

Vastaanottaja
Fortum Oyj

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
30.10.2025

Viite
1510054060-004

BREDÅSEN TUULIVOIMA- PUISTO, NÄRPIÖ VÄLKEMALLINNUS

BREDÅSEN TUULIVOIMAPUISTO, NÄRPIÖ

VÄLKEMALLINNUS

Päivämäärä **30.10.2025**
Laatija **Sofia Lybäck**
Tarkastaja **Maria Niemi**

Tuulivoimahankkeen välkemallinnus

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 09/2024 aineistoa.

Viite 1510054060-004

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	Tuulivoimalatiedot	3
4.5	Laskentojen epävarmuus	4
5.	Mallinnustulokset	4
6.	Yhteenveto ja johtopäätökset	5
LÄHTEET		5
LIITTEET		5

1. YLEISTÄ

Fortum suunnittelee Närpiön kaupungin alueelle Bredåsenin tuulivoimapuistoa. Tässä työssä tarkasteltiin Bredåsenin tuulivoimapuiston välkevaikutuksia sekä välkkeen yhteisvaikutuksia lähimpien tuulivoimamahankkeiden kanssa. Ympäristöministeriön Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) oppaan mukaisesti liikkuvasta varjosta puhutaan välkkeenä.

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

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. ^[1]

Eri maissa on annettu suunnitteluarvoja tai raja-arvoja välkkeen määrälle asutukselle tai muille altistuville kohteille. Saksassa on annettu ohjeistus (WEA-Schattenwurf-Hinweise) mallintamiseen sekä raja-arvot maksimivälketilanteessa (Worst Case) sekä todellisessa tilanteessa (Real Case) ^[2]. Ruotsalaisessa suunnitteluohjeistuksessa viitataan saksalaiseen ohjeistukseen ja suositukset perustuvat pitkälti saksalaiseen ohjeistukseen ^[3]. Tanskassa on ohjeistuksena annettu, että 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 tiettyssä katselupisteessä vain tiettyjen valaistusolosuhteiden täyttyessä ja tiettyinä aikoina vuorokaudesta ja vuodesta. Välkettä ei esiinny, kun aurinko on pilvessä tai kun tuulivoimala ei ole käynnissä, tai auringon asema on välkkeen muodostumiselle epäedullinen. Myös tuulen suunnalla on vaikutusta varjon muodostukselle. Poikittain aurinkoon oleva voimala aiheuttaa erilaisen varjon kuin kohtisuoraan aurinkoon suuntautunut voimala.

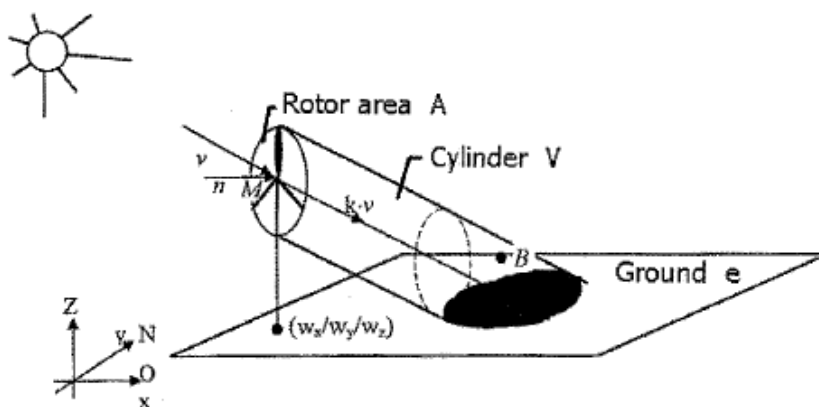
Laajimmalle varjo ulottuu, kun aurinko on matalalla. Toisaalta kun aurinko laskee riittävän matalalle, yhtenäistä varjoa ei enää muodostu. Tällöin valonsäteet joutuvat kulkemaan pitemmän matkan ilmakehän läpi, jolloin säteily hajaantuu. Vaikutusalueen koko riippuu tuulivoimalamallin dimensioista ja lavan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

4. MALLINNUSMENETELMÄ JA LÄHTÖTIEDOT

4.1 Mallinnusohjelma ja laskentamalli

Tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen esiintymisalue ja esiintymistiheys laskettiin EMD WindPRO 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].

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 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 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	8375

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 Bredåsenin 34 tuulivoimalaa taulukon 4 mukaisilla sijainneilla. Lisäksi yhteismallinnuksessa huomioitiin alueen lähimpien tuulivoimahankkeiden tuulivoimalat.

Mallinnus tehtiin Nordex N163-5.X laitosmallille, jonka roottorin halkaisija on 200 metriä ja napa-korkeus 190 m. Roottorikoon ja napakorkeuden lisäksi myös lavan muoto ja leveys vaikuttavat maksimivälke-etäisyyteen, joka on mallinnusohjelman mukaan tälle laitosmallille noin 2039 metriä. Lavan leveytiedot:

- Max blade width = 4,32 m
- Blade width for 90 % radius = 1,69 m

Taulukko 4. Tuulivoimalaitosten koordinaatit (ETRS-TM35FIN).

Voimala-numero	X	Y
BR01	217201	6945902
BR03	216892	6945124
BR06	217809	6945436
BR07	218574	6945308
BR08	218129	6946394
BR10	218086	6944470
BR11	218101	6943686
BR12	219354	6944957
BR13	219405	6945725
BR14	219194	6946455
BR15	219911	6944279
BR16	220426	6943459
BR17	219113	6943922
BR18	219412	6943338
BR19	218364	6942657
BR21	219632	6942354
BR22	219004	6942365
BR23	218311	6941841
BR25	218889	6941526
BR26	218979	6940722
BR28	218413	6939846
BR31	217904	6939202
BR32	218236	6938576
BR33	218920	6939588
BR34	219579	6938725

BR35	218883	6938859
BR37	219549	6939412
BR38	220097	6939978
BR39	219761	6940507
BR40	219779	6941463
BR41	220287	6942388
BR42	220435	6941112
BR43	220926	6942098
BR44	221082	6942909

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

5. MALLINNUSTULOKSET

Välkkeen esiintymiskartta on esitetty liitteessä 1. Yhteismallinnuksen mukainen välkkeen esiintymiskartta on esitetty liitteessä 2. Välkevyöhykelaskennan lisäksi tehtiin laskentoja 9 reseptoripisteeseen, joiden sijainnit on esitetty liitteenä olevassa välkekartassa ja tulokset taulukossa 5.

Bredåsenin tuulivoimaloista aiheutuvat vuotuiset välkemäärät eivät ylitä 8 tunnin välkemäärää yhdessäkään reseptoripisteessä. Bredåsenin ja lähialueen yhteismallinnuksessa 8 tunnin välkemäärä ei ylity yhdessäkään reseptoripisteessä.

Taulukko 5. Reseptoripistelaskentojen tulokset

Reseptori	Real Case, h/a*	Yhteismallinnus Real Case, h/a*
O	4:12	4:12
P	0:00	0:00
Q	7:07	7:07
T	2:09	2:09
U	3:53	3:53
V	0:00	0:00
X	5:45	5:45
Y	0:00	0:00
Z	1:55	1:55

6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mallinnuksella tarkasteltiin Närpiön Bredåsenin suunniteltujen tuulivoimaloiden välkevaikutuksia tuulivoimaloiden ympäristössä. Laitosmallin napakorkeutena käytettiin 190 m ja roottorin halkaisijana 200 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 Bredåsenin tuulivoimahankkeen ympäristössä yksikään reseptoripisteistä ei jää 8h/a välkevaikutusalueelle. Bredåsenin ja lähialueen tuulivoimaloiden yhteismallinnuksessa ei muodostu yhteisvaikutuksia.

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

Vuosittaiseen todelliseen välkevaikutukseen vaikuttaa, kuinka tarkkaan vuosittainen tuulivoimaloiden toiminta ja sääolosuhteet vastaavat mallinnuksessa käytettyjä arvoja, sekä lisäksi muun muassa voimaloiden näkyminen tai näkymisen estyminen esimerkiksi puuston tai rakennusten vuoksi. Rakennusten ohella myös puustovyöhykkeet rajoittavat välkevaikutuksia ympäristössä, mutta puuston on kuitenkin oltava riittävän tiheää ja korkeata sekä 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.

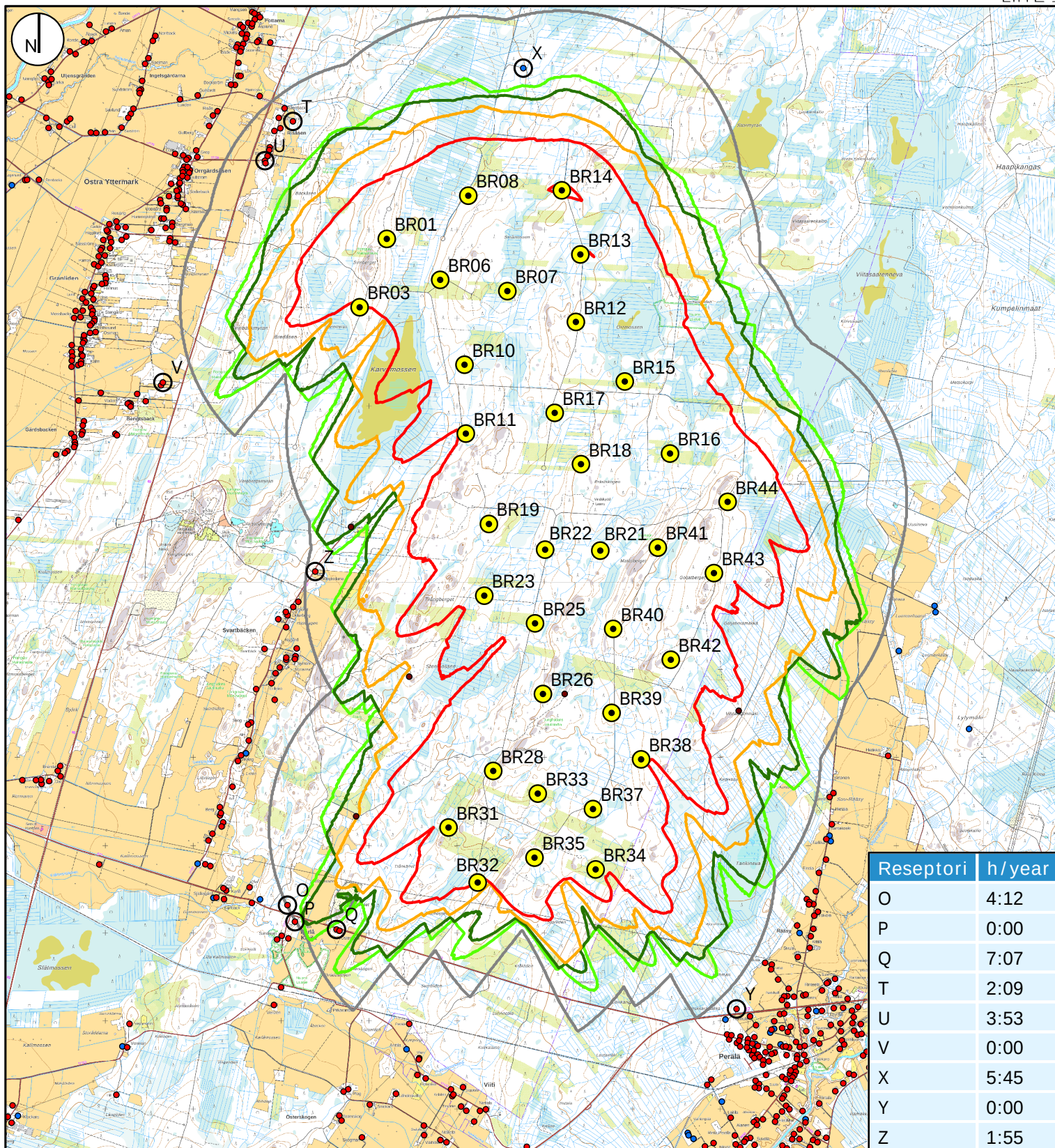
Välkkeen syntyyn voidaan vaikuttaa tuulivoimalaan liitettävällä teknisellä ohjauksella. Järjestelmä monitoroi jatkuvasti ja automaattisesti välkkeen muodostumista voimalan nasellin päälle tai runkoon asennettavilla valosensoreilla. Järjestelmä laskee muodostumisen mahdollisuutta tietyssä suunnassa valoisuuden 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 |
| Liite 2 | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet, Yhteismallinnus |
| Liite 3 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä |
| Liite 4 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä, Yhteismallinnus |


RAMBOLL

Fortum Oyj
Bredåsen tuulivoimapaisto

29.8.2025 SLy

Mittakaava (A4): 1:60 000

0 0,5 1 2 km

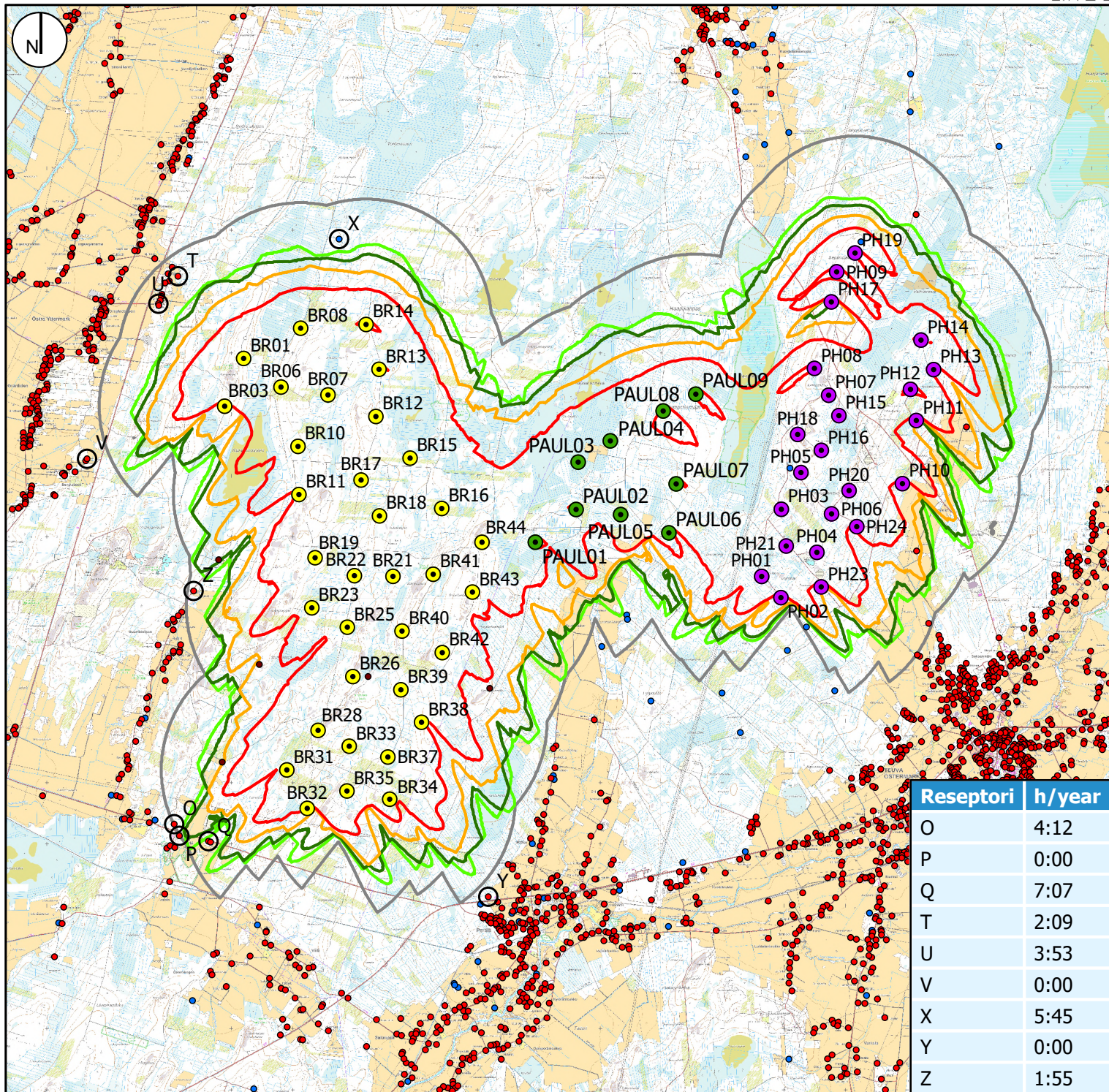
Välkemallinnus
(WindPro 4.0)

Layout 34WTG
NORDEX N163-5.X
Napakorkeus (HH): 190 m
Roottorin halkaisija (RD): 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 290 m

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

— 0
— 8
— 10
— 15
— 30

- Reseptoripisteet
- Asuinrakennukset
- Lomarakennukset
- Metsästysmaja, sauna tms.
- Bredåsen voimalat


RAMBOLL

Fortum Oyj
Bredåsen vindkraftspark /
tuulivoimapuisto

Skuggningsmodellering/
Välkemallinnus (WindPro 4.0)

Huomioitu Paulakankaan ja
Paskoonharjun voimalat

30.10.2025 SLy

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

Bredåsen 34 WTG
NORDEX N163-5.X
Napakorkeus (HH): 190 m
Roottorin halkaisija (RD): 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 290 m

Paulakangas 9 WTG
NORDEX N163/6X-6.8
Napakorkeus (HH): 200 m
Roottorin halkaisija (RD): 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 300 m

Paskoonharju 23 WTG
VESTAS V150-6.0
Napakorkeus (HH): 155 m
Roottorin halkaisija (RD): 150 m
Kokonaiskorkeus (TH): 230 m

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

— 0
— 8
— 10
— 15
— 30

- Reseptoripunkter / Reseptoripisteet
- Jaktstuga, bastu e.d. / Metsästysmaja, sauna tms.
- Bostadshus / Asuinrakennukset
- Fritidshus / Lomarakennukset
- Bredåsen kraftverk / voimalat
- Paulakankaan kraftverk / voimalat
- Paskoonharjun kraftverk / voimalat

Project:

Bredasen_valkemaalinnus_19092024

Licensed user:

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

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

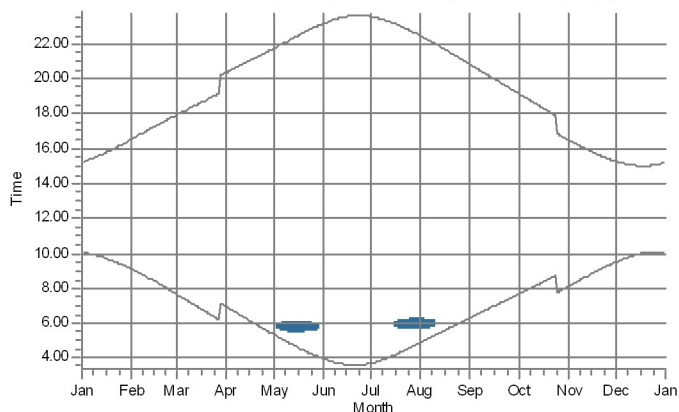
Calculated:

29.8.2025 14.55/4.0.552

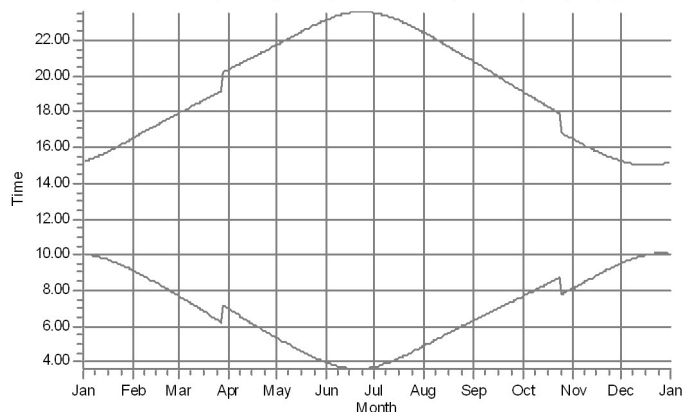
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow_Bredasen_RD200_HH190_layout06052025_mallinnus_29082025_fine

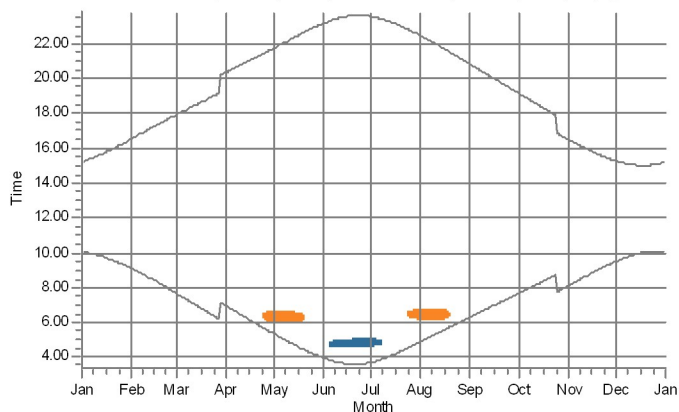
O: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 0,0° (6)



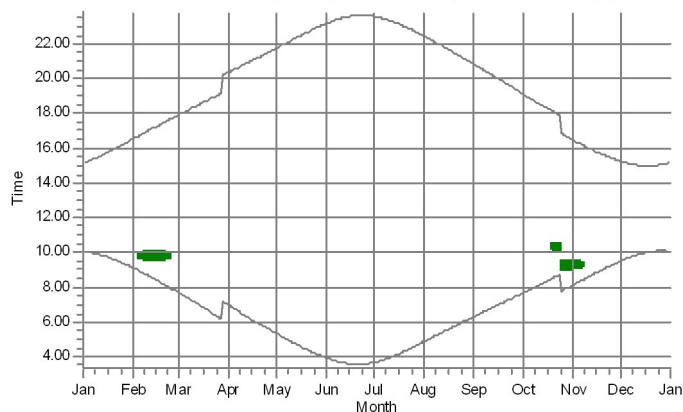
P: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 0,0° (7)



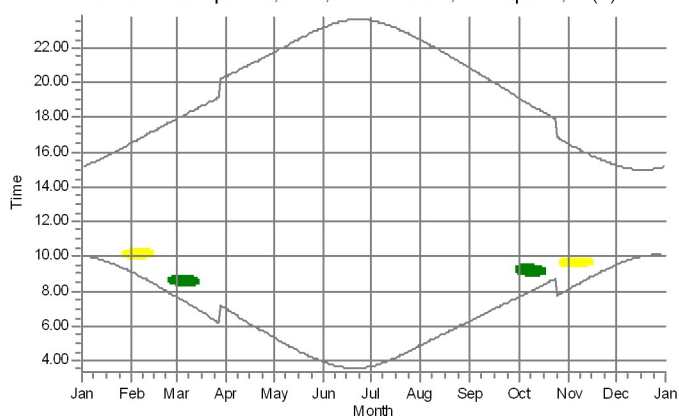
Q: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 0,0° (8)



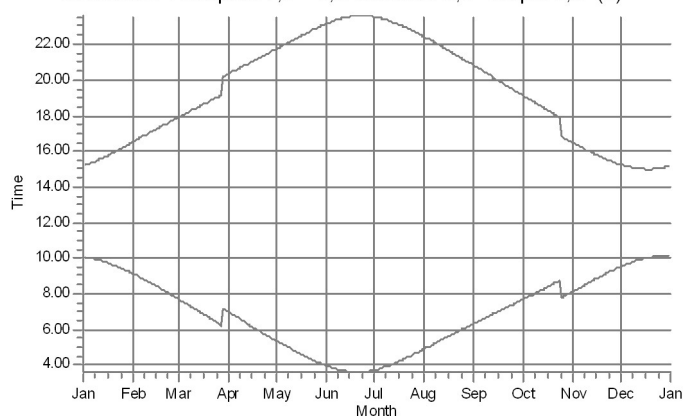
T: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 0,0° (1)



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



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



WTGs

BR01: NORDEX N163/S.X RD200 HH190 5700 200.0 101 hub: 190.0 m (TOT: 290.0 m) (217) ■ BR31: NORDEX N163/S.X RD200 HH190 5700 200.0 101 hub: 190.0 m (TOT: 290.0 m) (190)

■ BR03: NORDEX N163/S.X RD200 HH190 5700 200.0 101 hub: 190.0 m (TOT: 290.0 m) (218) ■ BR32: NORDEX N163/S.X RD200 HH190 5700 200.0 101 hub: 190.0 m (TOT: 290.0 m) (186)

Project:

Bredasen_valkemaalinnus_19092024

Licensed user:

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

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

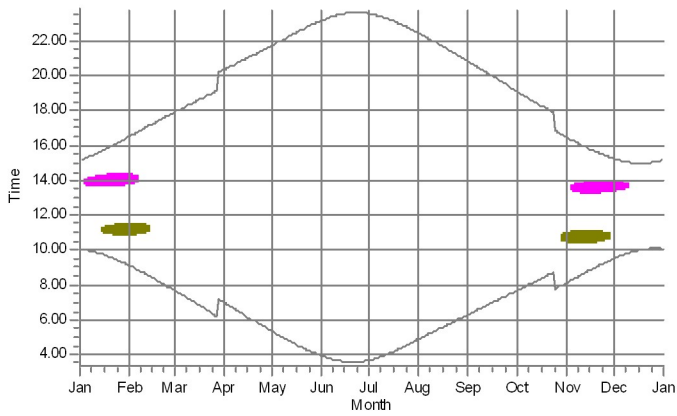
Calculated:

29.8.2025 14.55/4.0.552

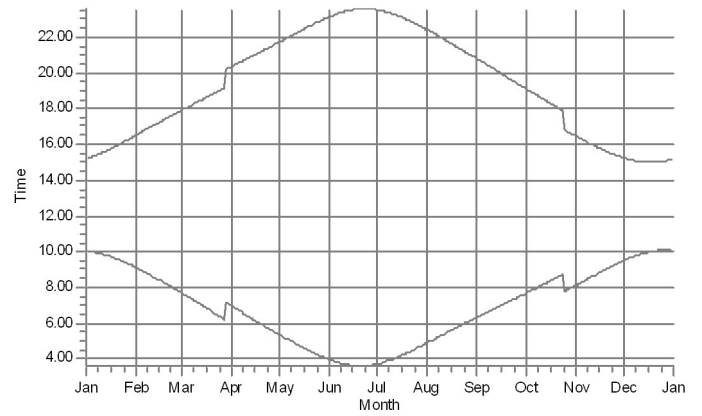
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow_Bredasen_RD200_HH190_layout06052025_mallinnus_29082025_fine

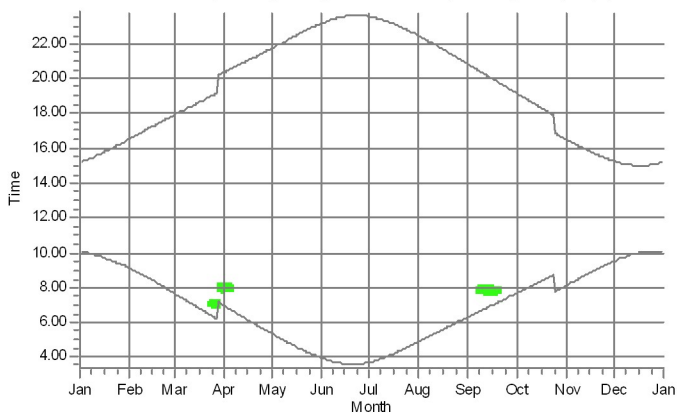
X: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 0,0° (9)



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



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



WTGs

BR08: NORDEX N163/S.X RD200 HH190 5700 200.0 101 hub: 190.0 m (TOT: 290.0 m) (213)

BR14: NORDEX N163/S.X RD200 HH190 5700 200.0 101 hub: 190.0 m (TOT: 290.0 m) (216)

BR23: NORDEX N163/S.X RD200 HH190 5700 200.0 101 hub: 190.0 m (TOT: 290.0 m) (205)

Project:

Bredasen_valkemaalinnus_19092024

Licensed user:

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

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

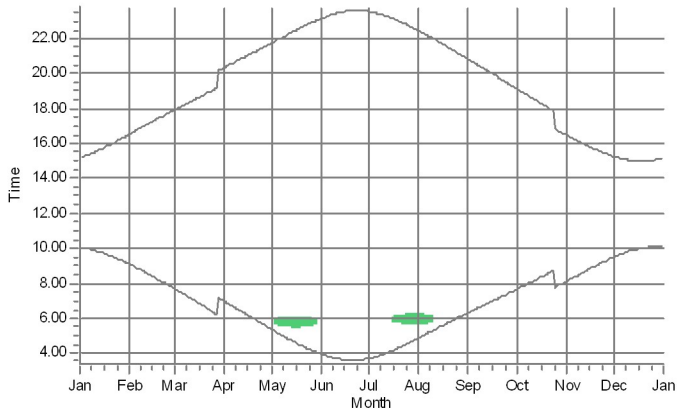
Calculated:

30.10.2025 12.10/4.0.552

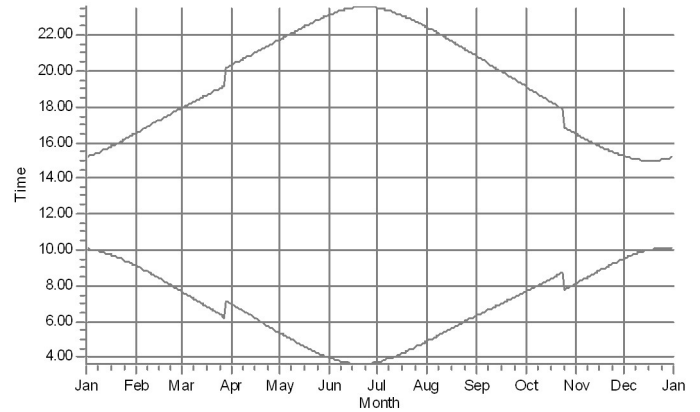
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow_yhteismallinnus_Bredasen_paulakangas_paskoonharju_30102025

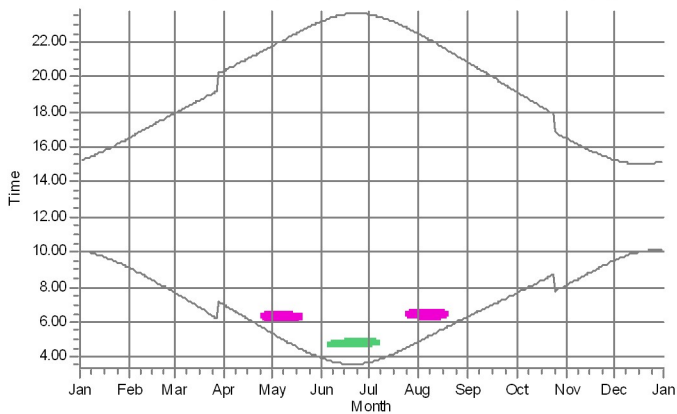
O: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 0,0° (6)



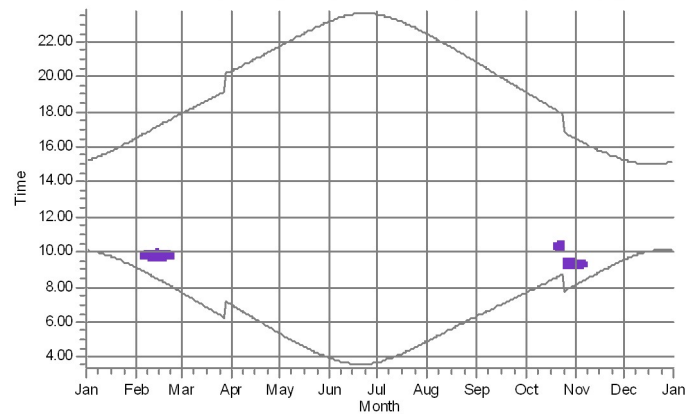
P: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 0,0° (7)



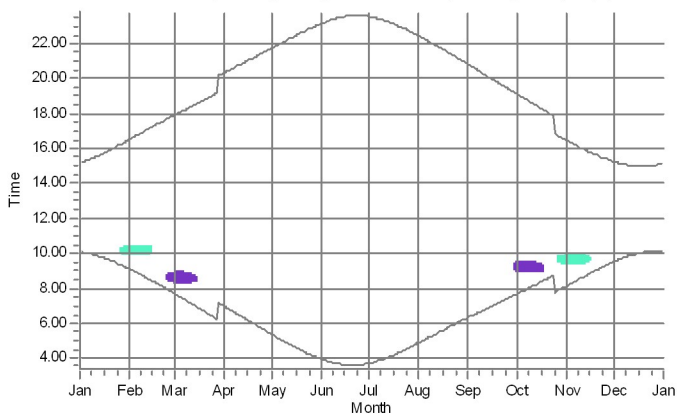
Q: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 0,0° (8)



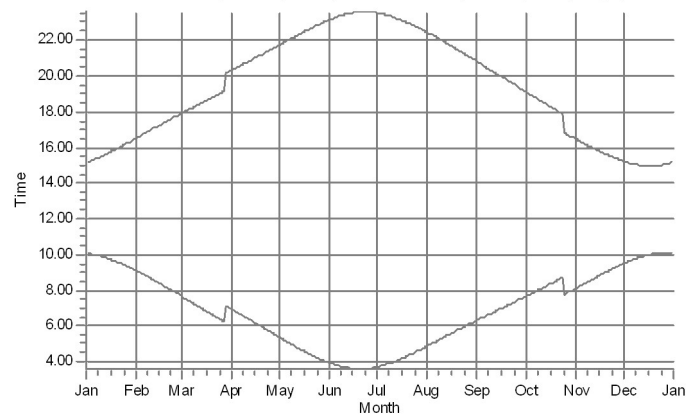
T: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 0,0° (1)



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



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



WTG:

BR32: NORDEX N363/S X RD2000 HH130 5700 200.0 ICI hub: 190.0 m (TOT: 290.0 m) (186)

BR31: NORDEX N363/S X RD2000 HH130 5700 200.0 ICI hub: 190.0 m (TOT: 290.0 m) (190)

BR01: NORDEX N363/S X RD2000 HH130 5700 200.0 ICI hub: 190.0 m (TOT: 290.0 m) (217)

BR03: NORDEX N363/S X RD2000 HH130 5700 200.0 ICI hub: 190.0 m (TOT: 290.0 m) (218)

Project:

Bredasen_valkemaalinnus_19092024

Licensed user:

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

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

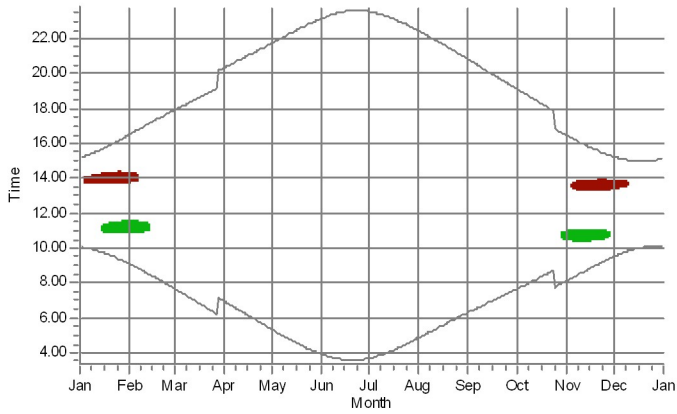
Calculated:

30.10.2025 12.10/4.0.552

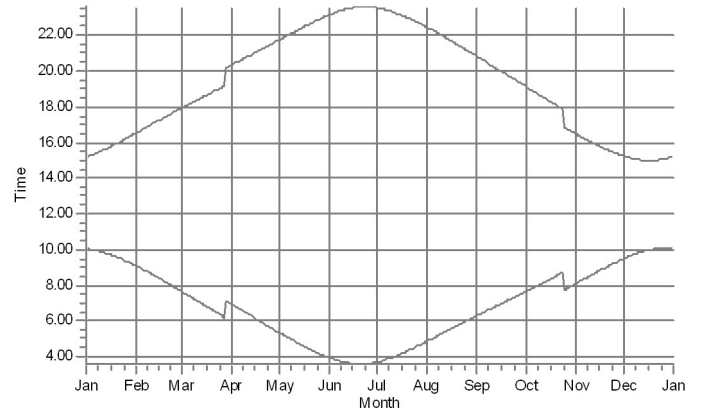
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Shadow_yhteismallinnus_Bredasen_paulakangas_paskoonharju_30102025

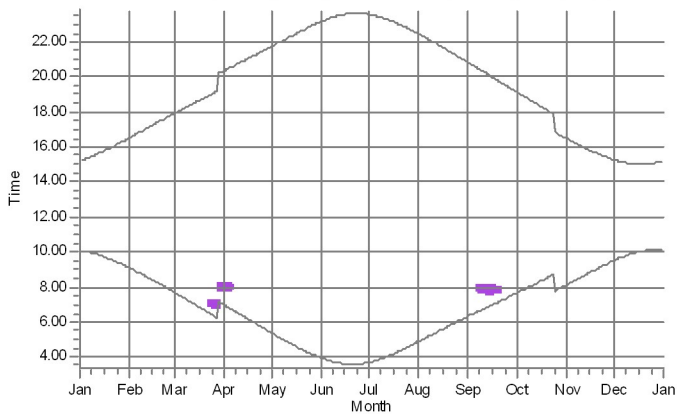
X: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 0,0° (9)



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



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



WTG:

BR23: NORDEX N163/S, X RD200 HH130 5700 200.0 ICH hub: 190.0 m (TOT: 290.0 m) (205)

BR08: NORDEX N163/S, X RD200 HH130 5700 200.0 ICH hub: 190.0 m (TOT: 290.0 m) (213)

BR14: NORDEX N163/S, X RD200 HH130 5700 200.0 ICH hub: 190.0 m (TOT: 290.0 m) (215)