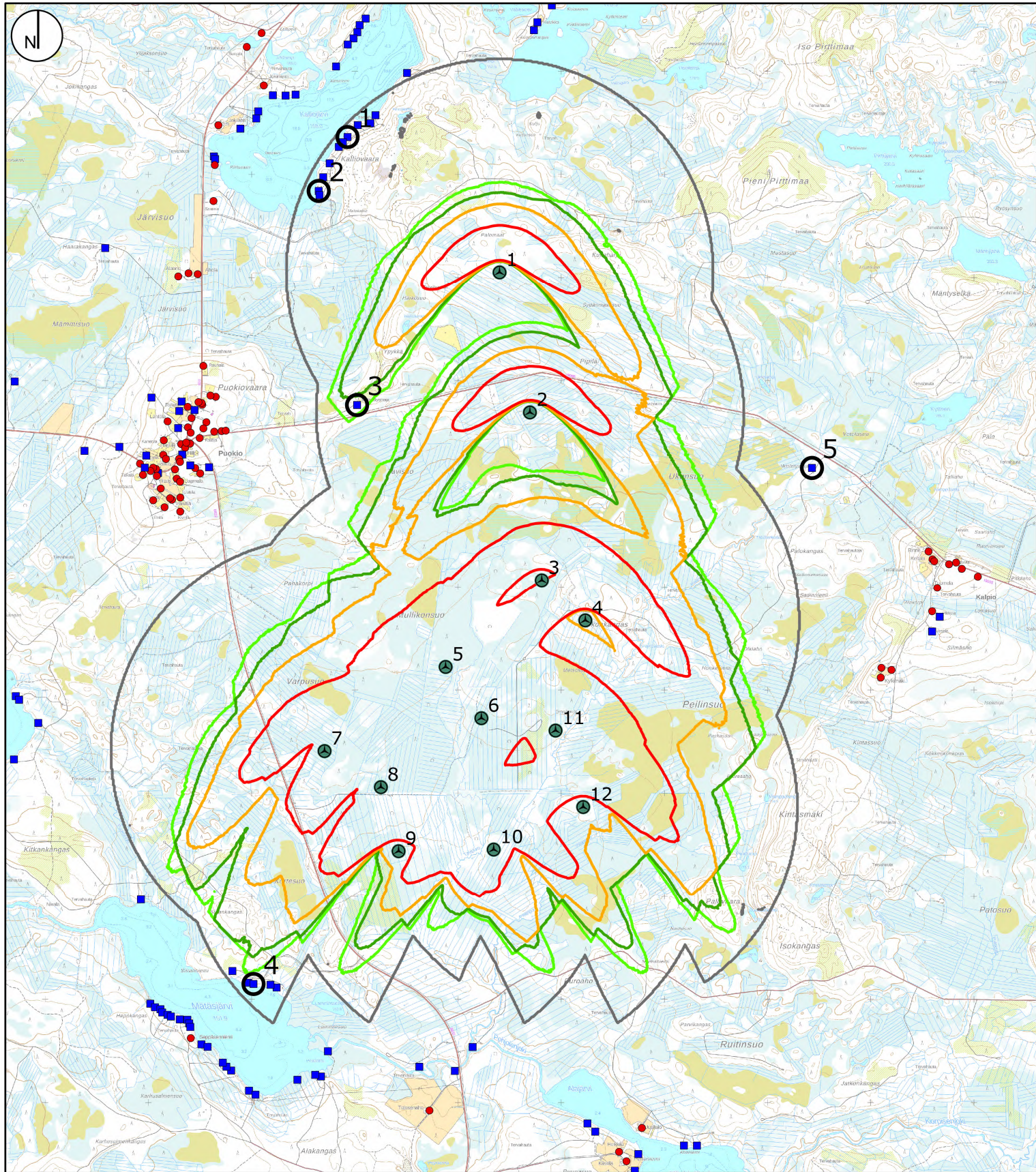
Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus



- Ukonkankaan tuulivoimalat VE1
- Asuinrakennukset
- Lomarakennukset
- Reseptorit

Mittakaava (A4): 1:50 000
0 0.5 1 2 km

8.2.2024 MN

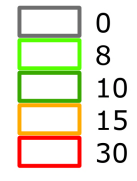


Winda Energia Oy
Ukonkankaan tuulivoimahanke

Välkemallinnus
(WindPro 3.6)

Layout VE2 (15.1.2024)
NORDEX N163-6.X
Napakorkeus (HH): 220 m
Roottorin halkaisija (RD): 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 320 m

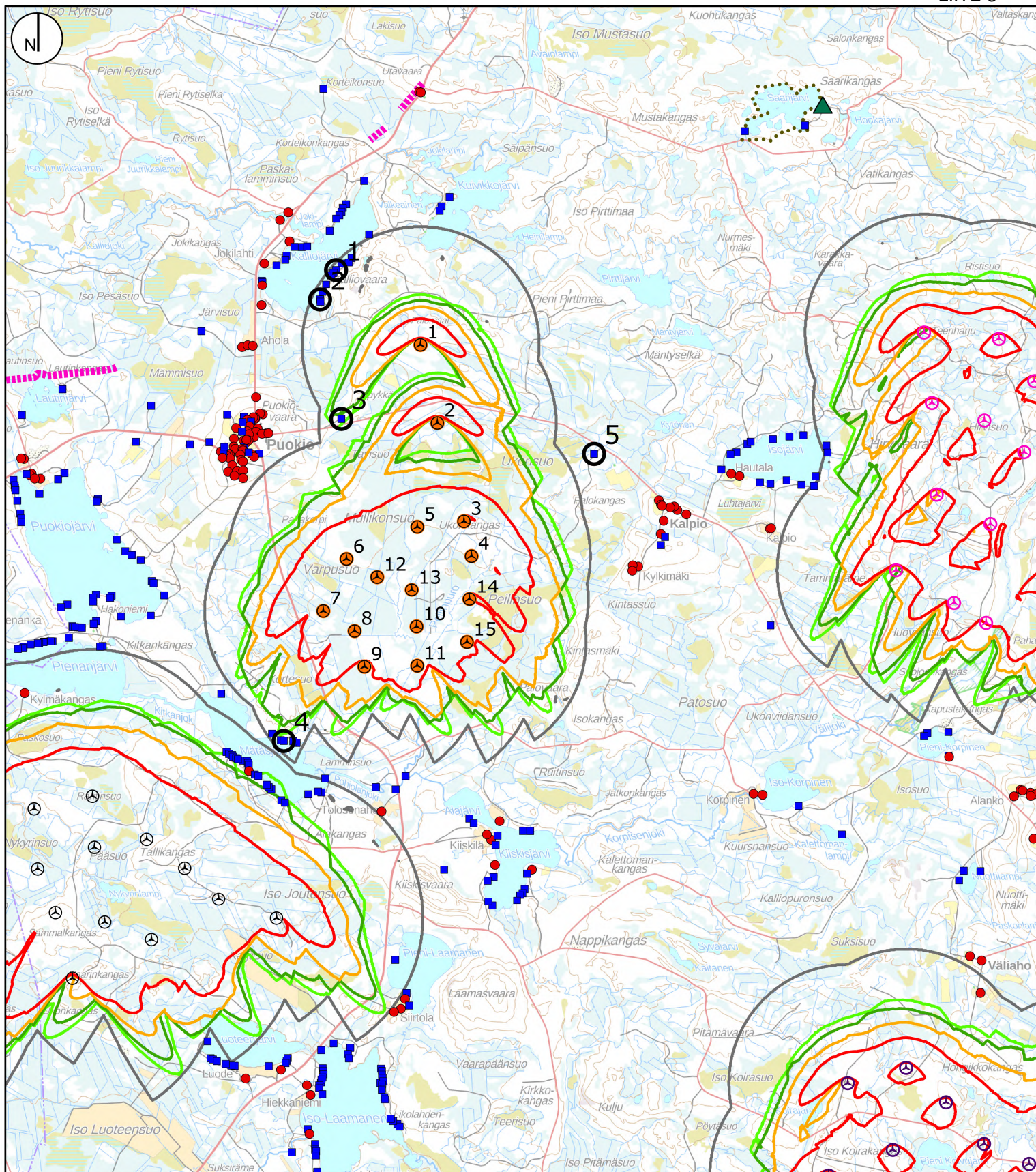
Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus



- Ukonkankaan tuulivoimalat VE2
- Asuinrakennukset
- Lomarakennukset
- Reseptorit

Mittakaava (A4): 1:50 000
0 0.5 1 2 km

8.2.2024 MN



Winda Energia Oy
Ukonkankaan tuulivoimahanke

Huomioitu lähialueen muut
tuulivoimalat

Välkemallinnus
(WindPro 3.6)
Mittakaava (A4): 1:90 000
0 1 2 4 km

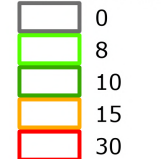
Ukonkangas VE1
NORDEX N163-6.X
Napakorkeus (HH): 220 m
Roottorin halkaisija (RD): 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 320 m

Hirvivaara-Murtiovaara ja Koirakangas:
NORDEX N163-6.X
Napakorkeus (HH): 200 m
Roottorin halkaisija (RD): 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 300 m

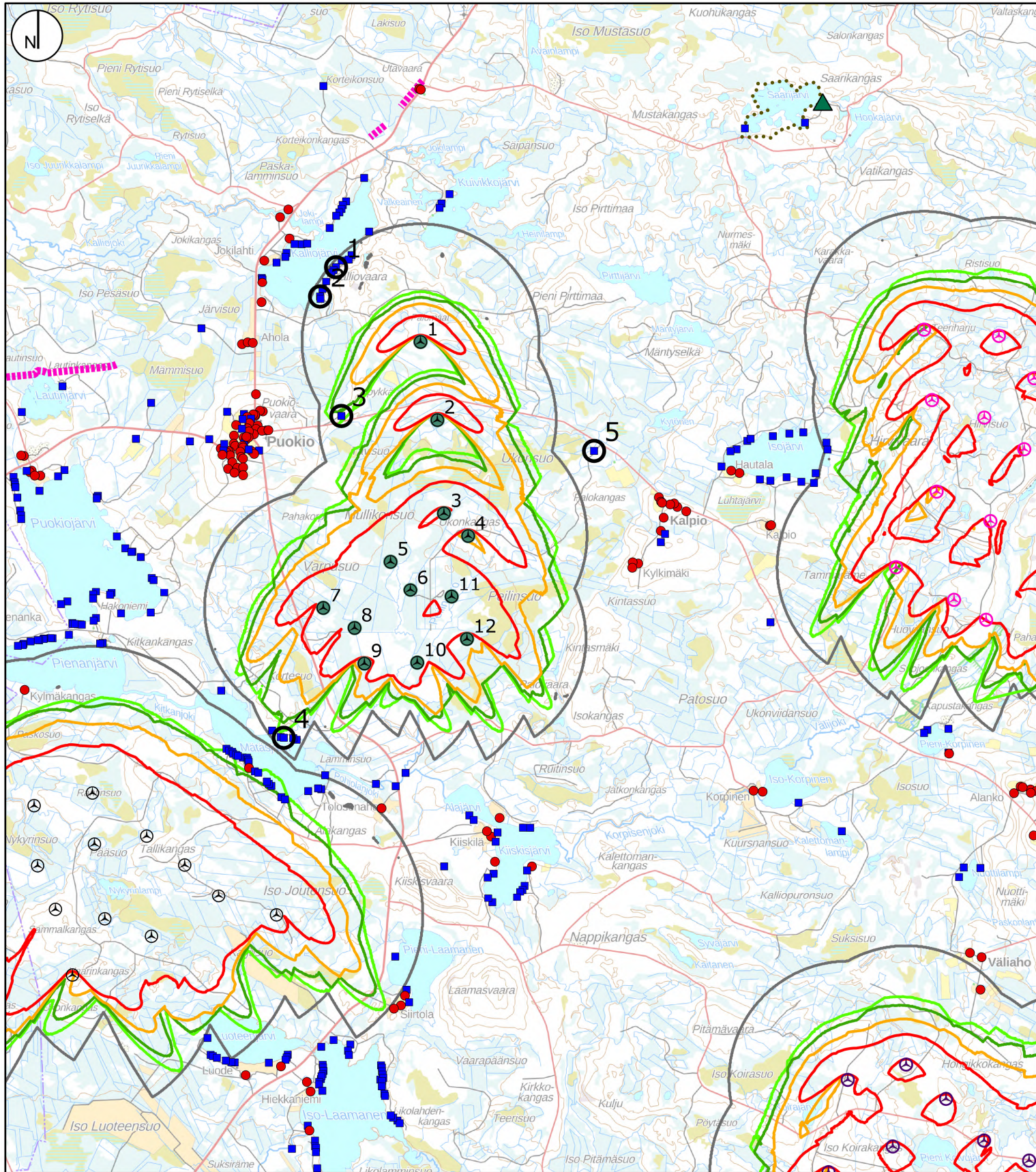
Vaarinkangas:
NORDEX N163-6.X
Napakorkeus (HH): 210 m
Roottorin halkaisija (RD): 280 m
Kokonaiskorkeus (TH): 350 m

8.2.2024 MN

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus



- Ukonkankaan tuulivoimalat VE1
- Vaarinkangas
- Hirvivaara-Murtiovaara
- Koirakangas
- Asuinrakennukset
- Lomarakennukset
- Reseptorit
- Laavu, kota tai kammi
- Moottorikelkkaura
- Retkeilyreitti



Winda Energia Oy
Ukonkankaan tuulivoimahanke

Huomioitu lähialueen muut
tuulivoimalat

Välkemallinnus
(WindPro 3.6)
Mittakaava (A4): 1:90 000
0 1 2 4 km

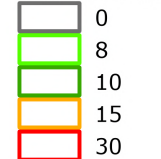
Ukonkangas VE2
NORDEX N163-6.X
Napakorkeus (HH): 220 m
Roottorin halkaisija (RD): 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 320 m

Hirvivaara-Murtiovaara ja Koirakangas:
NORDEX N163-6.X
Napakorkeus (HH): 200 m
Roottorin halkaisija (RD): 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 300 m

Vaarinkangas:
NORDEX N163-6.X
Napakorkeus (HH): 210 m
Roottorin halkaisija (RD): 280 m
Kokonaiskorkeus (TH): 350 m

8.2.2024 MN

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus



- Ukonkankaan tuulivoimalat VE2
- Vaarinkangas
- Hirvivaara-Murtiovaara
- Koirakangas
- Asuinrakennukset
- Lomarakennukset
- Reseptorit
- Laavu, kota tai kammi
- Moottorikelkkaura
- Retkeilyreitti

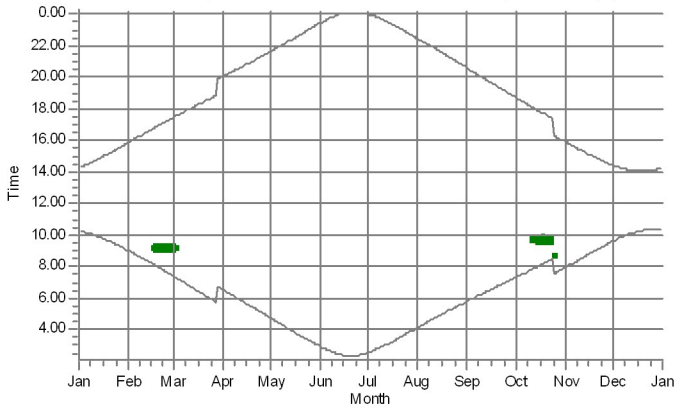
Project:
Valke_Ukonkangas

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
7.2.2024 10.08/3.6.355

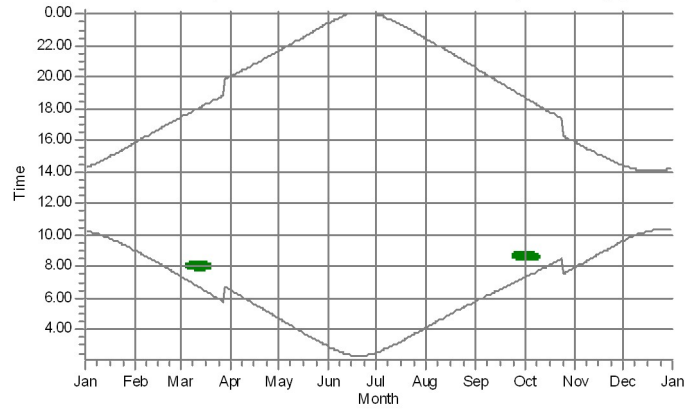
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: 150124LayoutVE1_15WTG_Calc07022024

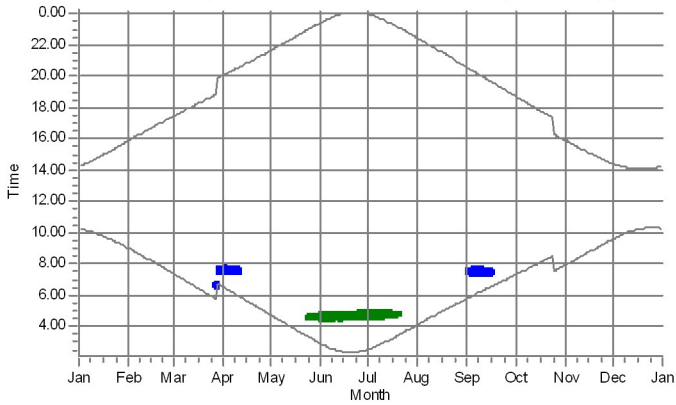
1: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2)



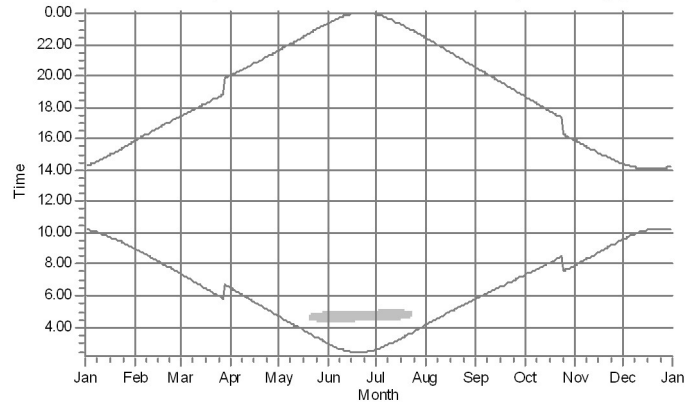
2: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (3)



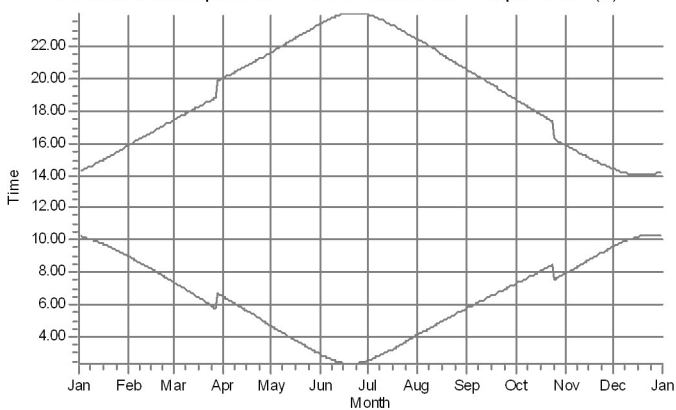
3: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (1)



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



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



WTGs

- 1: NORDEX N163/6.X USER H220 6800 200.0 !0! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (145)
- 2: NORDEX N163/6.X USER H220 6800 200.0 !0! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (147)

- 9: NORDEX N163/6.X USER H220 6800 200.0 !0! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (156)

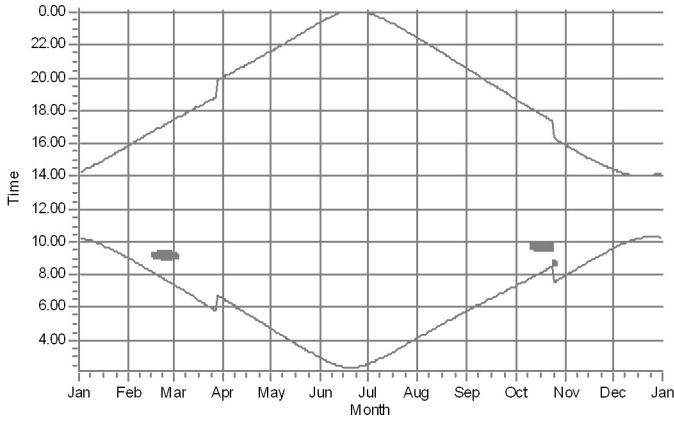
Project:
Valke_Ukonkangas

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
7.2.2024 10.34/3.6.355

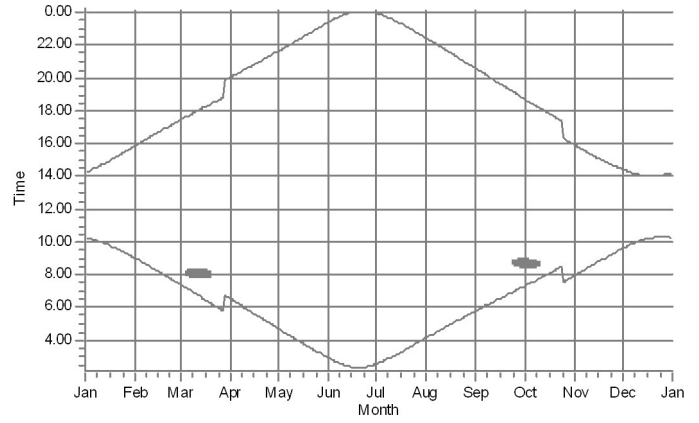
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: 150124LayoutVE2_12WTG_Calc07022024

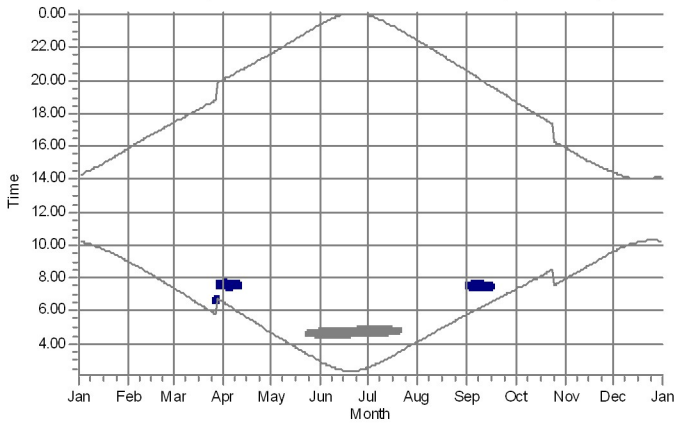
1: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2)



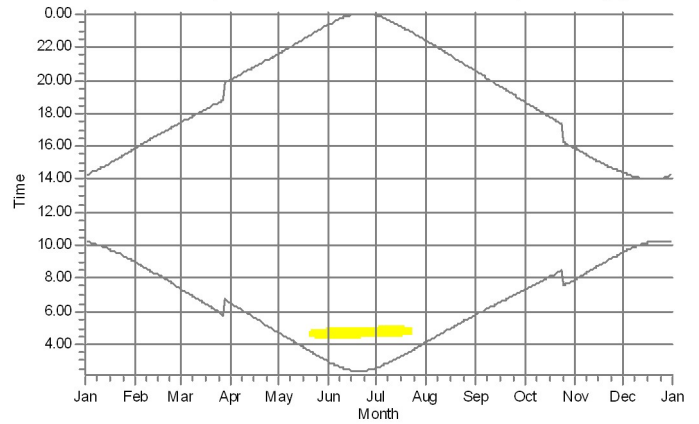
2: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (3)



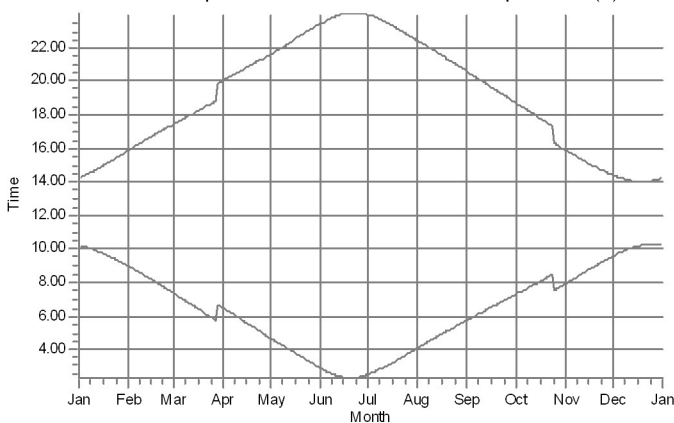
3: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (1)



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



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



WTGs

9: NORDEX N163/6.X USER H220 6800 200.0 IO! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (161)
1: NORDEX N163/6.X USER H220 6800 200.0 IO! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (163)

2: NORDEX N163/6.X USER H220 6800 200.0 IO! hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (166)

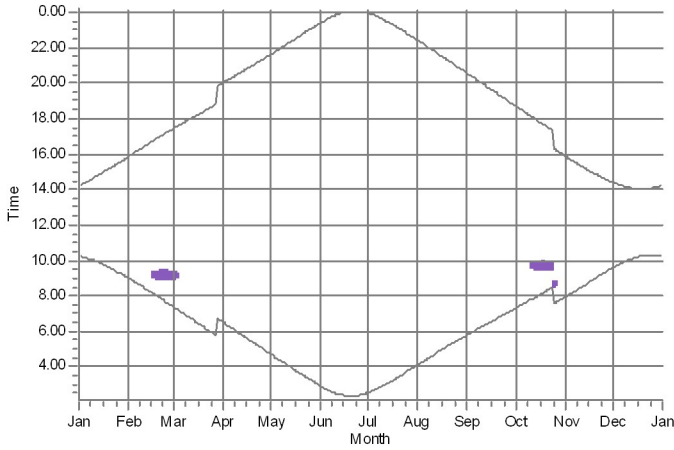
Project:
Valke_Ukonkangas

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
7.2.2024 13.01/3.6.355

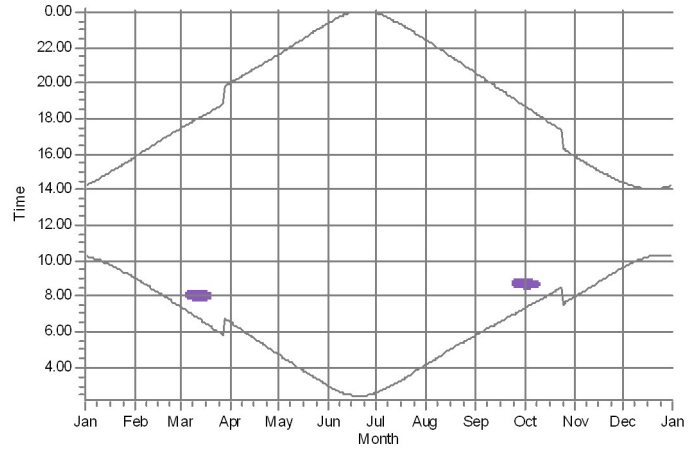
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: 150124LayoutVE1_15WTG_Calc07022024_Yhteismallinnus

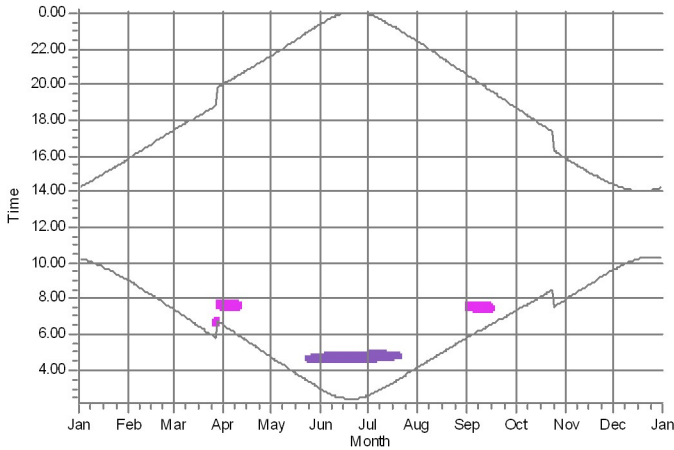
1: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2)



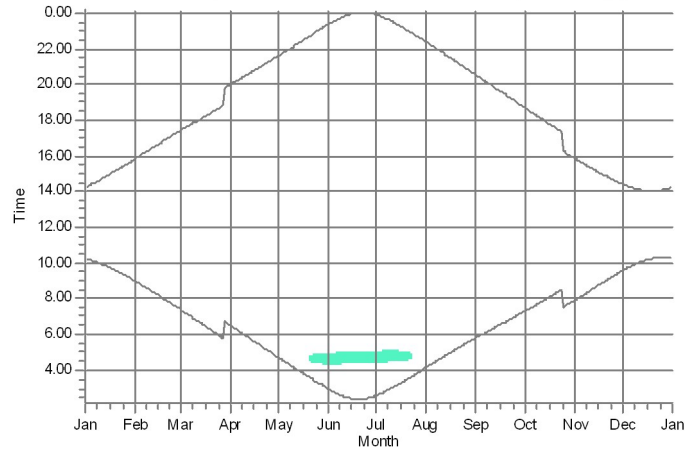
2: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (3)



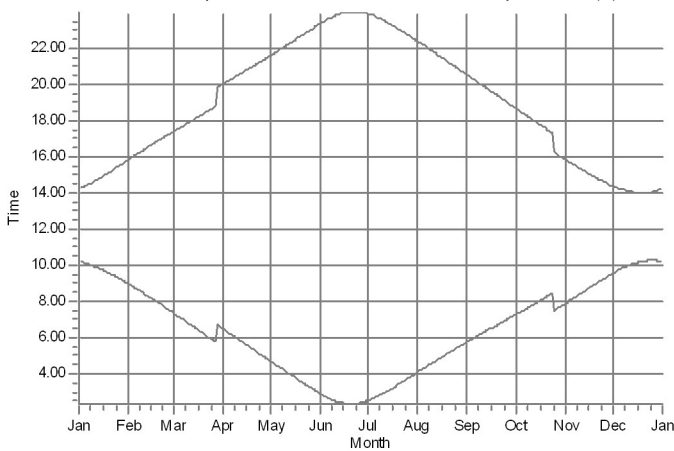
3: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (1)



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



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



WTGs

1: NORDEX N1163/6.X USER H220 6800 200.0 I01 hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (145)

2: NORDEX N1163/6.X USER H220 6800 200.0 I01 hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (147)

9: NORDEX N1163/6.X USER H220 6800 200.0 I01 hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (156)

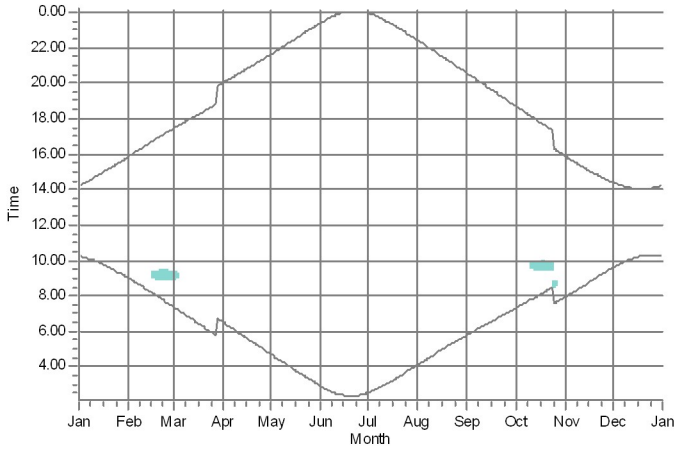
Project:
Valke_Ukonkangas

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
7.2.2024 16.20/3.6.355

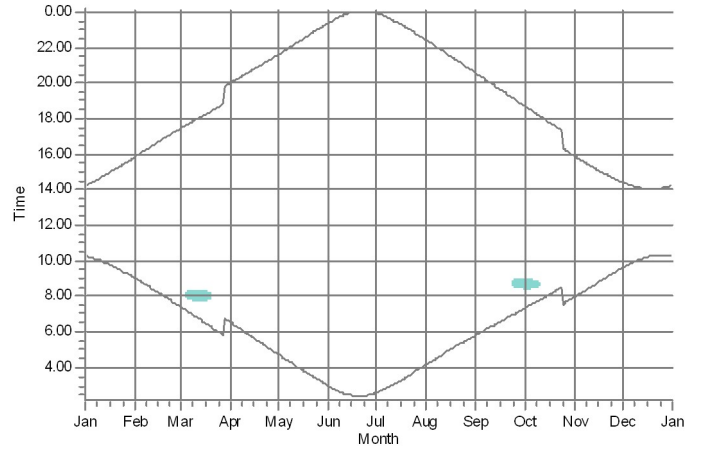
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: 150124LayoutVE2_12WTG_Calc07022024_Yhteismallinnus

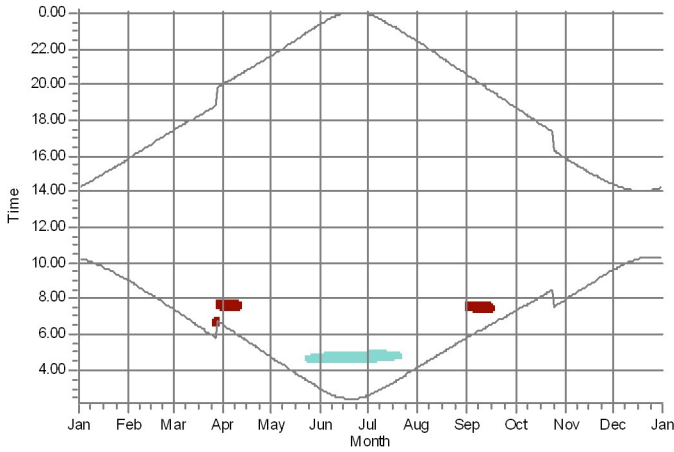
1: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2)



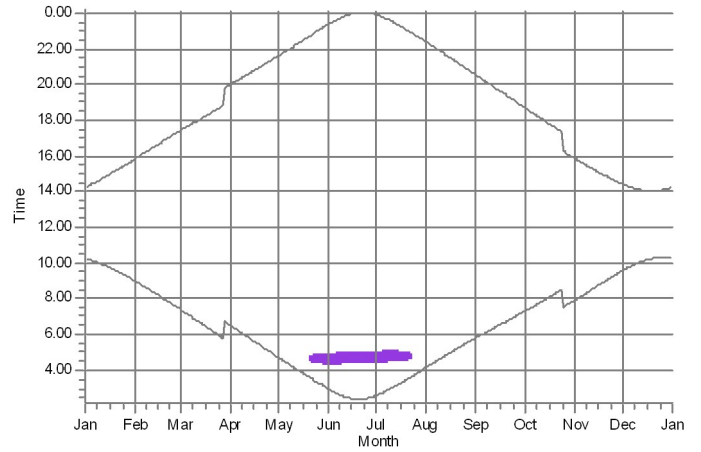
2: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (3)



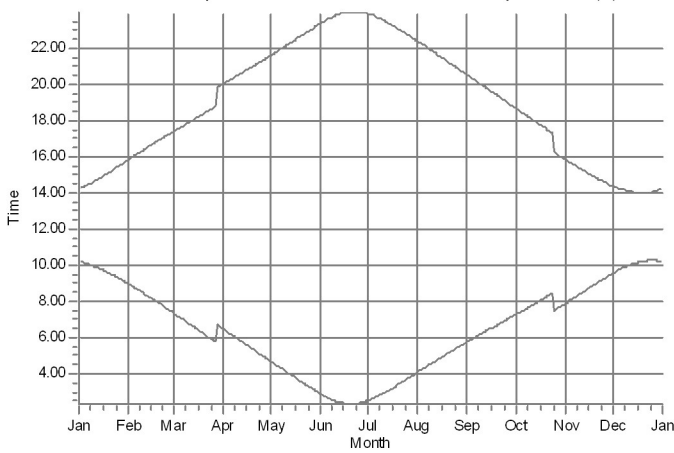
3: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (1)



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



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



WTGs

9: NORDEX N163/6.X USER H220 6800 200.0 IOI hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (164)

1: NORDEX N163/6.X USER H220 6800 200.0 IOI hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (165)

2: NORDEX N163/6.X USER H220 6800 200.0 IOI hub: 220.0 m (TOT: 320.0 m) (166)