

Vastaanottaja  
Energiequelle Oy

Asiakirjatyyppi  
Raportti

Päivämäärä  
1.4.2022

Viite  
1510048454-011

# BJÖRKBACKENIN TUULIVOIMAHANKE VÄLKEMALLINNUS

# TUULIVOIMAHANKE VÄLKEMALLINNUS

Päivämäärä 1.4.2022  
Laatija Ville Virtanen  
Tarkastaja Jari Hosiokangas

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 12/2019  
aineistoa.

Viite 1510048454-011

## SISÄLTÖ

|          |                                   |   |
|----------|-----------------------------------|---|
| 1.       | Yleistä                           | 1 |
| 2.       | Vertailuarvot                     | 1 |
| 3.       | Vaikutusmekanismit                | 1 |
| 4.       | Mallinnusmenetelmä ja lähtötiedot | 2 |
| 4.1      | Mallinnusohjelma ja laskentamalli | 2 |
| 4.2      | Väkelaskenta                      | 2 |
| 4.3      | Maastomalli                       | 3 |
| 4.4      | Tuulivoimatiedot                  | 3 |
| 4.5      | Laskentojen epävarmuus            | 4 |
| 5.       | Mallinnustulokset                 | 5 |
| 6.       | Yhteenveto ja johtopäätökset      | 5 |
| LÄHTEET  |                                   | 6 |
| LIITTEET |                                   | 6 |

## 1. YLEISTÄ

Energiequelle Oy suunnittelee tuulivoima-alueen rakentamista Björkbackenin alueelle Uuteen-kaarlepyyhyn. Tässä työssä tarkasteltiin Björkbackenin tuulivoimapuiston välkevaikutuksia kahdessa eri vaihtoehdossa sekä välkkeen yhteisvaikutuksia lähimpien alueen muiden olemassa olevien tuulivoimalaitosten kanssa ympäristövaikutusten arviointia varten. Ympäristöministeriön Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) oppaan mukaisesti liikuvasta varjosta puhutaan välkkeenä.

Työ on tehty Energiequelle Oy:n toimeksiannosta. Välkeselvityksestä ja välkevaikutusten arvioinnista on vastannut ins.(AMK) Ville Virtanen.

## 2. VERTAILUARVOT

Tuulivoimaloista aiheutuvalle välkkeelle ei ole määriteltä 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 sekä todellisessa tilanteessa <sup>[2]</sup>. Ruotsalaisessa suunnitteluohjeistuksessa viitataan saksalaiseen ohjeistukseen ja suositukset perustuvat pitkälti saksalaiseen ohjeistukseen <sup>[3]</sup>. Tanskassa on ohjeistuksena annettu, että vuotuinen 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 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 (met-sä, mäki jne.).

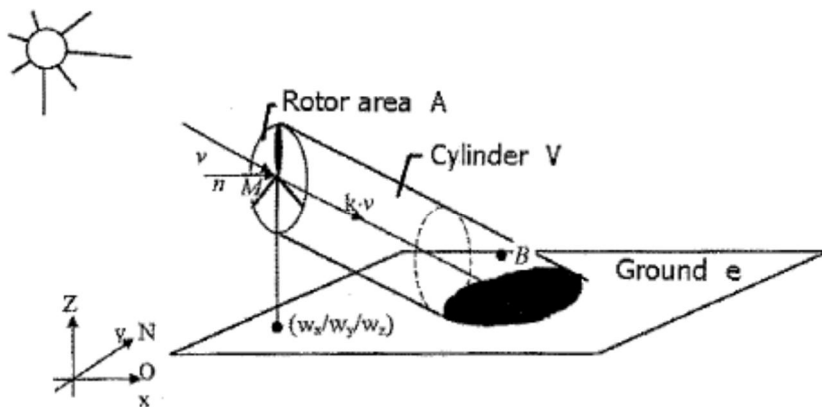


## 4. MALLINNUSMENETELMÄ JA LÄHTÖTIEDOT

### 4.1 Mallinnusohjelma ja laskentamalli

Tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen esiintymisalue ja esiintymistiheys laskettiin EMD WindPRO 3.3 -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].

Mallinnuksissa ei huomioida puuston ja rakennusten aiheuttamaa peittovaikutusta, jotka voivat rajoittaa merkittävästi välkkeen esiintyvyyttä maanpinnan tasolla.

Worst Case -laskenta antaa teoreettisen maksimivälkemäärän. Laskenta olettaa auringon paistavan koko ajan (auringonnoususta auringonlaskuun) ja tuulivoimaloiden oletetaan käyvän koko ajan sekä tuulen suunnan seuraavan aurinkoa siten, että välkettä syntyy tarkastelupisteeseen aina maksimaalinen määrä. Worst Case -laskennan vuosi-arvot eivät siten vastaa tulevaa todellista vuosittaista välkevaikutusta tuulivoimaloiden ympäristössä.

Real Case -laskennoissa huomioidaan alueen tuulisuus- ja auringonpaistetiedot. Worst case -tuloksista tehdään vähennykset auringonpaistetietoihin ja käyttötuntitietoihin (tuulensuunta sektoreittain) perustuen, josta saadaan Real case -tulos. Auringonpaisteisuustietona käytettiin Ilmatieteen laitoksen Mustasaaren sääaseman keskiarvoisia auringonpaisteisuustietoja ilmastolliselta vertailukaudelta 1981–2010 [6]. Tuulivoimaloiden vuotuisiksi toiminta-ajaksi määritettiin Suomen Tuuliatlaksen tiedoista 95 %. Toiminta-ajat laskettiin 12 suuntasektorille olettaen, että tuulivoimalat toimivat tuulennopeuden ollessa napakorkeudella yli 3 m/s.

Taulukko 2 Real Case -laskennassa käytetyt keskimääräiset auringonpaisteisuustunnit eri kuukausina (tuntia päivässä)

| Tam  | Hel  | Maa  | Huh  | Tou  | Kes   | Hei  | Elo  | Syy  | Lok  | Mar  | Jou  |
|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 1,03 | 2,71 | 3,97 | 6,77 | 9,52 | 10,20 | 9,52 | 7,58 | 5,07 | 2,61 | 1,20 | 0,65 |

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  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|------|
| 705 | 609 | 369 | 324 | 443 | 652 | 883 | 1359 | 1298 | 776 | 461 | 458 | 8337 |

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

#### 4.3 Maastomalli

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

#### 4.4 Tuulivoimalatiedot

Laskennoissa huomioitiin vaihtoehdossa VE1 19 ja vaihtoehdossa VE2 26 tuulivoimalaa taulukon 4 mukaisilla sijainneilla. Lisäksi yhteismallinnuksissa huomioitiin olemassa olevat tuulivoimapuisot, yhteensä 45 voimalaa. Mallinnus tehtiin Björkbackenin voimaloiden osalta käyttäen napakorkeutta 199 mp ja roottorin halkaisijaa, joka oli 162 metriä. Roottorikoon ja napakorkeuden lisäksi myös lavan muoto ja leveys vaikuttavat maksimivälke-etäisyyteen. Lavan leveystiedot olivat:

Björkbacken:

- Max blade width = 4,32 m
- Blade width for 90 % radius = 1,68 m

Laitosmallien dimensioiden mukaan mallinnusohjelma laskee maksimivälke-etäisyydeksi noin 2034 metriä.

Taulukko 4. Tuulivoimalaitosten koordinaatit (ETRS-TM35FIN)

| Tunnus | X      | Y       | Napakorkeus | Kok. korkeus | VE1 | VE2 |
|--------|--------|---------|-------------|--------------|-----|-----|
| WTG1   | 278516 | 7038349 | 199         | 280          | X   | X   |
| WTG2   | 278981 | 7038830 | 199         | 280          | X   | X   |
| WTG3   | 279616 | 7037433 | 199         | 280          | X   | X   |
| WTG4   | 280132 | 7037027 | 199         | 280          | X   | X   |
| WTG5   | 279597 | 7035952 | 199         | 280          | X   | X   |
| WTG6   | 279216 | 7035387 | 199         | 280          | X   | X   |
| WTG7   | 278684 | 7035733 | 199         | 280          | X   | X   |
| WTG8   | 278901 | 7039469 | 199         | 280          | X   | -   |
| WTG9   | 278337 | 7040595 | 199         | 280          | X   | -   |
| WTG10  | 278130 | 7036069 | 199         | 280          | X   | X   |
| WTG11  | 279131 | 7036395 | 199         | 280          | X   | X   |
| WTG12  | 277976 | 7036890 | 199         | 280          | X   | X   |
| WTG13  | 279955 | 7038705 | 199         | 280          | X   | X   |
| WTG14  | 277967 | 7039513 | 199         | 280          | X   | -   |
| WTG15  | 277105 | 7040410 | 199         | 280          | X   | -   |
| WTG16  | 279608 | 7039237 | 199         | 280          | X   | -   |
| WTG17  | 277079 | 7036892 | 199         | 280          | X   | X   |
| WTG18  | 277564 | 7036405 | 199         | 280          | X   | X   |
| WTG19  | 279565 | 7038187 | 199         | 280          | X   | X   |
| WTG20  | 276632 | 7039983 | 199         | 280          | X   | -   |
| WTG21  | 278518 | 7039987 | 199         | 280          | X   | -   |
| WTG22  | 278015 | 7037523 | 199         | 280          | X   | X   |
| WTG23  | 279033 | 7037845 | 199         | 280          | X   | X   |
| WTG24  | 280118 | 7037853 | 199         | 280          | X   | X   |
| WTG25  | 278713 | 7036889 | 199         | 280          | X   | X   |
| WTG26  | 278041 | 7038886 | 199         | 280          | X   | x   |

Yhteismallinnuksessa alueen muiden lähimpien tuulivoimalaitosten sijaintitiedot, napakorkeudet sekä laitosmallit perustuvat kunnilta saatuihin Kjeller Vindteknikk Oy, Etha Wind sekä FCG suunnittelu ja tekniikka Oy tekemiin selvityksiin.

- Sandbacka Vindkraftspark: Etha Wind, 21.01.2022
- Storbödet Vindkraftpark: FCG suunnittelu ja tekniikka Oy, 23.11.2018, P32587
- Prokon Jeppo vindkraftsproject: FCG suunnittelu ja tekniikka Oy, 7.10.2015, P19491
- Fällbacken: Uudenkaarlepyyn kunta 15.11.2021

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

## 5. MALLINNUSTULOKSET

Björkbackenin tuulivoimahankkeen välkkeen esiintymiskartta on esitetty liitteessä 1. Välkevyöhykelaskennan lisäksi tehtiin laskentoja 14 lähimpään reseptoripisteeseen, joiden tulokset on esitetty taulukossa 5 ja sijainnit liitteen 1 välkkeen esiintymiskartassa.

Taulukko 5. Reseptoripistelaskentojen tulokset

| Reseptori | <i>Björkbacken<br/>VE1</i> | <i>Yhteismallinnus<br/>VE1</i> | <i>Björkbacken<br/>VE2</i> | <i>Yhteismallinnus<br/>VE2</i> | <i>Muut</i>        |
|-----------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|
|           | Real Case, h/a*            | Real Case, h/a*                | Real Case,<br>h/a*         | Real Case, h/a*                | Real Case,<br>h/a* |
| 1         | 7:07                       | 7:07                           | 0:00                       | 0:00                           | 0:00               |
| 2         | 2:57                       | 2:57                           | 0:00                       | 0:00                           | 0:00               |
| 3         | <u>15:20</u>               | <u>15:20</u>                   | <u>13:33</u>               | <u>13:33</u>                   | 0:00               |
| 4         | 1:31                       | 1:31                           | 1:25                       | 1:25                           | 0:00               |
| 5         | 5:39                       | 5:39                           | 0:00                       | 0:00                           | 0:00               |
| 6         | 4:27                       | 4:27                           | 4:27                       | 4:27                           | 0:00               |
| 7         | 6:34                       | 6:34                           | 6:34                       | 6:34                           | 0:00               |
| 8         | 0:00                       | 0:00                           | 0:00                       | 0:00                           | 0:00               |
| 9         | 0:00                       | 0:00                           | 0:00                       | 0:00                           | 0:00               |
| 10        | 5:23                       | <u>8:02</u>                    | 5:23                       | <u>8:02</u>                    | 2:38               |
| 11        | 3:24                       | 4:50                           | 3:24                       | 4:50                           | 1:24               |
| 12        | 4:31                       | 4:31                           | 4:31                       | 4:31                           | 0:00               |
| 13        | 4:27                       | 4:27                           | 1:27                       | 1:27                           | 0:00               |
| 14        | 5:14                       | 5:14                           | 0:00                       | 0:00                           | 0:00               |

\*tuntia vuodessa

Potentiaaliset välkkeen esiintymisajankohdat reseptoreissa on esitetty liitteessä 2.

## 6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mallinnuksella tarkasteltiin Björkbackenin alueelle suunniteltujen tuulivoimaloiden välkevaikutuksia tuulivoimaloiden ympäristössä. Mallinnukset tehtiin kahden vaihtoehdon osalta, sekä Björkbackenin voimalaitosten osalta, että yhteismallinnuksina alueen muiden lähimpien voimaloiden kanssa.

Suomen säädöksissä ei ole määritetty sitovia ohje- tai raja-arvoja tuulivoimaloiden aiheuttamalle välkkeelle. Mallinnuksen mukaan Björkbackenin tuulivoimahankkeen molemmissa vaihtoehdoissa välkemäärä ylittää 8h (rajana Saksassa ja Ruotsissa) ja 10h (rajana Tanskassa) kahden länsipuolella sijaitsevan lomarakennuksen osalta. Yhteismallinnuksen osalta vain yhden uuden Björkbackenin tuulivoima-alueen kaakkoispuolella sijaitsevalla asuinrakennuksella ylittyy 8h lievästi (reseptoripiste 10) molemmissa vaihtoehdoissa.

Mallinnus antaa laskennallisen tuloksen ympäristöön kohdistuvasta välkevaikutuksesta. Vuosittaiseen todelliseen välkevaikutukseen vaikuttaa, kuinka tarkkaan vuosittainen tuulivoimaloiden toiminta ja sääolosuhteet vastaavat mallinnuksessa käytettyjä arvoja, sekä lisäksi muun muassa voimaloiden näkyminen tai näkymisen estyminen esimerkiksi puuston tai rakennusten vuoksi. Puustoa tai ympäristön asuin- ja lomarakennuksia ei ole huomioitu mallissa. Puuston on kuitenkin oltava riittävän tiheää ja korkeata sekä suojata altistuvaa kohdetta kattavasti. Myös vuodenajan vaihtelut on huomioitava puuston kyvyssä rajoittaa tuulivoimaloiden näkyvyyttä. Jos tuulivoimalat eivät näy häiriintyvään kohteeseen, ei myöskään välkettä aiheudu.

Välkkeen syntyyn voidaan vaikuttaa tuulivoimalaan liitettävällä teknisellä ohjauksella, jolla tuulivoimala pysäytetään tarvittaessa. Järjestelmän avulla välkkeen muodostumista tietyssä kohteessa monitoroidaan voimalan nasellin päälle tai runkoon asennettavilla valosensoreilla, jotka laske-

vat välkkeen muodostumisen mahdollisuutta tietyssä suunnassa valoisuuden ja roottorin asennon mukaan.

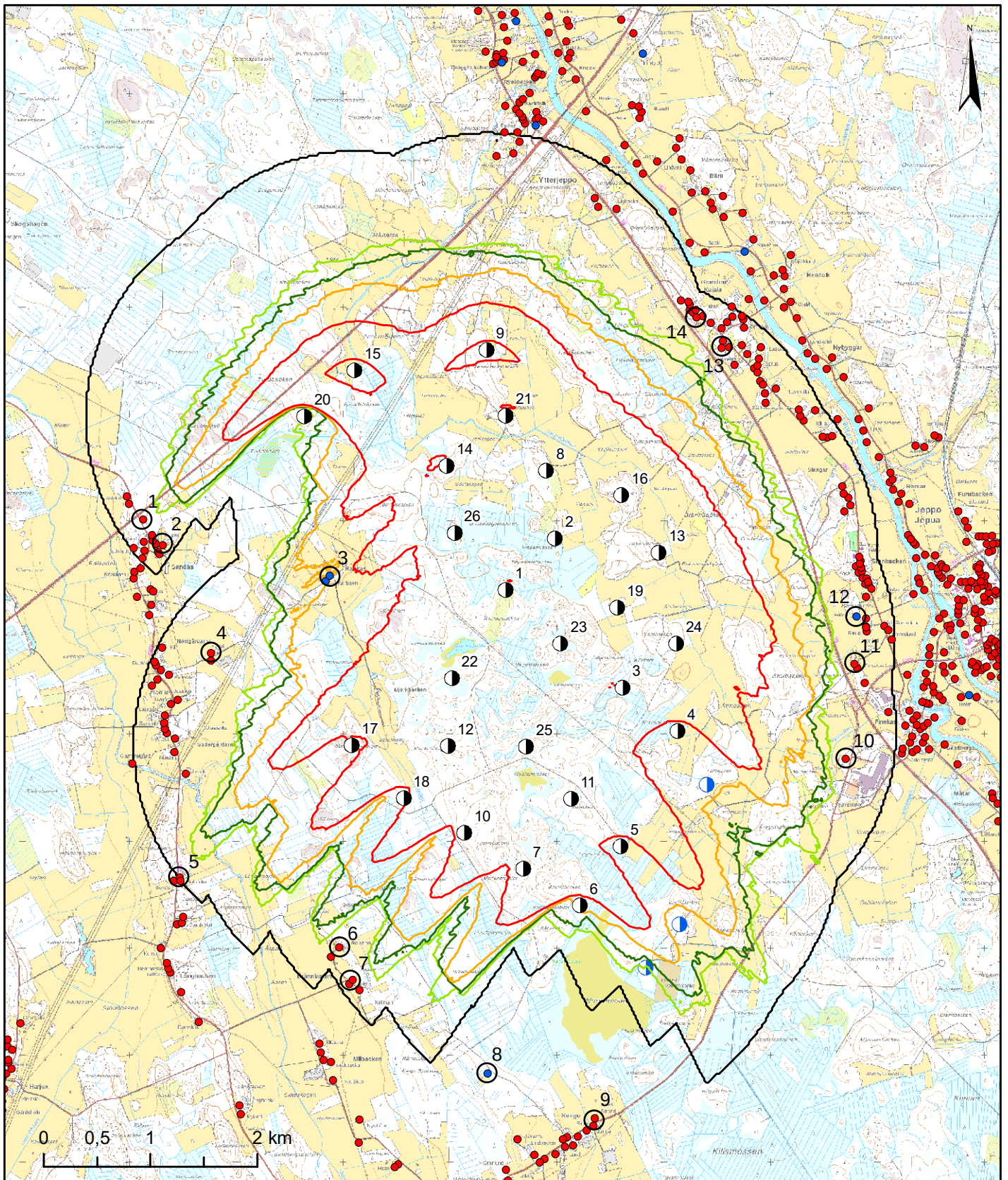
## LÄHTEET

1. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu, Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016
2. Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen, WEA-Shattenwurf-Hinweise
3. Vindkraftshandboken - Planering och prövning av vindkraftverk på land och i kustnära vattenområden, Boverket 2009
4. Vejledning om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller, Naturstyrelsen, Miljøministeriet 2015
5. WindPRO 3.3 User Manual
6. Ilmatieteen laitos, Tilastoja Suomen ilmastosta 1981–2010, Raportteja 2012:1
7. Suomen Tuuliatlas

## LIITTEET

- Liite 1      Real Case -laskennan välkevyöhykkeet (Björkbacken / Yhteismallinnus)
- Liite 2      Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä





Björkbacken, tuulivoimapuisto  
Välkemaalinnus (WindPro)

Björkbacken tuulivoimalat:  
-layout 11.2.2020  
-napakorkeus, HH 199 m  
-roottorin halkaisija, RD 162 m  
-kokonaiskorkeus, TH 280 m

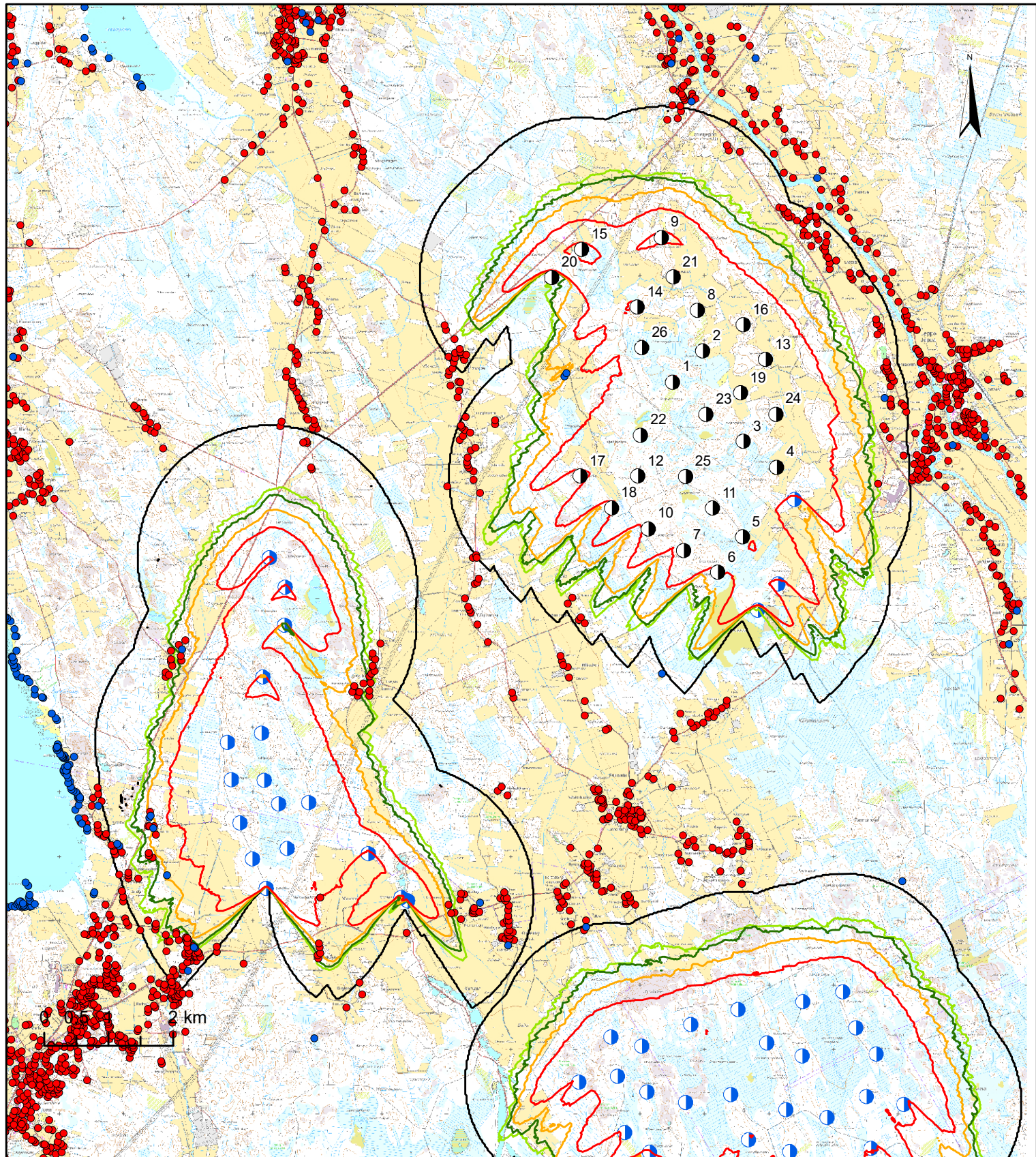
5.4.2022

#### Merkkien selitteet

- Tuulivoimala, Björkbacken
- Tuulivoimala, muut
- lomarakennus
- asuinrakennus

Real Case -mallinnus  
Välketuntia vuodessa





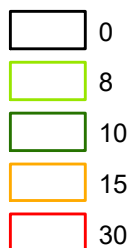
**RAMBOLL**

Björkbacken, tuulivoimapuisto  
Välkemallinnus (WindPro)

Björkbacken tuulivoimalat:  
-layout 11.2.2020  
-napakorkeus, HH 199 m  
-roottorin halkaisija, RD 162 m  
-kokonaiskorkeus, TH 280 m

5.4.2022

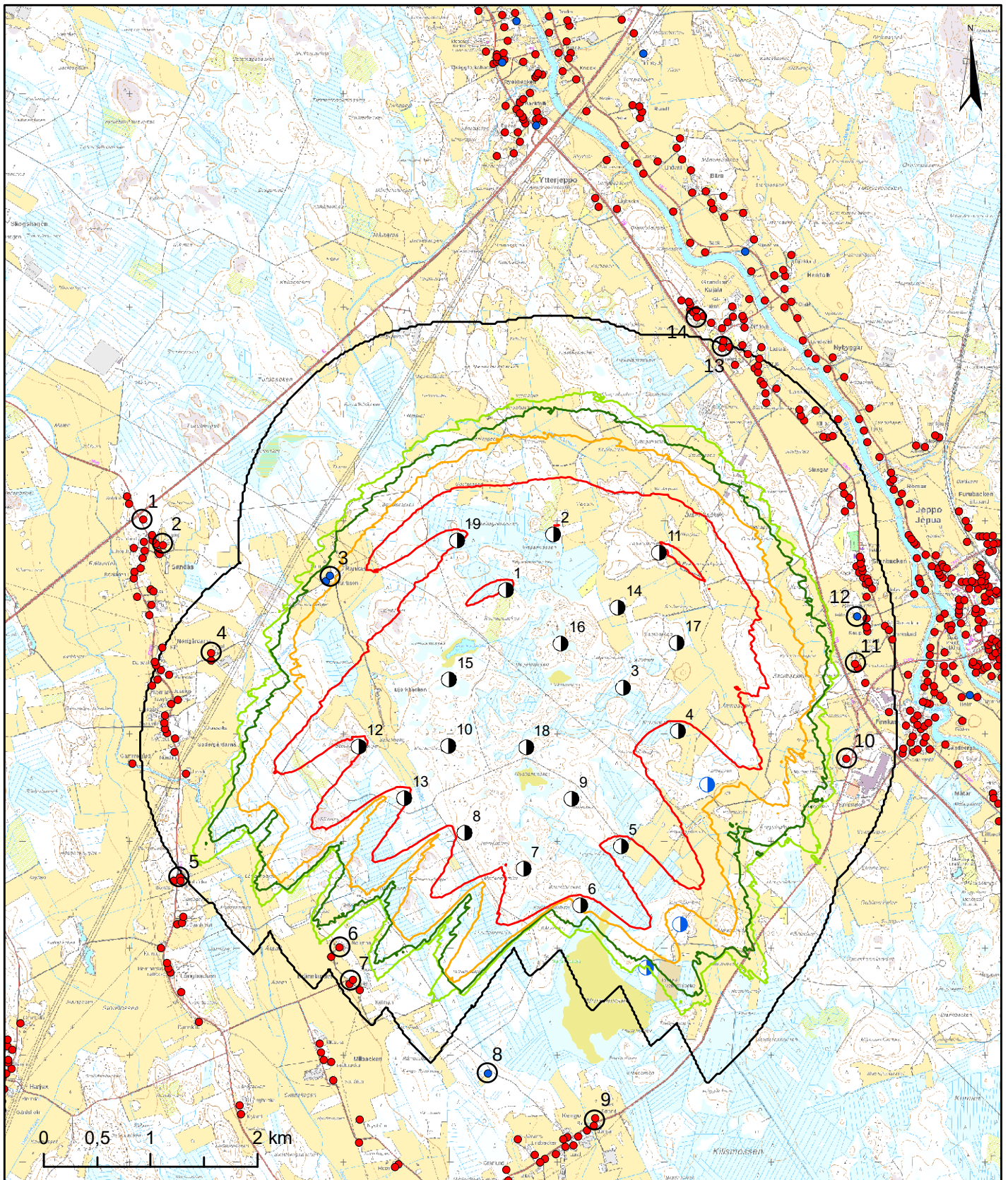
**Real Case -mallinnus**  
**Välketuntia vuodessa**



**Merkkien selitteet**

- Tuulivoimala, Björkbacken
- Tuulivoimala, muut
- lomarakennus
- asuinrakennus



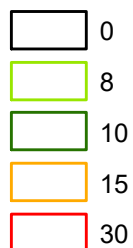


Björkbacken, tuulivoimapuisto  
Välkemallinnus (WindPro)

Björkbacken tuulivoimalat:  
-layout 11.2.2020  
-napakorkeus, HH 199 m  
-roottorin halkaisija, RD 162 m  
-kokonaiskorkeus, TH 280 m

5.4.2022

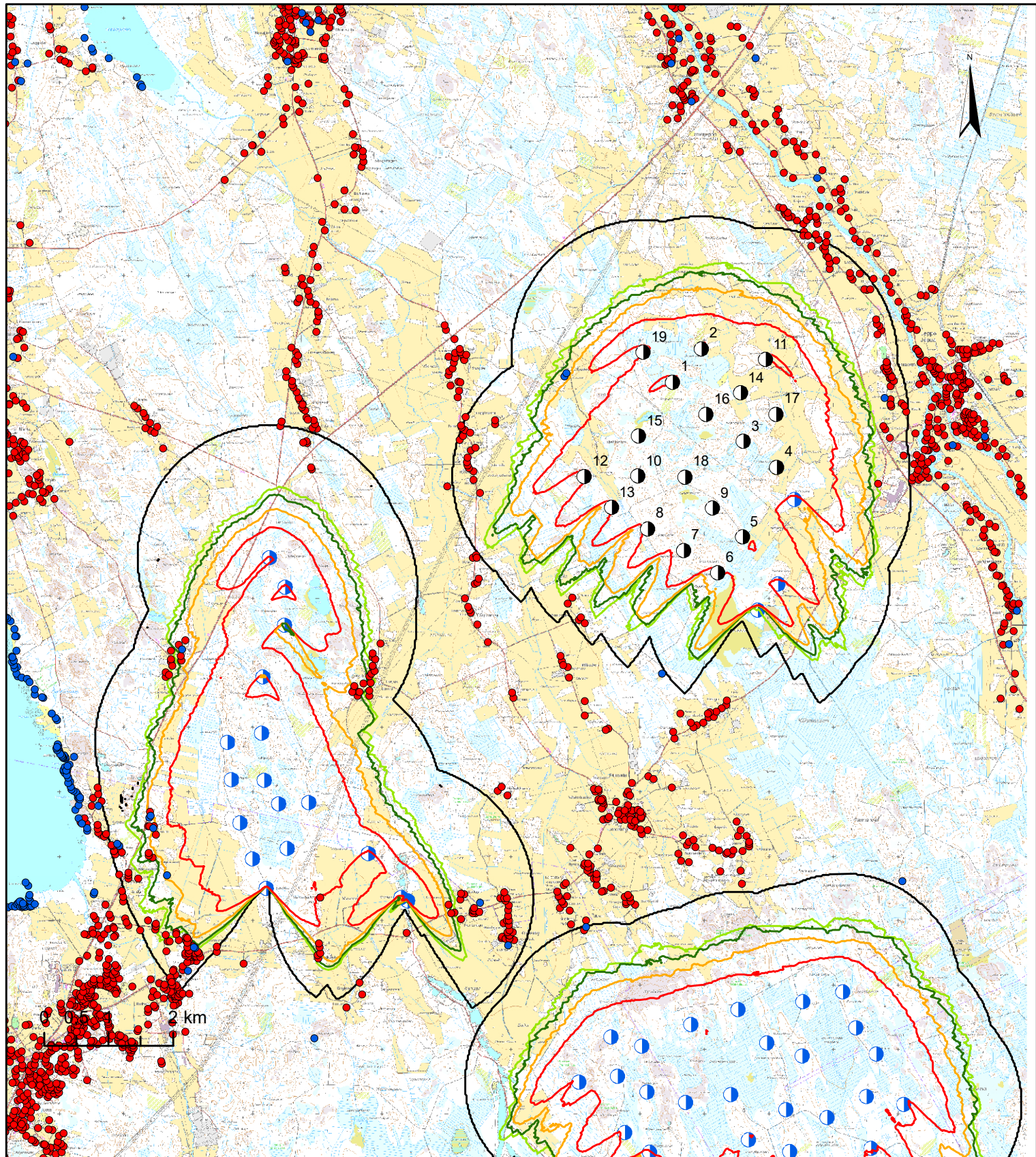
Real Case -mallinnus  
Välketuntia vuodessa



Merkkien selitteet

- Tuulivoimala, Björkbacken
- Tuulivoimala, muut
- lomarakennus
- asuinrakennus





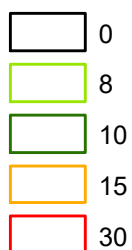
**RAMBOLL**

Björkbacken, tuulivoimapuisto  
Välkemallinnus (WindPro)

Björkbacken tuulivoimalat:  
-layout 11.2.2020  
-napakorkeus, HH 199 m  
-roottorin halkaisija, RD 162 m  
-kokonaiskorkeus, TH 280 m

5.4.2022

**Real Case -mallinnus**  
**Välketuntia vuodessa**



**Merkkien selitteet**

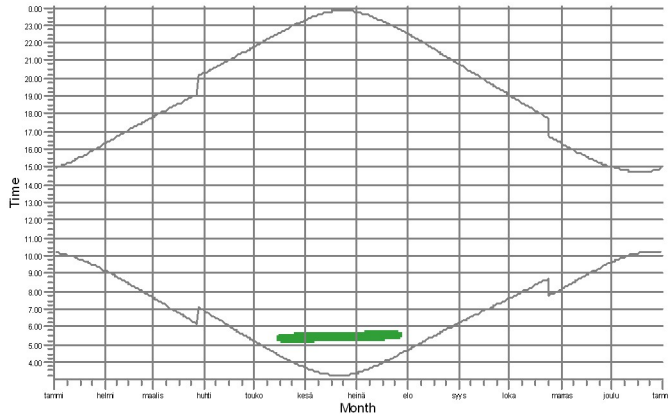
- Tuulivoimala, Björkbacken
- Tuulivoimala, muut
- lomarakennus
- asuinrakennus



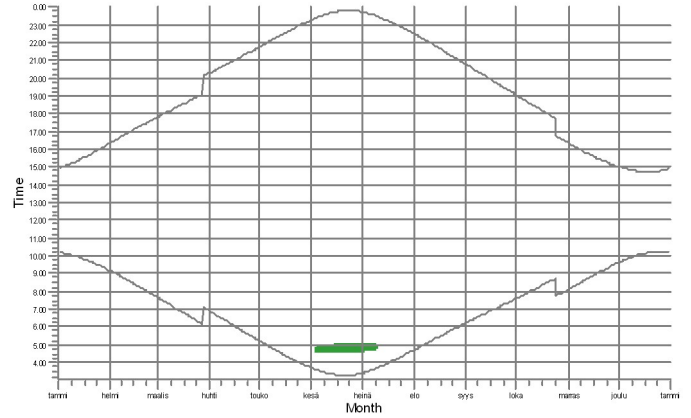
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: RES Björkbacken VE1 HH199 RD162

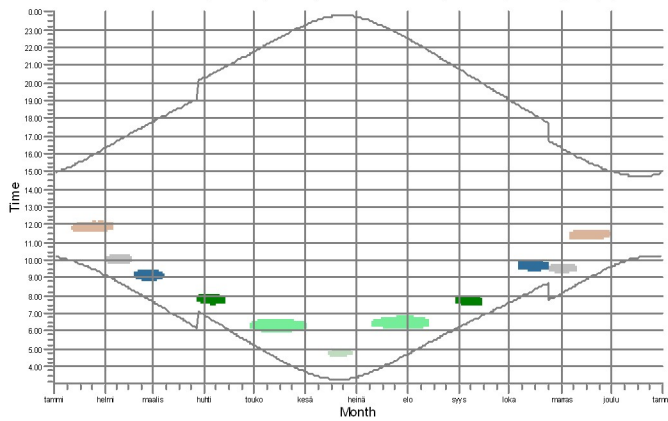
1: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (16)



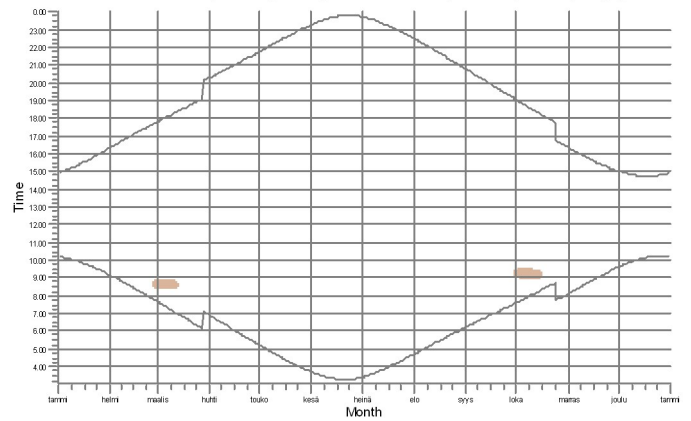
2: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (10)



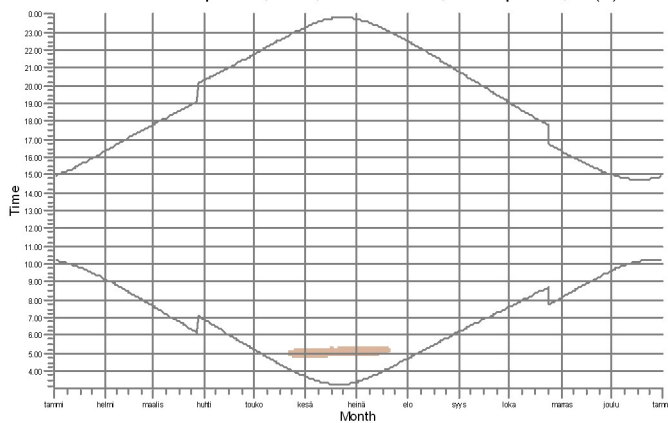
3: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (4)



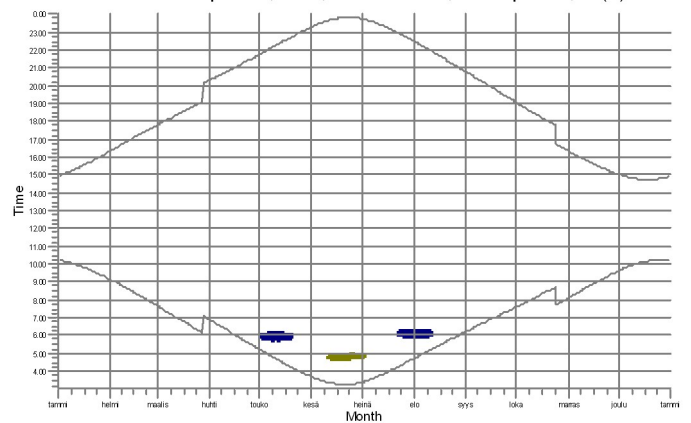
4: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (6)



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



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



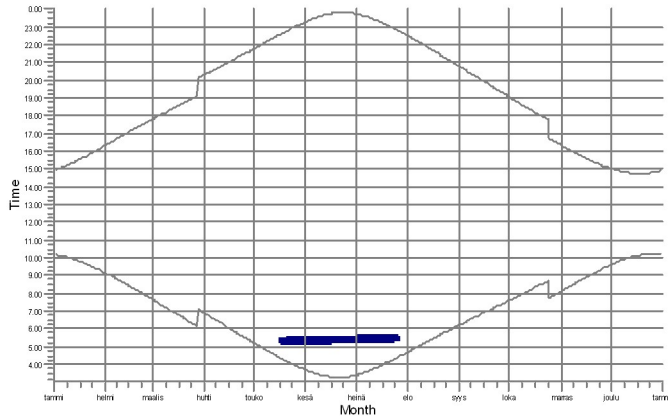
### WTGs

|                                                                  |                                                                  |                                                                   |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (80)  | 12: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (91) | 20: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (99)  |
| 7: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (86)  | 14: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (93) | 22: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (101) |
| 10: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (89) | 17: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (96) | 26: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (105) |

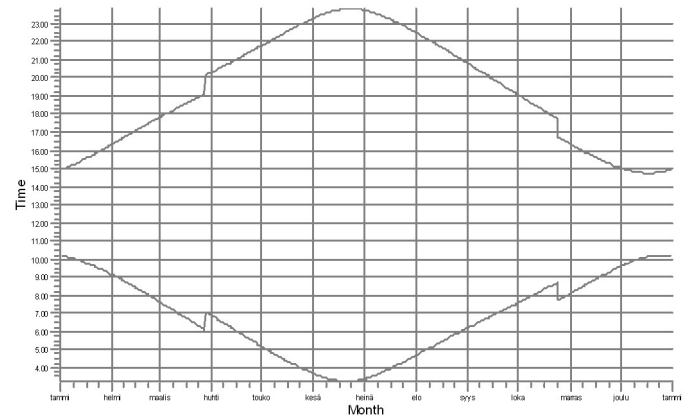
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: RES Björkbacken VE1 HH199 RD162

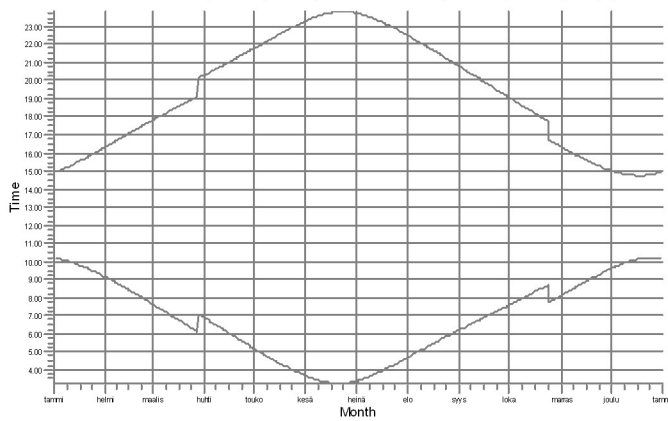
7: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (11)



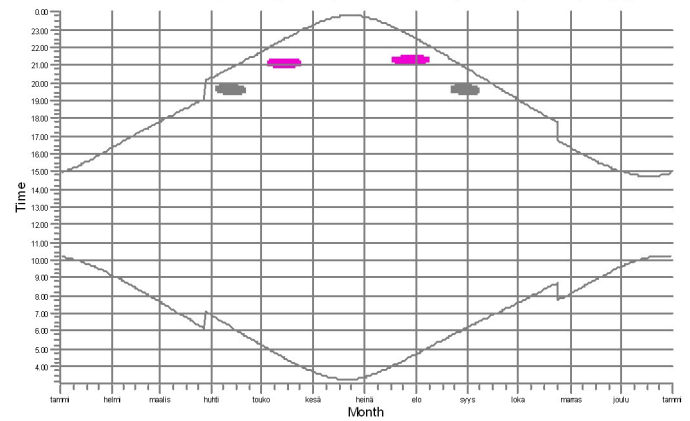
8: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (3)



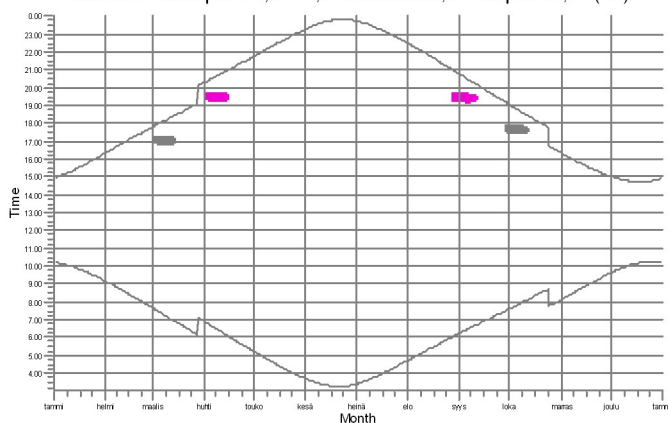
9: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (9)



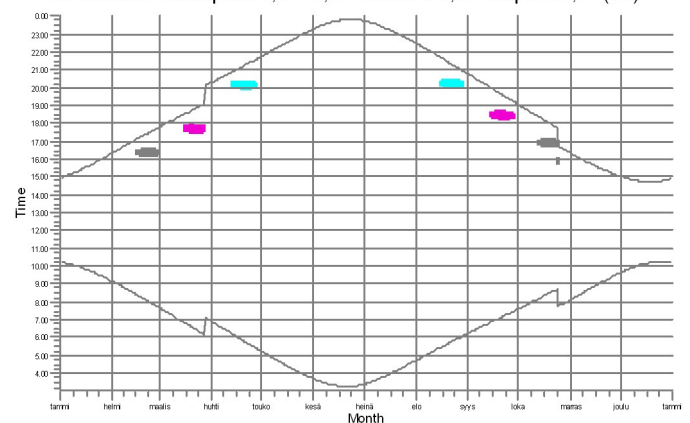
10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (5)



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



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



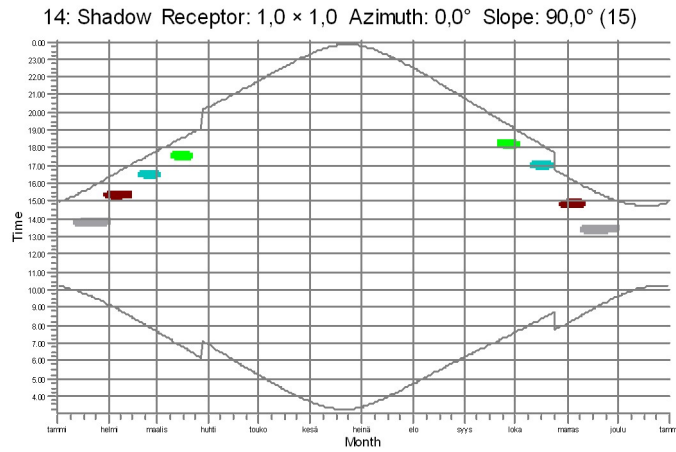
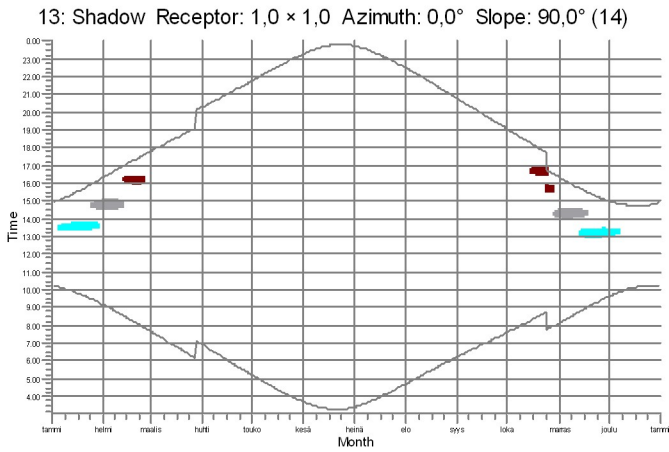
WTGs

4: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (83)  
7: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (86)

13: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (92)  
24: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (103)



SHADOW - Calendar, graphical  
Calculation: RES Björkbacken VE1 HH199 RD162



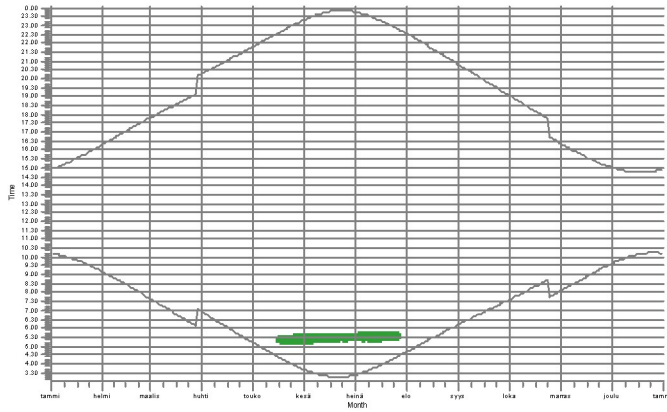
WTGs

|                                                                 |                                                                  |                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 8: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (87) | 13: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (92) | 21: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (100) |
| 9: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (88) | 16: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (95) |                                                                   |

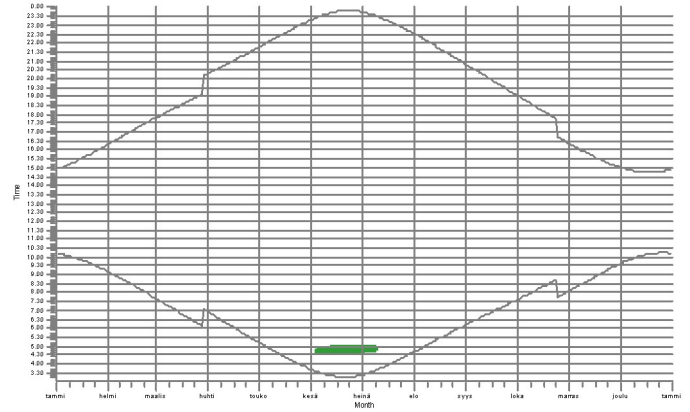
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: RES Björkbacken VE1 HH199 RD162 YHTEIS

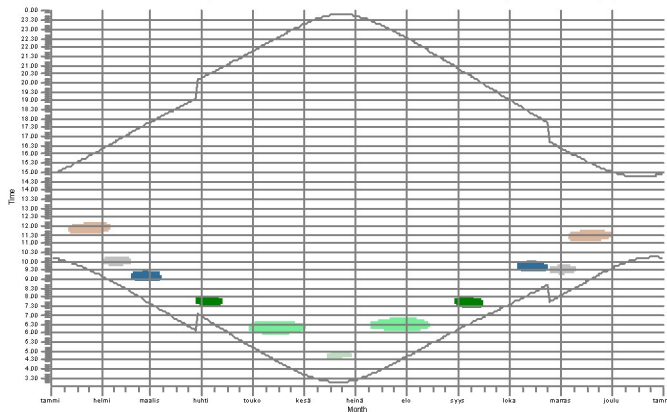
1: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (16)



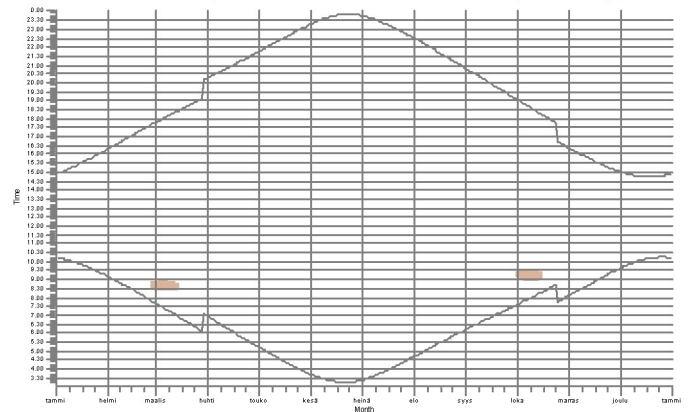
2: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (10)



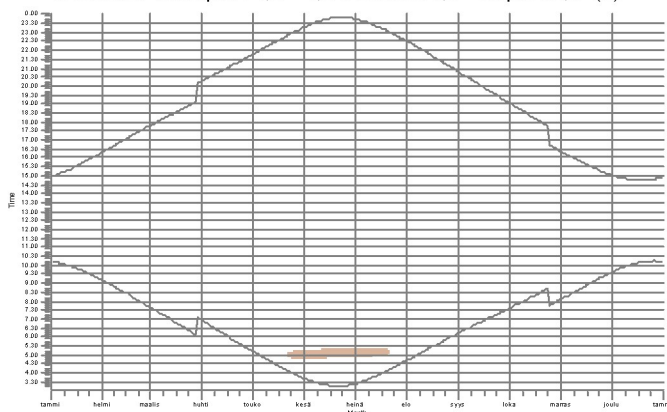
3: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (4)



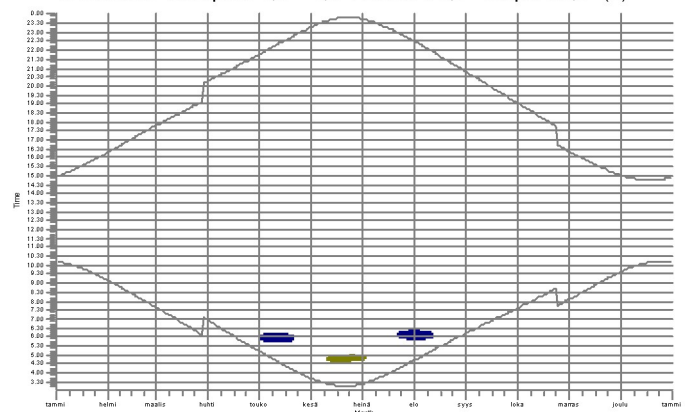
4: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (6)



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



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



WTGS:

1: VESTAS V162 5600 162.0 ICI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (88)  
7: VESTAS V162 5600 162.0 ICI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (89)  
10: VESTAS V162 5600 162.0 ICI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (89)

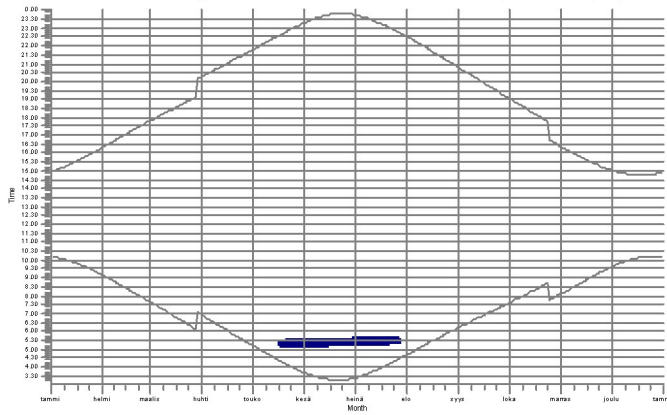
12: VESTAS V162 5600 162.0 ICI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (91)  
14: VESTAS V162 5600 162.0 ICI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (93)  
17: VESTAS V162 5600 162.0 ICI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (96)

20: VESTAS V162 5600 162.0 ICI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (99)  
22: VESTAS V162 5600 162.0 ICI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (101)  
26: VESTAS V162 5600 162.0 ICI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (105)

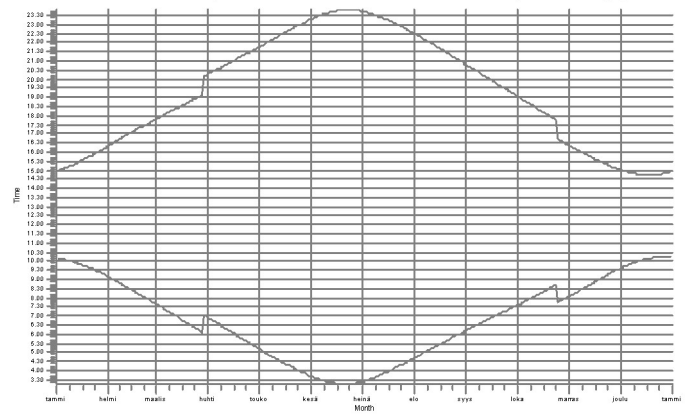
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: RES Björkbacken VE1 HH199 RD162 YHTEIS

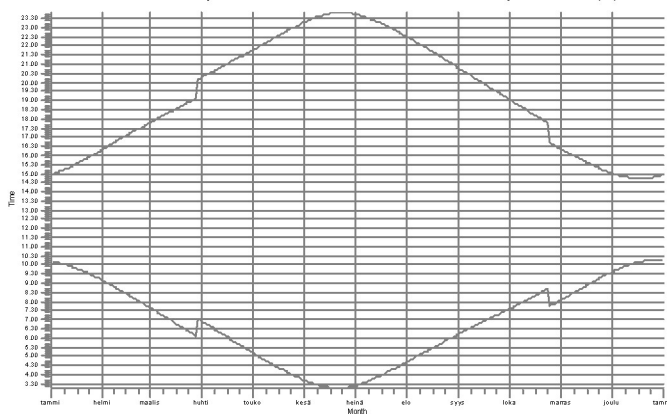
7: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (11)



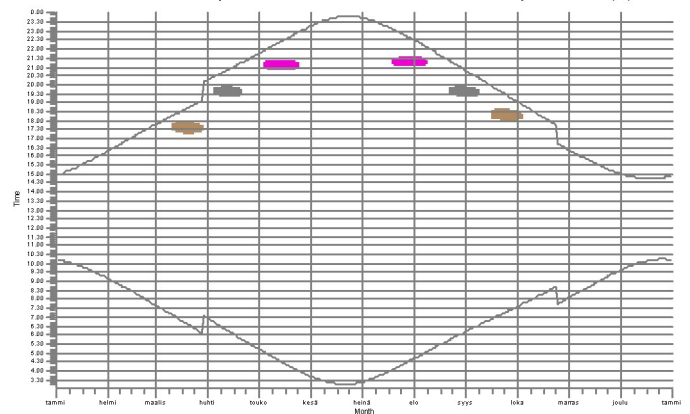
8: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (3)



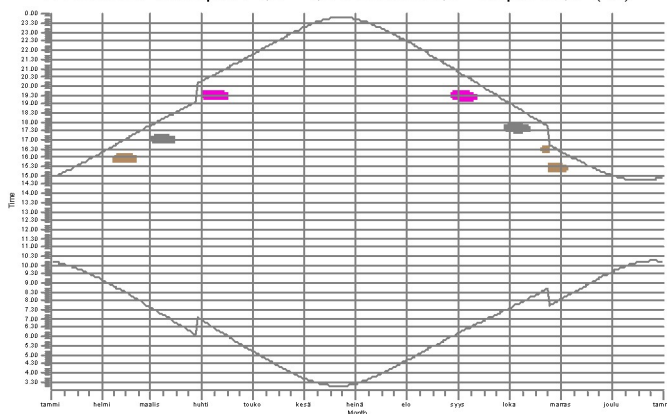
9: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (9)



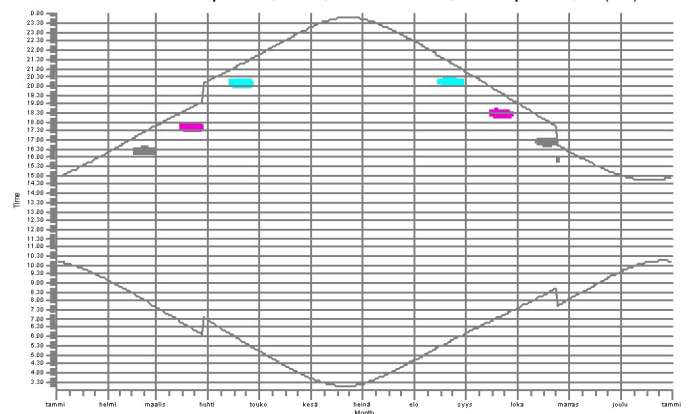
10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (5)



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



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



WTGS

4: VESTAS V52 5800 162.0 ICI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (82)  
7: VESTAS V52 5800 162.0 ICI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (88)

13: VESTAS V52 5800 162.0 ICI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (82)  
24: VESTAS V52 5800 162.0 ICI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (103)

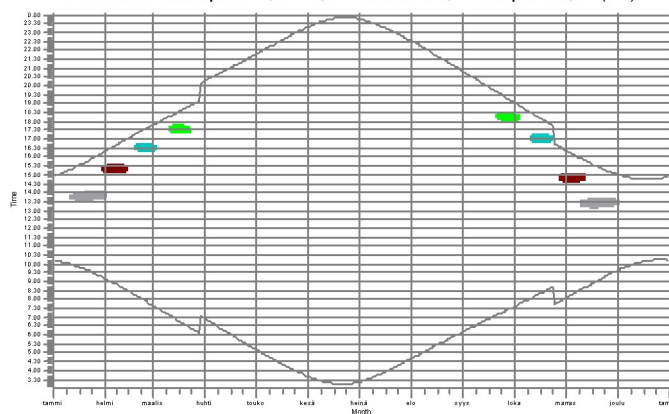
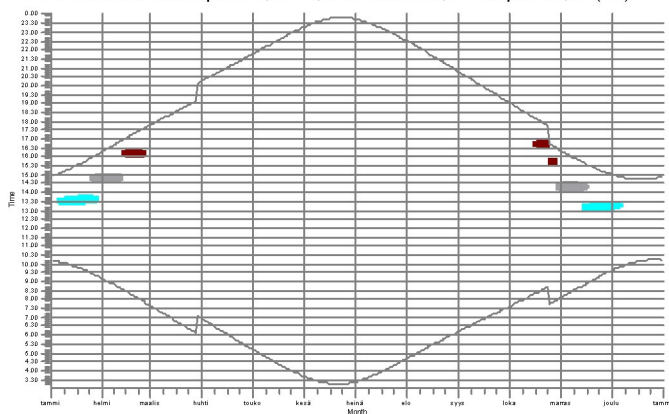
71: NORDEX N105/6.1 5800 163.0 ICI hub: 148.5 m (TOT: 230.0 m) (135)



Björkbacken

4/4/2022 16.52/3.3.294

Calculation: RES Björkbacken VE1 HH199 RD162 YHTEIS

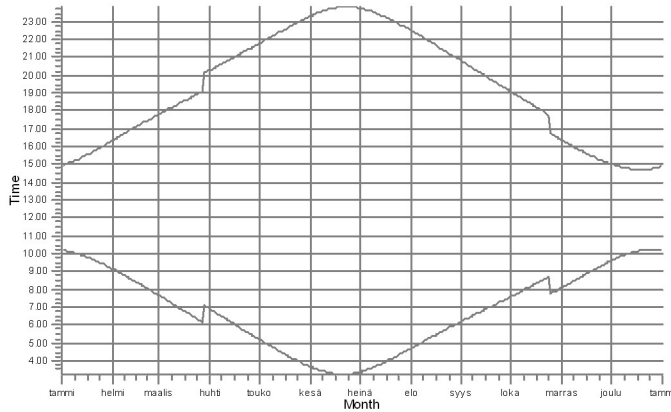


21: VESTAS V162 5600 162,0 lOli hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (100)

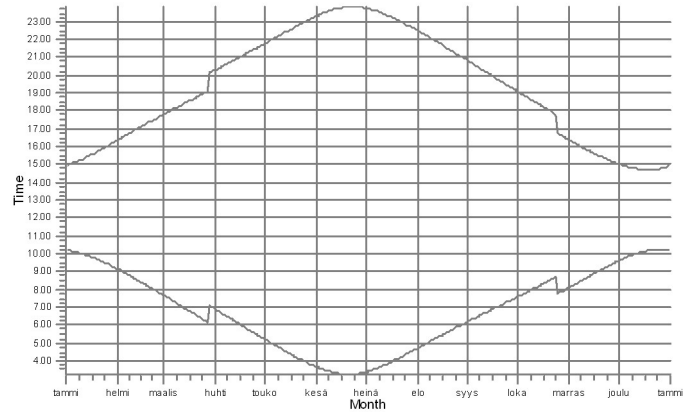
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: RES Björkbacken VE2 HH199 RD162

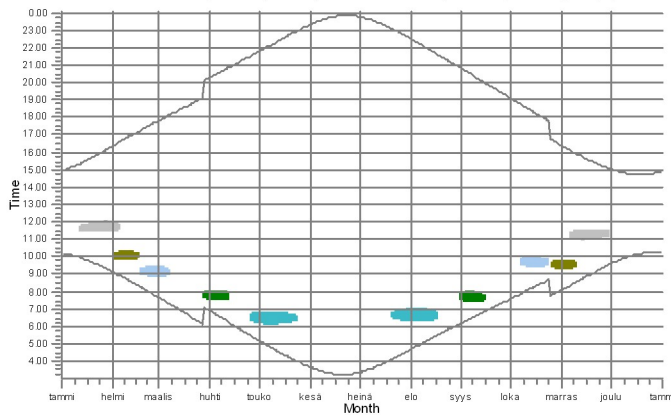
1: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (16)



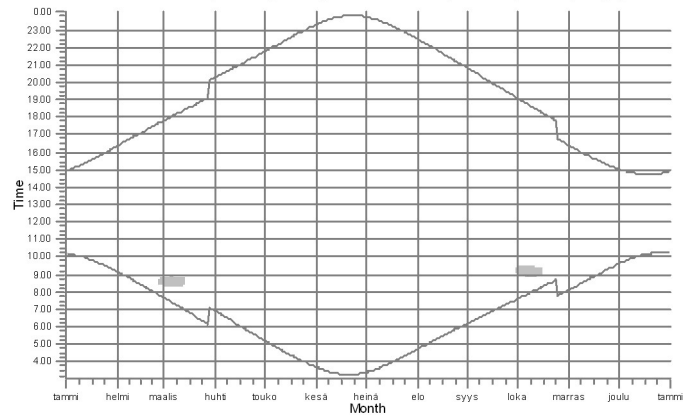
2: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (10)



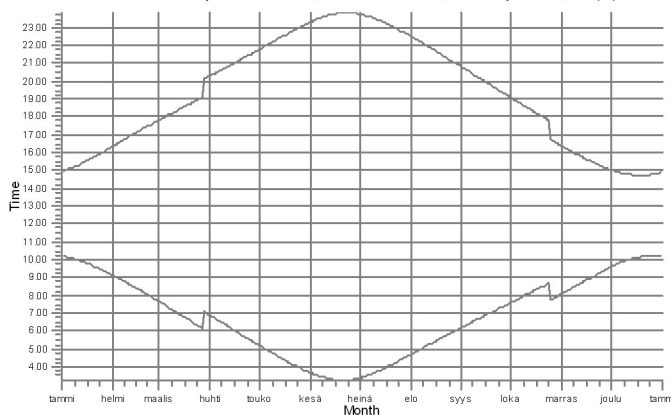
3: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (4)



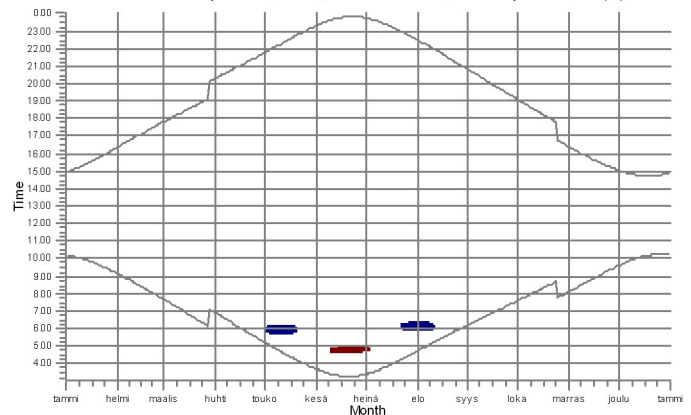
4: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (6)



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



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



### WTGs

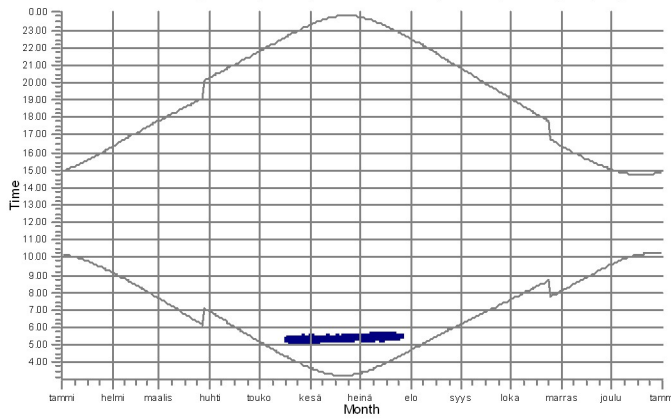
- 1: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (106)
- 7: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (112)
- 8: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (113)
- 10: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (115)

- 12: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (117)
- 15: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (120)
- 19: VESTAS V162 5600 162.0 !OI! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (124)

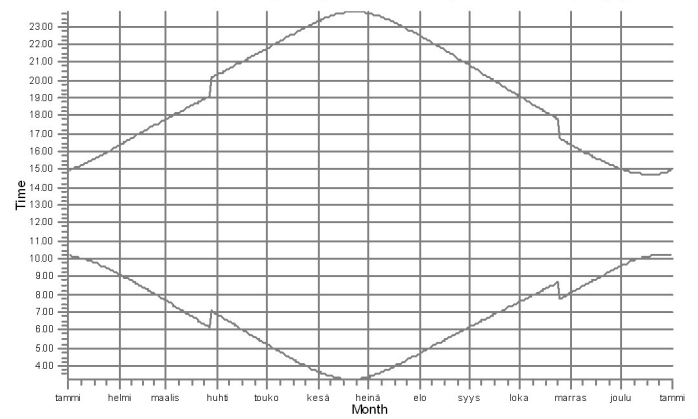
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: RES Björkbacken VE2 HH199 RD162

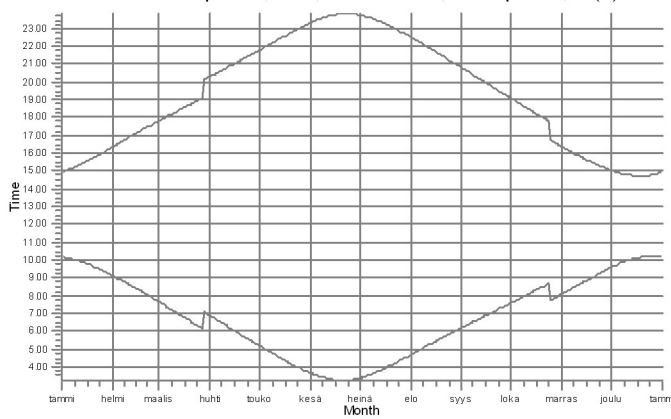
7: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (11)



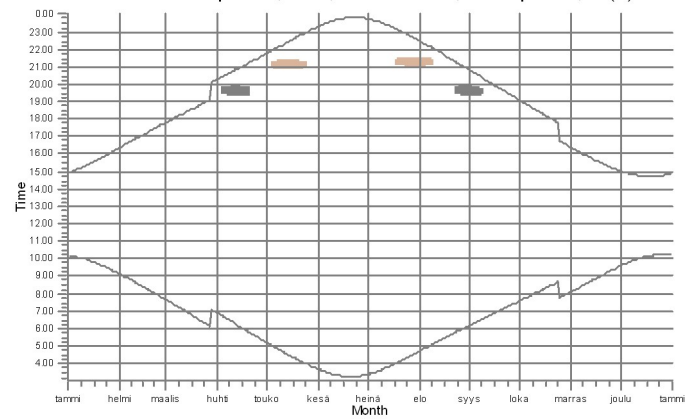
8: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (3)



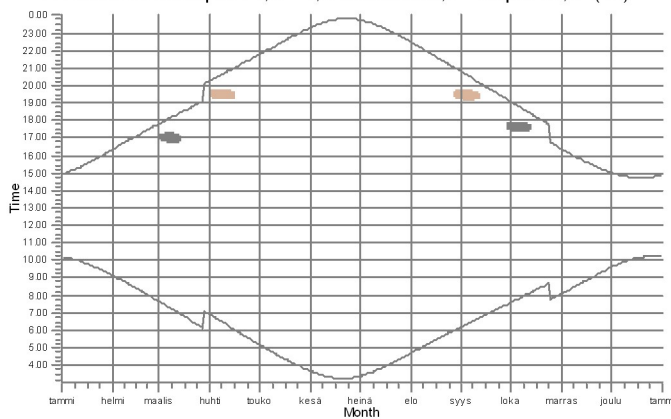
9: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (9)



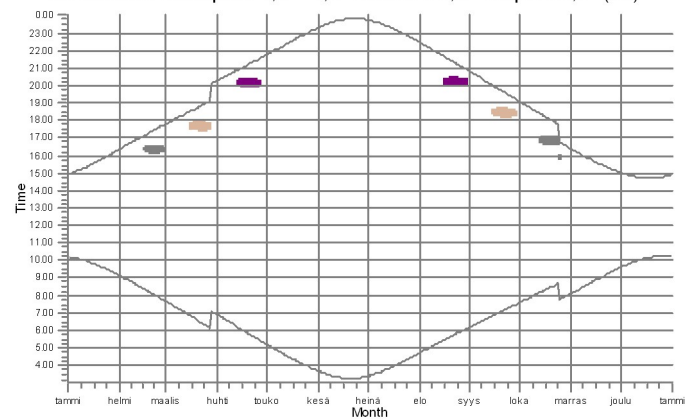
10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (5)



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



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



### WTGs

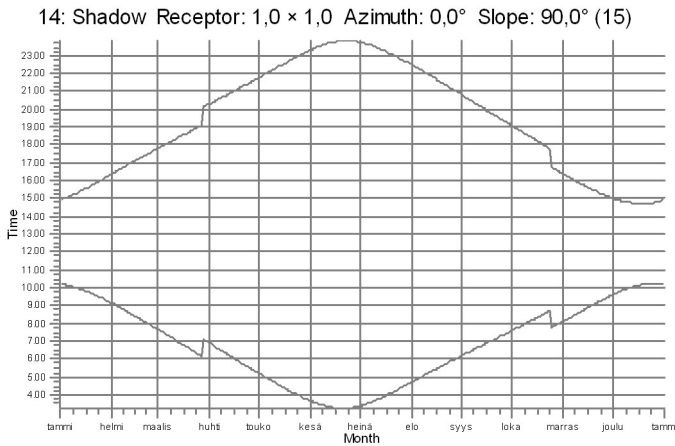
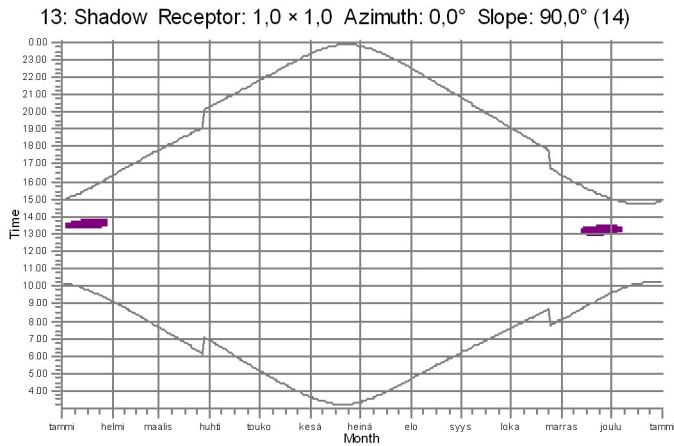
4: VESTAS V162 5600 162.0 !O! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (109)  
7: VESTAS V162 5600 162.0 !O! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (112)

11: VESTAS V162 5600 162.0 !O! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (116)  
17: VESTAS V162 5600 162.0 !O! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (122)



SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: RES Björkbacken VE2 HH199 RD162



WTGs

11: VESTAS V162 5600 162.0 !O! hub: 199,0 m (TOT: 280,0 m) (116)

Project:

Björkbacken

Licensed user:

Ramboll Finland Oy / ICT

Niemenkatu 73

FI-15140 Lahti

+358 20 755 7170

Ville Virtanen / ville.virtanen@ramboll.fi

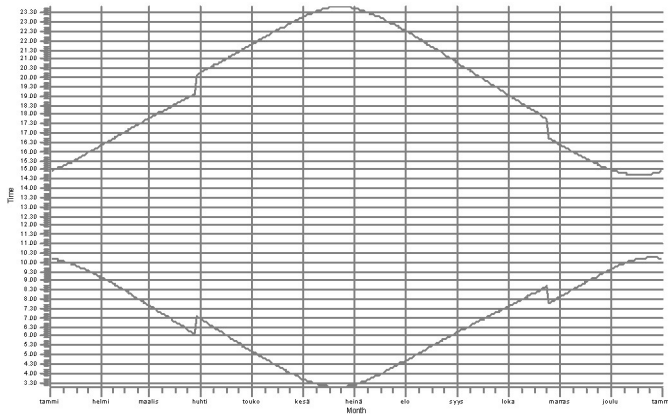
Calculated:

4/4/2022 16.52/3.3.294

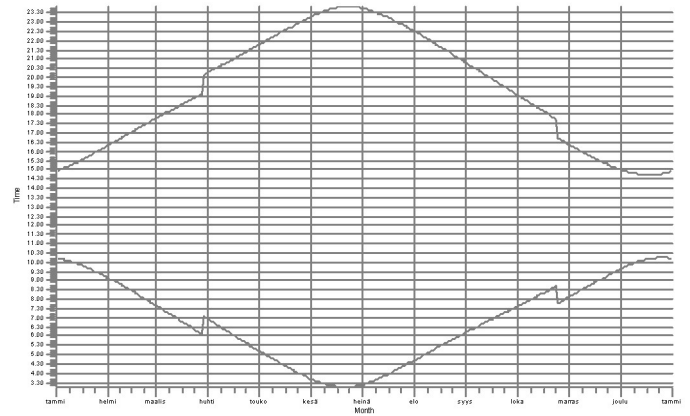
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: RES Björkbacken VE2 HH199 RD162 YHTEIS

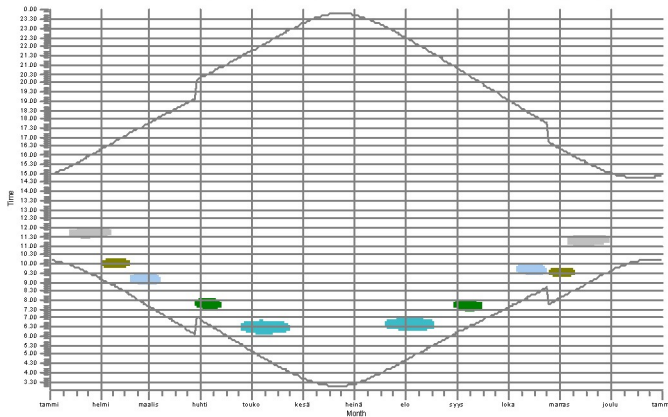
1: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (16)



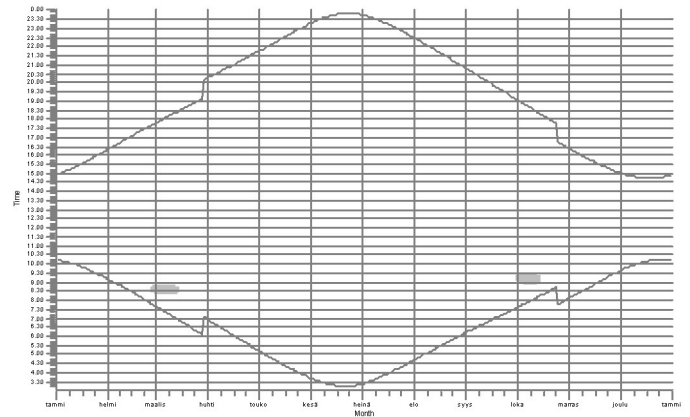
2: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (10)



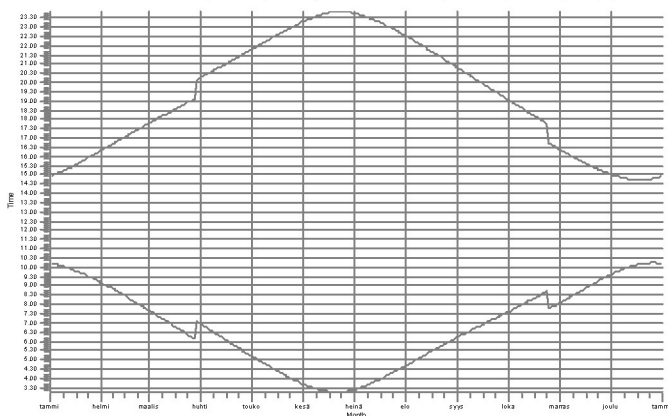
3: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (4)



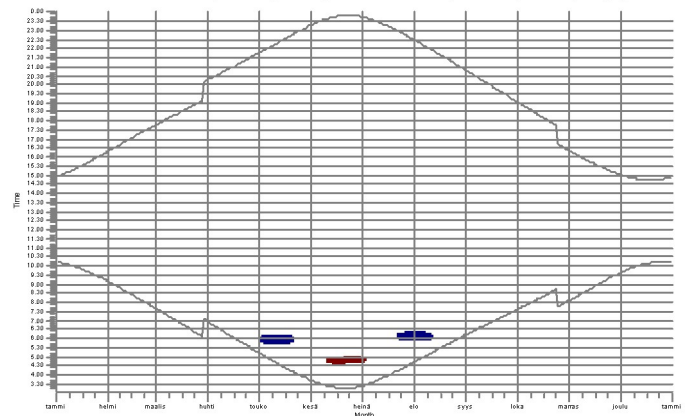
4: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (6)



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



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



WTGS

1: VESTAS V162 5600 162.0 IOI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (106)  
7: VESTAS V162 5600 162.0 IOI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (112)

8: VESTAS V162 5600 162.0 IOI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (113)  
10: VESTAS V162 5600 162.0 IOI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (115)

12: VESTAS V162 5600 162.0 IOI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (117)  
15: VESTAS V162 5600 162.0 IOI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (120)

19: VESTAS V162 5600 162.0 IOI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (124)

Project:

Björkbacken

Licensed user:

Ramboll Finland Oy / ICT

Niemenkatu 73

FI-15140 Lahti

+358 20 755 7170

Ville Virtanen / ville.virtanen@ramboll.fi

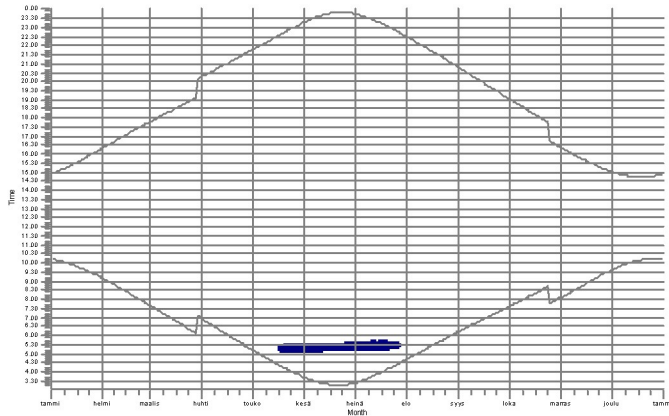
Calculated:

4/4/2022 16.52/3.3.294

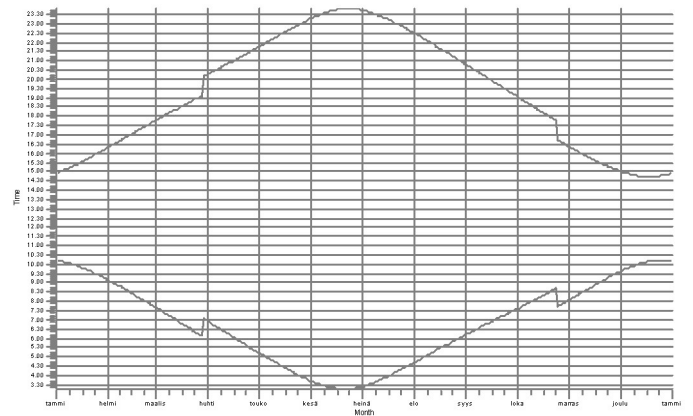
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: RES Björkbacken VE2 HH199 RD162 YHTEIS

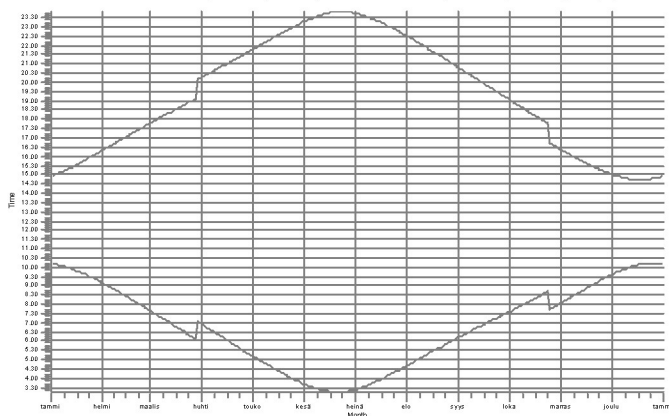
7: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (11)



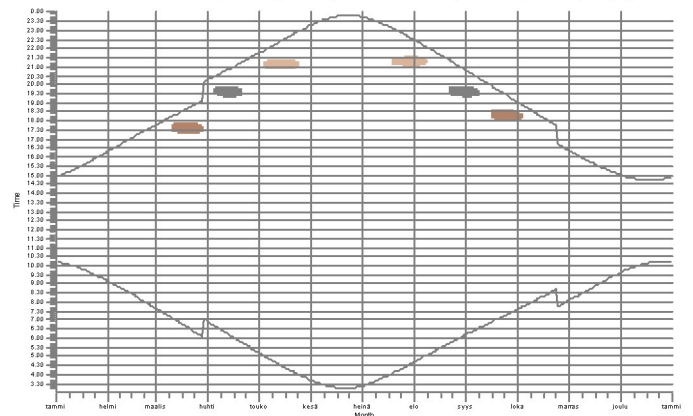
8: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (3)



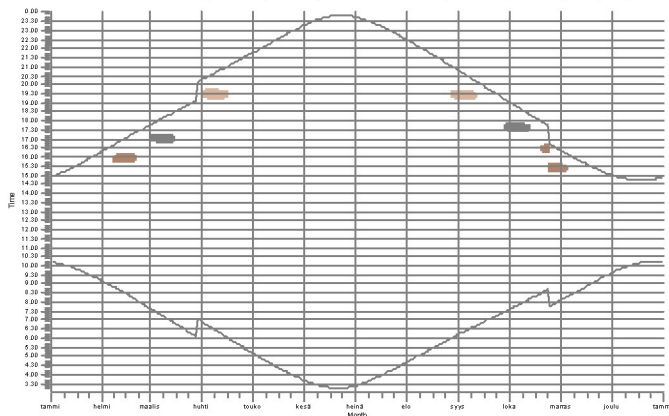
9: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (9)



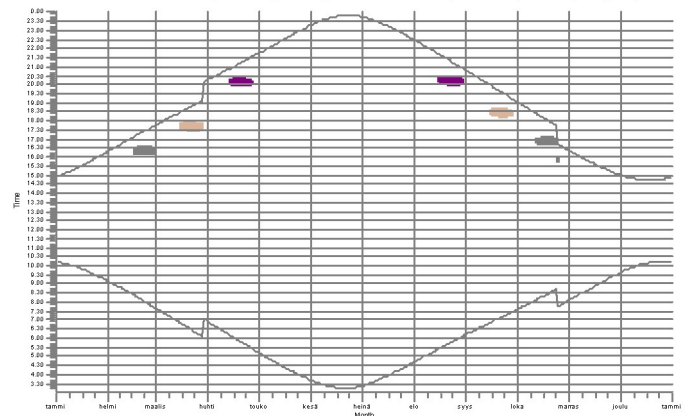
10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (5)



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



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



WTGS

4: VESTAS V162 5600 162.0 IOI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (109)  
7: VESTAS V162 5600 162.0 IOI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (112)

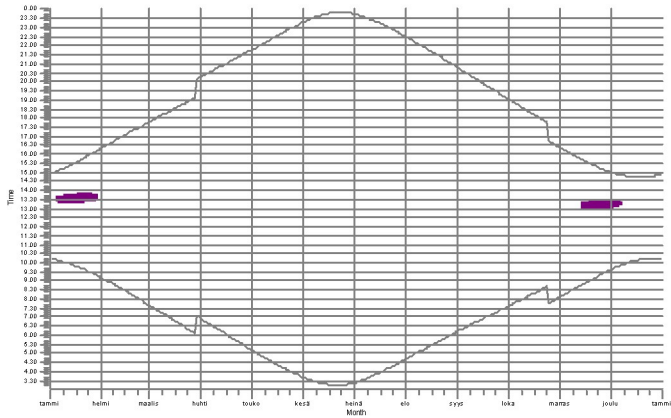
11: VESTAS V162 5600 162.0 IOI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (116)  
17: VESTAS V162 5600 162.0 IOI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (122)

64: NORDEX N263/6 X 6800 163.0 IOI hub: 148.5 m (TOT: 230.0 m) (135)

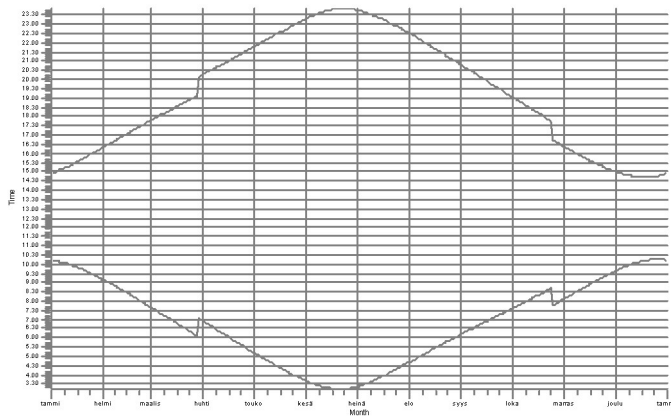
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: RES Björkbacken VE2 HH199 RD162 YHTEIS

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



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



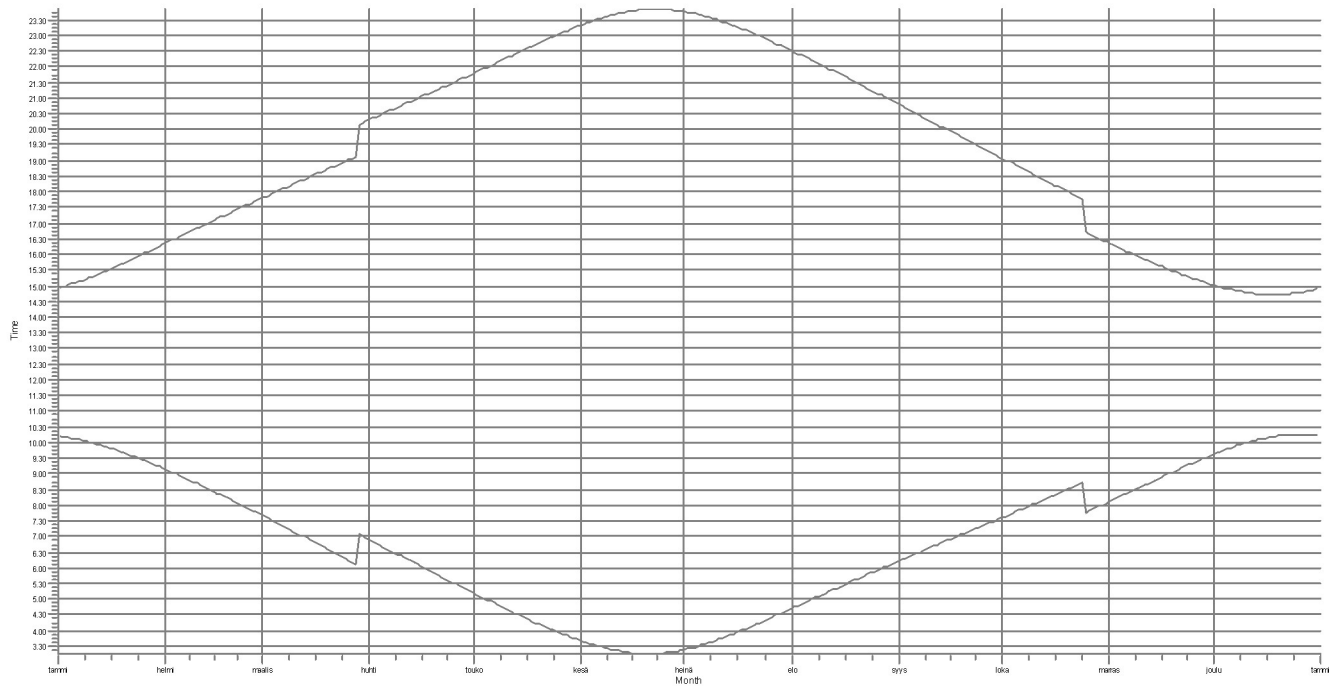
WTGS  
11: VESTAS V162 5600 362.0 ICI hub: 199.0 m (TOT: 280.0 m) (116)



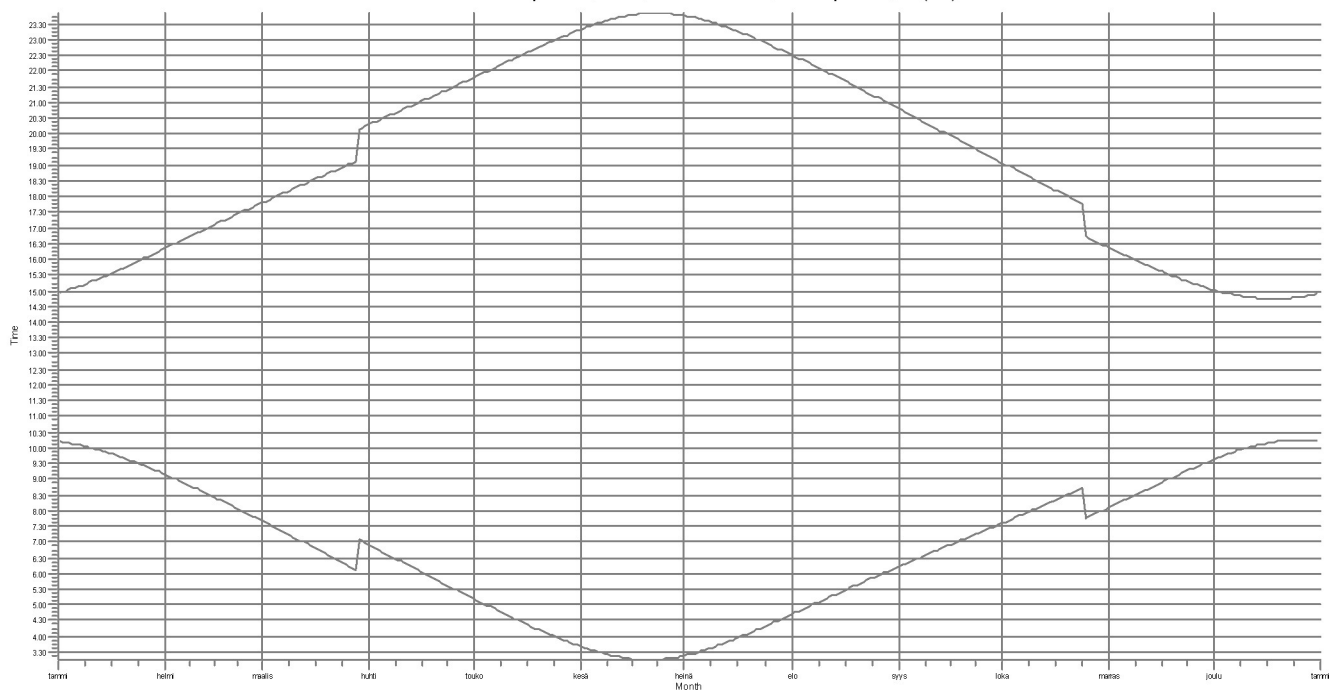
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: RES muut YHTEIS

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



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

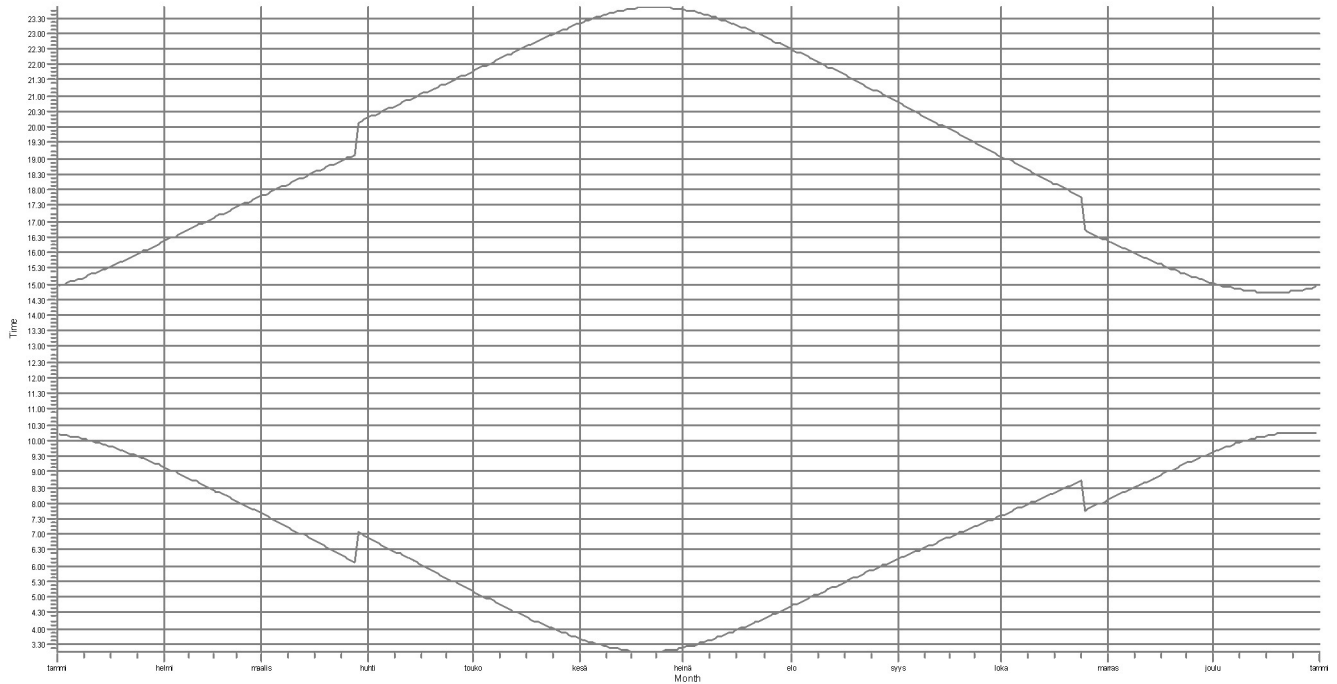


WTGs

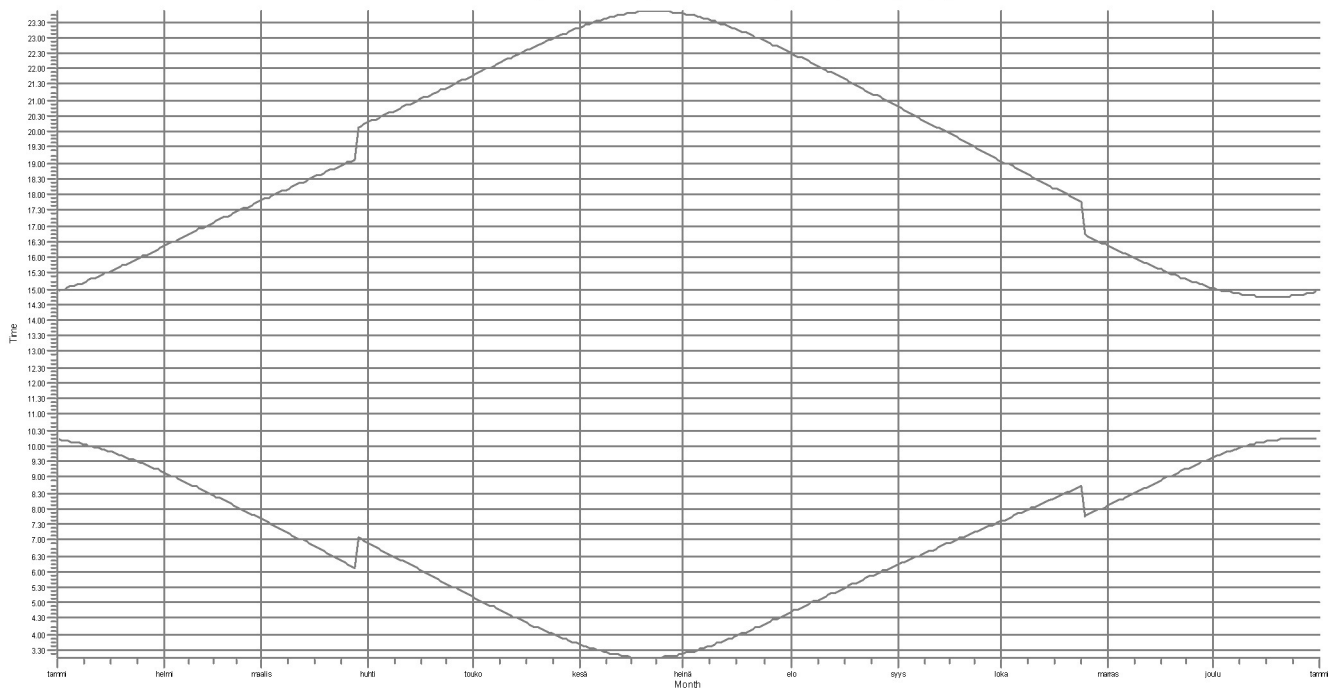
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: RES muut YHTEIS

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



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



WTGs

Project:

Björkbacken

Licensed user:

Ramboll Finland Oy / ICT

Niemenkatu 73

FI-15140 Lahti

+358 20 755 7170

Ville Virtanen / ville.virtanen@ramboll.fi

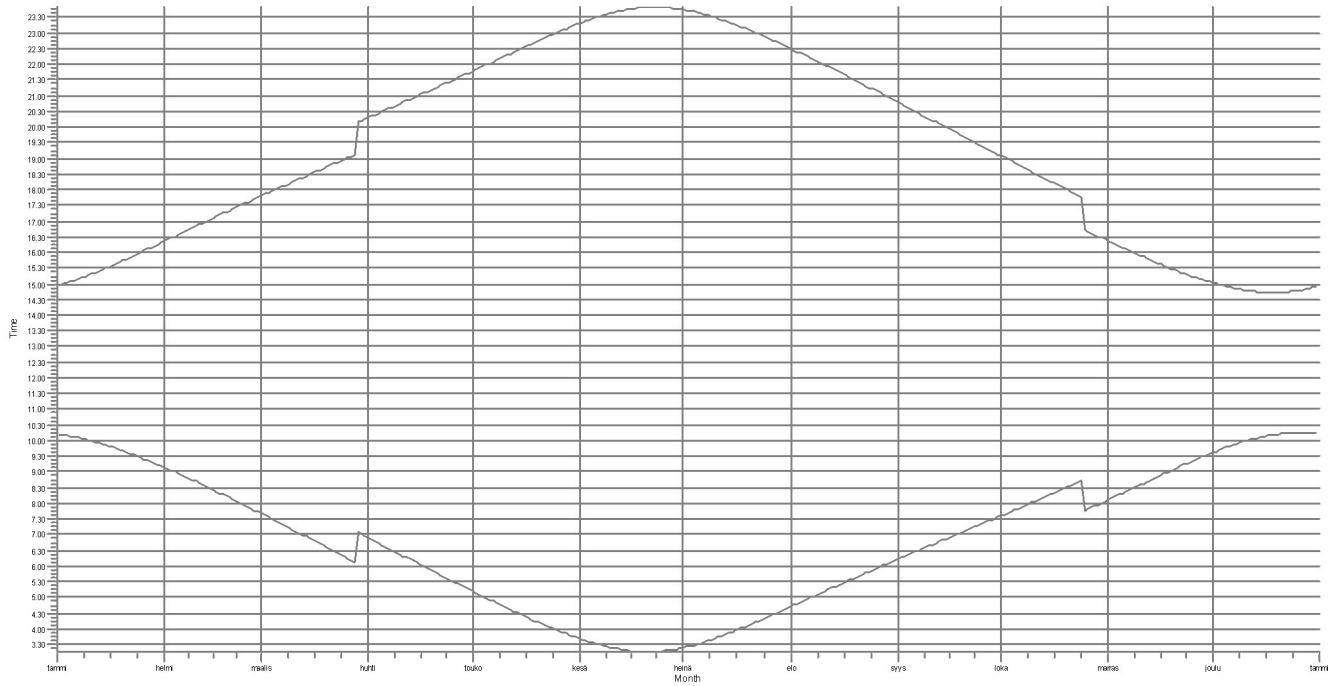
Calculated:

23/3/2022 13.06/3.3.294

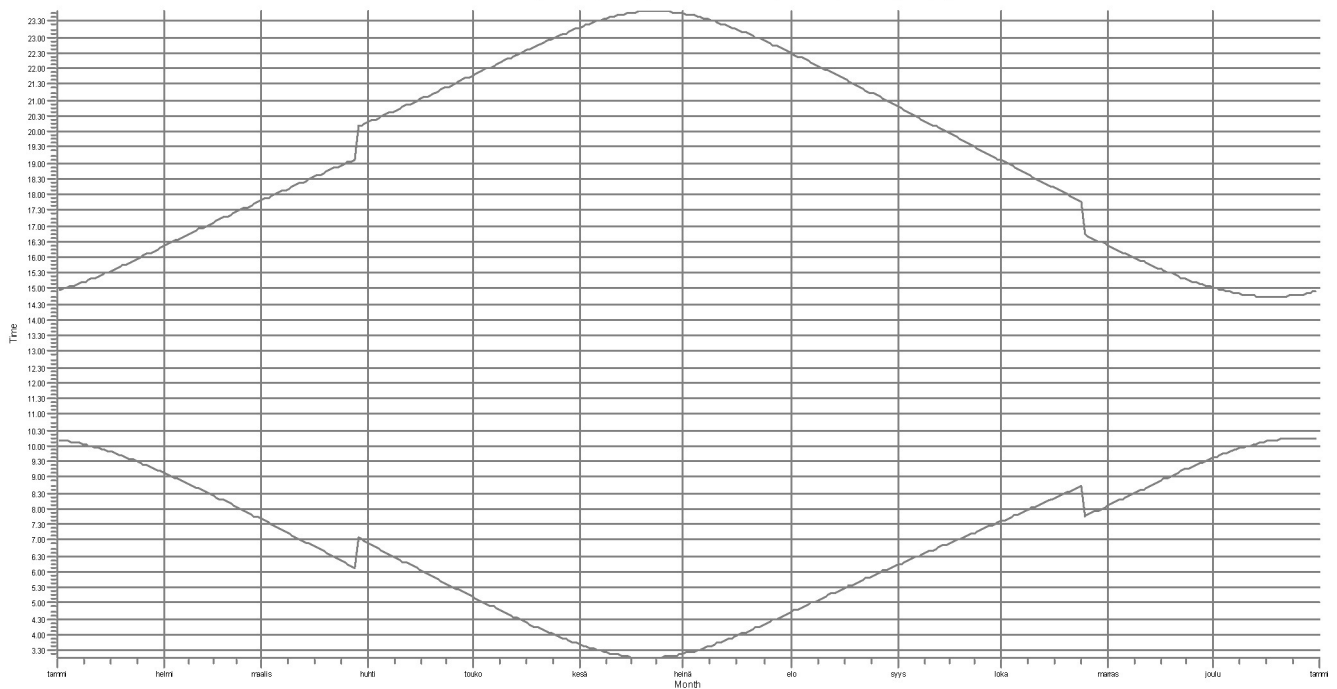
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: RES muut YHTEIS

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



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

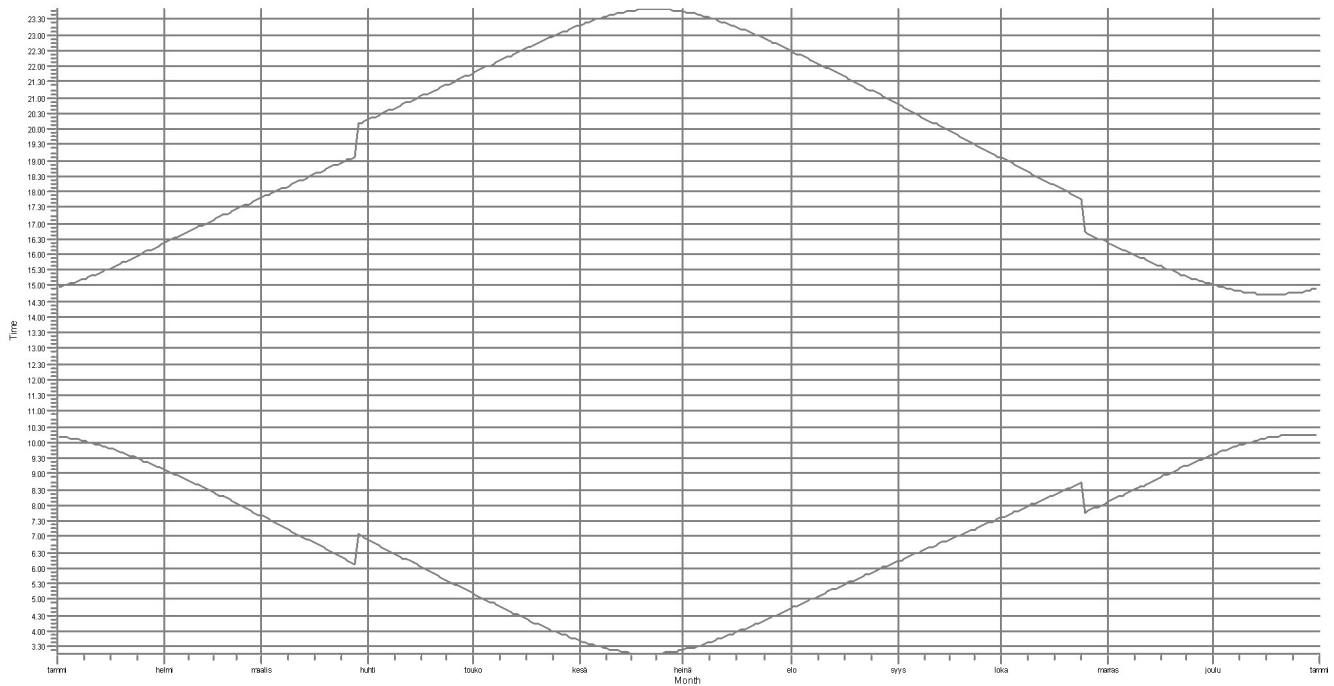


WTGs

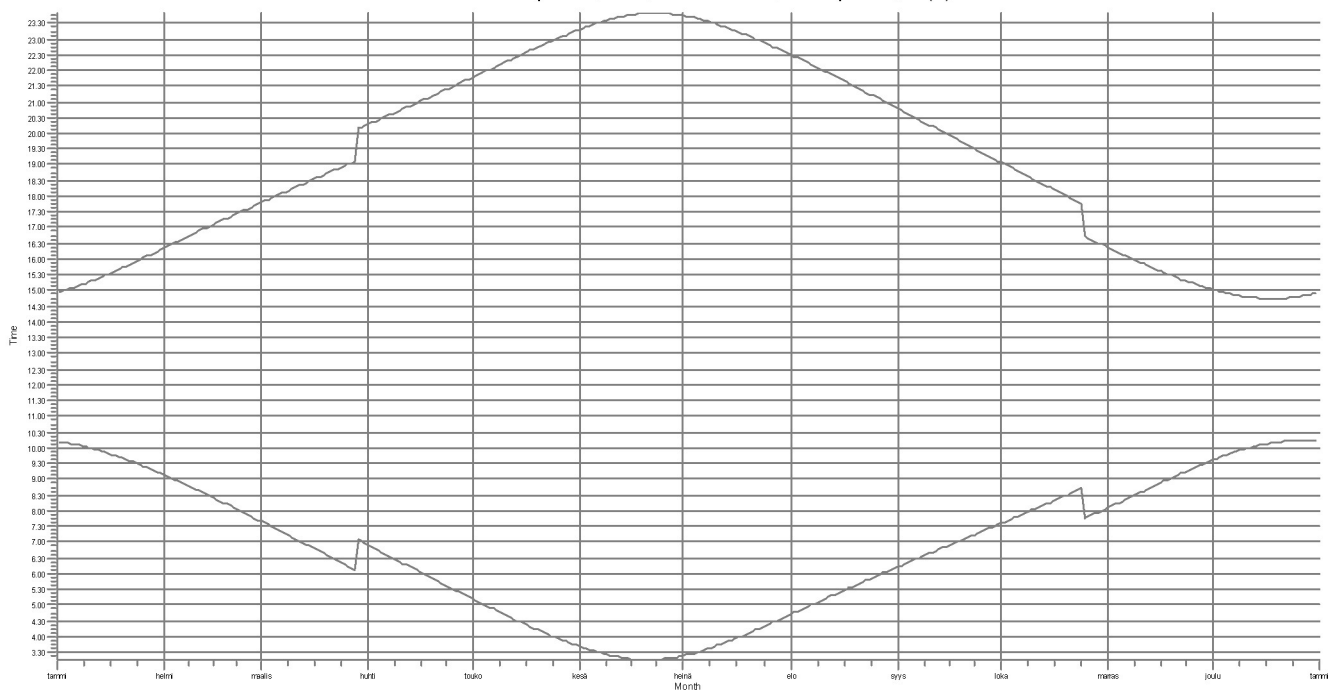
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: RES muut YHTEIS

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



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



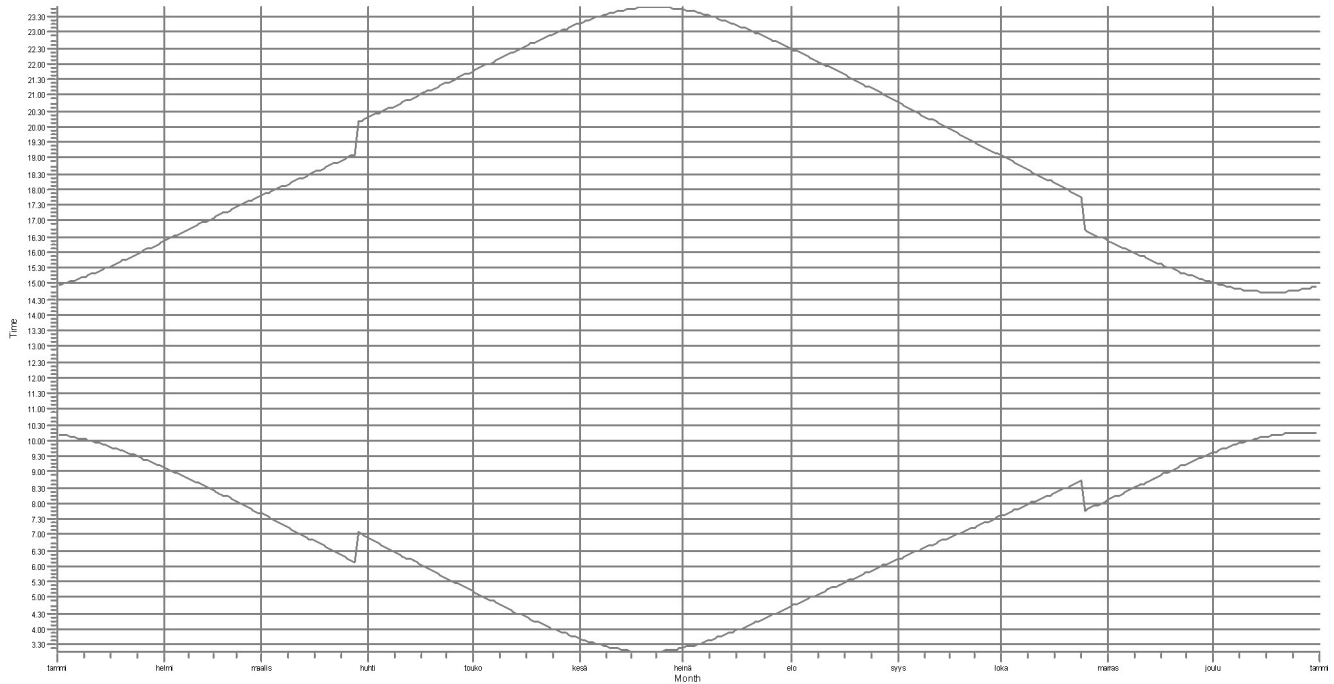
WTGs



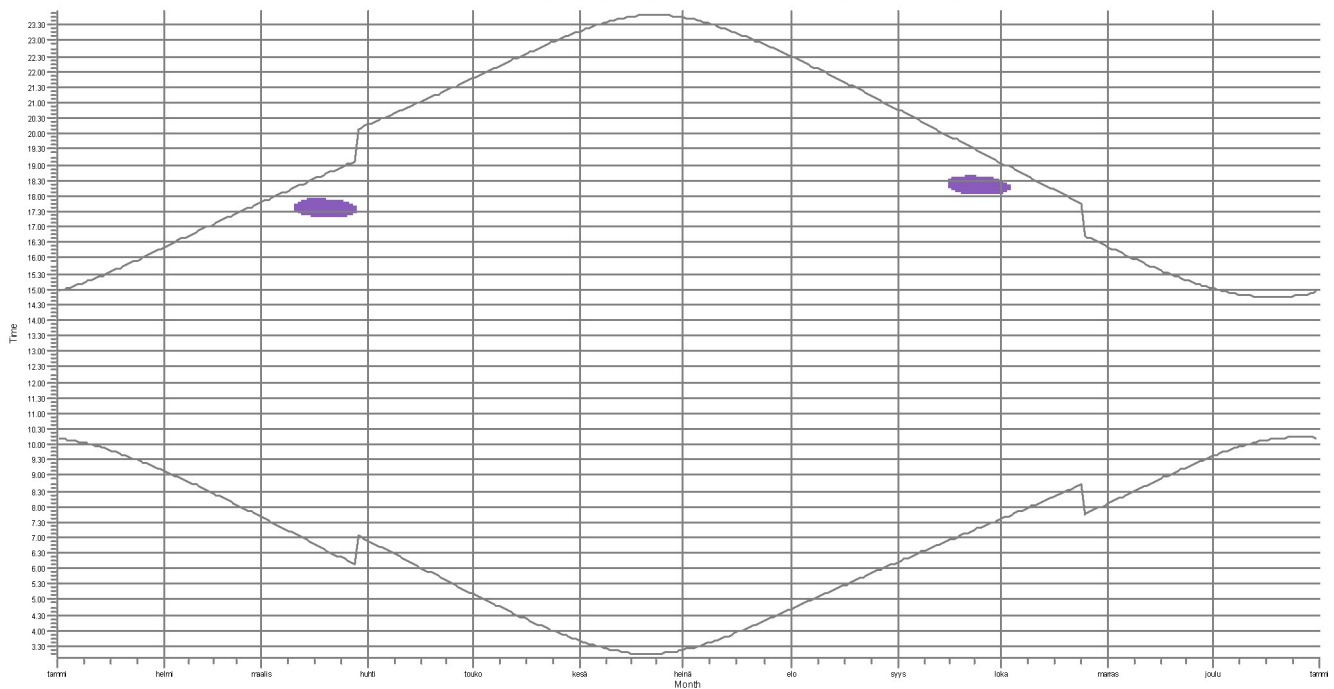
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: RES muut YHTEIS

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



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



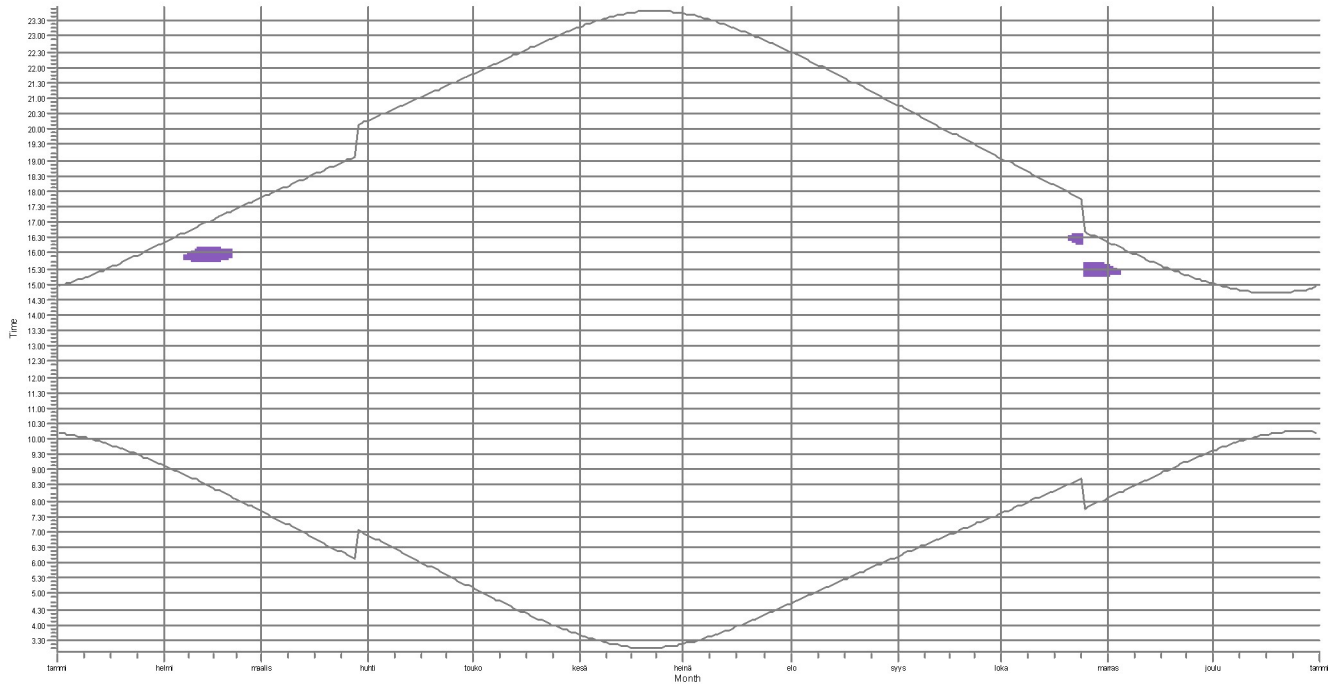
WTGs

45: NORDEX N163/6 X 6800 163.0 l'ol hub: 148.5 m (TOT: 230.0 m) (135)

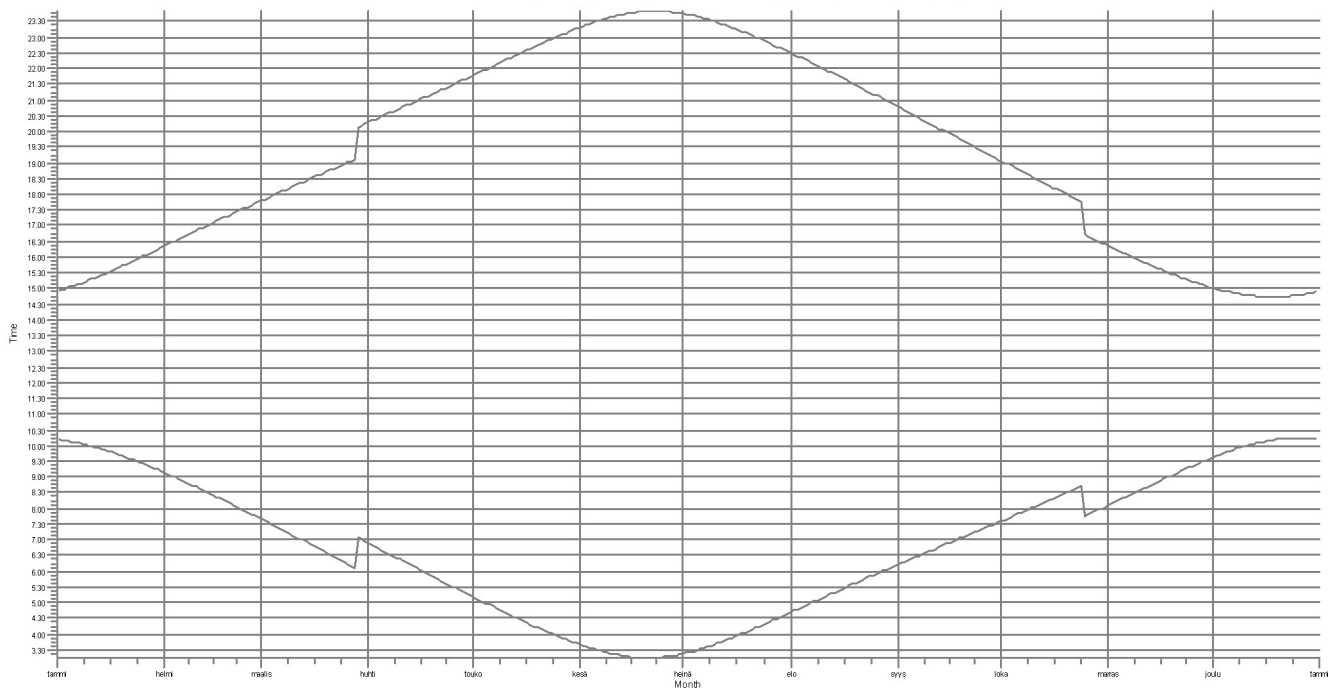
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: RES muut YHTEIS

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



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



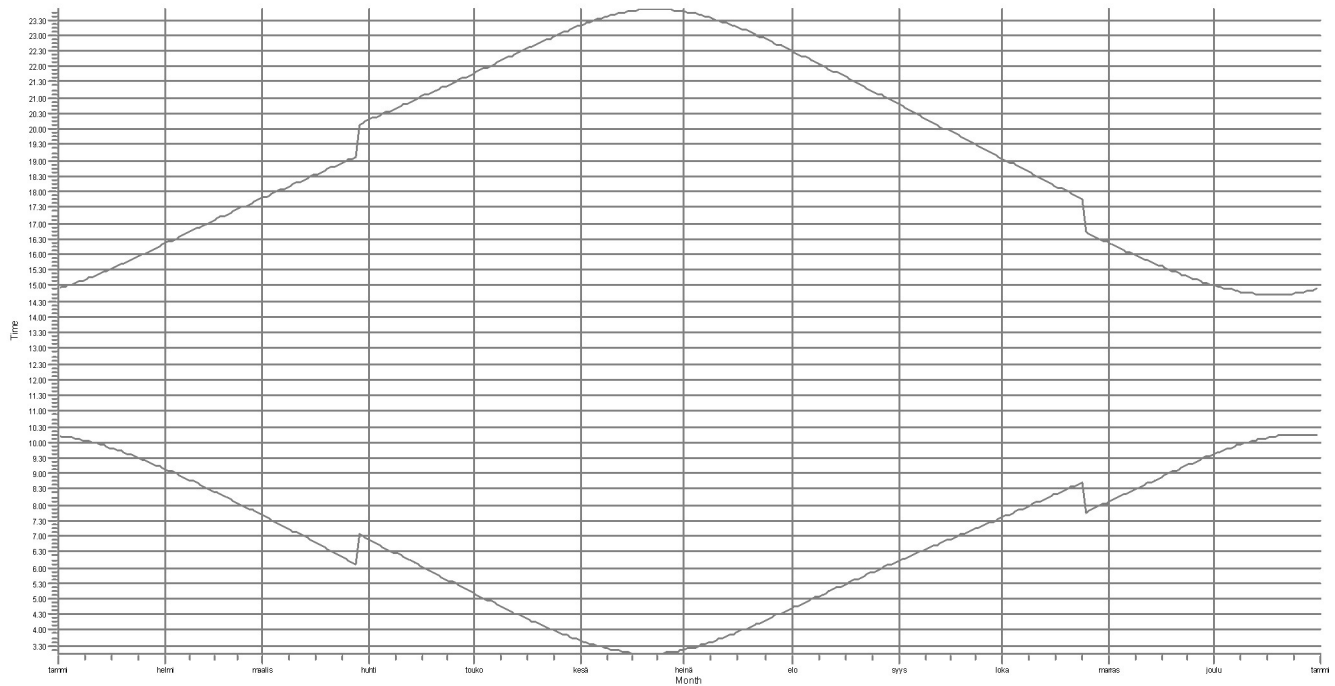
WTGs

45: NORDEX N163/6 X 6800 163.0 l'ol hub: 148.5 m (TOT: 230.0 m) (135)

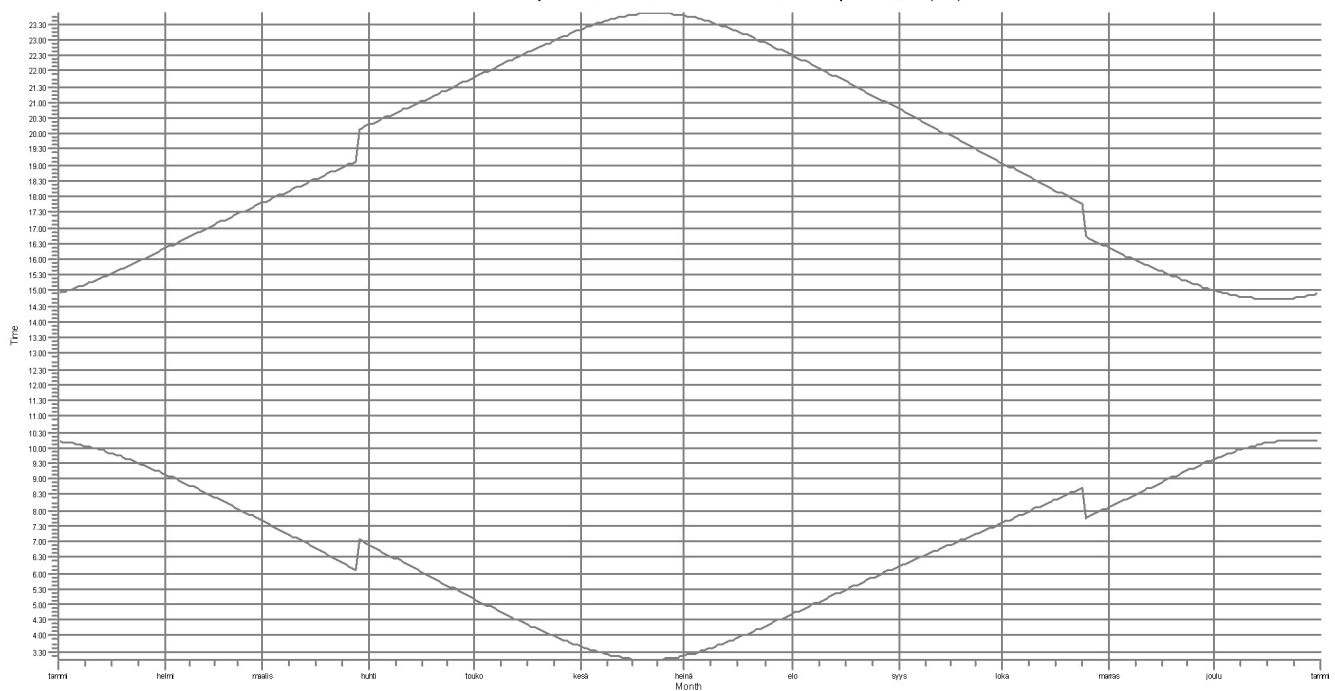
## SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: RES muut YHTEIS

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



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



WTGs