

Vastaanottaja
Energiequelle Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
8.3.2024

Viite
1510055894-003

BJÖRKBACKENIN TUULIVOIMAHANKE VÄLKEMALLINNUS

TUULIVOIMAHANKE VÄLKEMALLINNUS

Päivämäärä **8.3.2024**
Laatija **Maria Niemi**
Tarkastaja **Ville Virtanen**

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 2/2024 aineistoa.

Viite **1510055894-003**

SISÄLTÖ

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

1. YLEISTÄ

Energiequelle Oy suunnittelee tuulivoima-alueen rakentamista Björkbackenin alueelle Uuteenkaarlepyyhyn. Tässä työssä tarkasteltiin Björkbackenin tuulivoimapuiston välkevaikutuksia sekä välkkeen yhteisvaikutuksia lähimpien alueen muiden olemassa olevien tuulivoimalaitosten kanssa. Ympäristöministeriön Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) oppaan mukaisesti liikkuvasta varjosta puhutaan välkkeenä.

Työ on tehty Energiequelle Oy:n toimeksiannosta. Välkeselvityksestä on vastannut ins.(AMK) Maria Niemi.

2. VERTAILUARVOT

Tuulivoimaloista aiheutuvalle välkkeelle ei ole määritelty Suomessa raja- tai ohjearvoja. Ympäristöministeriön julkistamassa Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) oppaassa suositellaan käyttämään apuna muiden maiden suosituksia välkkeen rajoittamisesta. ^[1]

Eri maissa on annettu suunnitteluarvoja tai raja-arvoja välkkeen määrälle asutukselle tai muille altistuville kohteille. Saksassa on annettu ohjeistus (WEA-Schattenwurf-Hinweise) mallintamiseen sekä raja-arvot maksimivälketilanteessa sekä todellisessa tilanteessa ^[2]. Ruotsalaisessa suunnitteluohjeistuksessa viitataan saksalaiseen ohjeistukseen ja suositukset perustuvat pitkälti saksalaiseen ohjeistukseen ^[3]. Tanskassa on ohjeistuksena annettu, että vuotuinen todellinen välkemäärä tulee rajoittaa kymmeneen tuntiin vuodessa ^[4].

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

Maa	Real Case	Worst Case
Saksa	8 tuntia/vuosi	30 tuntia/vuosi 30 min/päivä
Ruotsi	8 tuntia/vuosi 30 min/päivä	-
Tanska	10 tuntia/vuosi	-

3. 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.

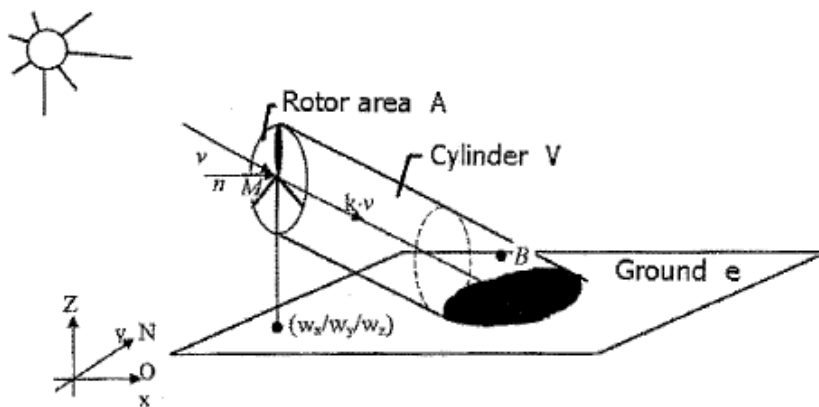
Laajimmalle varjo ulottuu, kun aurinko on matalalla. Toisaalta kun aurinko laskee riittävän matalalle, yhtenäistä varjoa ei enää muodostu. Tällöin valonsäteet joutuvat kulkemaan pitemmän matkan ilmakehän läpi, jolloin säteily hajaantuu. Vaikutusalueen koko riippuu tuulivoimalamallin dimensioista ja lavan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

4. MALLINNUSMENETELMÄ JA LÄHTÖTIEDOT

4.1 Mallinnusohjelma ja laskentamalli

Tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen esiintymisalue ja esiintymistiheys laskettiin EMD WindPRO 3.6 -ohjelman Shadow -moduulilla, joka laskee kuinka usein ja minkälaisina jaksoina tietty kohde on tuulivoimaloiden luoman liikkuvan varjon alaisena. Ohjelma on yleisesti käytössä tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen mallinnuksessa. Lisätietoja ohjelmasta ja laskentamallin kuvauksen saa internet-osoitteesta <http://www.emd.dk/> löytyvästä ohjelman käyttöohjeesta [5].

Ohjelmalla voidaan tehdä kahdentyyppisiä laskentoja, ns. Pahin tilanne (*Worst Case*)- ja Todellinen tilanne (*Real Case*) -laskelmia. Välkevyöhykekartan lisäksi ohjelmalla voidaan laskea yksittäisiin reseptoripisteisiin kohdistuvaa välkevaikutusta.



Kuva 1. Tuulivoimalan aiheuttaman liikkuvan varjon alue [5]

4.2 Välkelaskenta

Laskentapisteiden väliseksi etäisyydeksi määritettiin 10 metriä. Laskennan tarkastelukorkeutena käytettiin 1,5 metriä, eli noin ihmisen silmäkorkeutta. Laskennassa käytetyn saksalaisen ohjeituksen (joka on yleisesti käytössä oleva laskentatapa) mukaan välkevaikutusta laskettaessa auringonpaistekulman raja horisontista on kolme astetta, jonka alle menevää auringon säteilyä ei oteta huomioon ja laskennassa roottorin lavan tulee peittää vähintään 20 % auringosta [2].

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

Worst Case -laskenta antaa teoreettisen maksimivälkemäärän. Laskenta olettaa auringon paistavan koko ajan (auringonnoususta auringonlaskuun) ja tuulivoimaloiden oletetaan käyvän koko ajan sekä tuulen suunnan seuraavan aurinkoa siten, että välkettä syntyy tarkastelupisteeseen aina maksimaalinen määrä. Worst Case -laskennan vuosiarvot eivät siten vastaa tulevaa todellista 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 tuulenopeuden 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 -välkeyvyöhykelaskennan lisäksi laskentoja tehtiin myös yksittäisiin reseptoripisteisiin hankealueen ympäristössä.

4.3 Maastomalli

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

4.4 Tuulivoimatiedot

Laskennoissa huomioitiin 26 tuulivoimalaa taulukon 4 mukaisilla sijainneilla. Lisäksi yhteismallinnuksissa huomioitiin lähialueen tuulivoimalat. Mallinnus tehtiin Björkbackenin voimaloiden osalta käyttäen roottorin halkaisijaa 172 m ja napakorkeutta 194 m, eli kokonaiskorkeus on 280 m. Roottorikoon ja napakorkeuden lisäksi myös lavan muoto ja leveys vaikuttavat maksimivälke-ettäisyyteen. Lavan leveystiedot olivat:

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

Laitosmallien dimensioiden mukaan mallinnusohjelma laskee maksimivälke-ettäisyydeksi noin 2035 metriä.

Taulukko 4. Tuulivoimalaitosten koordinaatit (ETRS-TM35FIN)

Nro	x	y
1	278484	7040712
2	277899	7039806
3	278477	7040034
4	277897	7039150
5	278490	7039135
6	278906	7039594
7	277374	7037969
8	278449	7038469
9	279022	7038811
10	279667	7039372
11	277358	7037240
12	277969	7037504
13	278984	7038035
14	279586	7038239
15	280010	7038752
16	277394	7036593
17	277980	7036893
18	278677	7036871
19	279442	7037609
20	280188	7038023
21	278003	7036248
22	278565	7036089
23	279205	7036422
24	280130	7037012
25	278973	7035543
26	279588	7035781

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 syntymisen takana olevaan tarkastelupisteeseen
- ilman kirkkaus mahdollistaa varjon syntymisen

Real Case -mallinnuksessa tuotetaan paras mahdollinen ennuste tulevasta välketilanteesta alueella. Mallissa ei kuitenkaan huomioida rakennusten ja puuston peitevaikutusta. Jos tuulivoimalat eivät ole nähtävissä, eivät ne myöskään aiheuta välkevaikutuksia.

5. MALLINNUSTULOKSET

Björkbackenin tuulivoimahankkeen Real Case- laskennan mukainen välkkeen esiintymiskartta on esitetty liitteessä 1 ja yhteismallinnuksen mukainen esiintymiskartta liitteessä 3. Välkevyöhykelaskennan lisäksi tehtiin laskentoja 13 lähimpään reseptoripisteeseen, joiden tulokset on esitetty taulukossa 5.

Björkbackenin tuulivoimaloista aiheutuvat vuotuiset välkemäärät eivät ylitä 8 tuntia vuodessa yhdenkään asuin- tai loma-asunnon osalta. Yhteismallinnuksen mukaan muiden hankkeiden kanssa ei muodostu yhteisvaikutuksia.

Taulukko 5. Reseptoripistelaskentojen tulokset

Reseptori	Björkbacken, Real Case, h/a*	Yhteismallinnus, Real Case, h/a*
1	0:00	0:00
2	0:00	0:00
3	5:43	5:43
4	0:00	0:00
5	7:05	7:05
6	3:09	3:09
7	0:00	0:00
8	0:00	0:00
9	6:46	6:46
10	4:09	4:09
11	5:30	5:30
12	5:40	5:40
13	6:33	6:33

*tuntia vuodessa

Potentiaaliset välkkeen esiintymisajankohdat reseptoreissa on esitetty liitteessä 2 ja 4.

6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

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

Suomen säädöksissä ei ole määritetty sitovia ohje- tai raja-arvoja tuulivoimaloiden aiheuttamalle välkkeelle. Mallinnuksen mukaan Björkbackenin tuulivoimaloiden vuotuinen välkemäärä jää alle 8 tunnin (rajana Saksassa ja Ruotsissa) kaikkien ympäristön asuin- ja lomarakennusten kohdalla. Yhteismallinnuksen mukaan muiden hankkeiden kanssa ei muodostu yhteisvaikutuksia.

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 kyyvyssä rajoittaa tuulivoimaloiden näkyvyyttä. Jos tuulivoimalat eivät näy häiriintyvään kohteeseen, ei myöskään välkettä aiheudu.

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

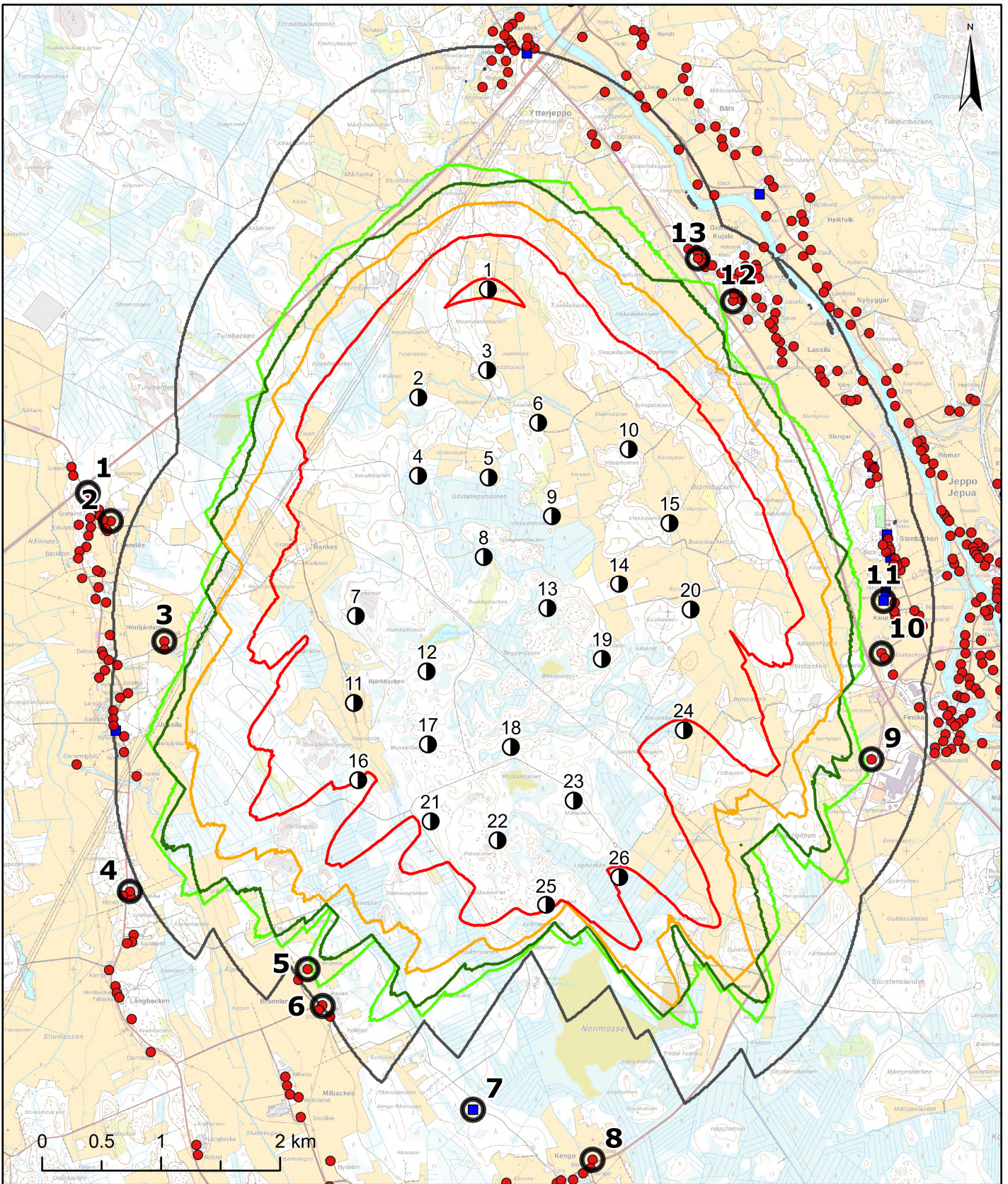
LÄHTEET

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) |
| Liite 2 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä (Björkbacken) |
| Liite 3 | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet (Yhteismallinnus) |
| Liite 4 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä (Yhteismallinnus) |



Energiequelle Oy
 Björkbacken tuulivoimapuisto
 En vindpark i Björkbacken
 Vätkemallinnus
 Skuggningsmodellering

Björkbacken:
 -layout 22.12.2023 (26 WTGs)
 -Vestas V172
 -hub height HH 194 m
 -rotor diameter, RD 172 m
 -total height TH 280 m

8.3.2024

Vätketuntia vuodessa
 Antal skuggtimmar per år
 Real Case (h/a)

- 0
- 8
- 10
- 15
- 30

- Tuulivoimala/Vindkraftverk, Björkbacken, TH280
- Asuinrakennus / Fast bostad
- Lomarakennus / Fritidsbostad
- Reseptorit / Receptor

Project:
Björkbacken

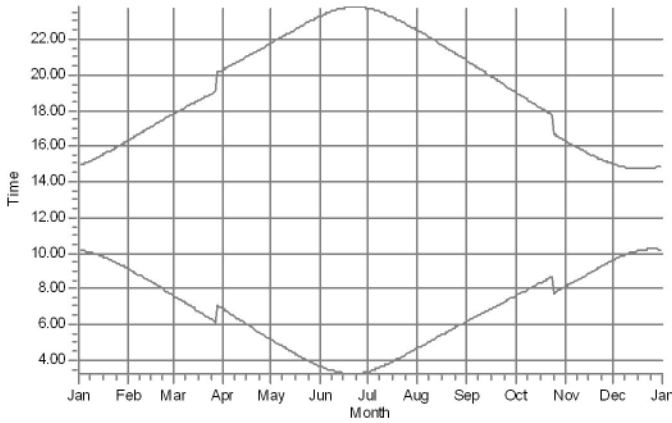
Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
 Calculated:
 16.2.2024 13.14/3.6.355

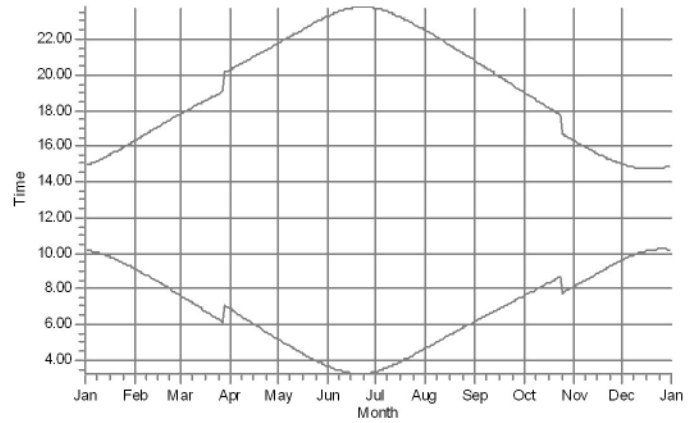
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Björkbacken_Kaavaluonnos_layout22122023_HH194_RD172_TH280_Mallinnus16022024

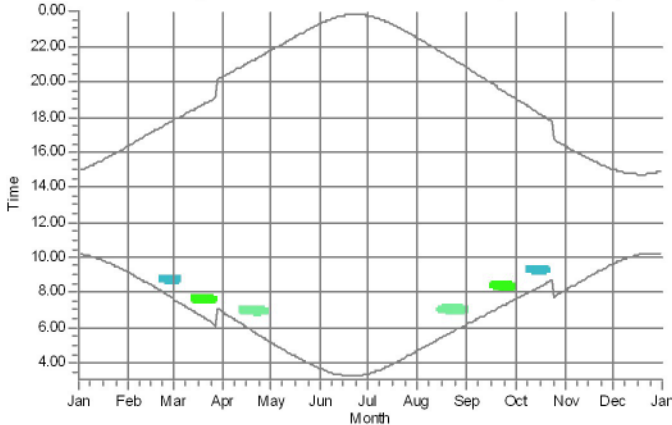
1: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 3.1° Slope: 90.0° (29)



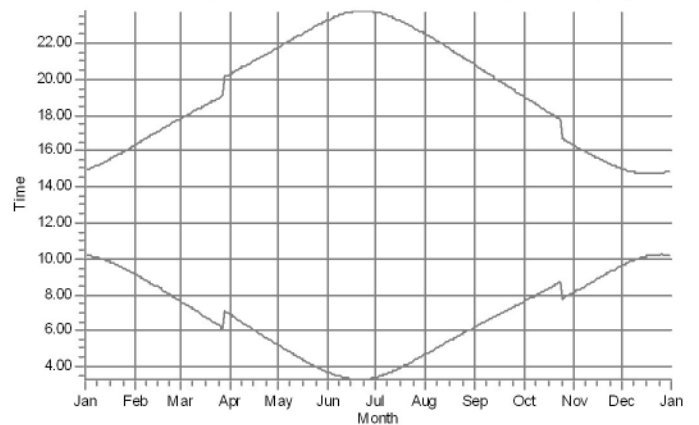
2: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 3.1° Slope: 90.0° (23)



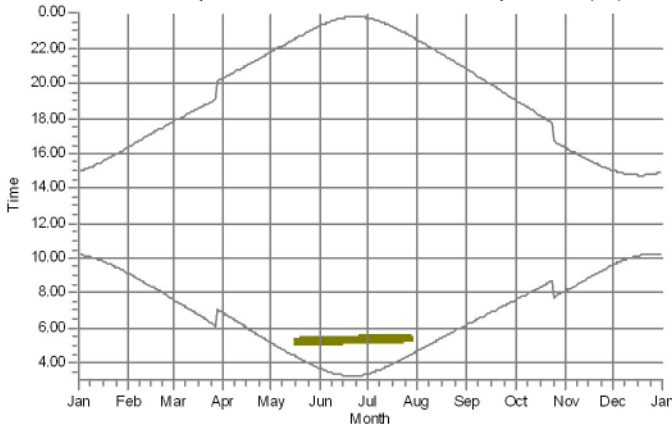
3: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 3.1° Slope: 90.0° (19)



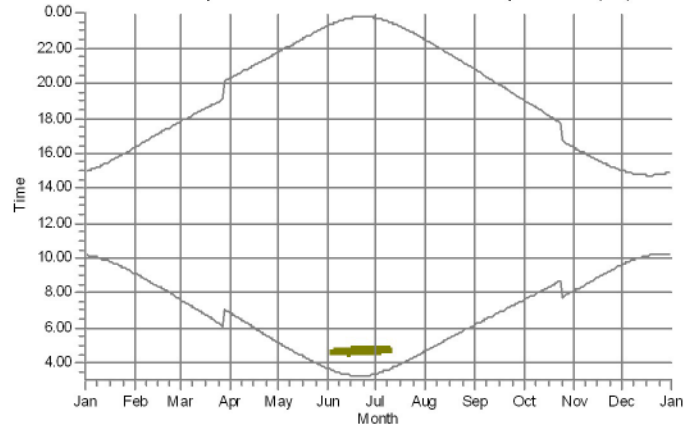
4: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 3.1° Slope: 90.0° (20)



5: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 3.1° Slope: 90.0° (21)



6: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 3.1° Slope: 90.0° (24)



WTGs

- 22: VESTAS V172-7.2 HH194 TH280 7200 172.0 IOI hub: 194.0 m (TOT: 280.0 m) (319)
- 11: VESTAS V172-7.2 HH194 TH280 7200 172.0 IOI hub: 194.0 m (TOT: 280.0 m) (327)

- 16: VESTAS V172-7.2 HH194 TH280 7200 172.0 IOI hub: 194.0 m (TOT: 280.0 m) (328)
- 7: VESTAS V172-7.2 HH194 TH280 7200 172.0 IOI hub: 194.0 m (TOT: 280.0 m) (335)

Project:
Björkbacken

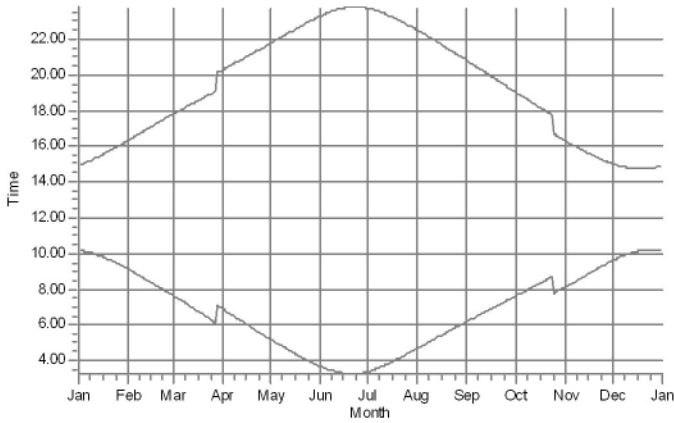
Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
 Calculated:
 16.2.2024 13.14/3.6.355

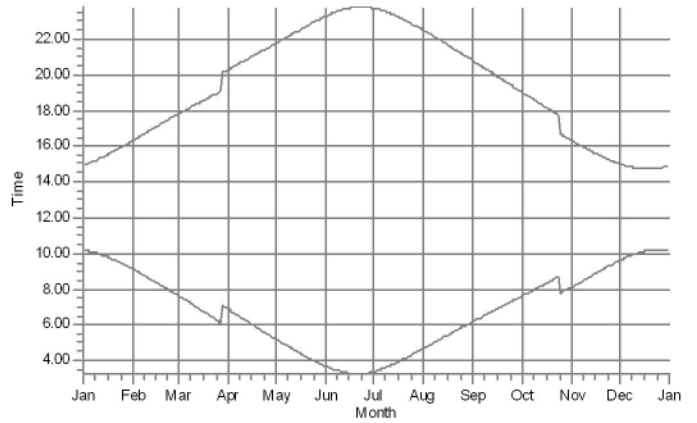
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Björkbacken_Kaavaluonnos_layout22122023_HH194_RD172_TH280_Mallinnus16022024

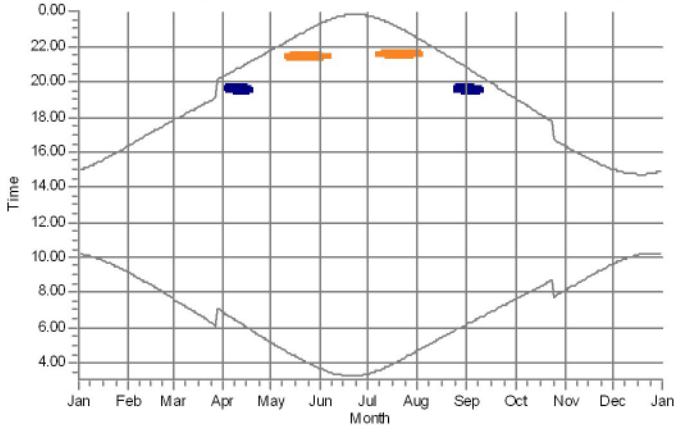
7: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 3.1° Slope: 90.0° (17)



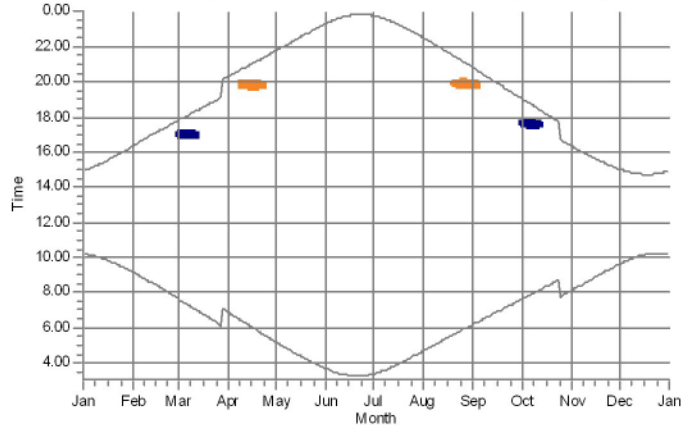
8: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 3.1° Slope: 90.0° (22)



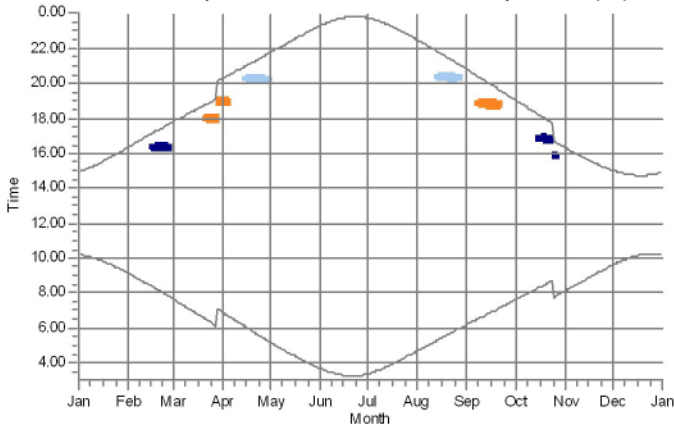
9: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 3.1° Slope: 90.0° (18)



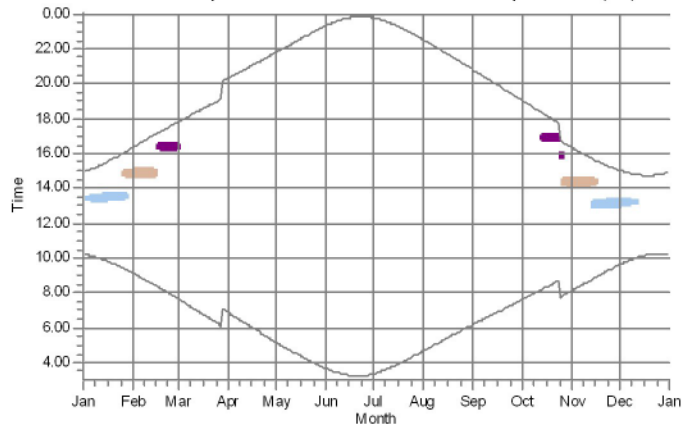
10: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 3.1° Slope: 90.0° (25)



11: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 3.1° Slope: 90.0° (26)



12: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 3.1° Slope: 90.0° (27)



WTGs

- 24: VESTAS V172-7.2 HH194 TH280 7200 172.0 IOI hub: 194.0 m (TOT: 280.0 m) (316)
- 6: VESTAS V172-7.2 HH194 TH280 7200 172.0 IOI hub: 194.0 m (TOT: 280.0 m) (320)
- 15: VESTAS V172-7.2 HH194 TH280 7200 172.0 IOI hub: 194.0 m (TOT: 280.0 m) (324)

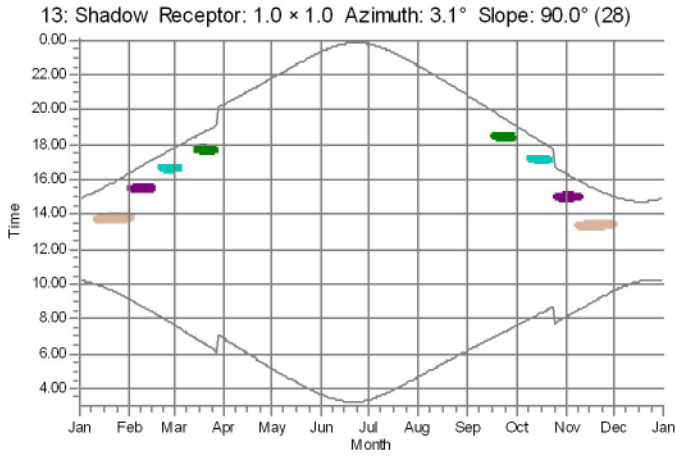
- 10: VESTAS V172-7.2 HH194 TH280 7200 172.0 IOI hub: 194.0 m (TOT: 280.0 m) (326)
- 20: VESTAS V172-7.2 HH194 TH280 7200 172.0 IOI hub: 194.0 m (TOT: 280.0 m) (332)

Project:
Björkbacken

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel
 -
 Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
 Calculated:
 16.2.2024 13.14/3.6.355

SHADOW - Calendar, graphical

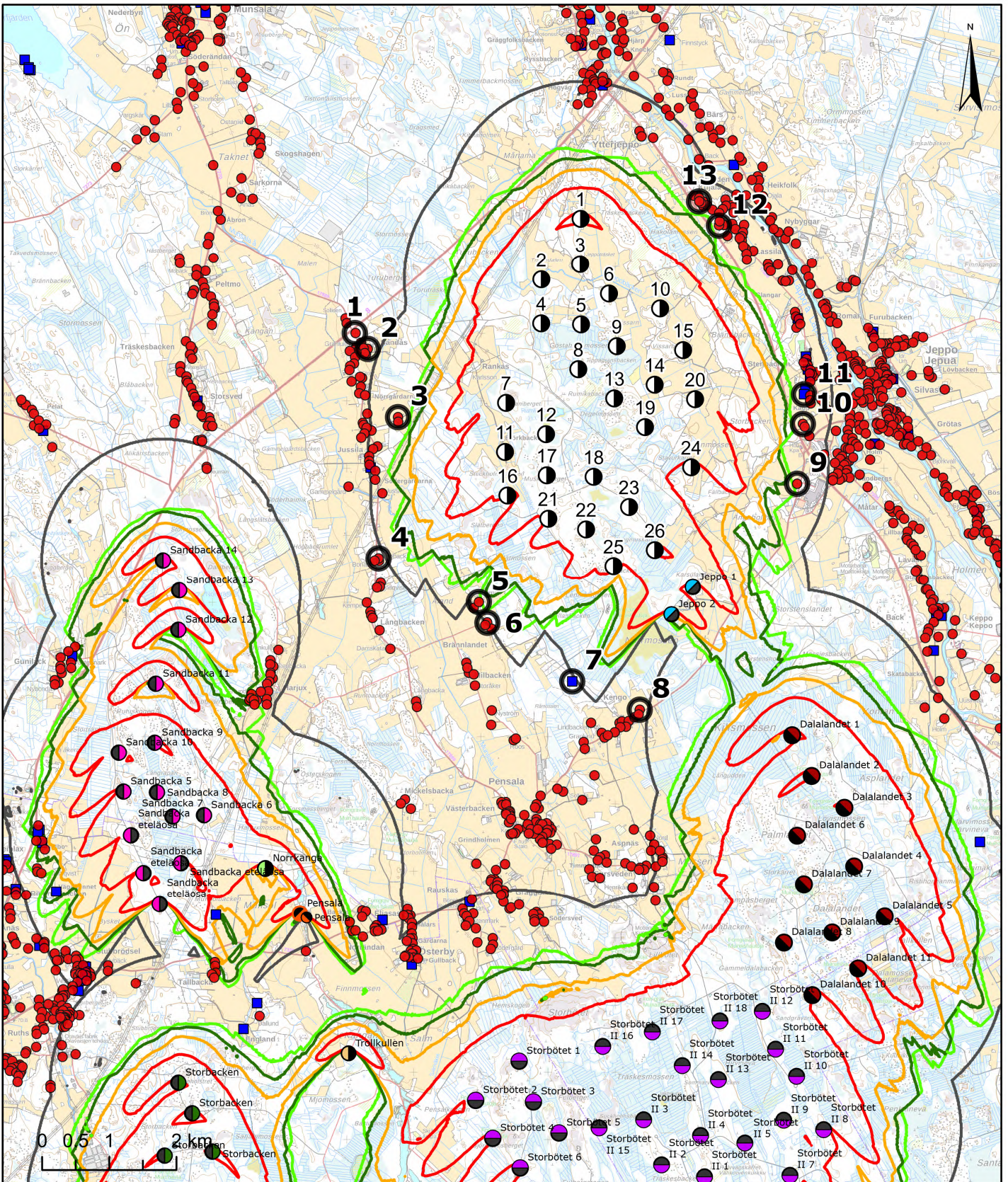
Calculation: Björkbacken_Kaavaluonnos_layout22122023_HH194_RD172_TH280_Mallinnus16022024



WTGs

- 1: VESTAS V172-7.2 HH194 TH280 7200 172.0 10! hub: 194.0 m (TOT: 280.0 m) (310)
- 6: VESTAS V172-7.2 HH194 TH280 7200 172.0 10! hub: 194.0 m (TOT: 280.0 m) (320)

- 10: VESTAS V172-7.2 HH194 TH280 7200 172.0 10! hub: 194.0 m (TOT: 280.0 m) (326)
- 3: VESTAS V172-7.2 HH194 TH280 7200 172.0 10! hub: 194.0 m (TOT: 280.0 m) (330)



Energiequelle Oy
 Björkbacken tuulivoimapuisto
 En vindpark i Björkbacken
 Yhteisvälkemallinnus
 Sammanskuggningsmodellering

Björkbacken:
 -layout 22.12.2023 (26 WTGs)
 -Vestas V172
 -hub height HH 194 m
 -rotor diameter, RD 172 m
 -total height TH 280 m

8.3.2024

Välketuntia vuodessa
 Antal skuggtimmar per år
 Real Case (h/a)

- 0
- 8
- 10
- 15
- 30

- Asuinrakennus / Fast bostad
- Lomarakennus / Fritidsbostad
- Reseptorit / Receptor
- Tuulivoimala / Vindkraftverk, Björkbacken, TH280
- Dalalandet, TH300
- Jeppo, TH200
- Norrkanga, TH250
- Pensala, TH50
- Pensala, TH148
- Sandbacka, TH210
- Sandbacka eteläosa, TH210
- Storbacken, TH220
- Storbötet, TH270
- Storbötet II, TH250
- Trollkullen, TH200

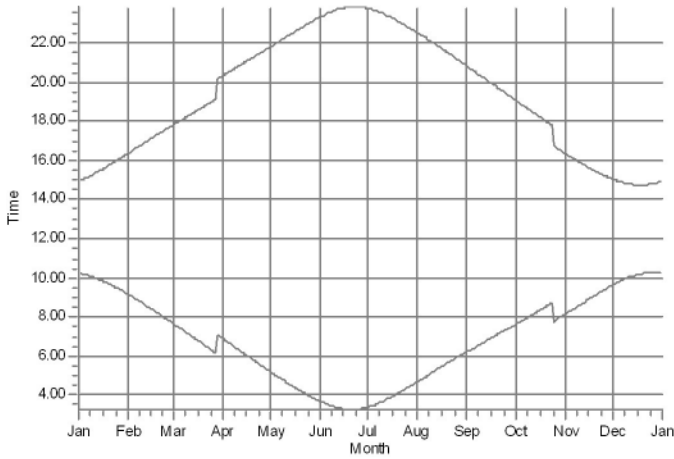
Project:
Björkbacken

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel
 -
 Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
 Calculated:
 7.3.2024 12.28/3.6.355

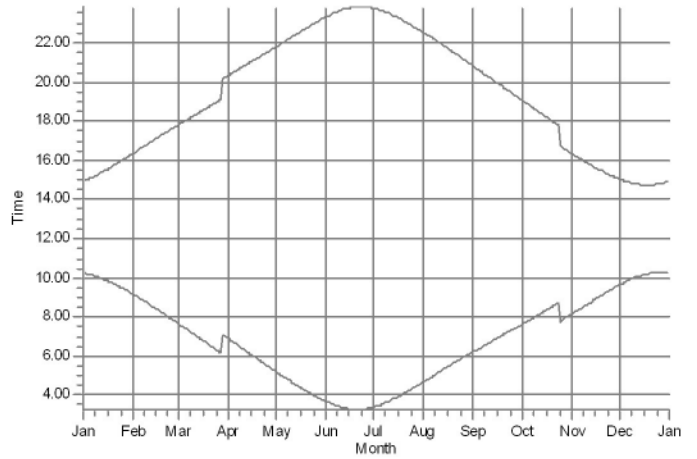
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Yhteismallinnus_Bjorkbacken_Kaavaluonnos_layout22122023_Yhteismallinnus06032024

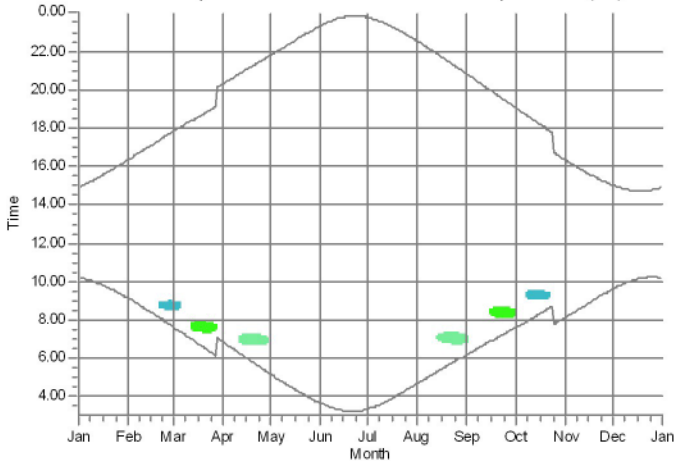
1: Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (29)



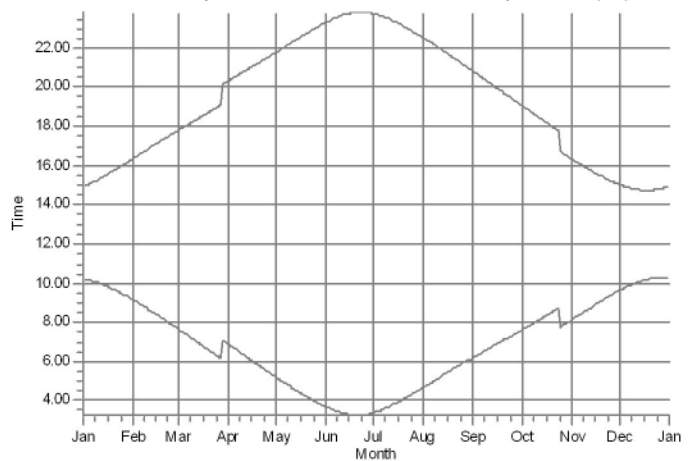
2: Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (23)



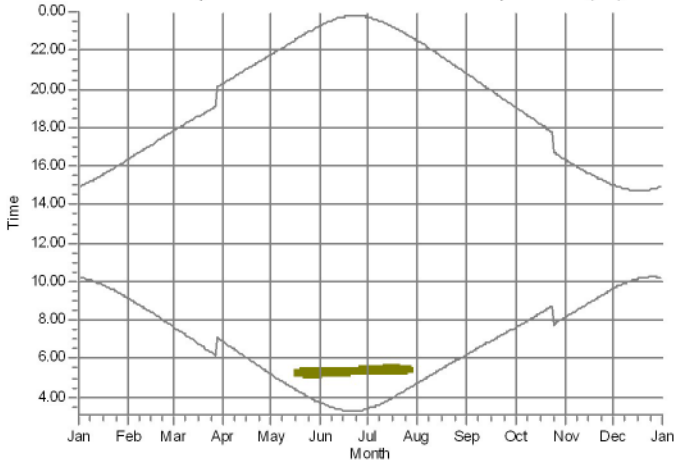
3: Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (19)



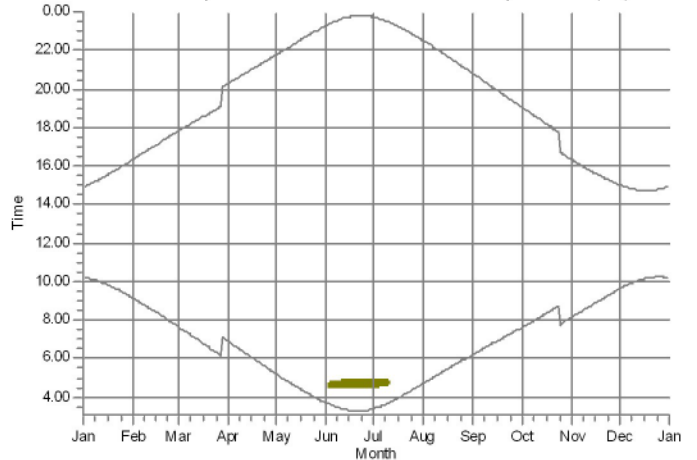
4: Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (20)



5: Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (21)



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



WTS

22: VESTAS V175-7.2 116194 T1030 720 172.0 ICI h= 194.0 m (TOT: 280.0 m) (218) 11: VESTAS V175-7.2 116194 T1030 720 172.0 ICI h= 194.0 m (TOT: 280.0 m) (227) 16: VESTAS V175-7.2 116194 T1030 720 172.0 ICI h= 194.0 m (TOT: 280.0 m) (230) 7: VESTAS V175-7.2 116194 T1030 720 172.0 ICI h= 194.0 m (TOT: 280.0 m) (232)

Project:
Björkbacken

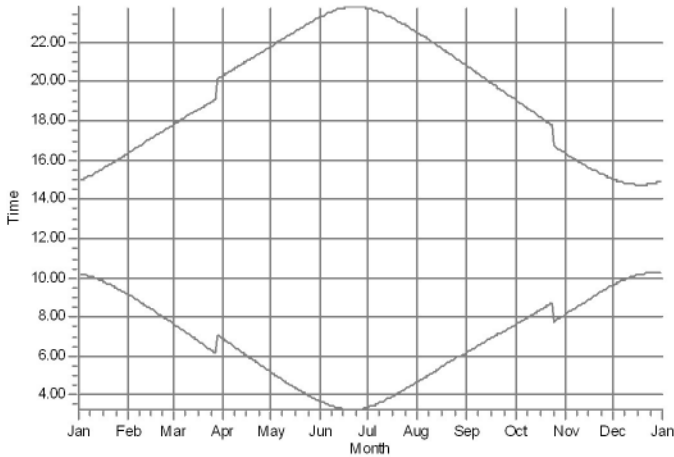
Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel

Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
7.3.2024 12.28/3.6.355

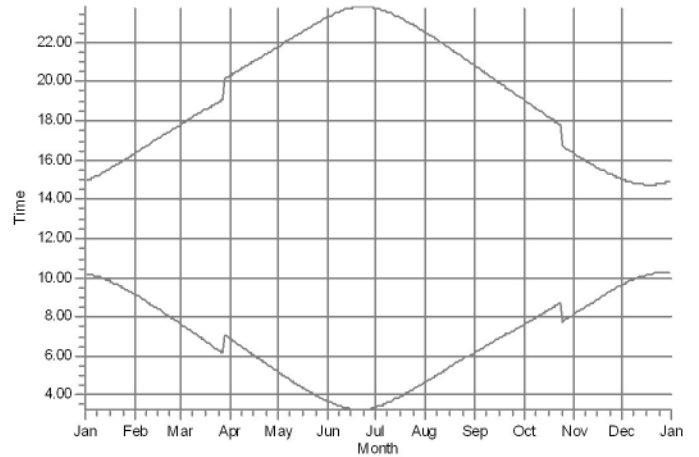
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Yhteismallinnus_Bjorkbacken_Kaavaluonnos_layout22122023_Yhteismallinnus06032024

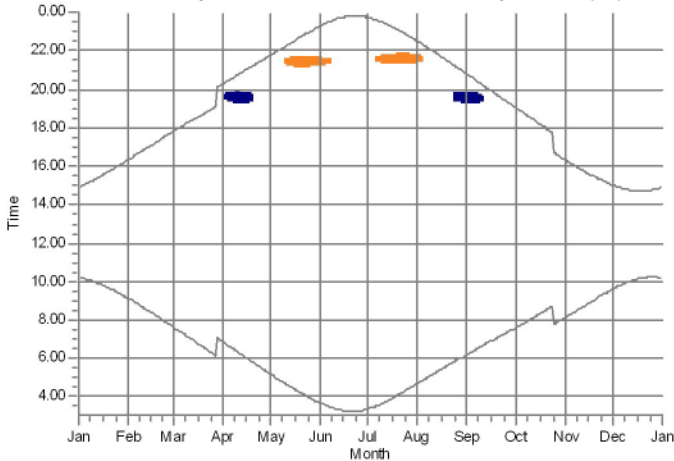
7: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (17)



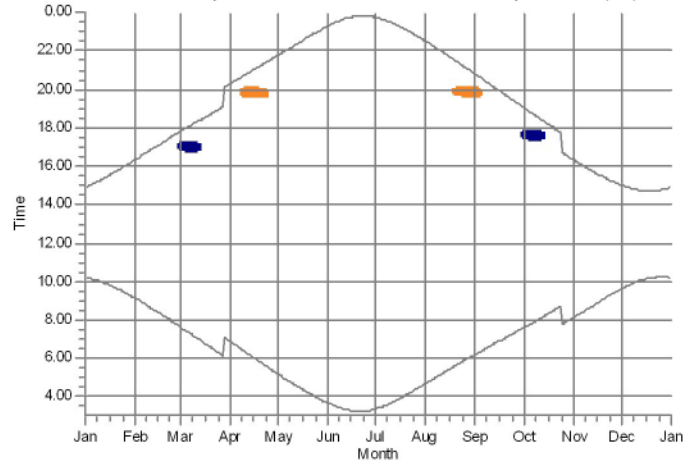
8: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (22)



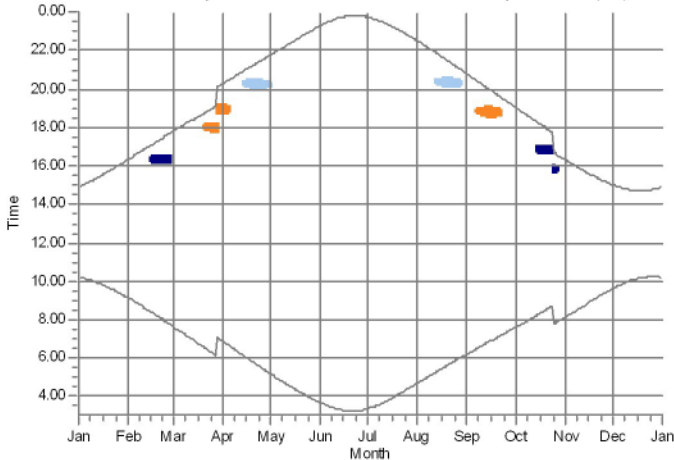
9: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (18)



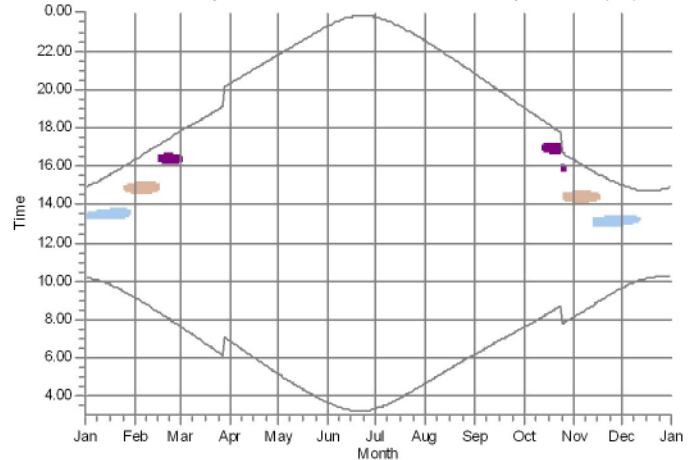
10: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (25)



11: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (26)



12: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (27)



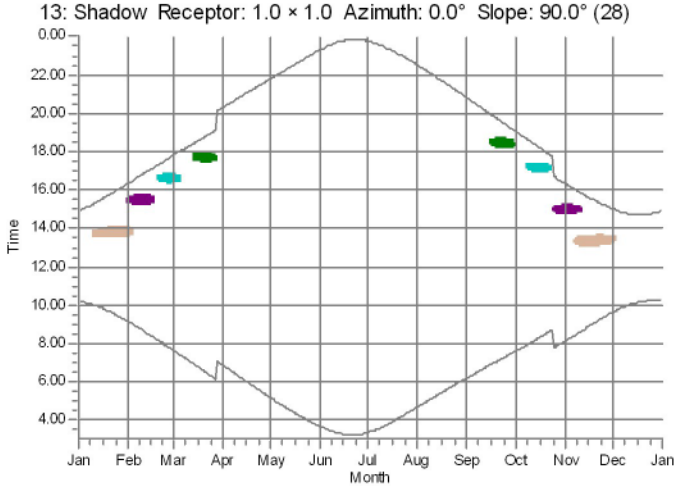
WTS
 34: VESTAS V175-7.2 181694 T1038 7300 172.0 ICI hub: 194.0 m (TOT: 260.0 m) (D18)
 6: VESTAS V175-7.2 181694 T1038 7300 172.0 ICI hub: 194.0 m (TOT: 260.0 m) (D30)
 15: VESTAS V175-7.2 181694 T1038 7300 172.0 ICI hub: 194.0 m (TOT: 260.0 m) (D24)
 10: VESTAS V175-7.2 181694 T1038 7300 172.0 ICI hub: 194.0 m (TOT: 260.0 m) (D36)
 30: VESTAS V175-7.2 181694 T1038 7300 172.0 ICI hub: 194.0 m (TOT: 260.0 m) (D32)

Project:
Björkbacken

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel
 -
 Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
 Calculated:
 7.3.2024 12.28/3.6.355

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Yhteismallinnus_Bjorkbacken_Kaavaluonnos_layout22122023_Yhteismallinnus06032024



WTS4
 1: VISTAG V175-7.2 146194 TH080 7200 172.0 KOI hAb: 194.0 m (TOT: 286.0 m) (210)
 6: VISTAG V175-7.2 146194 TH080 7200 172.0 KOI hAb: 194.0 m (TOT: 286.0 m) (230)
 10: VISTAG V175-7.2 146194 TH080 7200 172.0 KOI hAb: 194.0 m (TOT: 286.0 m) (230)
 3: VISTAG V175-7.2 146194 TH080 7200 172.0 KOI hAb: 194.0 m (TOT: 286.0 m) (230)