

## LIITE 22

### Välkemmaallinnus

Vastaanottaja  
**ABO Energy Suomi Oy**

Asiakirjatyyppi  
**Raportti**

Päivämäärä  
**28.2.2025**

Viite  
**1510075265-004**

# MÄNTYKANKAAN TUULIVOIMA- HANKKEEN VÄLKEMALLINNUS



Päivämäärä **28.2.2025**  
Laatija **Sofia Lybäck**  
Tarkastaja **Ville Virtanen**

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 11/2024  
aineistoa.

Viite 1510075265-004

## 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             | Väkelaskenta                             | 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>6</b> |
| <b>LÄHTEET</b>  |                                          | <b>7</b> |
| <b>LIITTEET</b> |                                          | <b>7</b> |

## 1. YLEISTÄ

ABO Energy Suomi Oy suunnittelee Kurikan sekä Parkanon kaupunkien alueelle Mäntykankaan tuulivoimapuistoa. Tässä työssä tarkasteltiin Mäntykankaan tuulivoimahankkeen välkevaikutuksia sekä välkkeen yhteisvaikutuksia lähimpien tuulivoimahankkeiden kanssa. Ympäristöministeriön Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) oppaan mukaisesti liikuvasta varjosta puhutaan välkkeenä.

Työ on tehty ABO Energy Suomi Oy:n toimeksiannosta. Välkemallinnuksen ja raportoinnin on tehnyt Ramboll Finland Oy:stä suunnittelija ins.(AMK) Sofia Lybäck.

## 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. <sup>[1]</sup>

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) <sup>[2]</sup>. Ruotsalaisessa suunnitteluohjeistuksessa viitataan saksalaiseen ohjeistukseen ja suositukset perustuvat pitkälti saksalaiseen ohjeistukseen <sup>[3]</sup>. Tanskassa on ohjeistuksena annettu, että vuotuisen todellinen välkemäärä tulee rajoittaa kymmeneen tuntiin vuodessa <sup>[4]</sup>.

**Taulukko 1. Esimerkkejä muiden maiden suosituksista ja raja-arvoista välkkeen esiintymisen osalta.**

| Maa    | Real Case                      | Worst Case                      |
|--------|--------------------------------|---------------------------------|
| Saksa  | 8 tuntia/vuosi                 | 30 tuntia/vuosi<br>30 min/päivä |
| Ruotsi | 8 tuntia/vuosi<br>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 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.

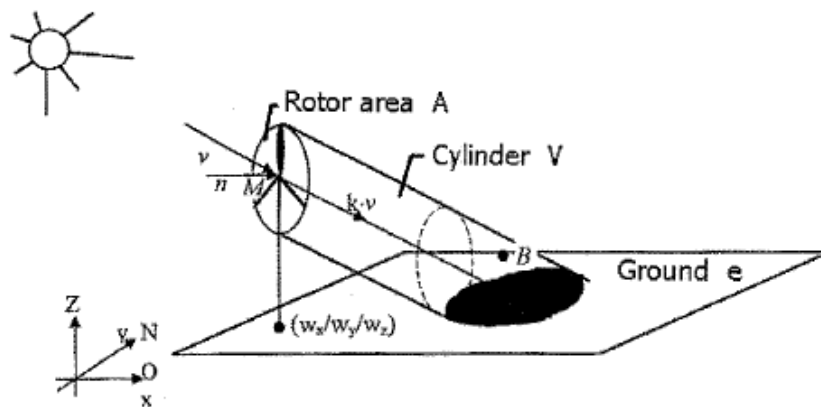
Laajimmalle varjo ulottuu, kun aurinko on matalalla. Toisaalta kun aurinko laskee riittävän matalalle, yhtenäistä varjoa ei enää muodostu. Tällöin valonsäteet joutuvat kulkemaan pitemmän matkan ilmakehän läpi, jolloin säteily hajaantuu. Vaikutusalueen koko riippuu tuulivoimalamallin dimensioista ja lavan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

## 4. MALLINNUSMENETELMÄ JA LÄHTÖTIEDOT

### 4.1 Mallinnusohjelma ja laskentamalli

Tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen esiintymisalue ja esiintymistiheys laskettiin EMD WindPRO 4.0 -ohjelman Shadow -moduulilla, 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 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 vuosi-arvot 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 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  |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0,97 | 2,54 | 4,68 | 6,30 | 8,61 | 9,20 | 8,65 | 6,68 | 4,67 | 2,58 | 1,03 | 0,55 |

**Taulukko 3. Real Case -laskennassa käytetty vuotuinen toiminnallinen aika (tuntia vuodessa) tuulen-suuntasektoreittain.**

| N   | NNE | ENE | E   | ESE | SSE | S   | SSW  | WSW | W   | WNW | NNW | Sum  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|
| 699 | 547 | 364 | 309 | 461 | 599 | 960 | 1654 | 970 | 708 | 579 | 524 | 8374 |

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 Mäntykankaan tuulivoimalavaihtoehdot VE1–VE6 taulukon 4 mukaisilla sijainneilla. Mäntykankaan kaikissa vaihtoehdoissa huomioitiin myös Jäkäläkankaan voimalat. Lisäksi yhteismallinnuksessa huomioitiin alueen lähimpien tuulivoimahankkeiden tuulivoimalat.

Mäntykankaan voimaloiden napakorkeutena käytettiin 200 metriä ja roottorin halkaisija oli 180 metriä. Roottorikoon ja napakorkeuden lisäksi myös lavan muoto ja leveys vaikuttavat maksimi-välke-etäisyyteen, joka mallinnusohjelman mukaan on tälle laitosmallille noin 2034 metriä. Lavan leveystietoina käytettiin:

- Max blade width = 4,60 m
- Blade width for 90 % radius = 1,40 m

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

| VE1 | X      | Y       |
|-----|--------|---------|
| 1   | 285267 | 6911675 |
| 2   | 286110 | 6911546 |
| 4   | 284578 | 6911869 |
| 5   | 285915 | 6909969 |
| 6   | 286812 | 6911192 |
| 7   | 286385 | 6909284 |
| 8   | 285623 | 6910629 |
| 9   | 285760 | 6909130 |

| VE2 | X      | Y       |
|-----|--------|---------|
| 1   | 286003 | 6911790 |
| 2   | 286628 | 6911624 |
| 7   | 285626 | 6910662 |
| 8   | 285843 | 6909869 |

| VE3 | X      | Y       |
|-----|--------|---------|
| 5   | 285915 | 6909969 |
| 7   | 286385 | 6909284 |
| 8   | 285623 | 6910629 |
| 9   | 285760 | 6909130 |

| VE4 | X      | Y       |
|-----|--------|---------|
| 1   | 285267 | 6911675 |
| 2   | 286110 | 6911546 |
| 4   | 284578 | 6911869 |
| 6   | 286812 | 6911192 |

| VE5 | X      | Y       |
|-----|--------|---------|
| 7   | 285626 | 6910662 |
| 8   | 285843 | 6909869 |

| VE6 | X      | Y       |
|-----|--------|---------|
| 1   | 286003 | 6911790 |
| 2   | 286628 | 6911624 |

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

## 5. MALLINNUSTULOKSET

Mäntykankaan tuulivoimahankkeen välkkeen esiintymiskartat ovat esitetty liitteissä 1–6. Yhteismallinnuksen mukaiset välkkeen esiintymiskartat on esitetty liitteissä 7 ja 8. Välkevyöhykelaskennan lisäksi tehtiin laskentoja 13 reseptoripisteeseen, joiden sijainnit on esitetty liitteinä olevissa välkekartoissa ja tulokset taulukoissa 5–7.

Mäntykankaan tuulivoimaloista aiheutuvat vuotuiset välkemäärät ylittävät 8 tunnin välkemäärän reseptoripisteissä 1 (lomarakennus), 2 (lomarakennus), 4 (lomarakennus) ja 11 (asuinrakennus) hankevaihtoehdossa VE1. Hankevaihtoehdossa VE2 ei ylitetä 8 tunnin välkemäärää reseptoripisteissä. Hankevaihtoehdossa VE3 ylittyy 8 tunnin välkemäärä reseptoripisteessä 11 (asuinrakennus). Hankevaihtoehdossa VE4 8 tunnin välkemäärä ylittyy reseptoripisteissä 1 (lomarakennus) ja 2 (lomarakennus). Hankevaihtoehdoissa 5 ja 6 ei ylitetä 8 tunnin vuosittaista välkemäärää. Jäkäläkankaan tuulivoimaloista ei aiheudu 8 tunnin ylittäviä vuotuisia välkemääriä.

Vaihtoehdon VE1 ja lähialueen tuulivoimaloiden yhteismallinnuksessa ylittyy 8h välkemäärä reseptoripisteissä 1,2,4 ja 11 VE1 tuulivoimaloiden osalta. Vaihtoehdon VE2 ja lähialueen tuulivoimaloiden yhteismallinnuksessa ei ylity 8h välkemäärä reseptoripisteissä.

Potentiaaliset välkkeen esiintymisajankohdat reseptorissa on esitetty liitteissä 9–16.

**Taulukko 5. Reseptoripistelaskentojen tulokset VE1-VE3.**

| Reseptori | VE1 + Jäkälä<br>Real Case, h/a* | VE2 + Jäkälä<br>Real Case, h/a* | VE3 + Jäkälä<br>Real Case, h/a* |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1         | <b>8:12</b>                     | 1:48                            | 0:00                            |
| 2         | <b>8:05</b>                     | 4:16                            | 0:00                            |
| 3         | 5:51                            | 6:11                            | 0:00                            |
| 4         | <b>9:16</b>                     | 0:00                            | 1:21                            |
| 5         | 5:47                            | 0:00                            | 5:47                            |
| 6         | 0:00                            | 0:00                            | 0:00                            |
| 7         | 4:44                            | 2:46                            | 4:44                            |
| 8         | 2:00                            | 2:42                            | 2:00                            |
| 9         | 3:03                            | 0:00                            | 3:03                            |
| 10        | 6:54                            | 0:00                            | 6:54                            |
| 11        | <b>8:34</b>                     | 0:00                            | <b>8:34</b>                     |
| 12        | 3:11                            | 3:11                            | 3:11                            |
| 13        | 5:27                            | 1:27                            | 0:00                            |

\*tuntia vuodessa

**Taulukko 6. Reseptoripistelaskentojen tulokset VE4-VE6.**

| Reseptori | VE4 + Jäkälä<br>Real Case, h/a* | VE5 + Jäkälä<br>Real Case, h/a* | VE6 + Jäkälä<br>Real Case, h/a* |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1         | <b>8:12</b>                     | 0:00                            | 1:48                            |
| 2         | <b>8:05</b>                     | 0:00                            | 4:16                            |
| 3         | 5:51                            | 0:00                            | 6:11                            |
| 4         | 7:55                            | 0:00                            | 0:00                            |
| 5         | 0:00                            | 0:00                            | 0:00                            |
| 6         | 0:00                            | 0:00                            | 0:00                            |
| 7         | 0:00                            | 2:46                            | 0:00                            |
| 8         | 0:00                            | 2:42                            | 0:00                            |
| 9         | 0:00                            | 0:00                            | 0:00                            |
| 10        | 0:00                            | 0:00                            | 0:00                            |
| 11        | 0:00                            | 0:00                            | 0:00                            |
| 12        | 3:11                            | 3:11                            | 3:11                            |
| 13        | 5:27                            | 0:00                            | 1:27                            |

\*tuntia vuodessa

**Taulukko 7. Reseptoripistelaskentojen tulokset yhteismallinnuksissa.**

| Reseptori | Yhteismallinnus VE1<br>Real Case, h/a* | Yhteismallinnus VE2<br>Real Case, h/a* |
|-----------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| 1         | <b>8:12</b>                            | 1:48                                   |
| 2         | <b>8:05</b>                            | 4:16                                   |
| 3         | 5:51                                   | 6:11                                   |
| 4         | <b>9:16</b>                            | 0:00                                   |
| 5         | 5:47                                   | 0:00                                   |
| 6         | 0:00                                   | 0:00                                   |
| 7         | 4:44                                   | 2:46                                   |
| 8         | 2:00                                   | 2:42                                   |
| 9         | 3:03                                   | 0:00                                   |
| 10        | 6:54                                   | 0:00                                   |
| 11        | <b>8:34</b>                            | 0:00                                   |
| 12        | 3:11                                   | 3:11                                   |
| 13        | 5:27                                   | 1:27                                   |

\*tuntia vuodessa

## 6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mallinnuksella tarkasteltiin Mäntykankaan alueelle suunniteltujen tuulivoimaloiden välkevaikutuksia tuulivoimaloiden ympäristössä. Laitosmallin napakorkeutena käytettiin 200 m ja roottorin halkaisijana 180 m, josta yhteenlaskettuna tuulivoimalan kokonaiskorkeudeksi tulee enimmäiskokonaiskorkeus 290 m. Voimaladimensioista roottorin läpimitalla ja lavan paksuudella, on merkittävin vaikutus välkemääriin ympäristössä. Mikäli rakennettava tuulivoimalaitos on mitoiltaan pienempi, ovat välkevaikutukset mallinnettuja vähäisempiä.

Mallinnuksen mukaan Mäntykankaan tuulivoimahankkeen ympäristössä jää vaihtoehdossa VE1 neljä reseptoripistettä (reseptoripisteet 1,2,4 ja 11) välkevaikutusalueelle, jossa vuotuinen välkemäärä ylittää 8 tuntia. Tuulivoimahankkeen vaihtoehdossa VE2 ei jää yhtäkään reseptoripistettä välkevaikutusalueelle. Tuulivoimahankkeen vaihtoehdossa VE3 jää yksi reseptoripiste (reseptoripiste 11) välkevaikutusalueelle. Tuulivoimahankkeen vaihtoehdossa VE4 jää kaksi reseptoripistettä (reseptoripisteet 1 ja 2) välkevaikutusalueelle. Tuulivoimahankkeen vaihtoehdoissa VE5 tai VE6 ei jää yhtäkään reseptoripistettä välkevaikutusalueelle.

Vaihtoehdon VE1 ja lähialueen tuulivoimaloiden yhteismallinnuksessa ylittyy 8h välkemäärä reseptoripisteissä 1,2,4 ja 11 VE1 tuulivoimaloiden osalta. Vaihtoehdon VE2 ja lähialueen tuulivoimaloiden yhteismallinnuksessa ei ylitä 8h välkemäärä yhdessäkään reseptoripisteessä.

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 suojattava 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.

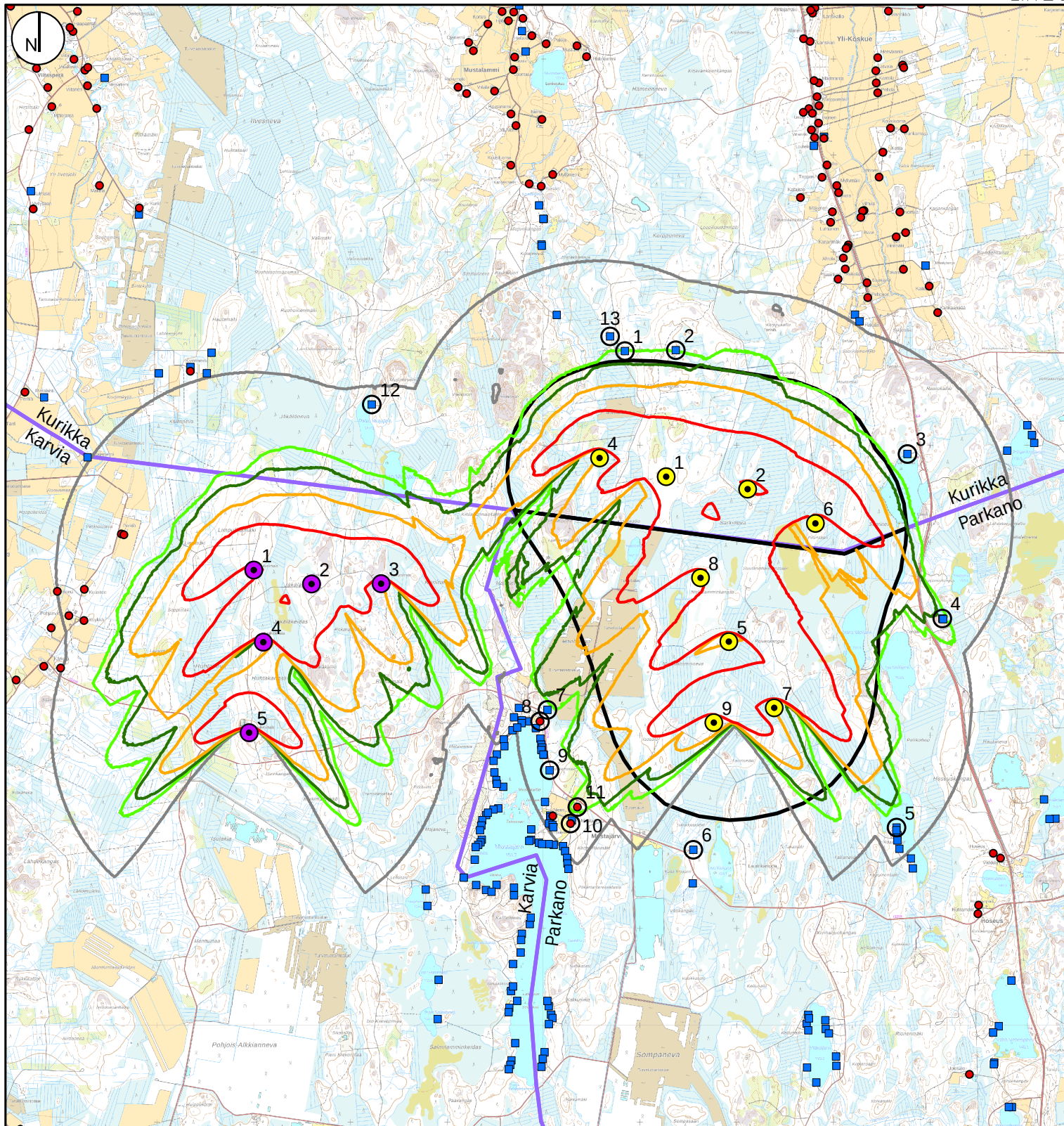


## LÄHTEET

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 4.0 User Manual
6. Ilmatieteen laitos, Tilastoja Suomen ilmastosta (1991-2020 Raportteja 2021:8)
7. Suomen Tuuliatlas

## LIITTEET

- |          |                                                                                                   |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Liite 1  | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet VE1                                                          |
| Liite 2  | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet VE2                                                          |
| Liite 3  | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet VE3                                                          |
| Liite 4  | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet VE4                                                          |
| Liite 5  | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet VE5                                                          |
| Liite 6  | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet VE6                                                          |
| Liite 7  | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet VE1, Yhteismallinnus                                         |
| Liite 8  | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet VE2, Yhteismallinnus                                         |
| Liite 9  | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä VE1                  |
| Liite 10 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä VE2                  |
| Liite 11 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä VE3                  |
| Liite 12 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä VE4                  |
| Liite 13 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä VE5                  |
| Liite 14 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä VE6                  |
| Liite 15 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä, Yhteismallinnus VE1 |
| Liite 16 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä, Yhteismallinnus VE2 |


**RAMBOLL**

ABO Wind Oy  
Mäntykankaan tuulivoimahanke

Huomioitu Jäkäläkankaan  
voimalat

Välkemallinnus  
(WindPro 4.0)

Mäntykangas VE1, 8WTG  
VESTAS V172-7.2MW  
Napakorkeus (HH): 200 m  
Roottorin halkaisija (RD): 180 m  
Kokonaiskorkeus (TH): 290 m

Jäkäläkangas 5WTG  
VESTAS V162-6.0MW  
Napakorkeus (HH): 149 m  
Roottorin halkaisija (RD): 162 m  
Kokonaiskorkeus (TH): 230 m

28.2.2025 SLy

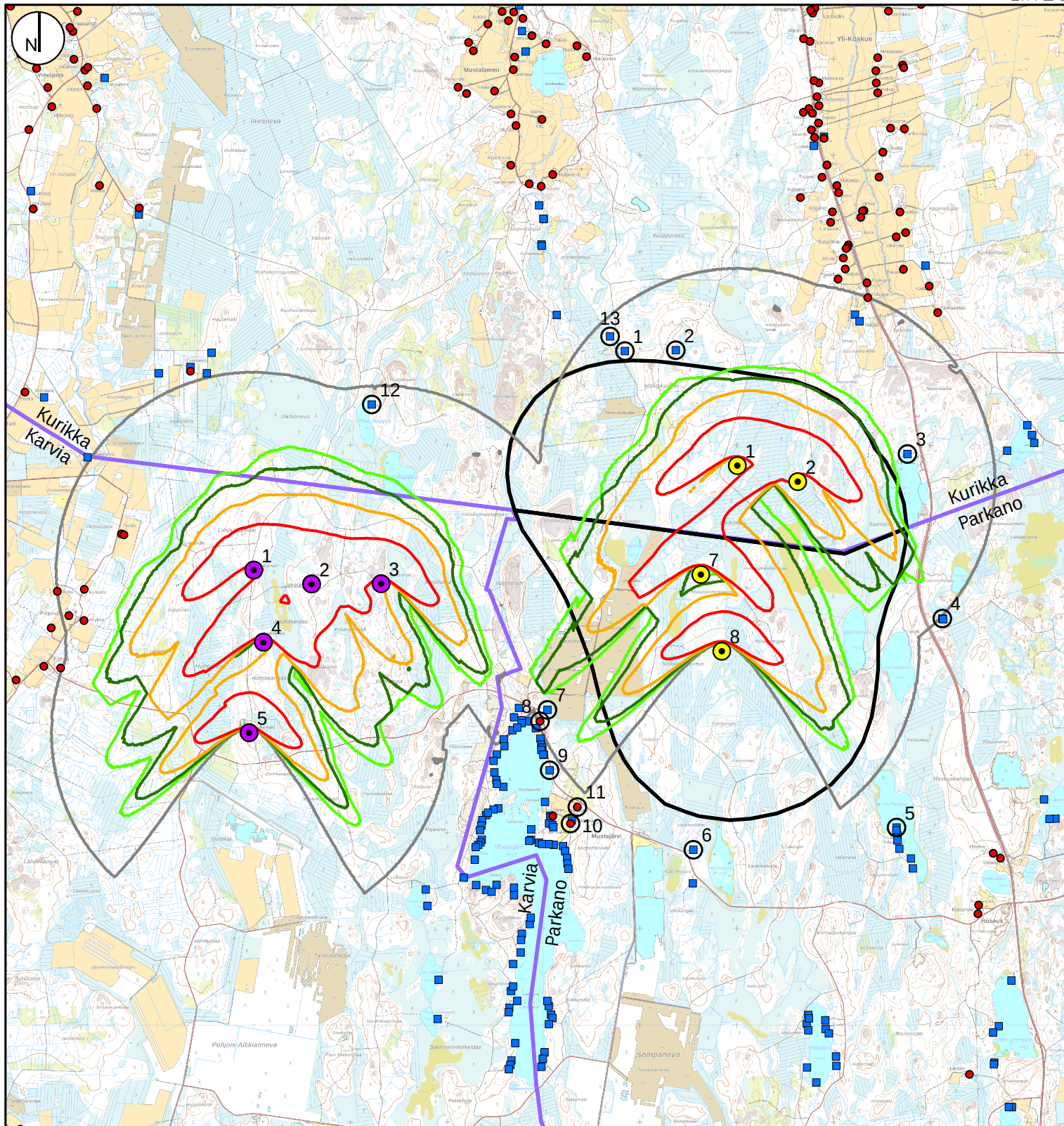
Välketuntia vuodessa  
Real Case -mallinnus

— 0  
— 8  
— 10  
— 15  
— 30

● Mäntykankaan VE1 voimalat  
● Jäkäläkankaan voimalat  
○ Reseptorit  
● Asuinrakennukset  
■ Lomarakennukset  
▭ Mäntykankaan hankealue  
▭ Kuntaraja

Mittakaava (A4): 1:55 000  
0 0,5 1 2 km




**RAMBOLL**

ABO Wind Oy  
Mäntykankaan tuulivoimahanke

Huomioitu Jäkäläkankaan  
voimalat

Välkemallinnus  
(WindPro 4.0)

Mäntykangas VE2, 4WTG  
VESTAS V172-7.2MW  
Napakorkeus (HH): 200 m  
Roottorin halkaisija (RD): 180 m  
Kokonaiskorkeus (TH): 290 m

Jäkäläkangas 5WTG  
VESTAS V162-6.0MW  
Napakorkeus (HH): 149 m  
Roottorin halkaisija (RD): 162 m  
Kokonaiskorkeus (TH): 230 m

28.2.2025 SLy

Välketuntia vuodessa  
Real Case -mallinnus

— 0

— 8

— 10

— 15

— 30

● Mäntykankaan voimalat VE2

● Jäkäläkankaan voimalat

○ Reseptorit

● Asuinrakennukset

■ Lomarakennukset

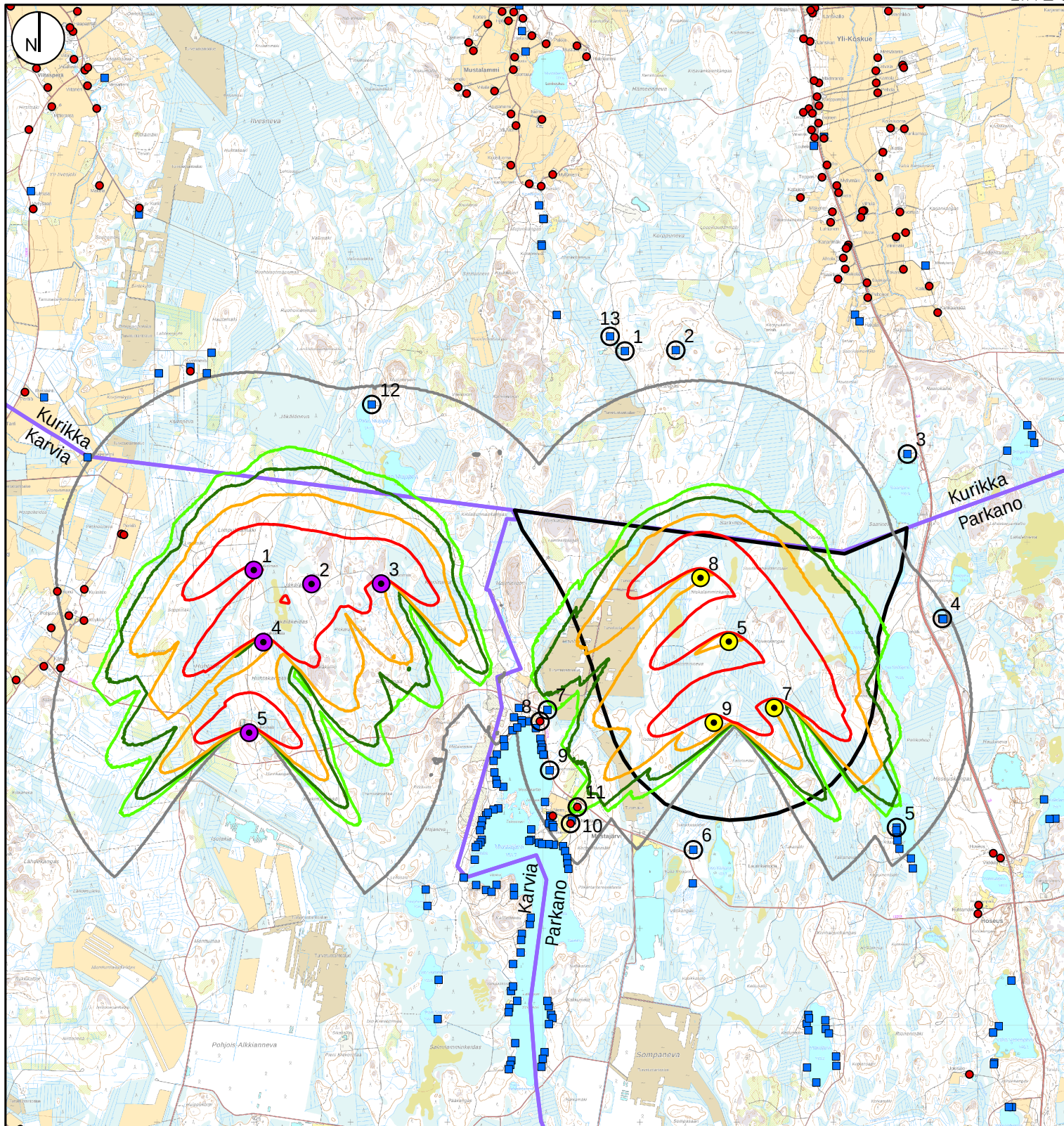
▭ Mäntykankaan hankealue

▭ Kuntaraja

Mittakaava (A4): 1:55 000

0 0,5 1 2 km




**RAMBOLL**

ABO Wind Oy  
Mäntykankaan tuulivoimahanke

Huomioitu Jäkäläkankaan  
voimalat

Välkemallinnus  
(WindPro 4.0)

Mäntykangas VE3, 4WTG  
VESTAS V172-7.2MW  
Napakorkeus (HH): 200 m  
Roottorin halkaisija (RD): 180 m  
Kokonaiskorkeus (TH): 290 m

Jäkäläkangas 5WTG  
VESTAS V162-6.0MW  
Napakorkeus (HH): 149 m  
Roottorin halkaisija (RD): 162 m  
Kokonaiskorkeus (TH): 230 m

28.2.2025 SLy

Välketuntia vuodessa  
Real Case -mallinnus

— 0

— 8

— 10

— 15

— 30

● Mäntykankaan voimalat VE3

● Jäkäläkankaan voimalat

○ Reseptorit

● Asuinrakennukset

■ Lomarakennukset

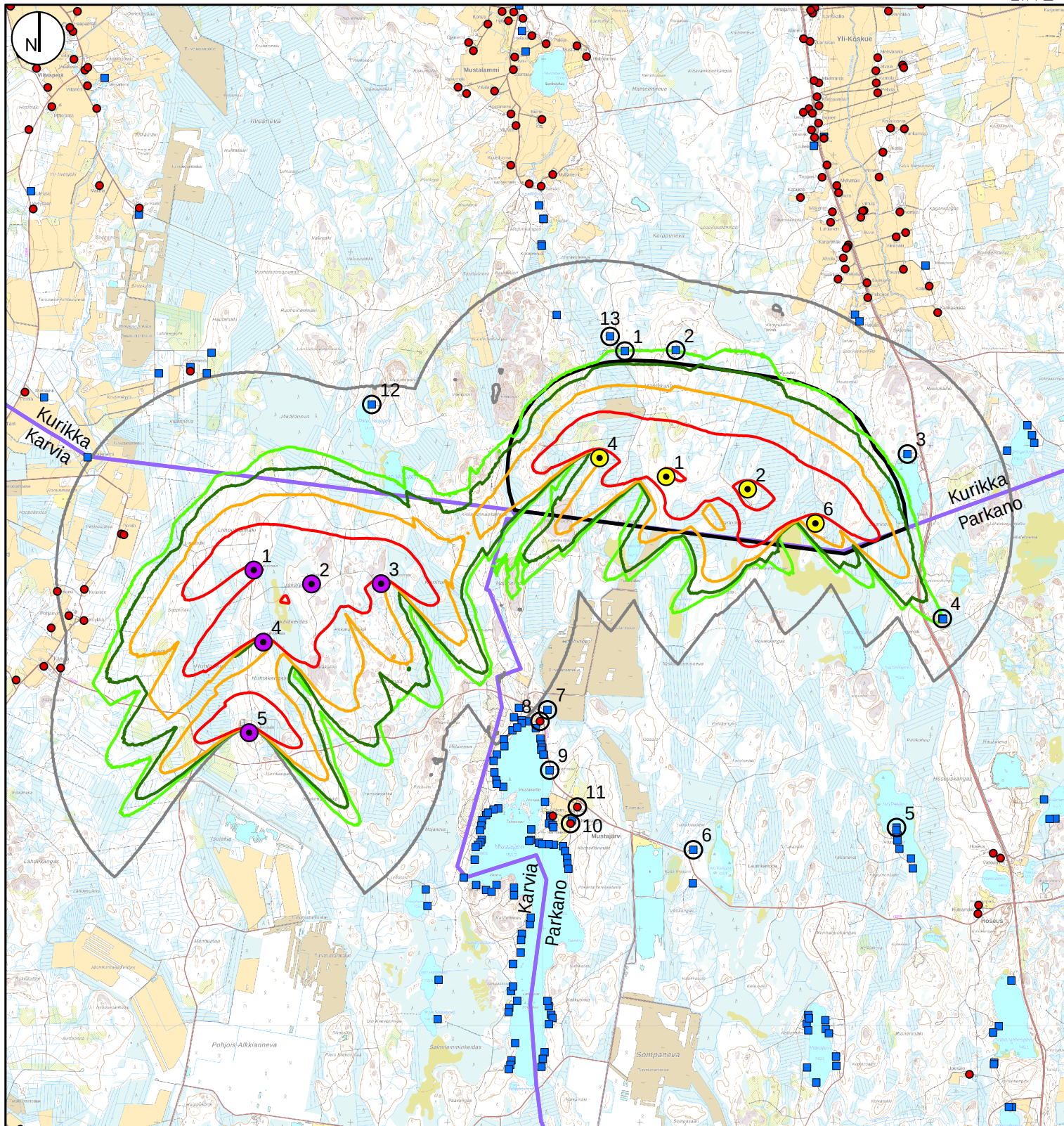
▭ Mäntykankaan hankealue

▭ Kuntaraja

Mittakaava (A4): 1:55 000

0 0,5 1 2 km




**RAMBOLL**

ABO Wind Oy  
Mäntykankaan tuulivoimahanke

Huomioitu Jäkäläkankaan  
voimalat

Välkemallinnus  
(WindPro 4.0)

Mäntykangas VE4, 4WTG  
VESTAS V172-7.2MW  
Napakorkeus (HH): 200 m  
Roottorin halkaisija (RD): 180 m  
Kokonaiskorkeus (TH): 290 m

Jäkäläkangas 5WTG  
VESTAS V162-6.0MW  
Napakorkeus (HH): 149 m  
Roottorin halkaisija (RD): 162 m  
Kokonaiskorkeus (TH): 230 m

28.2.2025 SLy

Välketuntia vuodessa  
Real Case -mallinnus

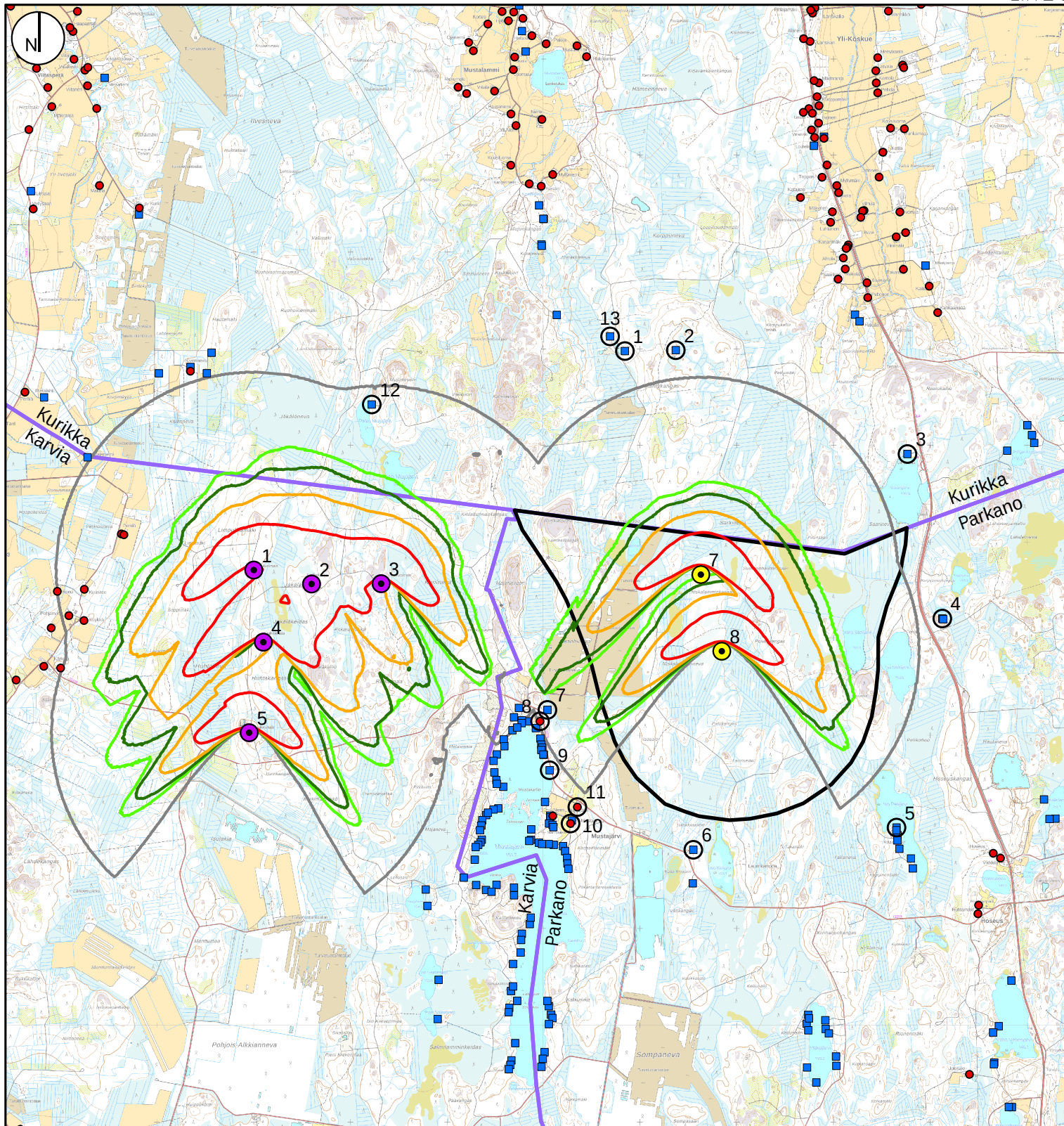
— 0  
— 8  
— 10  
— 15  
— 30

● Mäntykankaan voimalat VE4  
● Jäkäläkankaan voimalat  
○ Reseptorit  
● Asuinrakennukset  
■ Lomarakennukset  
▭ Mäntykankaan hankealue  
▭ Kuntaraja

Mittakaava (A4): 1:55 000

0 0,5 1 2 km




**RAMBOLL**

ABO Wind Oy  
Mäntykankaan tuulivoimahanke

Huomioitu Jäkäläkankaan  
voimalat

Välkemallinnus  
(WindPro 4.0)

Mäntykangas VE5, 2WTG  
VESTAS V172-7.2MW  
Napakorkeus (HH): 200 m  
Roottorin halkaisija (RD): 180 m  
Kokonaiskorkeus (TH): 290 m

Jäkäläkangas 5WTG  
VESTAS V162-6.0MW  
Napakorkeus (HH): 149 m  
Roottorin halkaisija (RD): 162 m  
Kokonaiskorkeus (TH): 230 m

28.2.2025 SLy

Välketuntia vuodessa  
Real Case -mallinnus

— 0

— 8

— 10

— 15

— 30

● Mäntykankaan voimalat VE5

● Jäkäläkankaan voimalat

○ Reseptorit

● Asuinrakennukset

■ Lomarakennukset

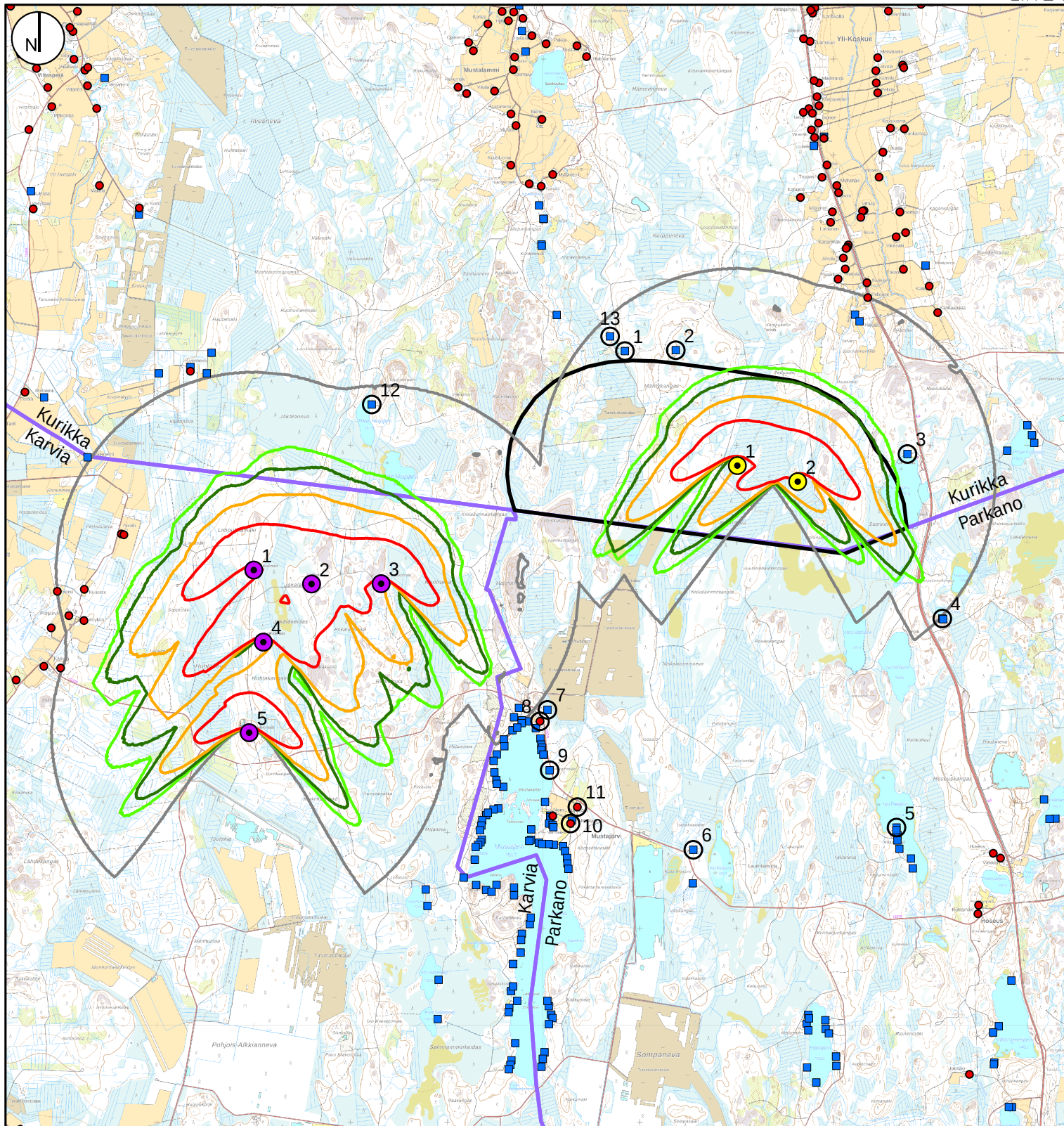
▭ Mäntykankaan hankealue

▭ Kuntaraja

Mittakaava (A4): 1:55 000

0 0,5 1 2 km




**RAMBOLL**

ABO Wind Oy  
Mäntykankaan tuulivoimahanke

Huomioitu Jäkäläkankaan  
voimalat

Välkemallinnus  
(WindPro 4.0)

Mäntykangas VE6, 2WTG  
VESTAS V172-7.2MW  
Napakorkeus (HH): 200 m  
Roottorin halkaisija (RD): 180 m  
Kokonaiskorkeus (TH): 290 m

Jäkäläkangas 5WTG  
VESTAS V162-6.0MW  
Napakorkeus (HH): 149 m  
Roottorin halkaisija (RD): 162 m  
Kokonaiskorkeus (TH): 230 m

28.2.2025 SLy

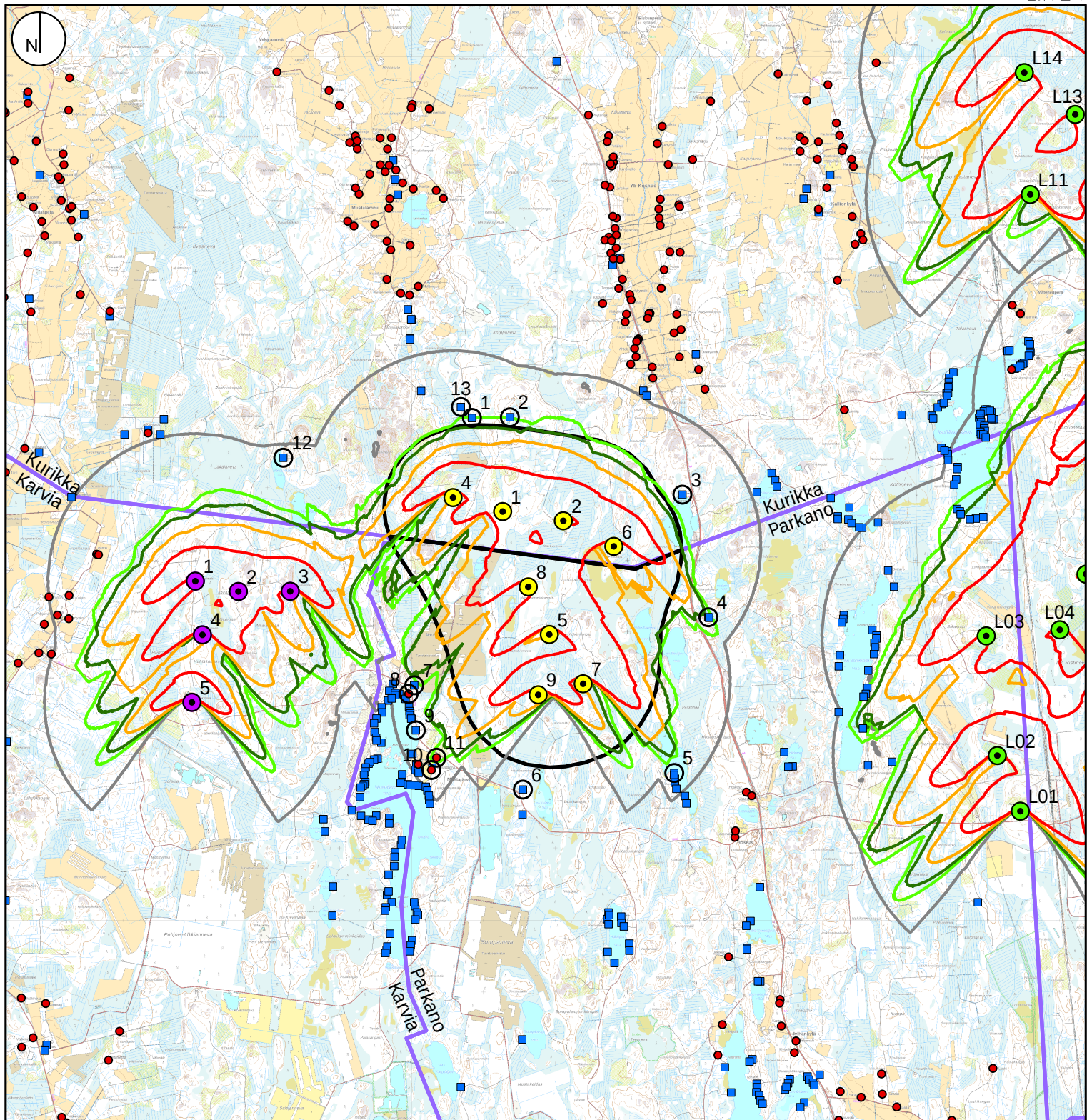
Mittakaava (A4): 1:55 000  
0 0,5 1 2 km

Välketuntia vuodessa  
Real Case -mallinnus

— 0  
— 8  
— 10  
— 15  
— 30

● Mäntykankaan voimalat VE6  
● Jäkäläkankaan voimalat  
○ Reseptorit  
● Asuinrakennukset  
■ Lomarakennukset  
▭ Mäntykankaan hankealue  
▭ Kuntaraja




**RAMBOLL**

ABO Wind Oy  
Mäntykankaan tuulivoimahanke

Yhteisvälkemallinnus  
(WindPro 4.0)

Huomioitu Jäkäläkankaan  
sekä Lylyharjun voimalat

28.2.2025 SLy

Mittakaava (A4): 1:75 000  
0 0,75 1,5 3 km

Mäntykangas VE1, 8WTG  
VESTAS V172-7.2MW  
Napakorkeus (HH): 200 m  
Roottorin halkaisija (RD): 180 m  
Kokonaiskorkeus (TH): 290 m

Jäkäläkangas 5WTG  
VESTAS V162-6.0MW  
Napakorkeus (HH): 149 m  
Roottorin halkaisija (RD): 162 m  
Kokonaiskorkeus (TH): 230 m

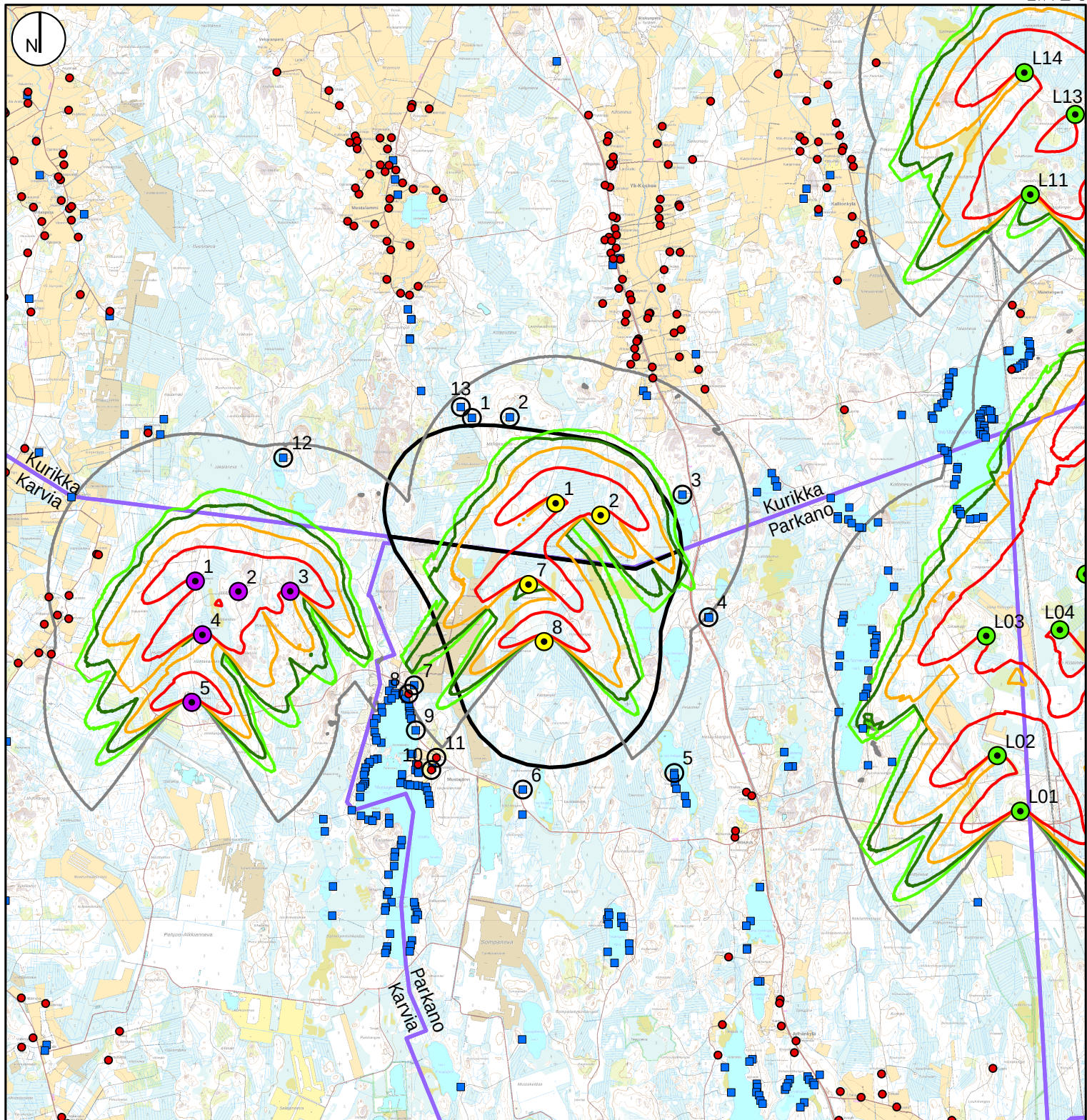
Lylyharju VE1, 14WTG  
SG 6.0-170  
Napakorkeus (HH): 175 m  
Roottorin halkaisija (RD): 230 m  
Kokonaiskorkeus (TH): 290 m

Välketuntia vuodessa  
Real Case -mallinnus

— 0  
— 8  
— 10  
— 15  
— 30

● Mäntykankaan voimalat VE1  
● Jäkäläkankaan voimalat  
● Lylyharjun voimalat VE1  
○ Reseptorit  
● Asuinrakennukset  
■ Lomarakennukset  
□ Kuntaraja  
□ Mäntykankaan hankealue




**RAMBOLL**

ABO Wind Oy  
Mäntykankaan tuulivoimahanke

Yhteisvälkemallinnus  
(WindPro 4.0)

Huomioitu Jäkäläkankaan  
sekä Lylyharjun voimalat

28.2.2025 SLy

Mittakaava (A4): 1:75 000  
0 0,75 1,5 3 km

Mäntykangas VE2, 4WTG  
VESTAS V172-7.2MW  
Napakorkeus (HH): 200 m  
Roottorin halkaisija (RD): 180 m  
Kokonaiskorkeus (TH): 290 m

Jäkäläkangas 5WTG  
VESTAS V162-6.0MW  
Napakorkeus (HH): 149 m  
Roottorin halkaisija (RD): 162 m  
Kokonaiskorkeus (TH): 230 m

Lylyharju VE1, 14WTG  
SG 6.0-170  
Napakorkeus (HH): 175 m  
Roottorin halkaisija (RD): 230 m  
Kokonaiskorkeus (TH): 290 m

Välketuntia vuodessa  
Real Case -mallinnus

— 0  
— 8  
— 10  
— 15  
— 30

● Mäntykankaan voimalat VE2  
● Jäkäläkankaan voimalat  
● Lylyharjun voimalat VE1  
○ Reseptorit  
● Asuinrakennukset  
■ Lomarakennukset  
□ Kuntaraja  
□ Mäntykankaan hankealue



Project:

Mantykangas\_valkemallinnus

Licensed user:

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

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

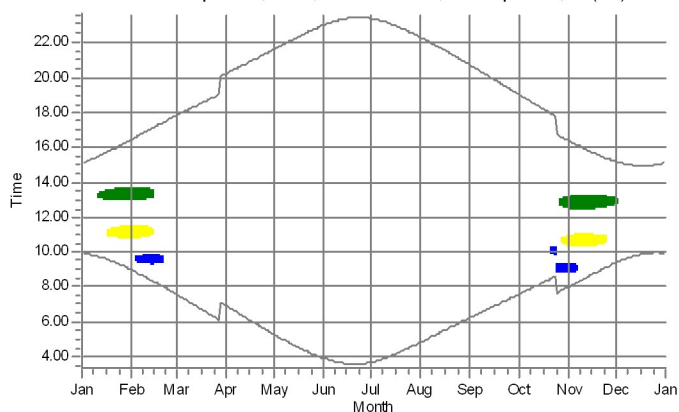
Calculated:

28.2.2025 15.34/4.0.552

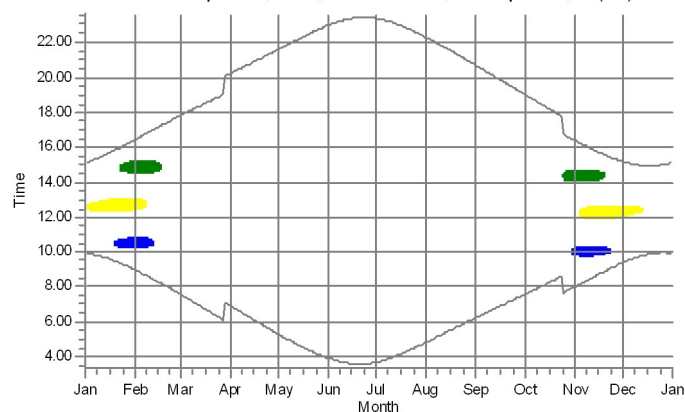
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Mantykangas\_VE1\_Jakalakangas\_HH200\_RD180\_mallinnus\_28022025

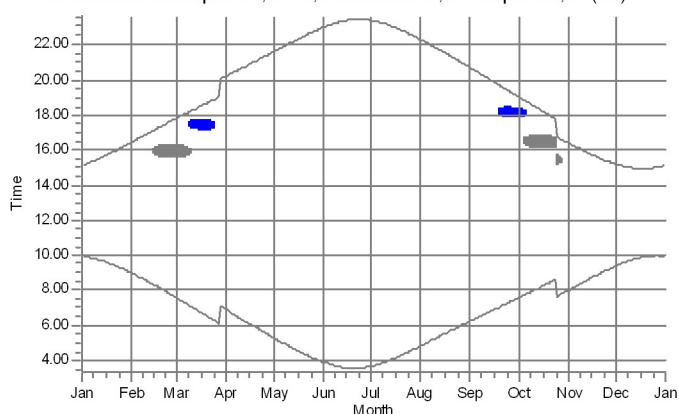
1: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (24)



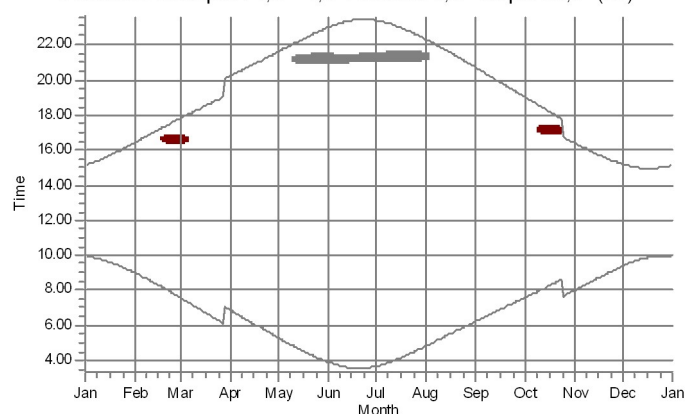
2: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (23)



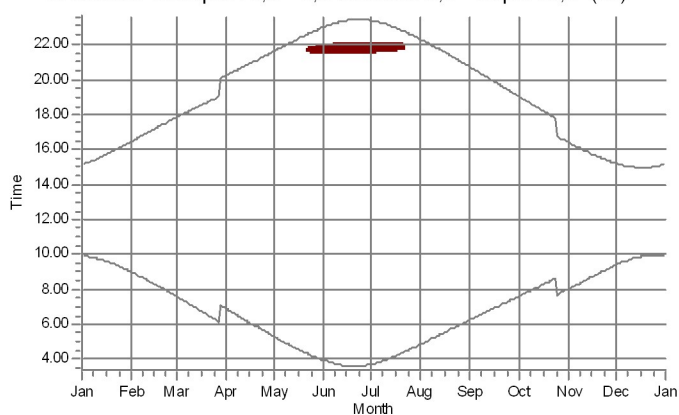
3: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (19)



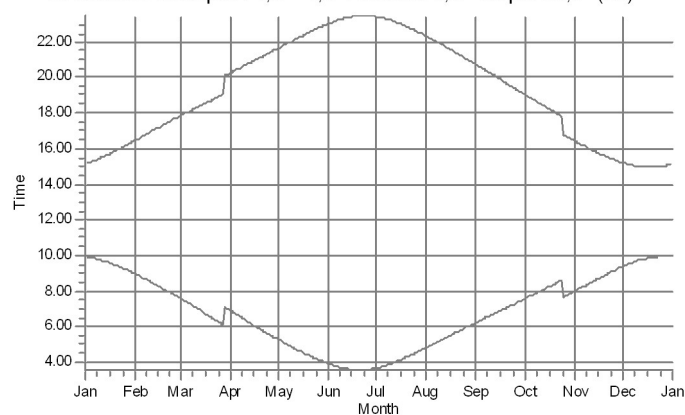
4: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (27)



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



6: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (29)



WTGs

M04: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (1)  
 M01: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (2)  
 M02: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (3)

M06: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (4)  
 M07: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (8)



Project:

Mantykangas\_valkemallinnus

Licensed user:

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

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

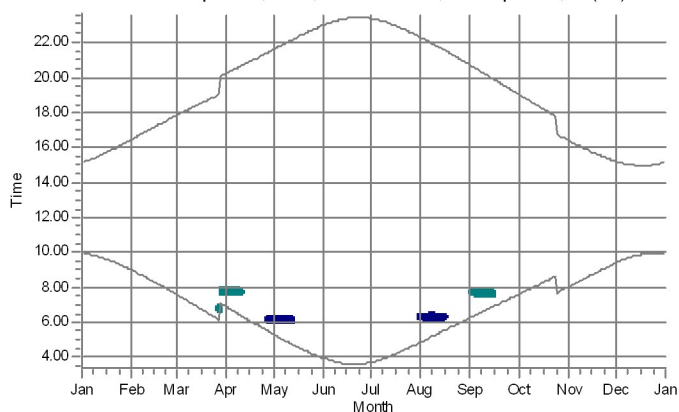
Calculated:

28.2.2025 15.34/4.0.552

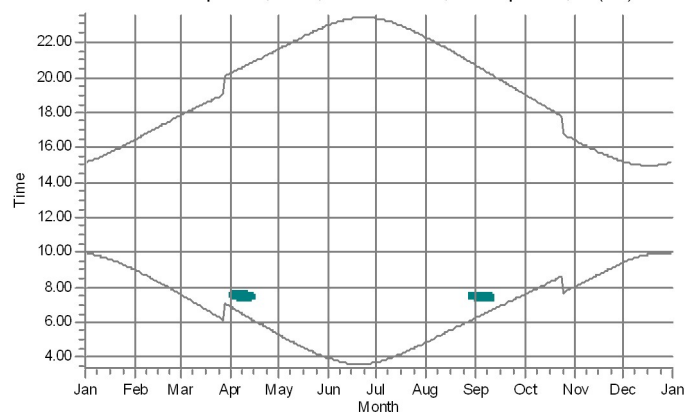
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Mantykangas\_VE1\_Jakalakangas\_HH200\_RD180\_mallinnus\_28022025

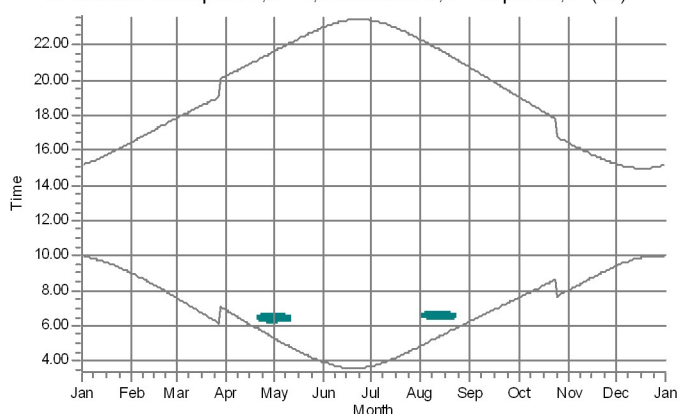
7: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (17)



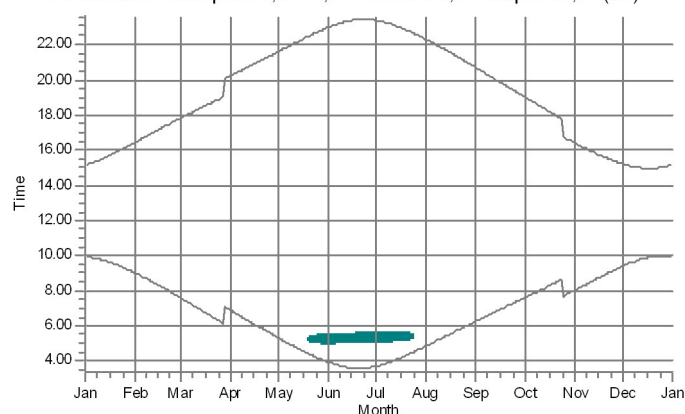
8: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (22)



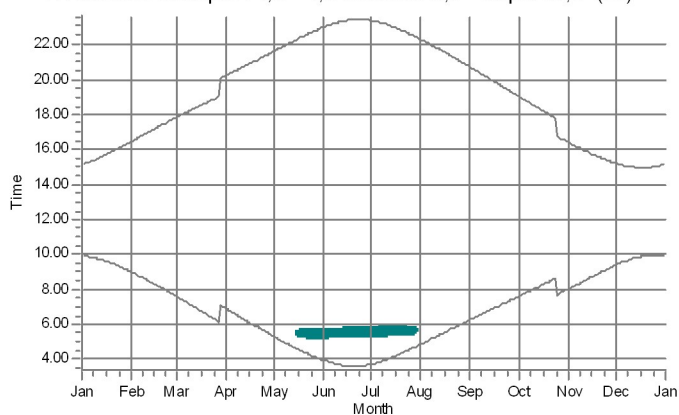
9: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (26)



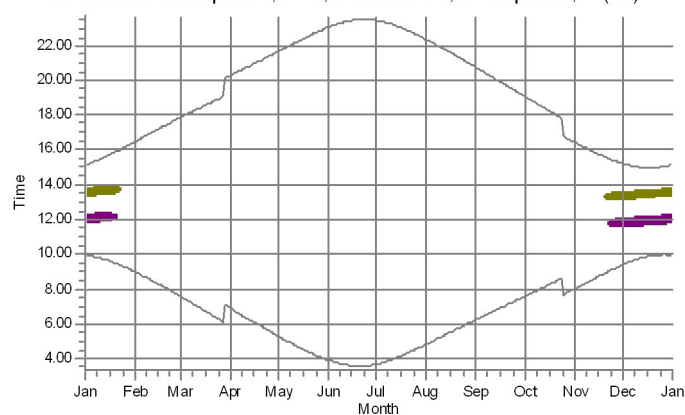
10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (21)



11: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (20)



12: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (28)



WTGs

M09: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (6)  
 M05: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (7)

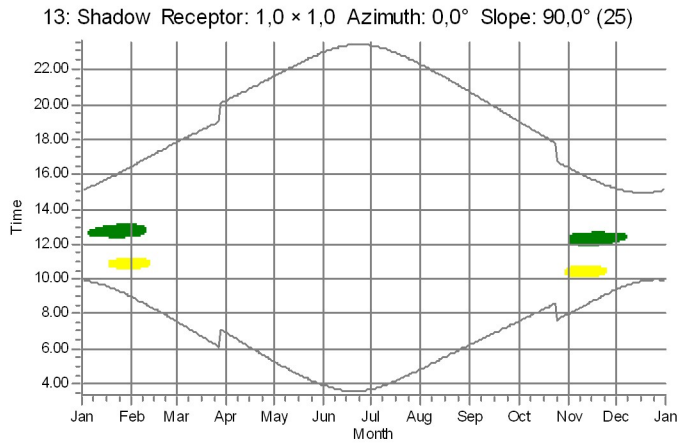
J2: VESTAS V162-6.0 RD162 HH149 6000 162.0 !O! hub: 149,0 m (TOT: 230,0 m) (10)  
 J3: VESTAS V162-6.0 RD162 HH149 6000 162.0 !O! hub: 149,0 m (TOT: 230,0 m) (11)

Project:  
Mantykangas\_valkemaalinnus

Licensed user:  
Ramboll Deutschland GmbH  
Elisabeth-Construch-Straße 3  
DE-34131 Kassel  
-  
Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi  
Calculated:  
28.2.2025 15.34/4.0.552

## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Mantykangas\_VE1\_Jakalakangas\_HH200\_RD180\_mallinnus\_28022025



WTGs

M04: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (1) M01: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (2)



Project:

Mantykangas\_valkemallinnus

Licensed user:

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

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

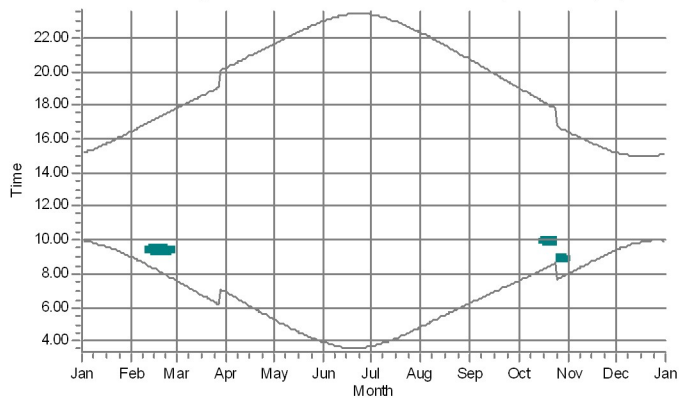
Calculated:

28.2.2025 15.46/4.0.552

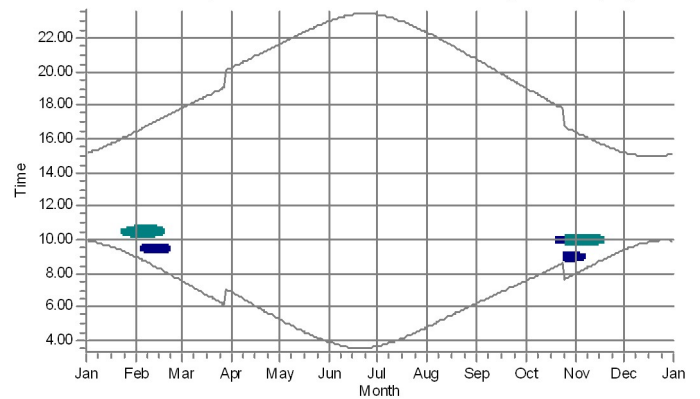
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Mantykangas\_VE2\_Jakalakangas\_HH200\_RD180\_mallinnus\_28022025

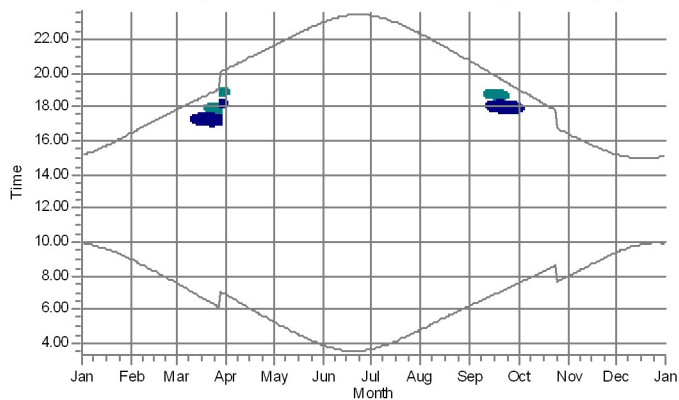
1: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (24)



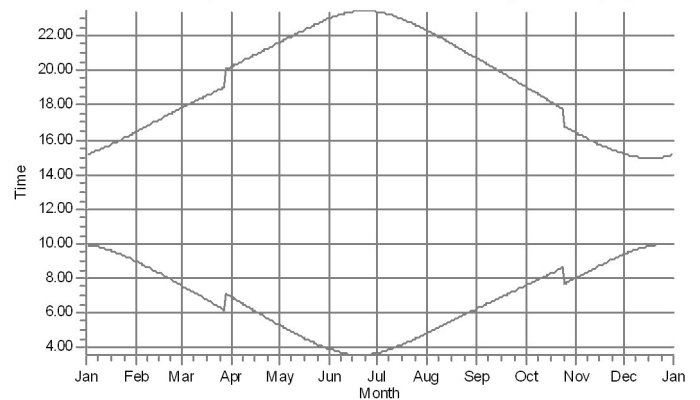
2: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (23)



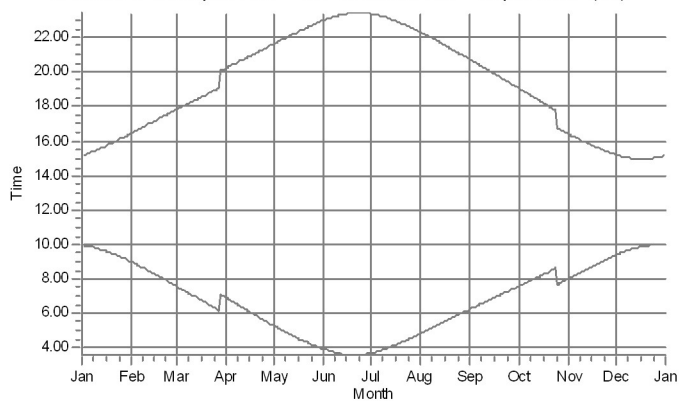
3: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (19)



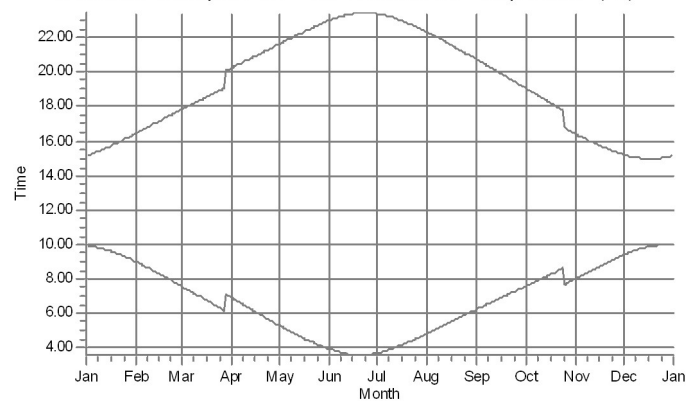
4: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (27)



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



6: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (29)



WTGs

|  |                                                                                   |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|  | M01: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !OI! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (14) |
|  | M02: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !OI! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (15) |

Project:

Mantykangas\_valkemaalinnus

Licensed user:

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

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

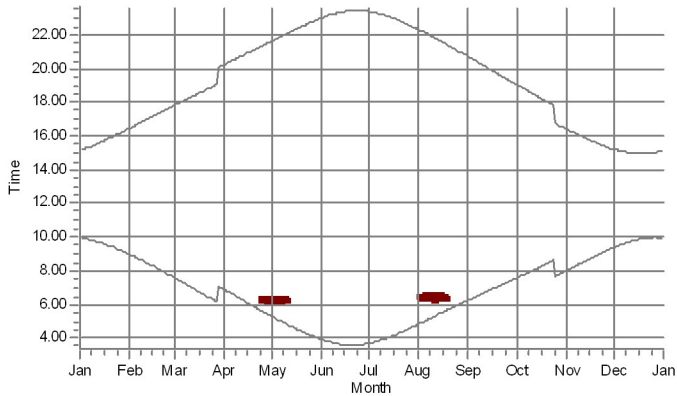
Calculated:

28.2.2025 15.46/4.0.552

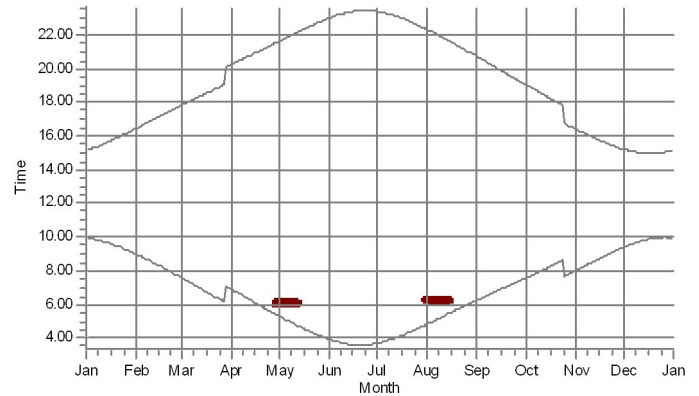
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Mantykangas\_VE2\_Jakalakangas\_HH200\_RD180\_mallinnus\_28022025

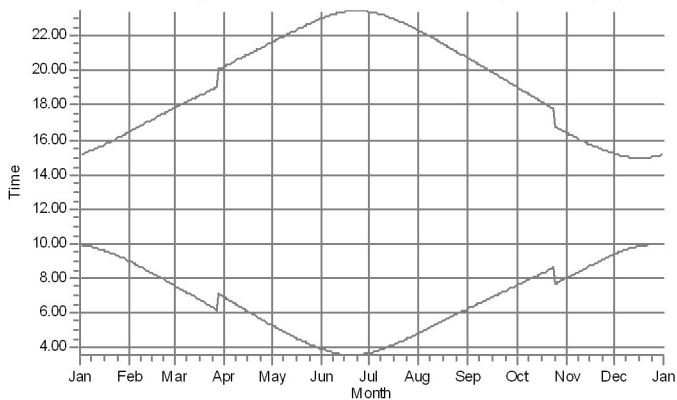
7: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (17)



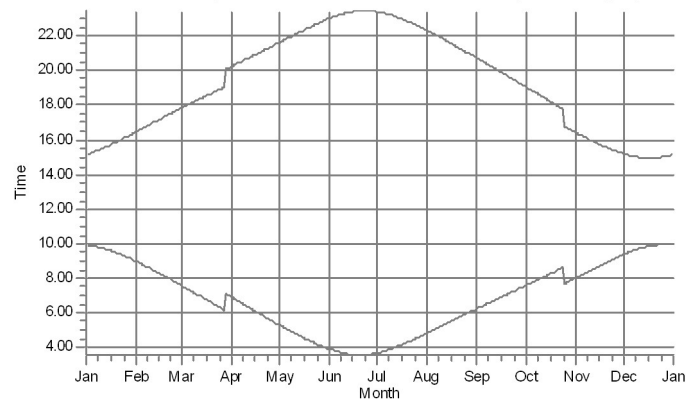
8: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (22)



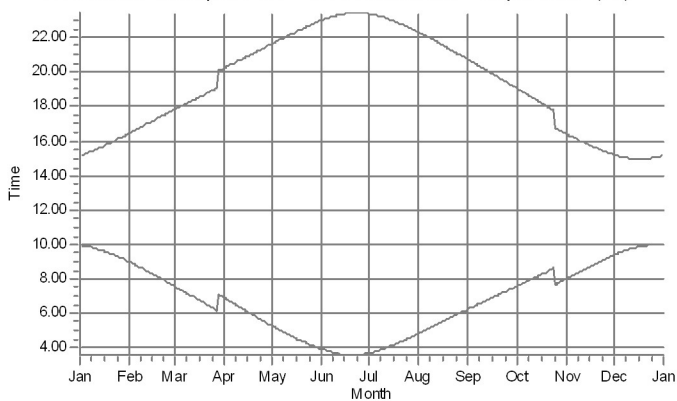
9: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (26)



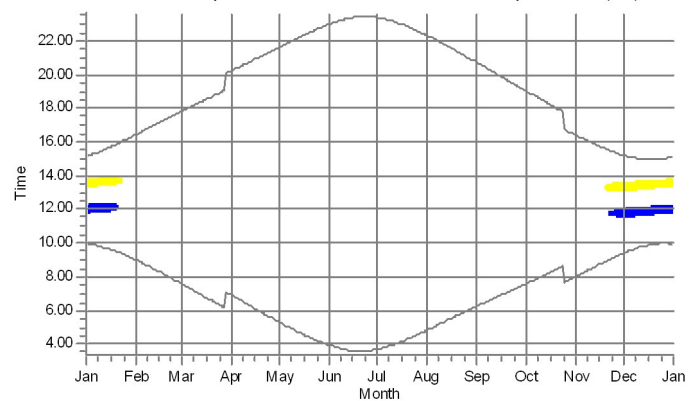
10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (21)



11: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (20)



12: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (28)



WTGs

- J2: VESTAS V162-6.0 RD162 HH149 6000 162.0 !O! hub: 149,0 m (TOT: 230,0 m) (10)
- J3: VESTAS V162-6.0 RD162 HH149 6000 162.0 !O! hub: 149,0 m (TOT: 230,0 m) (11)
- M08: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (16)

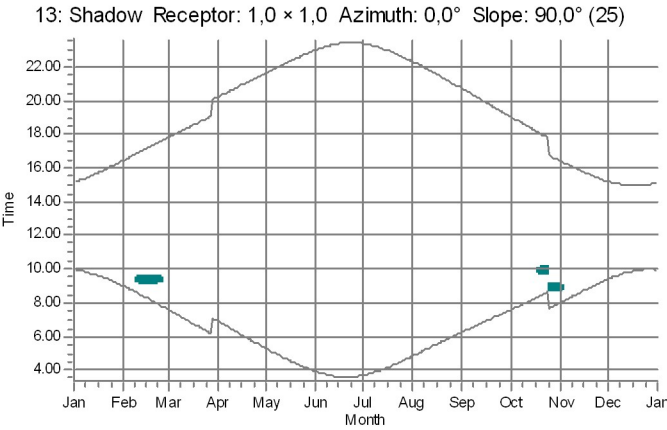


Project:  
Mantykangas\_valkemaalinnus

Licensed user:  
Ramboll Deutschland GmbH  
Elisabeth-Consruch-Straße 3  
DE-34131 Kassel  
-  
Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi  
Calculated:  
28.2.2025 15.46/4.0.552

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Mantykangas\_VE2\_Jakalakangas\_HH200\_RD180\_mallinnus\_28022025



WTGs

M01: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !OI hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (14)

Project:

Mantykangas\_valkemallinnus

Licensed user:

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

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

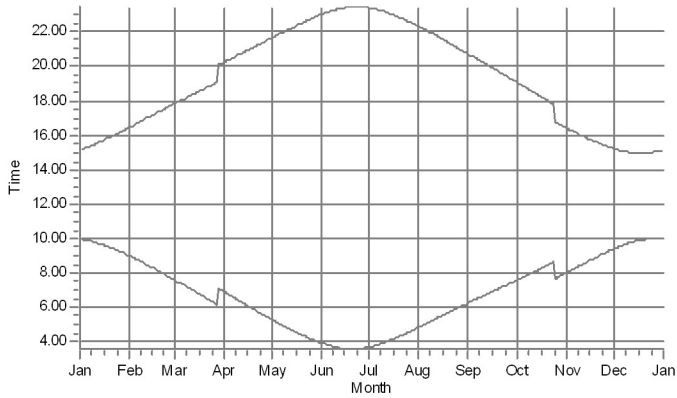
Calculated:

28.2.2025 15.51/4.0.552

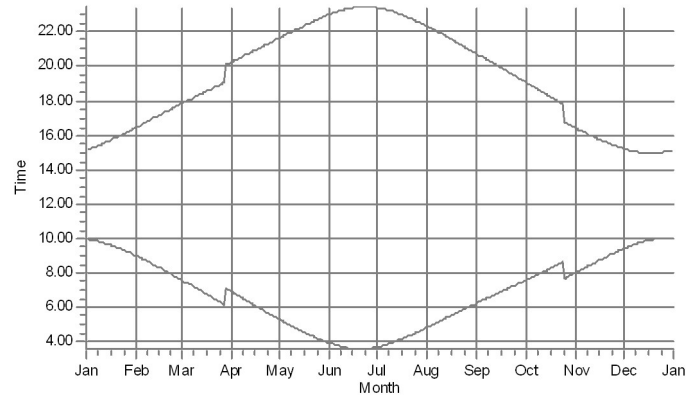
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Mantykangas\_VE3\_Jakalakangas\_HH200\_RD180\_mallinnus\_28022025

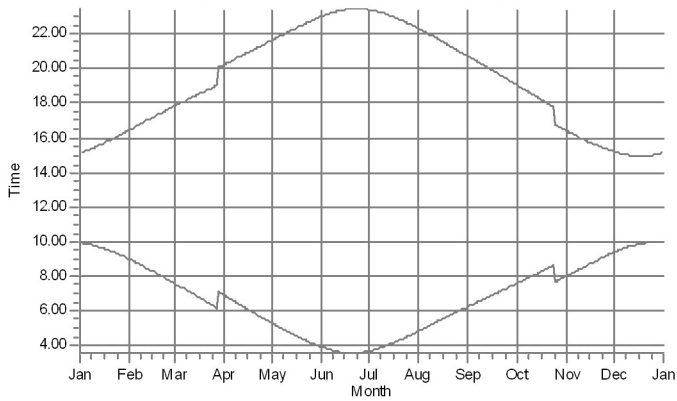
1: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (24)



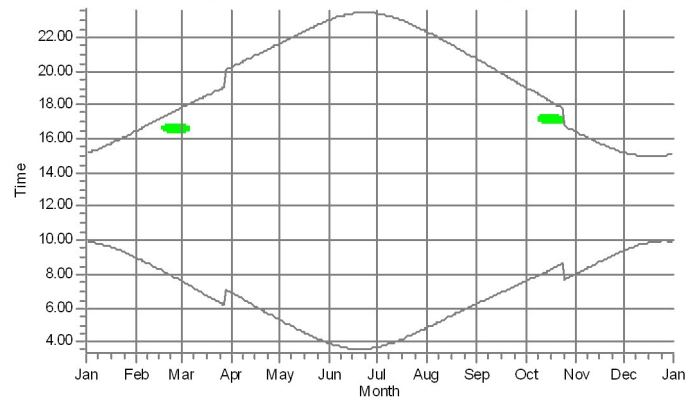
2: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (23)



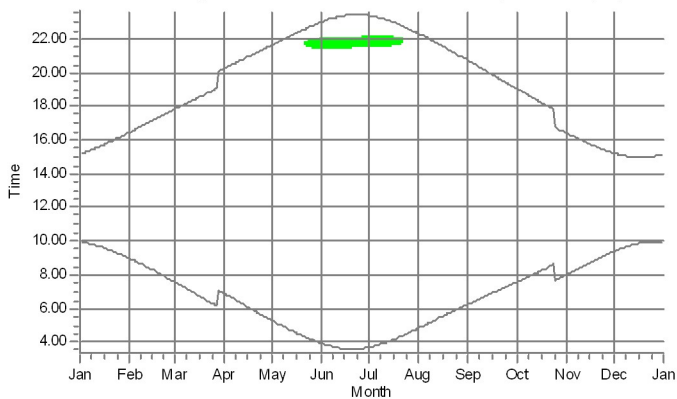
3: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (19)



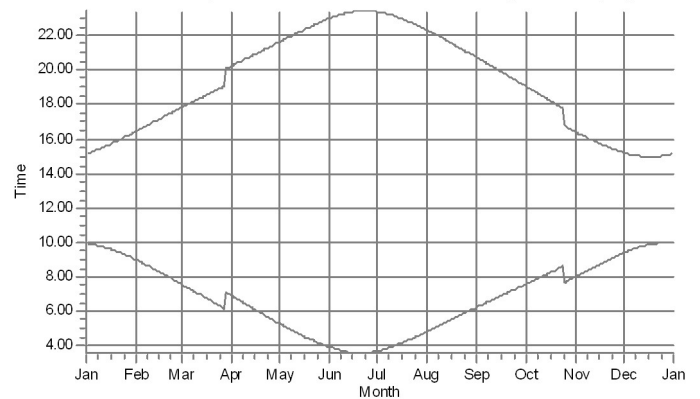
4: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (27)



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



6: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (29)



WTGs

M07: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !OI! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (21)



Project:

Mantykangas\_valkemallinnus

Licensed user:

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

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

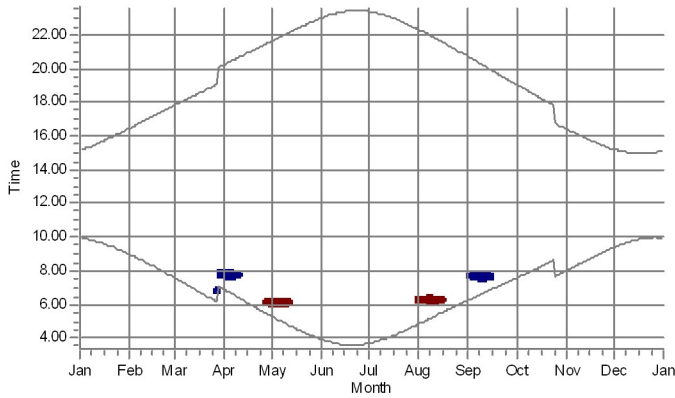
Calculated:

28.2.2025 15.51/4.0.552

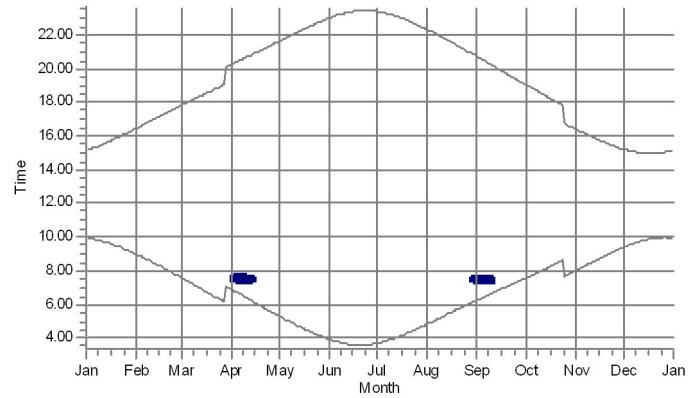
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Mantykangas\_VE3\_Jakalakangas\_HH200\_RD180\_mallinnus\_28022025

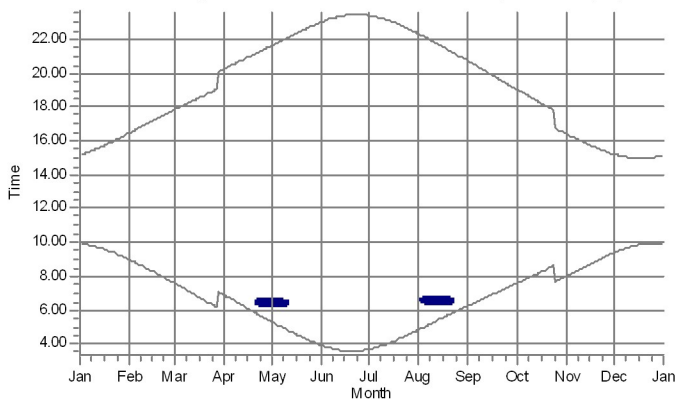
7: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (17)



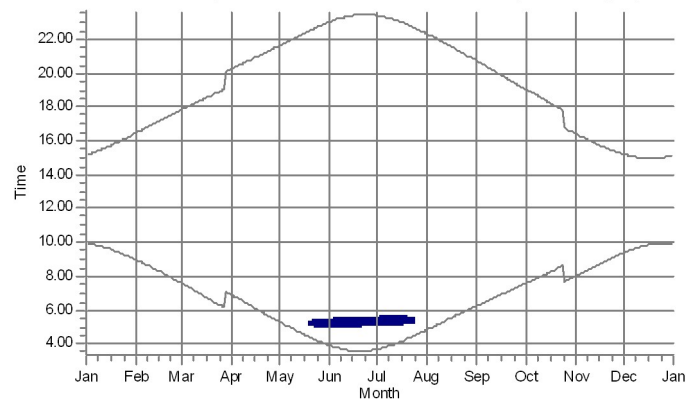
8: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (22)



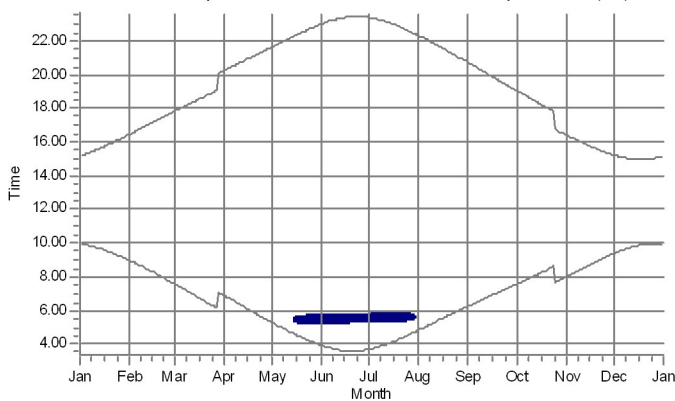
9: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (26)



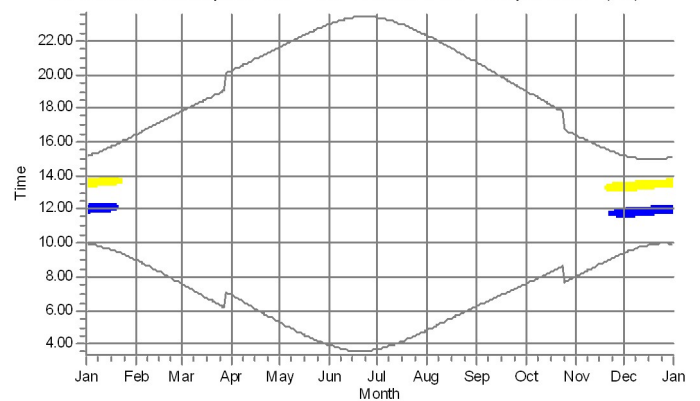
10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (21)



11: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (20)



12: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (28)



WTGs

|                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|
| J2: VESTAS V162-6.0 RD162 HH149 6000 162.0 !OI! hub: 149,0 m (TOT: 230,0 m) (10)  |
| J3: VESTAS V162-6.0 RD162 HH149 6000 162.0 !OI! hub: 149,0 m (TOT: 230,0 m) (11)  |
| M09: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !OI! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (19) |
| M05: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !OI! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (20) |

Project:

Mantykangas\_valkemaalinnus

Licensed user:

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

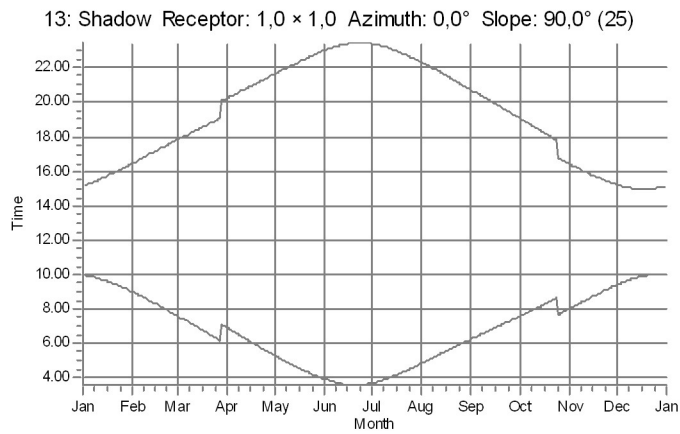
-  
 Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

Calculated:

28.2.2025 15.51/4.0.552

## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Mantykangas\_VE3\_Jakalakangas\_HH200\_RD180\_mallinnus\_28022025



WTGs

Project:

Mantykangas\_valkemallinnus

Licensed user:

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

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

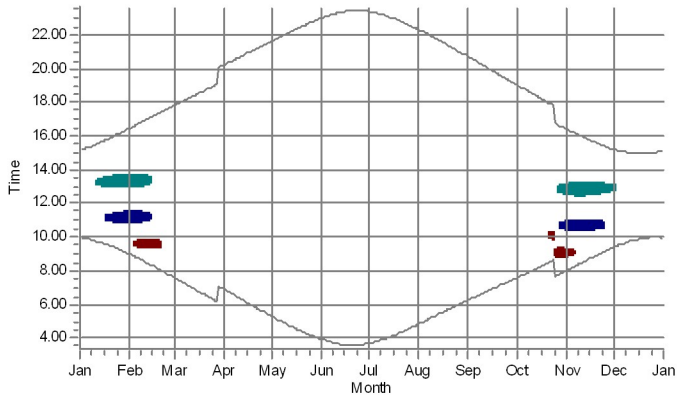
Calculated:

28.2.2025 15.54/4.0.552

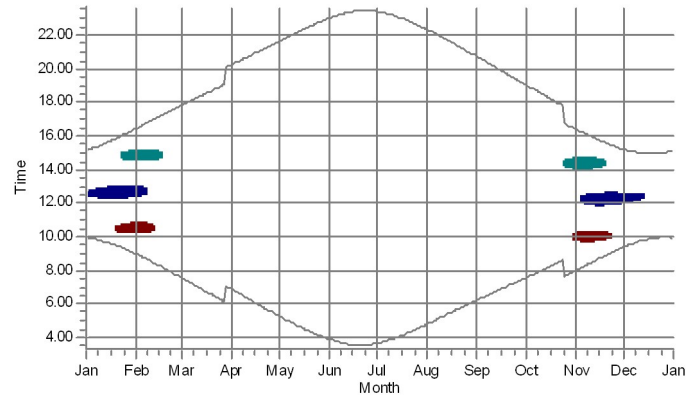
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Mantykangas\_VE4\_Jakalakangas\_HH200\_RD180\_mallinnus\_28022025

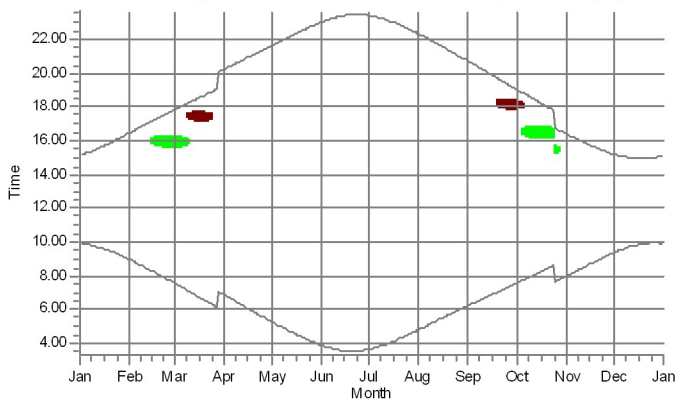
1: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (24)



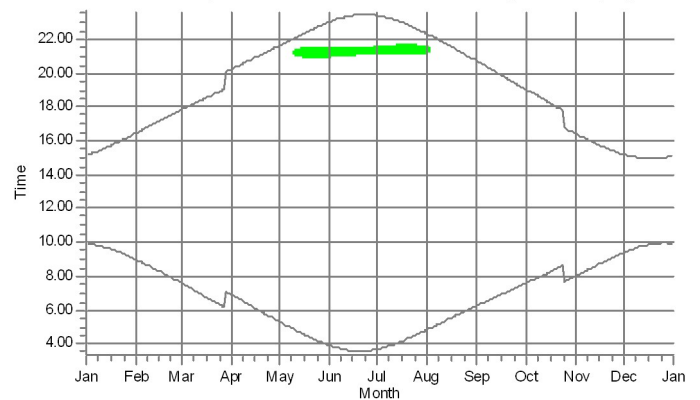
2: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (23)



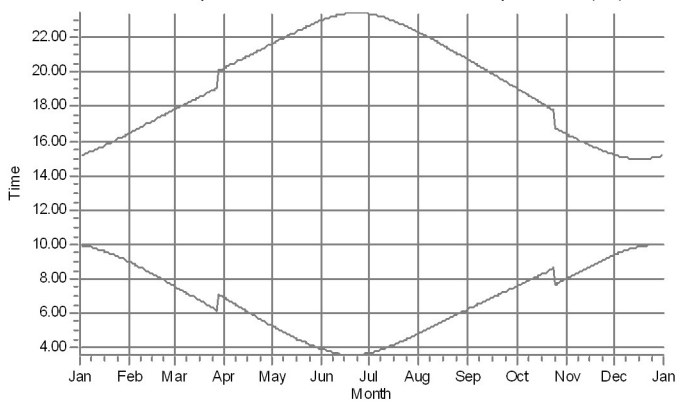
3: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (19)



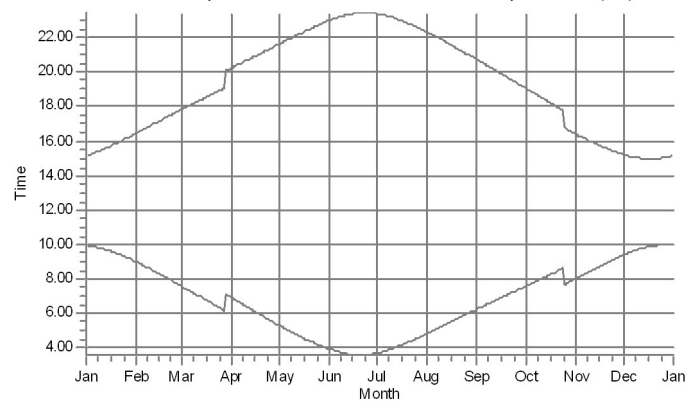
4: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (27)



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



6: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (29)



WTGs

|  |                                                                                   |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|  | M04: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !OI! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (22) |
|  | M01: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !OI! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (23) |
|  | M02: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !OI! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (24) |
|  | M06: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !OI! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (25) |



Project:

Mantykangas\_valkemallinnus

Licensed user:

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

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

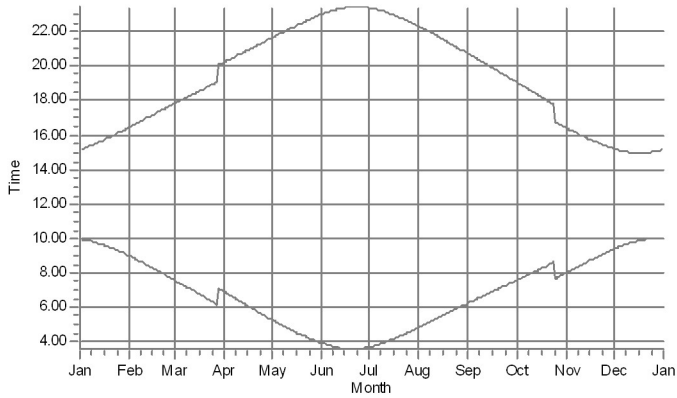
Calculated:

28.2.2025 15.54/4.0.552

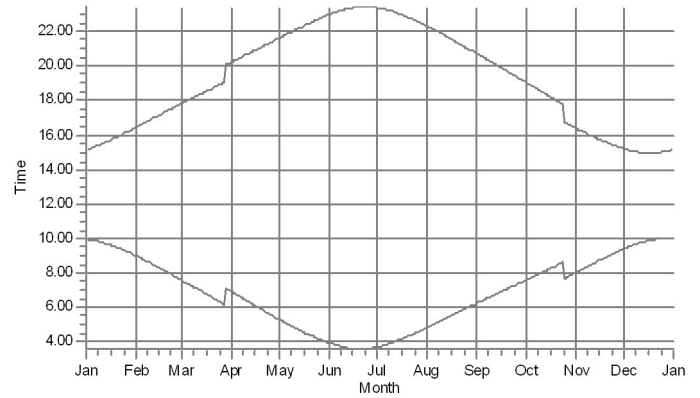
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Mantykangas\_VE4\_Jakalakangas\_HH200\_RD180\_mallinnus\_28022025

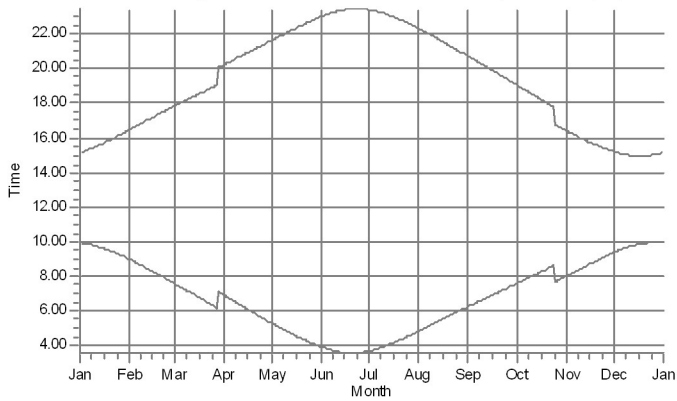
7: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (17)



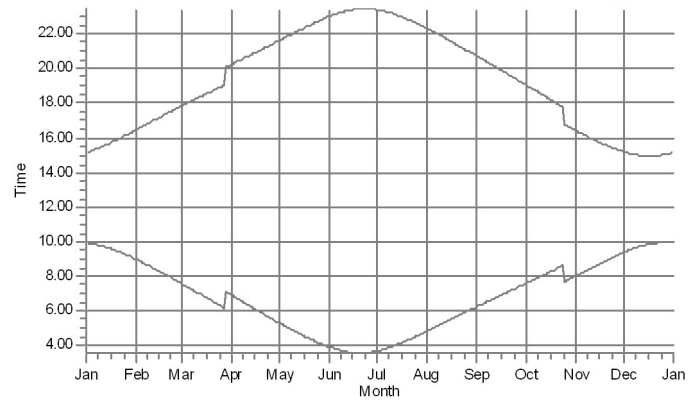
8: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (22)



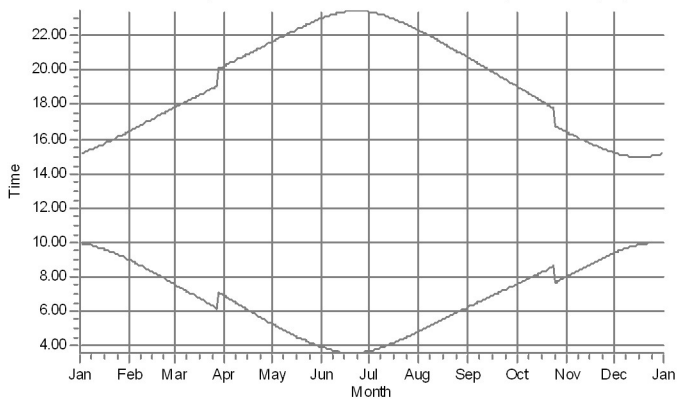
9: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (26)



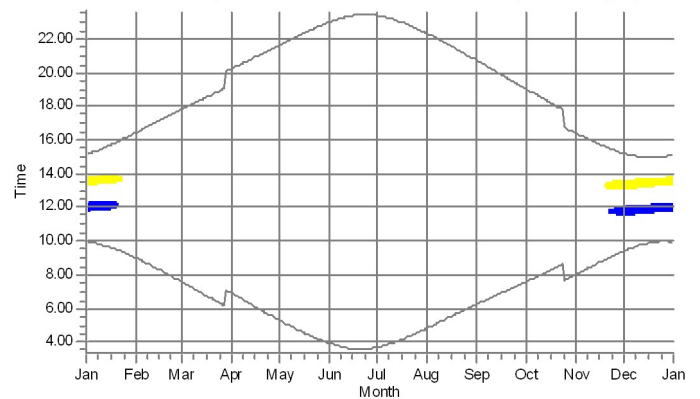
10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (21)



11: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (20)



12: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (28)



WTGs

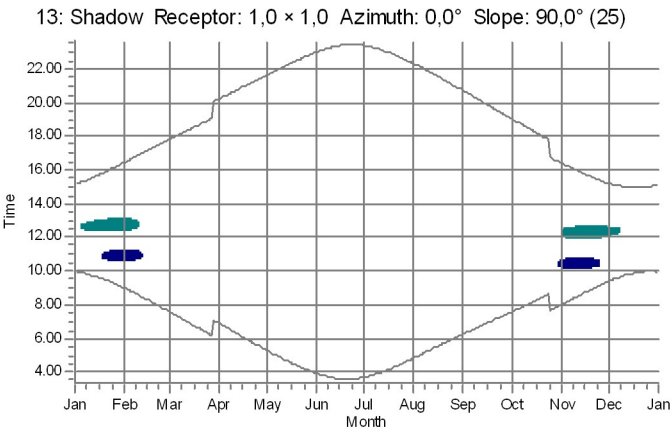
- J2: VESTAS V162-6.0 RD162 HH149 6000 162.0 !O! hub: 149,0 m (TOT: 230,0 m) (10)
- J3: VESTAS V162-6.0 RD162 HH149 6000 162.0 !O! hub: 149,0 m (TOT: 230,0 m) (11)

Project:  
Mantykangas\_valkemaalinnus

Licensed user:  
Ramboll Deutschland GmbH  
Elisabeth-Consruch-Straße 3  
DE-34131 Kassel  
-  
Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi  
Calculated:  
28.2.2025 15.54/4.0.552

### SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Mantykangas\_VE4\_Jakalakangas\_HH200\_RD180\_mallinnus\_28022025



WTGs

- M04: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !OI! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (22)
- M01: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !OI! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (23)

Project:

Mantykangas\_valkemallinnus

Licensed user:

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

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

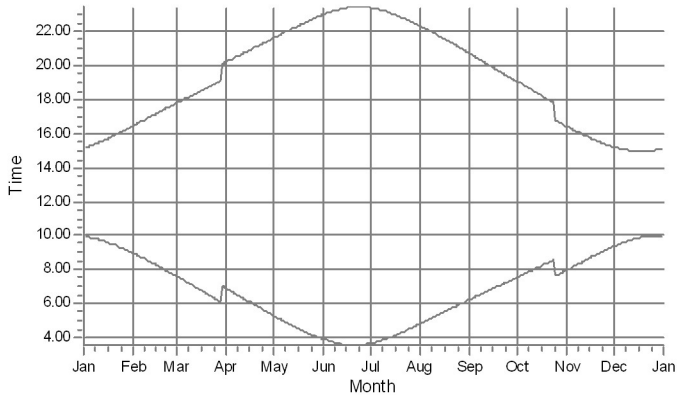
Calculated:

28.2.2025 15.57/4.0.552

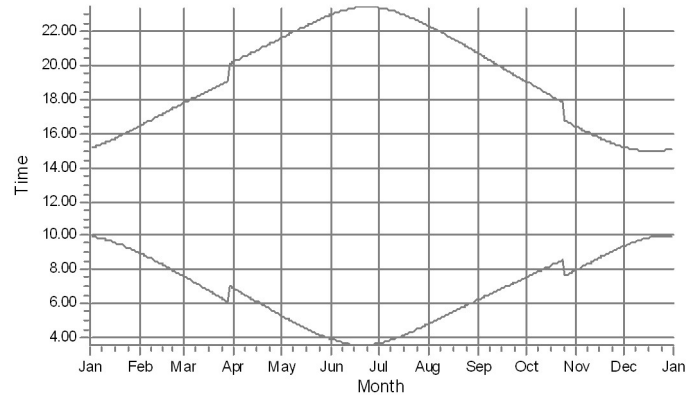
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Mantykangas\_VE5\_Jakalakangas\_HH200\_RD180\_mallinnus\_28022025

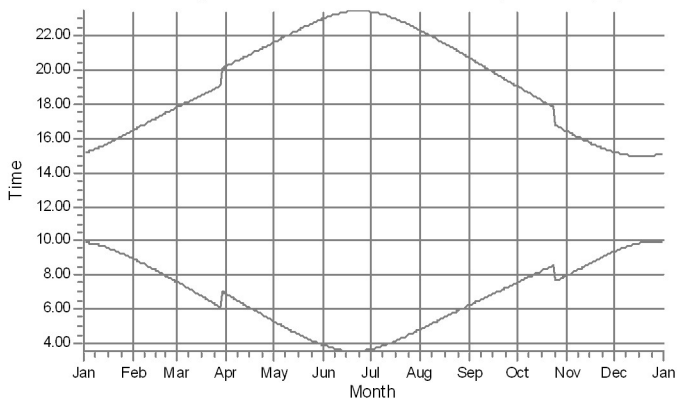
1: Shadow Receptor:  $1,0 \times 1,0$  Azimuth:  $0,0^\circ$  Slope:  $90,0^\circ$  (24)



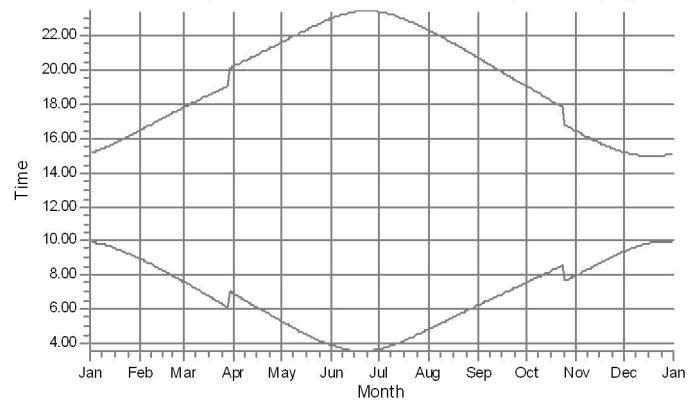
2: Shadow Receptor:  $1,0 \times 1,0$  Azimuth:  $0,0^\circ$  Slope:  $90,0^\circ$  (23)



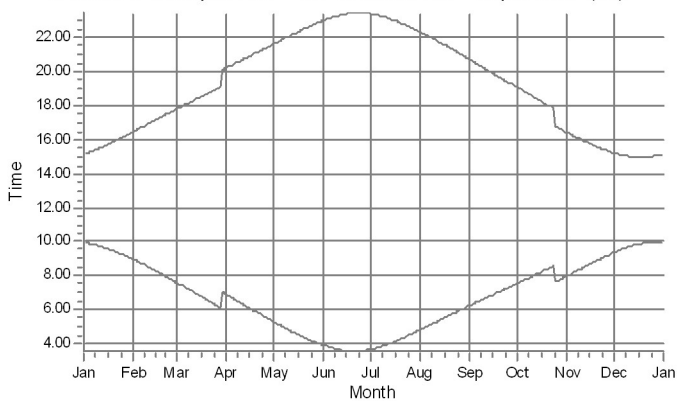
3: Shadow Receptor:  $1,0 \times 1,0$  Azimuth:  $0,0^\circ$  Slope:  $90,0^\circ$  (19)



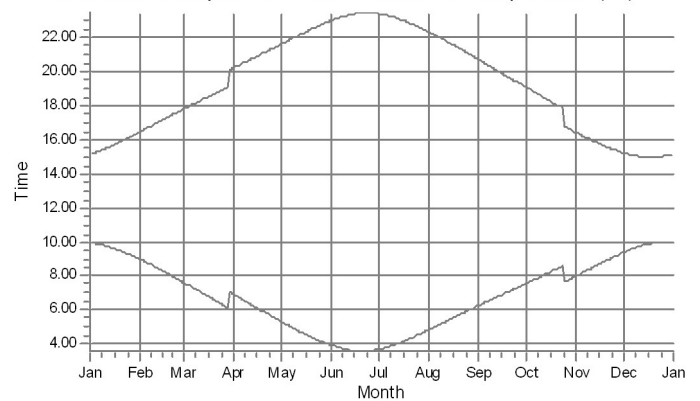
4: Shadow Receptor:  $1,0 \times 1,0$  Azimuth:  $0,0^\circ$  Slope:  $90,0^\circ$  (27)



5: Shadow Receptor:  $1,0 \times 1,0$  Azimuth:  $0,0^\circ$  Slope:  $90,0^\circ$  (18)



6: Shadow Receptor:  $1,0 \times 1,0$  Azimuth:  $0,0^\circ$  Slope:  $90,0^\circ$  (29)



WTGs



Project:

Mantykangas\_valkemallinnus

Licensed user:

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

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

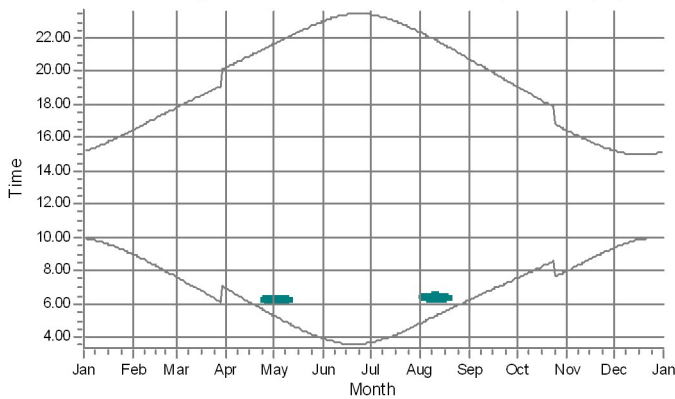
Calculated:

28.2.2025 15.57/4.0.552

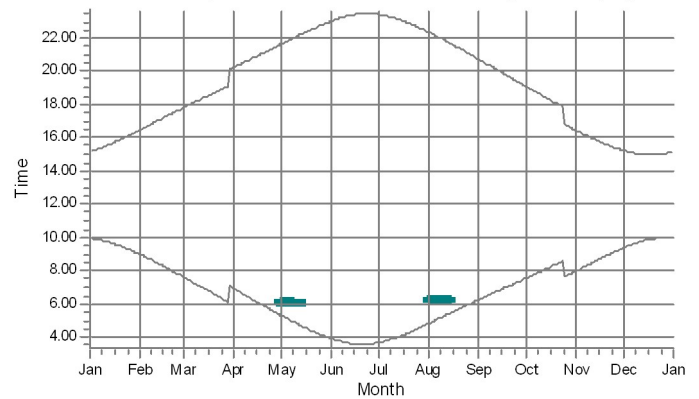
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Mantykangas\_VE5\_Jakalakangas\_HH200\_RD180\_mallinnus\_28022025

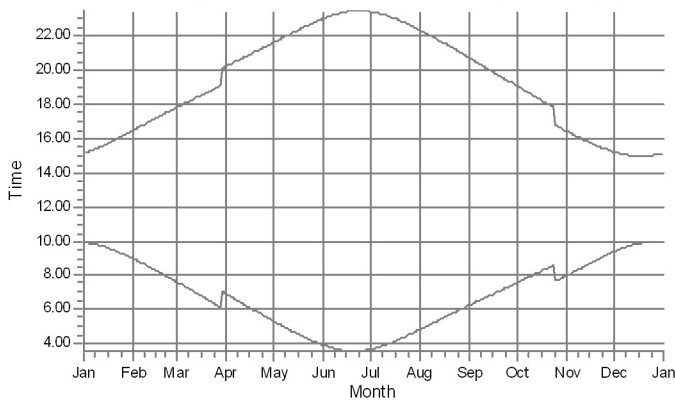
7: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (17)



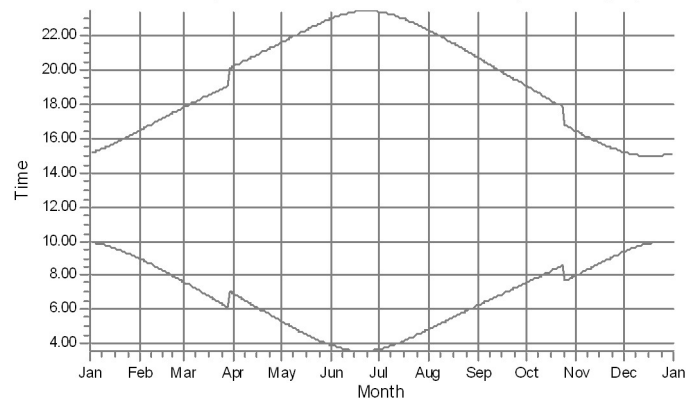
8: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (22)



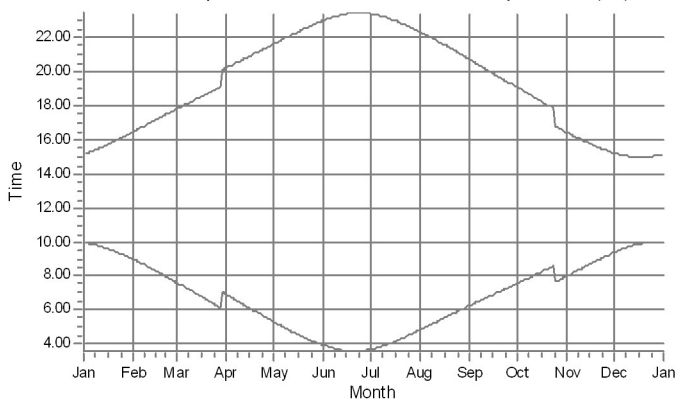
9: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (26)



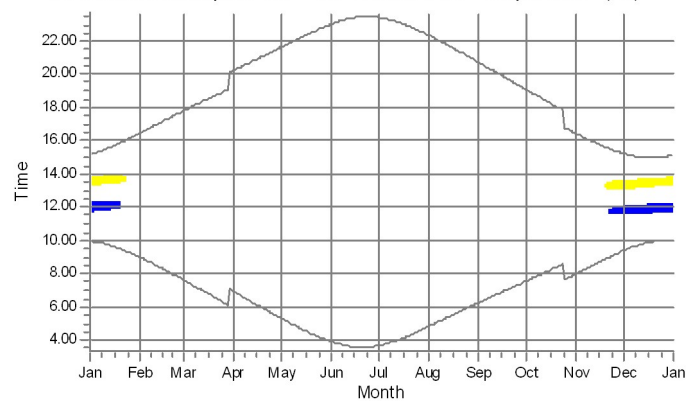
10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (21)



11: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (20)



12: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (28)



WTGs

- J2: VESTAS V162-6.0 RD162 HH149 6000 162.0 !O! hub: 149,0 m (TOT: 230,0 m) (10)
- J3: VESTAS V162-6.0 RD162 HH149 6000 162.0 !O! hub: 149,0 m (TOT: 230,0 m) (11)
- M08: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (26)

Project:

Mantykangas\_valkemaalinnus

Licensed user:

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

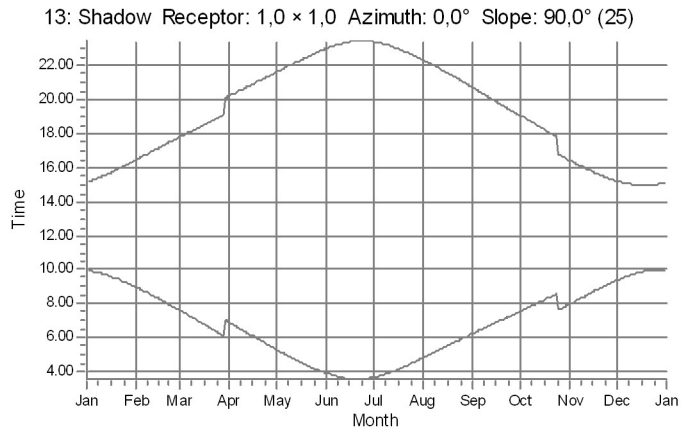
-  
 Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

Calculated:

28.2.2025 15.57/4.0.552

## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Mantykangas\_VE5\_Jakalakangas\_HH200\_RD180\_mallinnus\_28022025



WTGs

Project:

Mantykangas\_valkemallinnus

Licensed user:

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

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

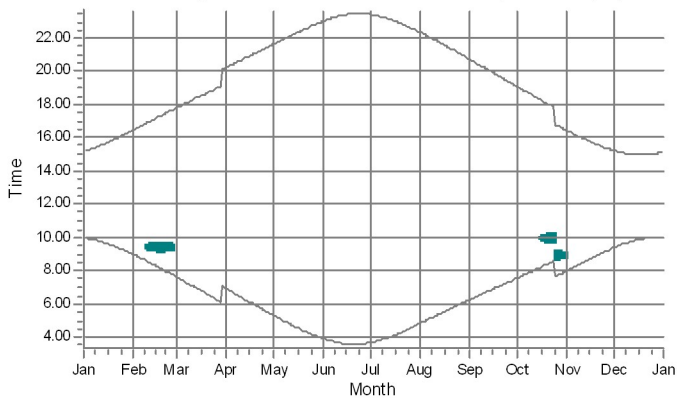
Calculated:

28.2.2025 16.02/4.0.552

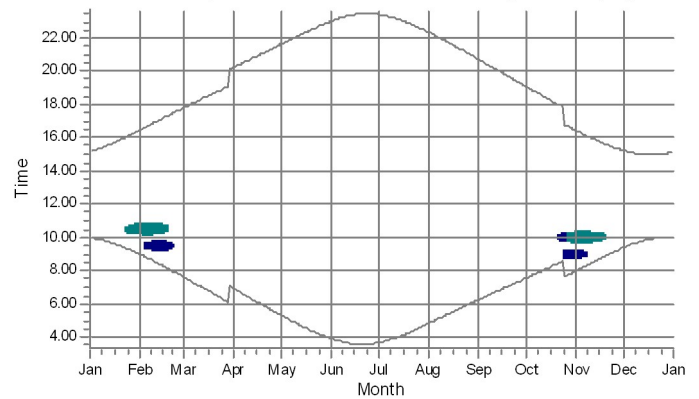
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Mantykangas\_VE6\_Jakalakangas\_HH200\_RD180\_mallinnus\_28022025

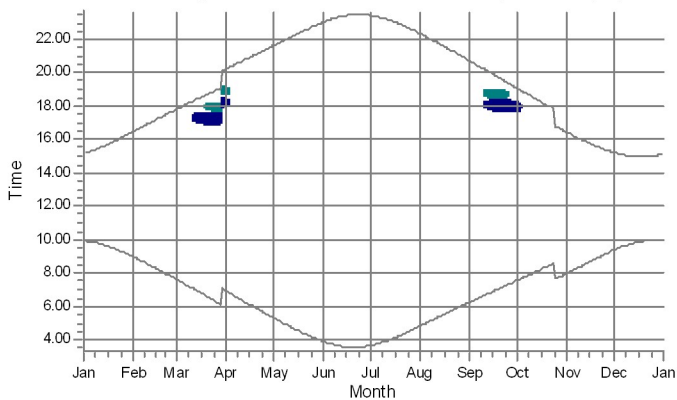
1: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (24)



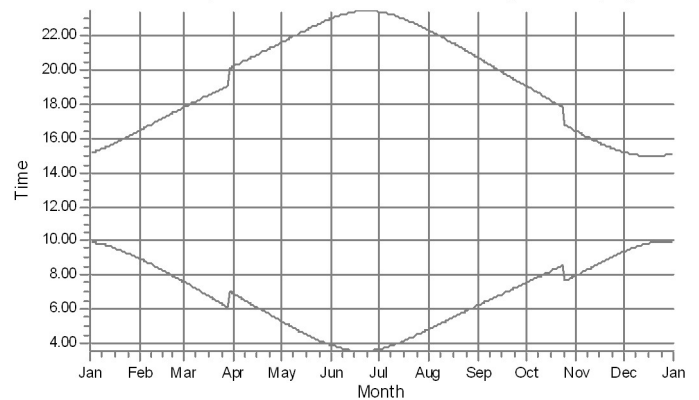
2: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (23)



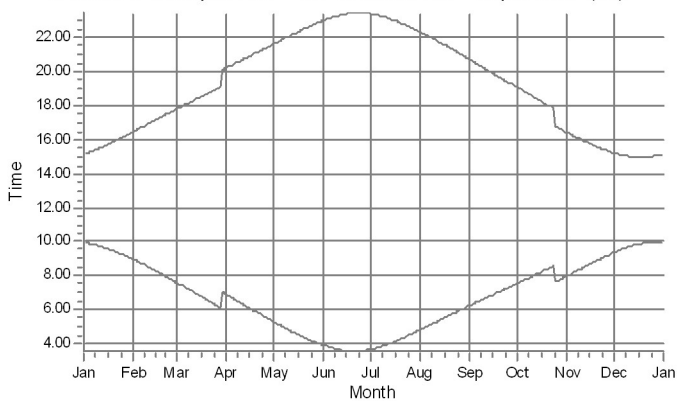
3: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (19)



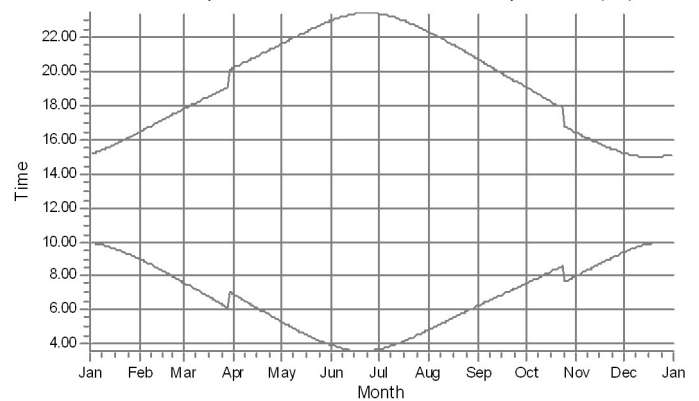
4: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (27)



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



6: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (29)



WTGs

- M01: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (28)
- M02: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (29)



Project:

Mantykangas\_valkemallinnus

Licensed user:

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

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

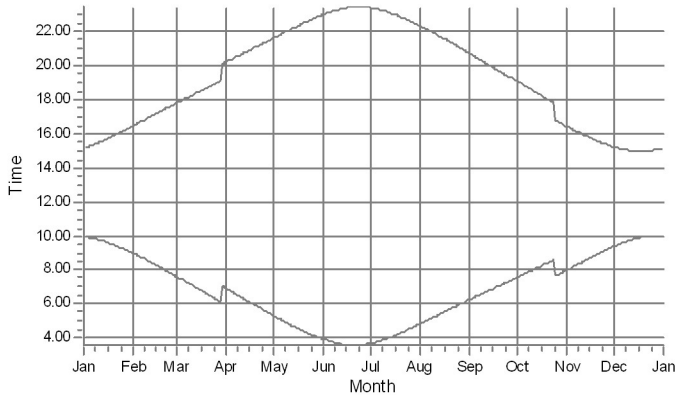
Calculated:

28.2.2025 16.02/4.0.552

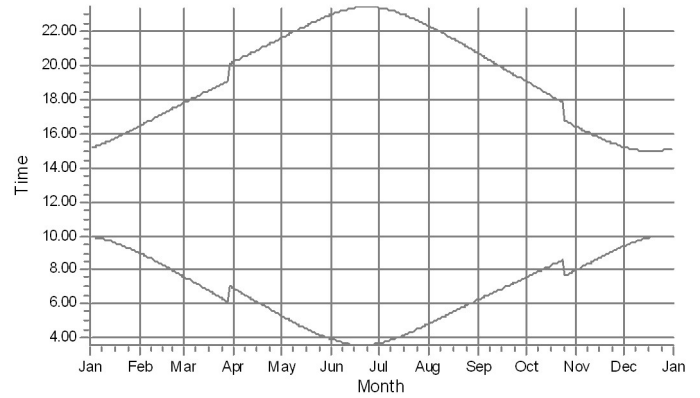
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Mantykangas\_VE6\_Jakalakangas\_HH200\_RD180\_mallinnus\_28022025

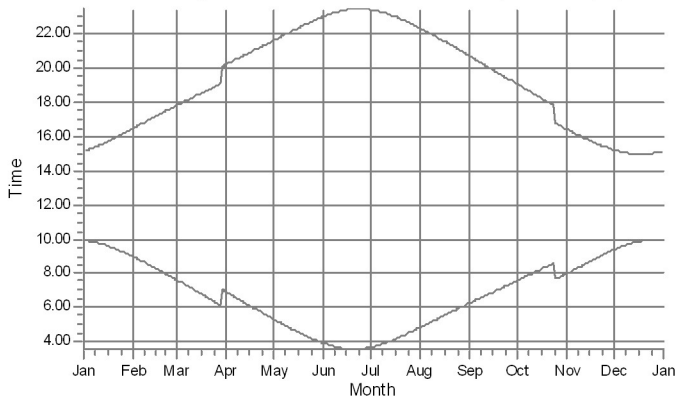
7: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (17)



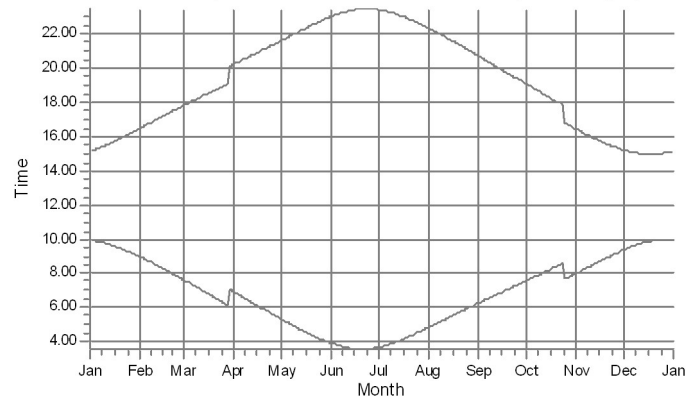
8: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (22)



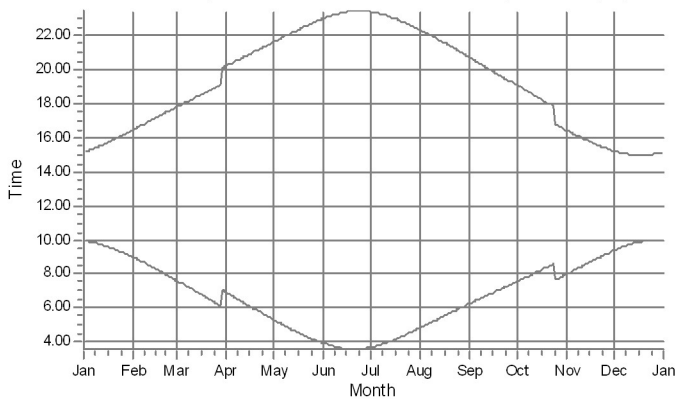
9: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (26)



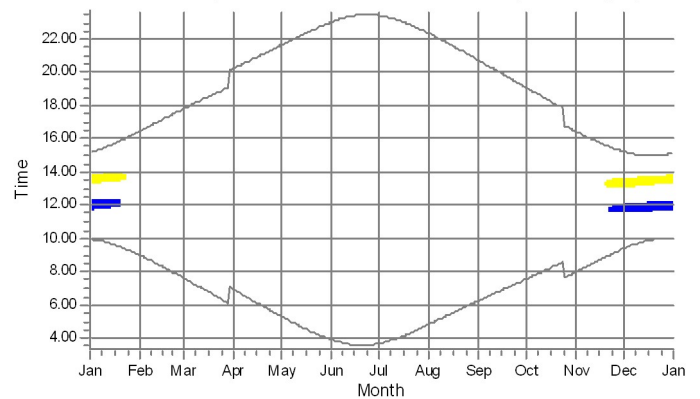
10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (21)



11: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (20)



12: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (28)



WTGs

- J2: VESTAS V162-6.0 RD162 HH149 6000 162.0 !O! hub: 149,0 m (TOT: 230,0 m) (10)
- J3: VESTAS V162-6.0 RD162 HH149 6000 162.0 !O! hub: 149,0 m (TOT: 230,0 m) (11)

Project:

Mantykangas\_valkemaalinnus

Licensed user:

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

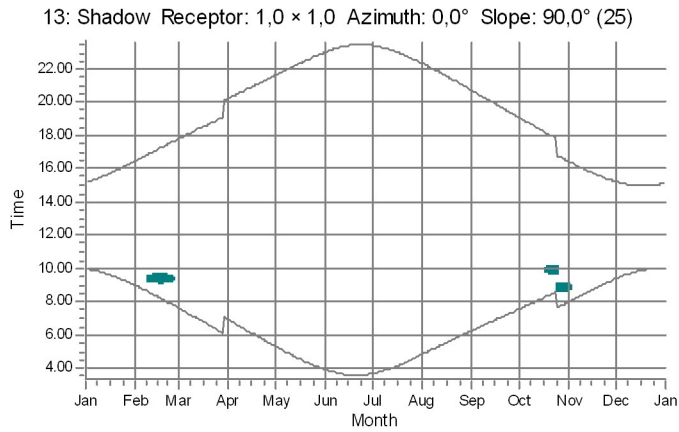
Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

Calculated:

28.2.2025 16.02/4.0.552

## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Mantykangas\_VE6\_Jakalakangas\_HH200\_RD180\_mallinnus\_28022025



WTGs



M01: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (28)

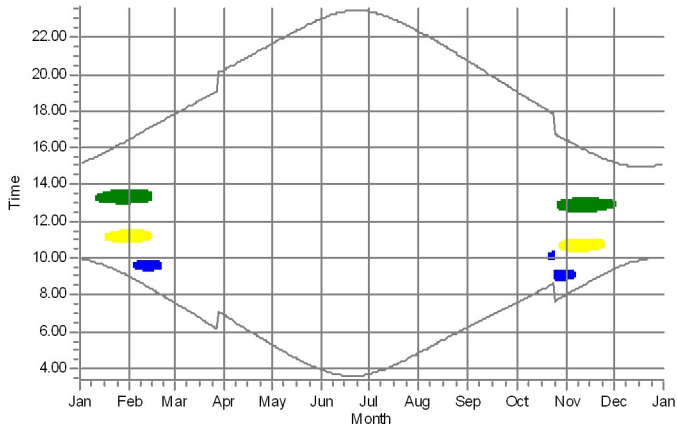
Project:  
Mantykangas\_valkemallinnus

Licensed user:  
Ramboll Deutschland GmbH  
Elisabeth-Consbruch-Straße 3  
DE-34131 Kassel  
-  
Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi  
Calculated:  
28.2.2025 16.06/4.0.552

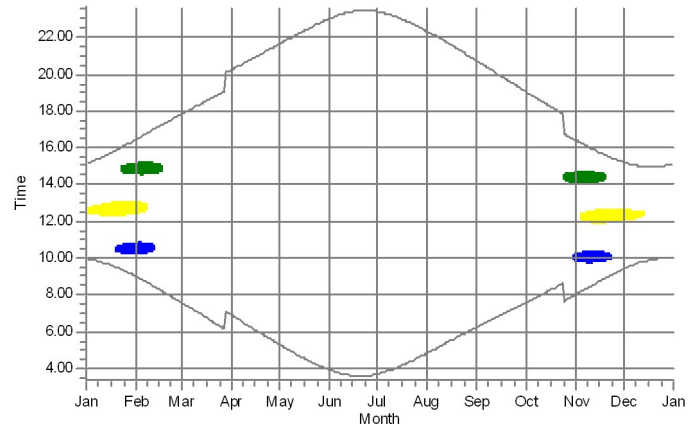
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Yhteismallinnus\_Mantykangas\_VE1\_HH200\_RD180\_Jakalakangas\_Lylyharju\_28022025

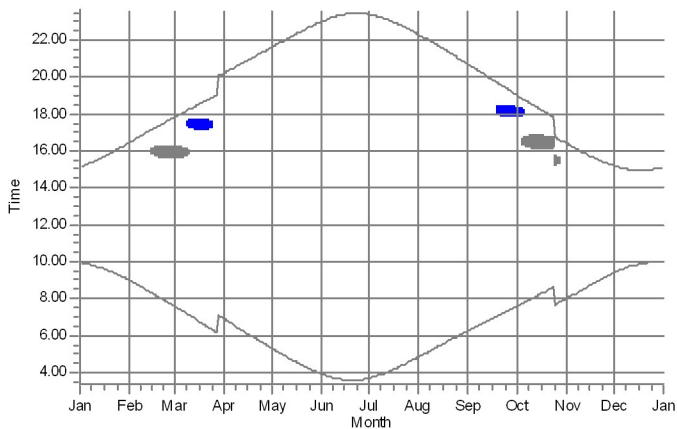
1: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (24)



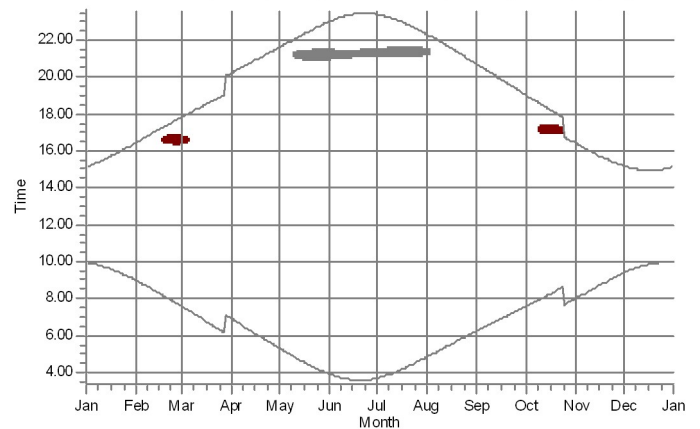
2: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (23)



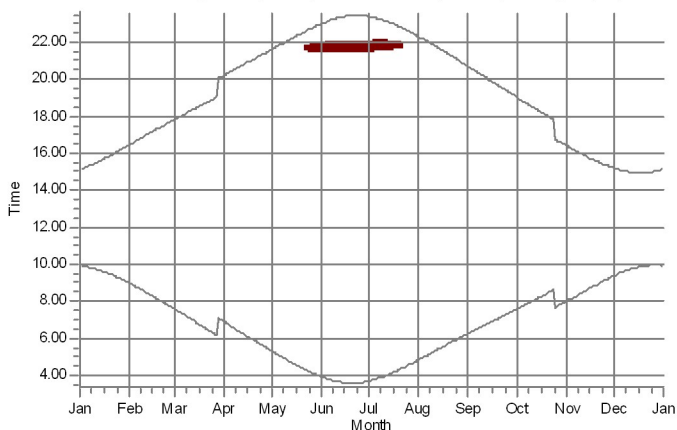
3: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (19)



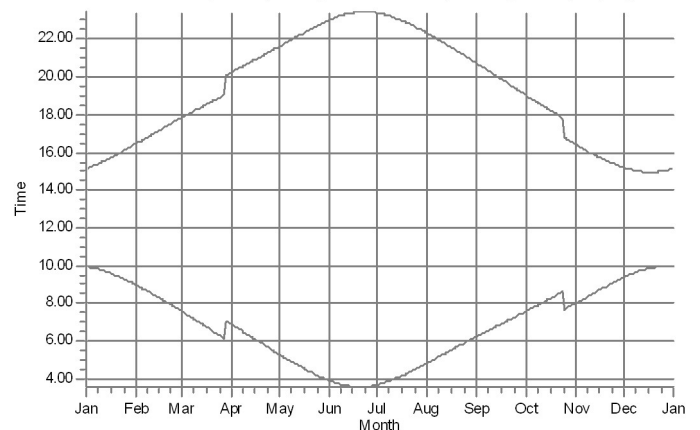
4: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (27)



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



6: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (29)



WTGs

M04: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 290.0 m) (1)  
M01: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 290.0 m) (2)  
M02: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 290.0 m) (3)

M06: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 290.0 m) (4)  
M07: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 290.0 m) (8)



Project:

Mantykangas\_valkemallinnus

Licensed user:

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

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

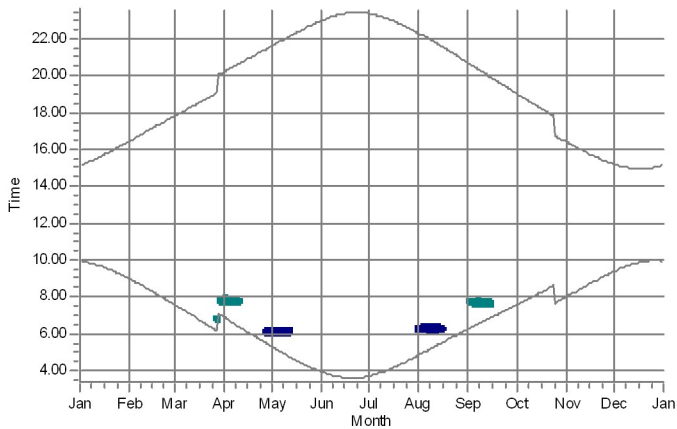
Calculated:

28.2.2025 16.06/4.0.552

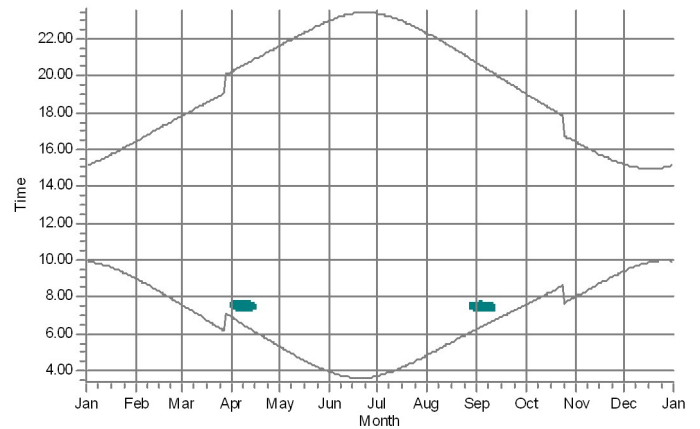
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Yhteismallinnus\_Mantykangas\_VE1\_HH200\_RD180\_Jakalakangas\_Lylyharju\_28022025

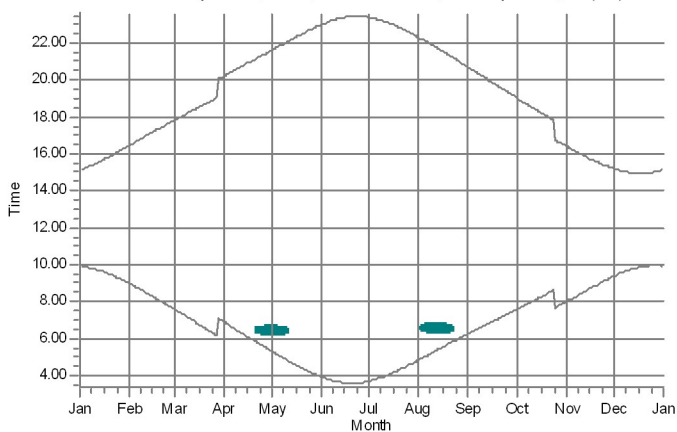
7: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (17)



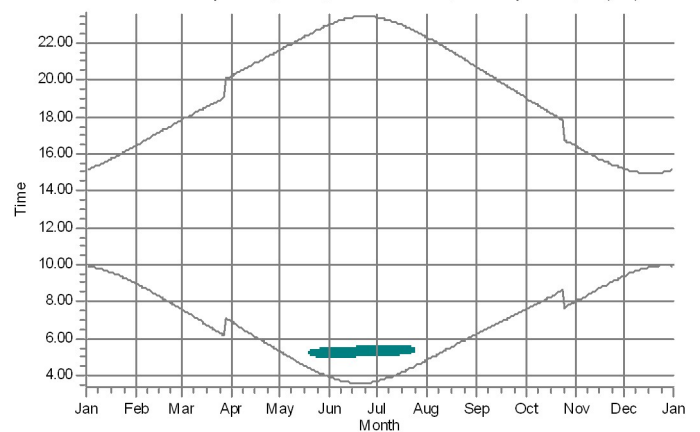
8: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (22)



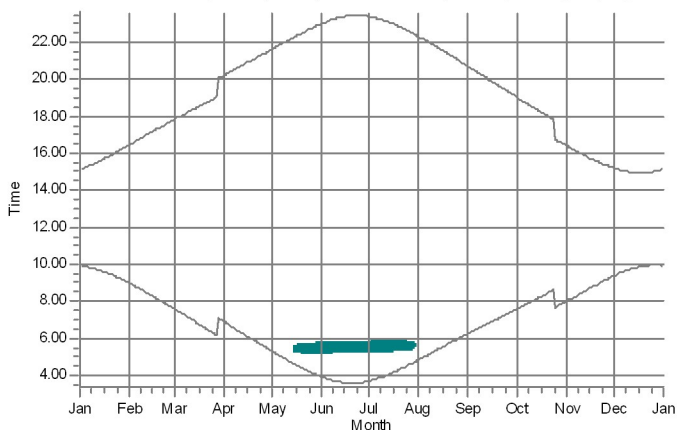
9: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (26)



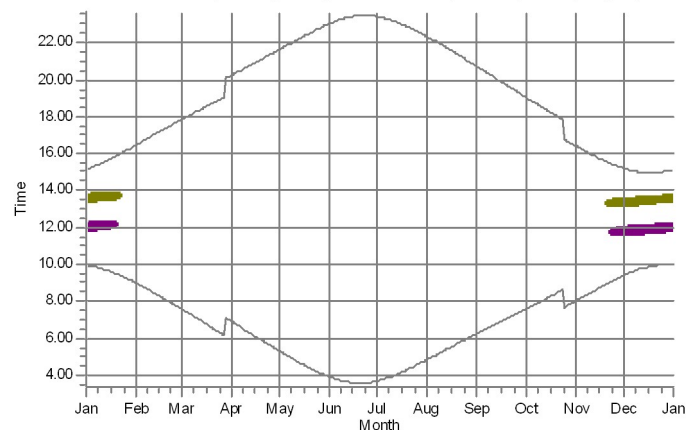
10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (21)



11: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (20)



12: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (28)



WTGs

M09: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 290.0 m) (6)  
 M05: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 290.0 m) (7)

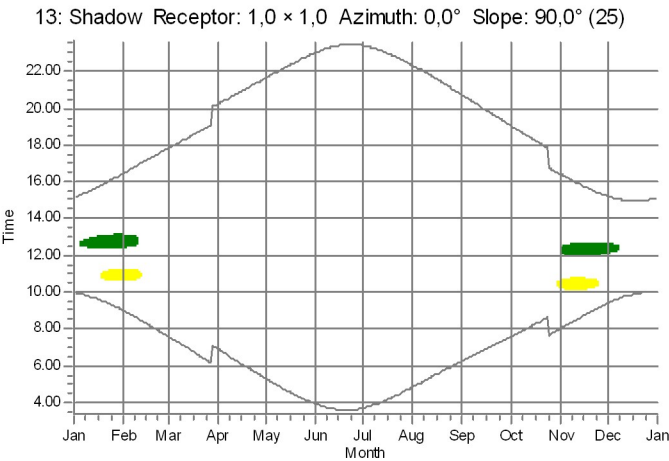
J2: VESTAS V162-6.0 RD162 HH149 6000 162.0 IOI hub: 149.0 m (TOT: 230.0 m) (10)  
 J3: VESTAS V162-6.0 RD162 HH149 6000 162.0 IOI hub: 149.0 m (TOT: 230.0 m) (11)

Project:  
Mantykangas\_valkemaalinnus

Licensed user:  
Ramboll Deutschland GmbH  
Elisabeth-Consruch-Straße 3  
DE-34131 Kassel  
-  
Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi  
Calculated:  
28.2.2025 16.06/4.0.552

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Yhteismallinnus\_Mantykangas\_VE1\_HH200\_RD180\_Jakalakangas\_Lylyharju\_28022025



WTGs

M04: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 290.0 m) (1)

M01: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 290.0 m) (2)

Project:

Mantykangas\_valkemallinnus

Licensed user:

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

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

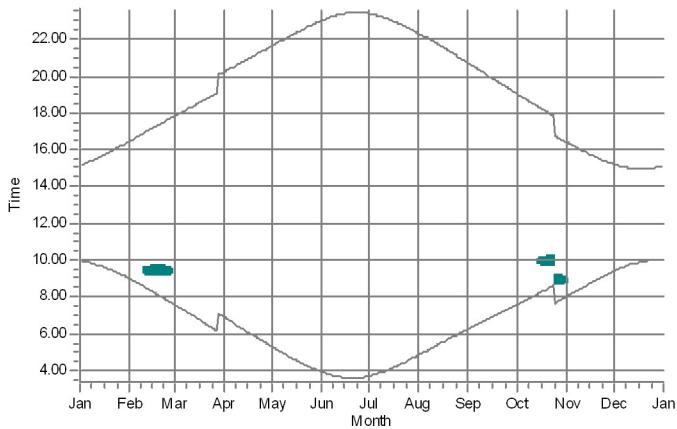
Calculated:

28.2.2025 16.09/4.0.552

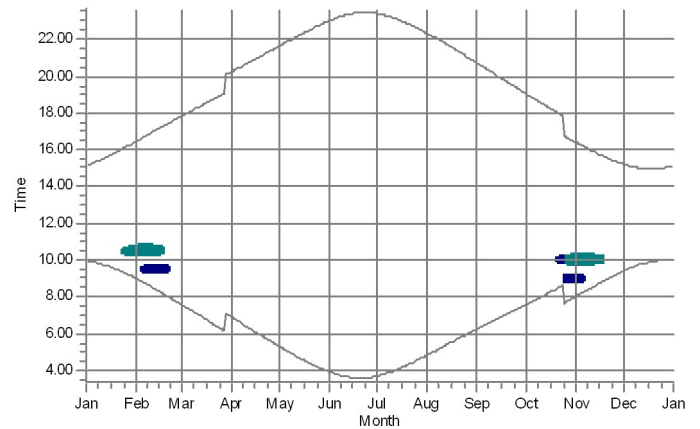
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Yhteismallinnus\_Mantykangas\_VE2\_HH200\_RD180\_Jakalakangas\_Lylyharju\_28022025

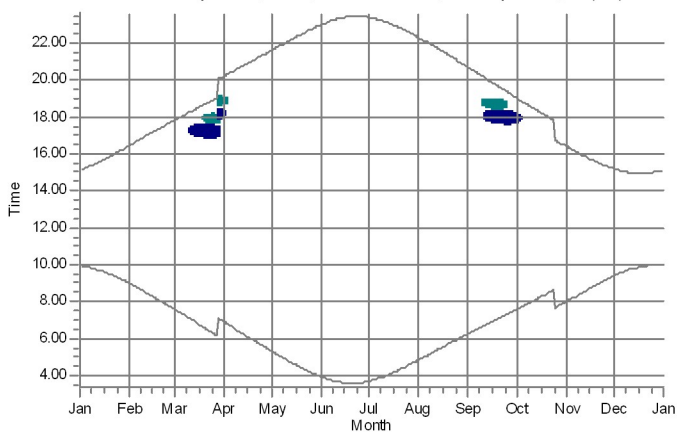
1: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (24)



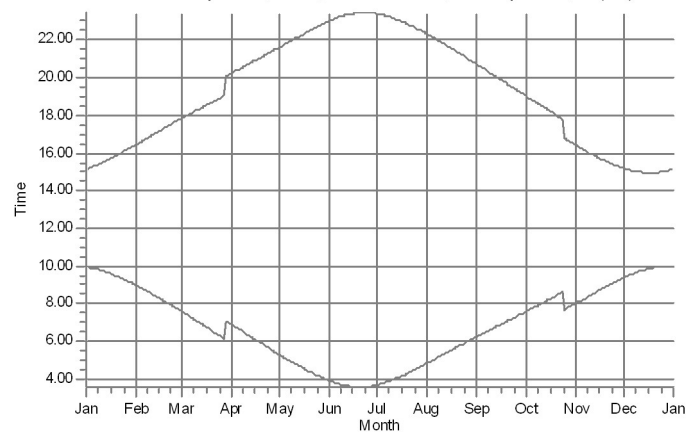
2: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (23)



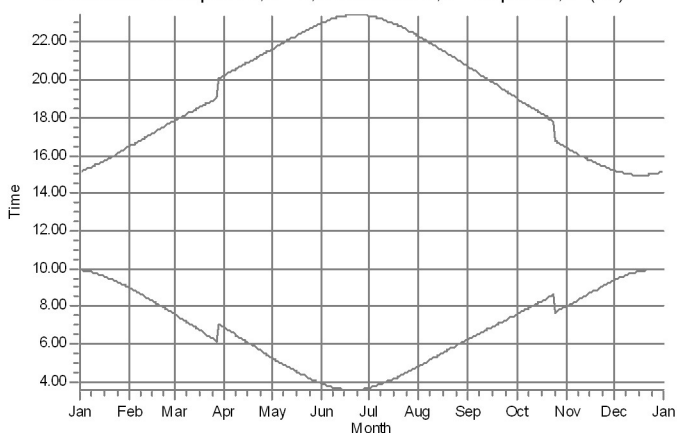
3: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (19)



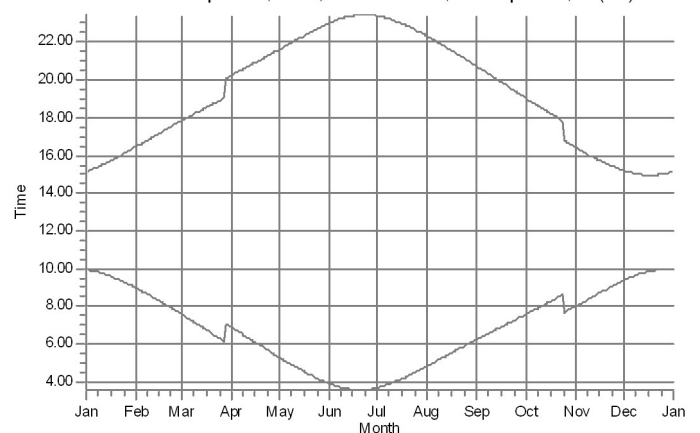
4: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (27)



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



6: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (29)



WTGs

M01: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 290.0 m) (14)

M02: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 290.0 m) (15)



Project:

Mantykangas\_valkemallinnus

Licensed user:

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

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

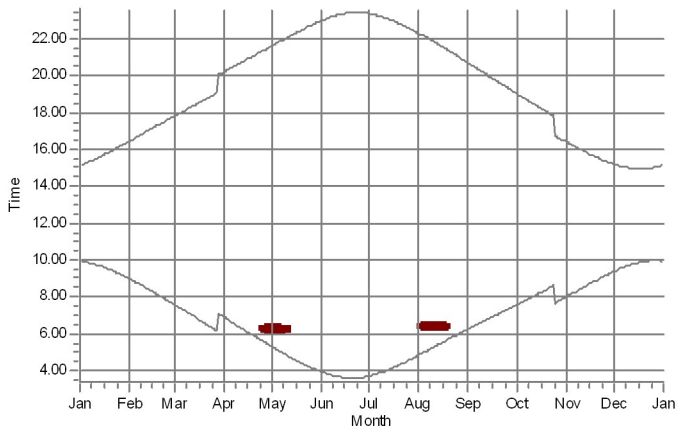
Calculated:

28.2.2025 16.09/4.0.552

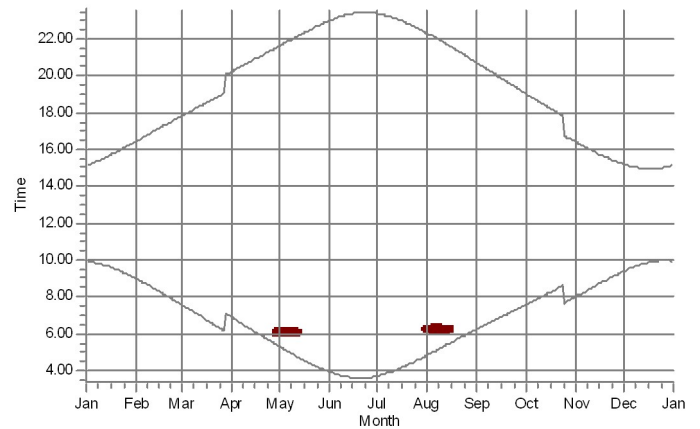
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Yhteismallinnus\_Mantykangas\_VE2\_HH200\_RD180\_Jakalakangas\_Lylyharju\_28022025

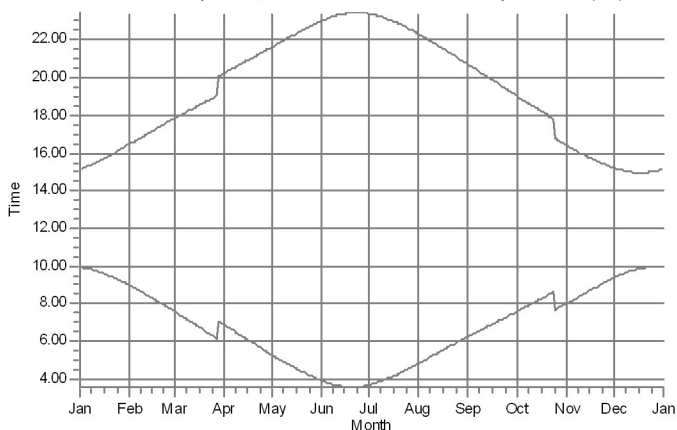
7: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (17)



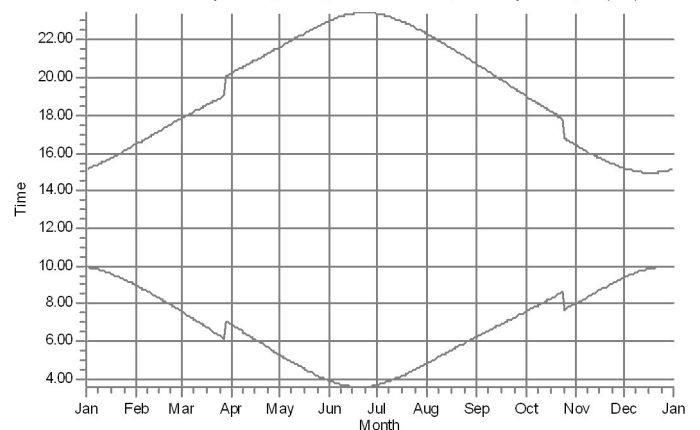
8: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (22)



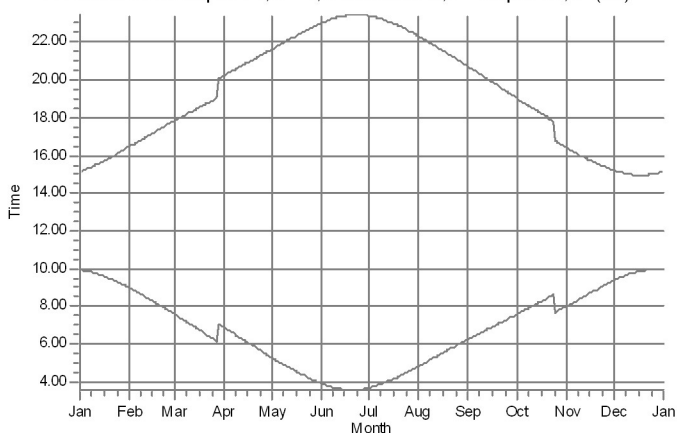
9: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (26)



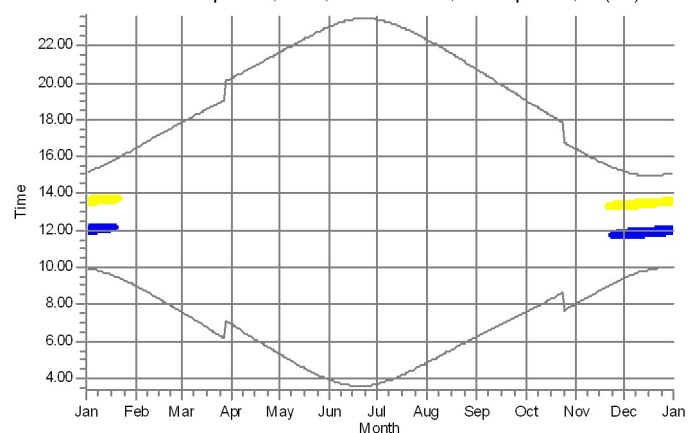
10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (21)



11: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (20)



12: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (28)



WTGs

J2: VESTAS V162-6.0 RD162 HH149 6000 162.0 IO! hub: 149,0 m (TOT: 230,0 m) (10)  
 J3: VESTAS V162-6.0 RD162 HH149 6000 162.0 IO! hub: 149,0 m (TOT: 230,0 m) (11)

M08: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 IO! hub: 200,0 m (TOT: 290,0 m) (16)

Project:

Mantykangas\_valkemaalinnus

Licensed user:

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

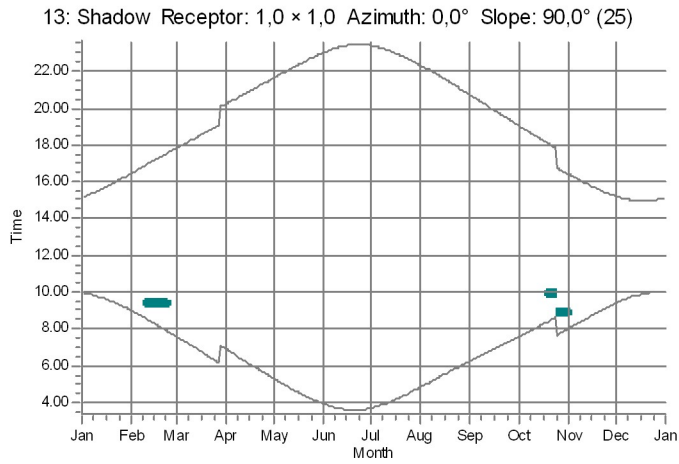
Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

Calculated:

28.2.2025 16.09/4.0.552

## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow\_Yhteismallinnus\_Mantykangas\_VE2\_HH200\_RD180\_Jakalakangas\_Lylyharju\_28022025



WTGs

M01: VESTAS V172-7.2 HH200 RD180 7200 180.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 290.0 m) (14)