

Liite 17

Välkemmaallinnus, Ramboll Finland Oy

Vastaanottaja

Erikoissijoitusrahasto UB Uusiutuva Energia

Asiakirjatyyppi

Raportti

Päivämäärä

13.4.2026

Viite

1510082874-002

Tulijokilan tuulivoimahanke

Välkemallinnus

Tulijokilan tuulivoimahanke

Välkemmaallinnus

Projekti **Tulijokilan tuulivoimahanke**
Vastaanottaja **Erikoissijoitusrahasto UB Uusiutuva Energia**
Asiakirjatyyppi **Raportti**
Versio **0.2**
Päivämäärä **13.4.2026**
Laatija **Sofia Lybäck**
Tarkastaja **Ville Virtanen**

Ramboll
Puutarhakatu 9
70300 Kuopio

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
<https://www.ramboll.com/fi-fi/>

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 01/2026 aineistoa.

Sisältö

1.	Yleistä	2
2.	Vertailuarvot	2
3.	vaikutusmekanismit	2
4.	mallinnusmenetelmä ja lähtötiedot	3
4.1	Mallinnusohjelma ja laskentamalli	3
4.2	Välkelaskenta	3
4.3	Maastomalli	4
4.4	Tuulivoimalatiedot	4
4.5	Laskentojen epävarmuus	5
5.	Mallinnustulokset	5
6.	Yhteenveto ja johtopäätökset	6
	Lähteet	7
	Liitteet	7

1. YLEISTÄ

Erikoissijoitusrahasto UB Uusiutuva Energian hankeyhtiö Tuulivoimapuisto Tulijokila Ky suunnittelee Puolangan kunnan alueelle Tulijokilan tuulivoimahanketta. Tässä työssä tarkasteltiin Tulijokilan tuulivoimahankkeen välkevaikutuksia sekä välkkeen yhteisvaikutuksia lähimpien tuulivoimahankkeiden kanssa. Ympäristöministeriön Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) oppaan mukaisesti liikkuvasta varjosta puhutaan välkkeenä.

Työ on tehty Erikoissijoitusrahasto UB Uusiutuva Energian 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. [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 2-1. 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.

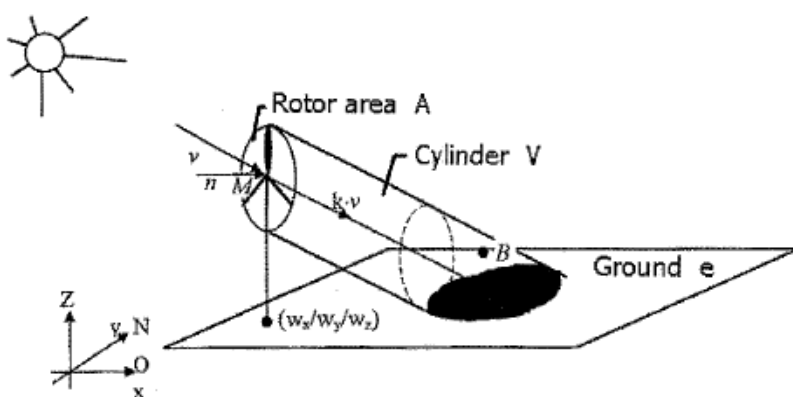
Laajimmalle varjo ulottuu, kun aurinko on matalalla. Toisaalta kun aurinko laskee riittävän matalalle, yhtenäistä varjoa ei enää muodostu. Tällöin valonsäteet joutuvat kulkemaan pitemmän matkan ilmakehän läpi, jolloin säteily hajaantuu. Vaikutusalueen koko riippuu tuulivoimalamallin dimensioista ja lavan muodosta sekä alueellisista sääolosuhteista sekä maasto-olosuhteista (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 4-1. Tuulivoimalan aiheuttaman liikkuvan varjon alue [5].

4.2 Välkelaskenta

Laskentapisteen väliseksi etäisyydeksi määritettiin 10 metriä. Laskennan tarkastelukorkeutena käytettiin 1,5 metriä, eli noin ihmisen silmänkorkeutta. 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].

Vaihtoehtoista VE1 ja VE2 on tehty erilliset mallinnukset, joissa on huomioitu puuston peittovaikutus laskemalla voimaloiden näkyvyysalueet WindPro 4.0 -ohjelman ZVI-moduulilla ja käyttämällä LUKE:n puuston keskipituus -aineistoa [8].

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 Oulun lentoaseman Oulunsalon sääaseman keskiarvoisia auringonpaisteisuustietoja ilmastolliselta vertailukaudelta 1981–2010 [6]. Tuulivoimaloiden vuotuisiksi toiminta-ajaksi määritettiin Suomen Tuuliatlaksen tiedoista 96 %. Toiminta-ajat

laskettiin 12 suuntasektorille olettaen, että tuulivoimalat toimivat tuulennopeuden ollessa napakorkeudella yli 3 m/s.

Taulukko 4-1. Real Case -laskennassa käytetyt keskimääräiset auringonpaisteisuustunnit eri kuukausina (tuntia päivässä).

Tam	Hel	Maa	Huh	Tou	Kes	Hei	Elo	Syy	Lok	Mar	Jou
0,77	2,46	4,42	6,93	8,81	9,87	9,13	6,84	4,43	2,23	0,93	0,26

Taulukko 4-2. Real Case -laskennassa käytetty vuotuinen toiminnallinen aika (tuntia vuodessa) tuulensuuntasektoreittain.

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

Voimaloiden laitosmallina käytettiin Vestas V172 7.2X. Voimaloiden napakorkeutena käytettiin 200 metriä ja roottorin halkaisija oli 200 metriä vaihtoehdossa VE1. Vaihtoehdon VE2 napakorkeutena käytettiin 170 m ja roottorin halkaisija oli 200 metriä. Roottorikoon ja napakorkeuden lisäksi myös lavan muoto ja leveys vaikuttavat maksimivälke-etäisyyteen, joka mallinnusohjelman mukaan on vaihtoehdon VE1 laitosmallille noin 2 137 metriä ja vaihtoehdon VE2 laitosmallille noin 2140 metriä. Lavan leveystietoina käytettiin:

- Max blade width = 4,6 m
- Blade width for 90 % radius = 1,5 m

Taulukko 4-3. Tuulivoimalaitosten koordinaatit (ETRS-TM35FIN).

Nro	X	Y
1	533903	7166652
2	534631	7166462
3	533570	7165967
4	534157	7165687
5	534595	7165246
6	535541	7164187
7	534893	7163700
8	535280	7163214
9	536060	7163116

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

Tulijokilan tuulivoimahankkeen mallinnuksen välkkeen esiintymiskartat ovat esitetty liitteissä 1, 3, 5 ja 7. Yhteismallinnuksen mukaiset välkkeen esiintymiskartat on esitetty liitteissä 9 ja 11. Välkevyöhykelaskennan lisäksi tehtiin laskentoja 6 reseptoripisteeseen, joiden sijainnit on esitetty liitteinä olevissa välkekartoissa ja tulokset taulukossa 5.

Tulijokilan hankevaihtoehdon VE1 ja VE2 erillismallinnuksissa 8 h välkemäärää ylittyi reseptoripisteessä F (loma-asunto). Puusto huomioituna 8 h välkemäärä ei ylitä kummankaan vaihtoehdon osalta. Yhteismallinnuksissa lähialueen hankkeiden kanssa 8 h välkemäärää ylittyi reseptoripisteessä F (loma-asunto) Tulijokilan voimaloiden osalta.

Taulukko 5-1. Välkemäärät reseptoripisteittäin.

Reseptori	VE1 Real Case, h/a*	VE1, puusto Real Case, h/a*	VE2 Real Case, h/a*	VE2, puusto Real Case, h/a*	Yhteis mallinnus, VE1 Real Case, h/a*	Yhteis mallinnus, VE2 Real Case, h/a*
A	1:34	0:00	1:26	0:00	1:34	1:26
B	3:48	0:00	3:12	0:00	3:48	3:12
C	1:26	1:26	1:09	1:09	4:04	3:47
D	2:02	2:02	1:44	1:44	4:16	3:57
E	2:02	2:02	1:42	1:42	4:35	4:15
F	10:34	0:00	9:11	0:00	10:34	9:11

*tuntia vuodessa

6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mallinnuksella tarkasteltiin Tulijokilan alueelle suunniteltujen tuulivoimaloiden välkevaikutuksia tuulivoimaloiden ympäristössä. Laitosmallin napakorkeutena vaihtoehdossa VE1 käytettiin 200 m ja roottorin halkaisijana 200 m, josta yhteenlaskettuna tuulivoimalan kokonaiskorkeudeksi tulee enimmäiskokonaiskorkeus 300 m. Vaihtoehdossa VE2 napakorkeutena käytettiin 170 m ja roottorin halkaisijana 200 m, jolloin kokonaiskorkeus on 270 m. Voimaladimensioista roottorin läpimitalla ja lavan paksuudella, on merkittävin vaikutus välkemääriin ympäristössä. Mikäli rakennettava tuulivoimalaitos on mitoiltaan pienempi, ovat välkevaikutukset mallinnettuja vähäisempiä.

Mallinnuksen mukaan Tulijokilan tuulivoimahankkeen vaihtoehdon VE1 ja VE2 erillismallinnuksissa 8 h välkemäärä ylittyy yhden reseptoripisteen osalta (reseptoripiste F, lomarakennus). Puusto huomioituna 8 h välkemäärä ei ylity kummarkaan tutkitun vaihtoehdon osalta. Yhteismallinnuksissa lähialueen hankkeiden kanssa 8 h välkemäärä ylittyy myös reseptoripisteessä F (lomarakennus) Tulijokilan voimaloiden osalta.

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

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.

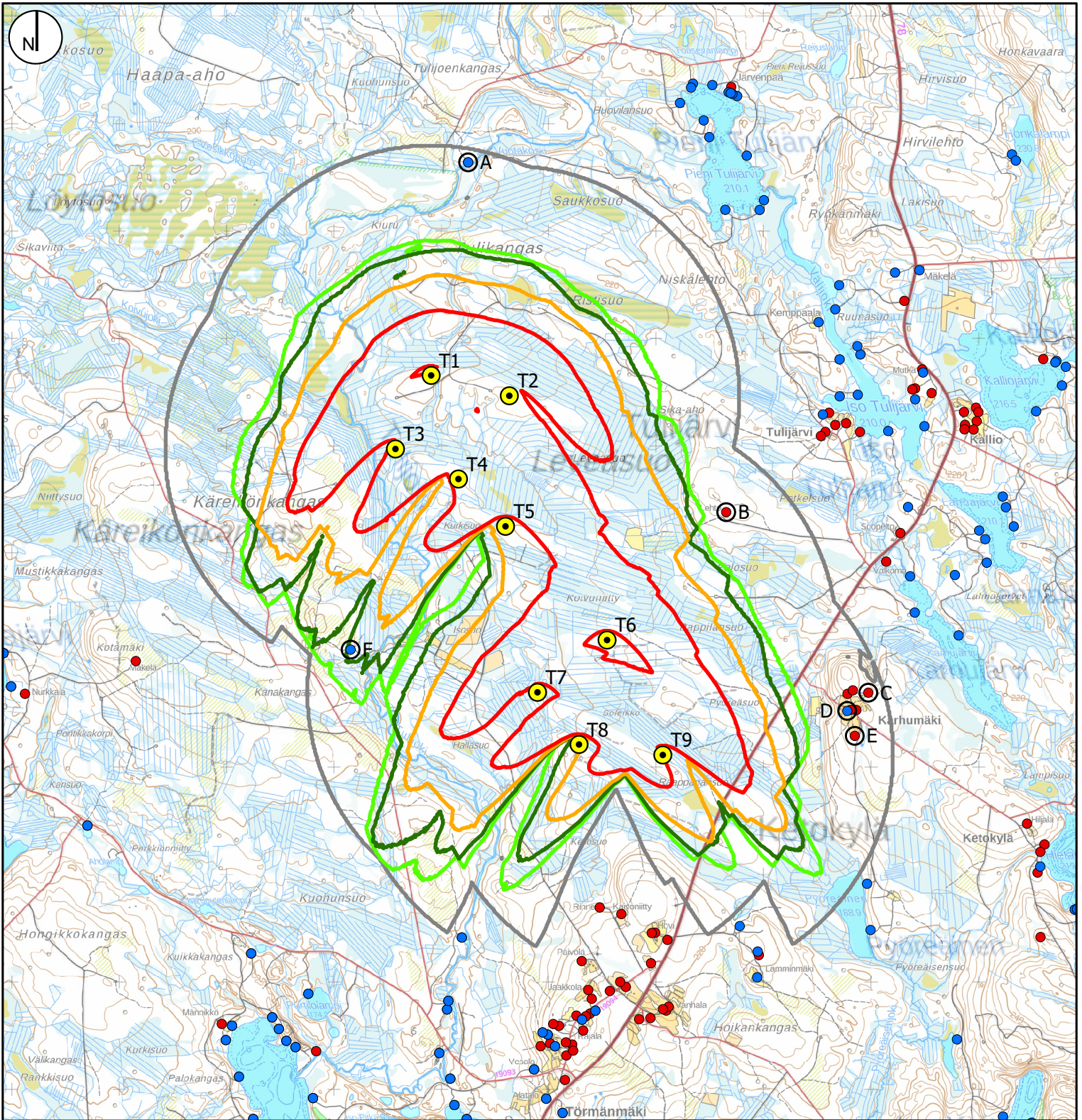
Välkkeen syntyyn voidaan vaikuttaa tuulivoimalaan liitettävällä teknisellä ohjauksella. Järjestelmä monitoroi jatkuvasti ja automaattisesti välkkeen muodostumista voimalan nasellin päälle tai runkoon asennettavilla valosensoreilla. Järjestelmä laskee muodostumisen mahdollisuutta tietyissä suunnassa valoisuuden 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 1981-2010 Raportteja 2012:1
7. Suomen Tuuliatlas
8. LUKE Luonnonvarakeskus, Avoimien aineistojen tiedostopalvelu, puuston keskipituus (dm) 2023

LIITTEET

- | | |
|----------|--|
| Liite 1 | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet, Tulijokila VE1 |
| Liite 2 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä, Tulijokila VE1 |
| Liite 3 | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet, Tulijokila VE1, puusto huomioitu |
| Liite 4 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä, Tulijokila VE1, puusto huomioitu |
| Liite 5 | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet, Tulijokila VE2 |
| Liite 6 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä, Tulijokila VE2 |
| Liite 7 | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet, Tulijokila VE2, puusto huomioitu |
| Liite 8 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä, Tulijokila VE2, puusto huomioitu |
| Liite 9 | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet, Tulijokila VE1, Yhteismallinnus |
| Liite 10 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä, Tulijokila VE1, Yhteismallinnus |
| Liite 11 | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet, Tulijokila VE2, Yhteismallinnus |
| Liite 12 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä, Tulijokila VE2, Yhteismallinnus |



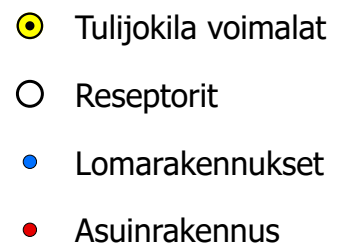
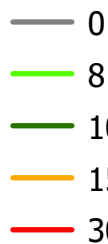
RAMBOLL

Erikoissijoitusrahasto UB Uusiutuva Energia
Tulijokilan tuulivoimahanke

Välkemallinnus (WindPro 4.0)

Tulijokila VE1 9 WTG
VESTAS 172-7.2 X
Napakorkeus (HH): 200 m
Roottorin halkaisija (RD): 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 300 m

Välketuntia vuodessa
Real Case-mallinnus



Mittakaava (A4): 1:50 000
0 0,5 1 2 km

13.4.2026 SLy

Project:

Tulijokila_valkemaalinnus

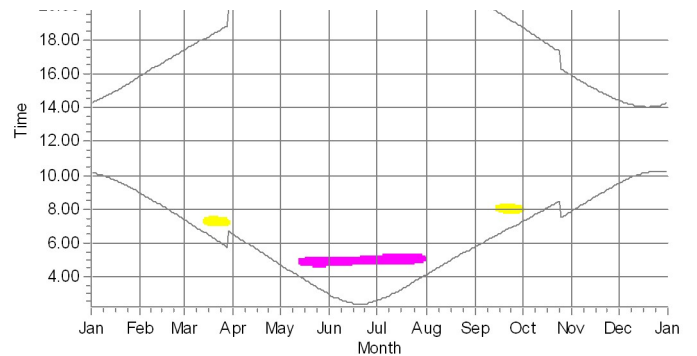
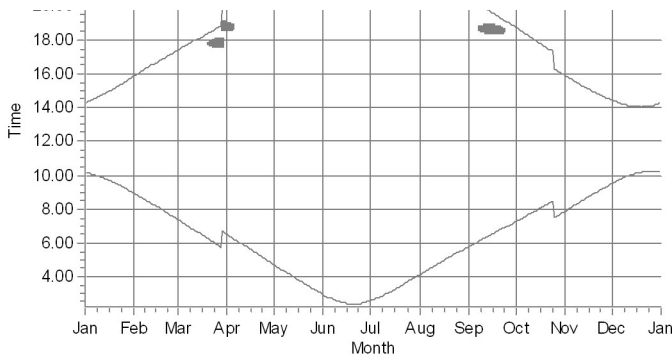
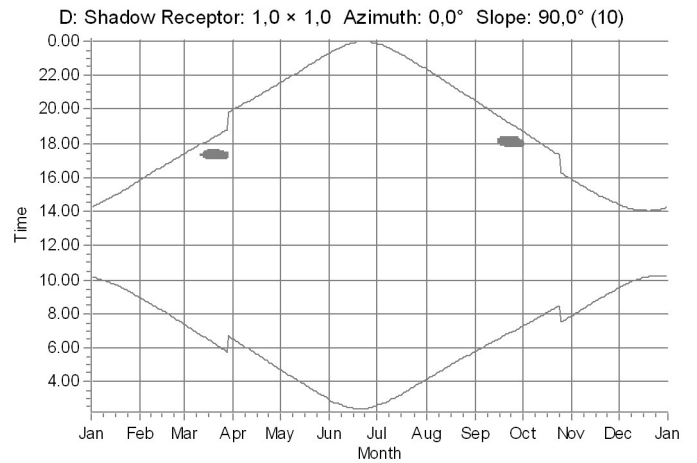
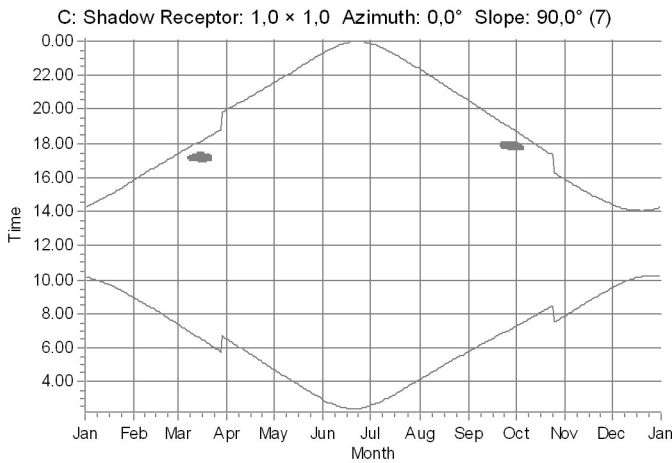
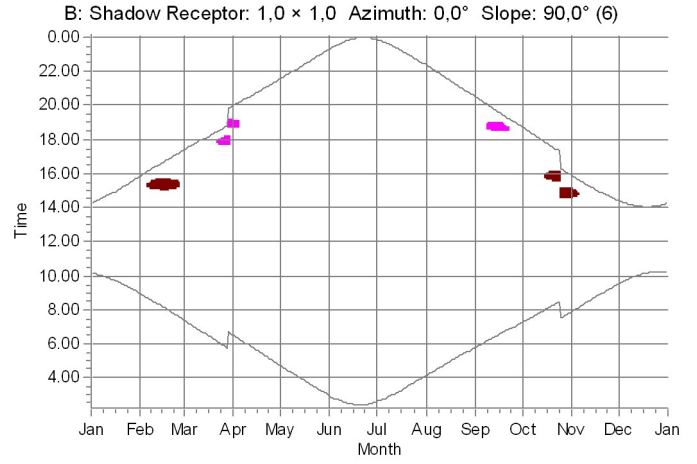
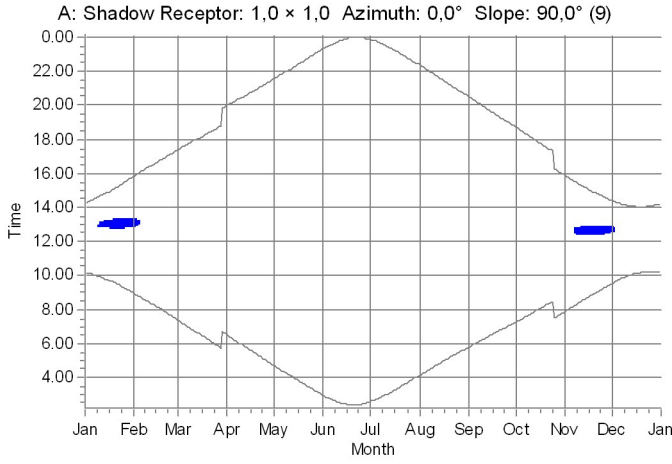
Licensed user:

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

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi
 Calculated:
 13.4.2026 14.23/4.0.552

SHADOW - Calendar, graphical

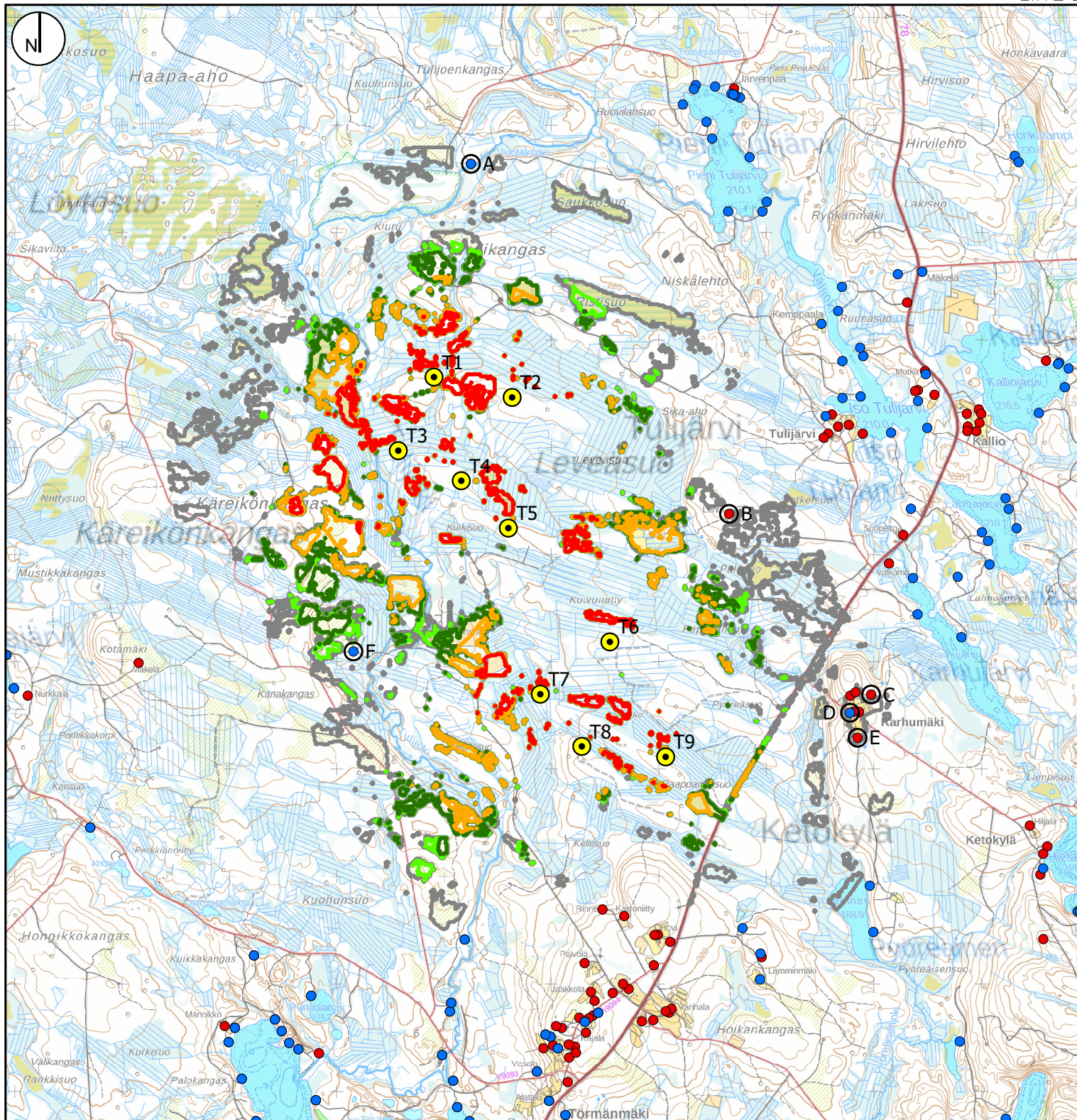
Calculation: Tulijokila_VE1_reseptorit_13042026



WTGs

- T7: VESTAS V172-7.2 HH200 RD200 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (2)
- T1: VESTAS V172-7.2 HH200 RD200 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (3)
- T9: VESTAS V172-7.2 HH200 RD200 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (4)

- T5: VESTAS V172-7.2 HH200 RD200 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (5)
- T6: VESTAS V172-7.2 HH200 RD200 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (8)



RAMBOLL

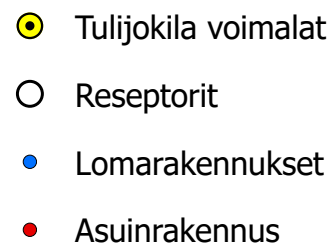
Erikoissijoitusrahasto UB Uusiutuva Energia
Tulijokilan tuulivoimahanke

Puusto huomioitu

Välkemallinnus (WindPro 4.0)

Tulijokila VE1 9 WTG
VESTAS 172-7.2 X
Napakorkeus (HH): 200 m
Roottorin halkaisija (RD): 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 300 m

Välketuntia vuodessa
Real Case-mallinnus



Mittakaava (A4): 1:50 000
0 0,5 1 2 km

13.4.2026 SLy

Project:

Tulijokila_valkemaalinnus

Licensed user:

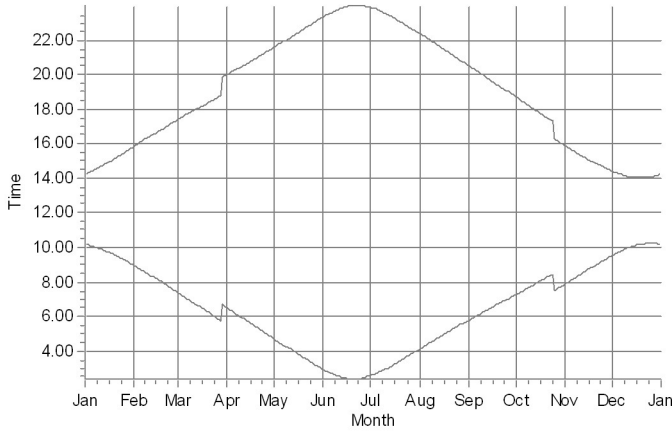
Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi
 Calculated:
 13.4.2026 15.30/4.0.552

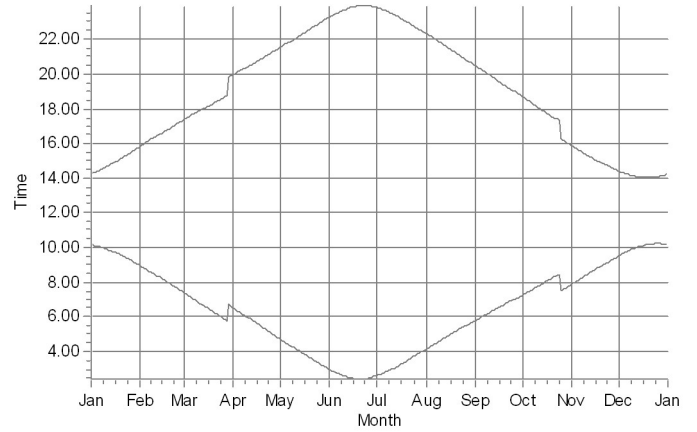
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tulijokila_VE1_reseptorit_puusto_13042026

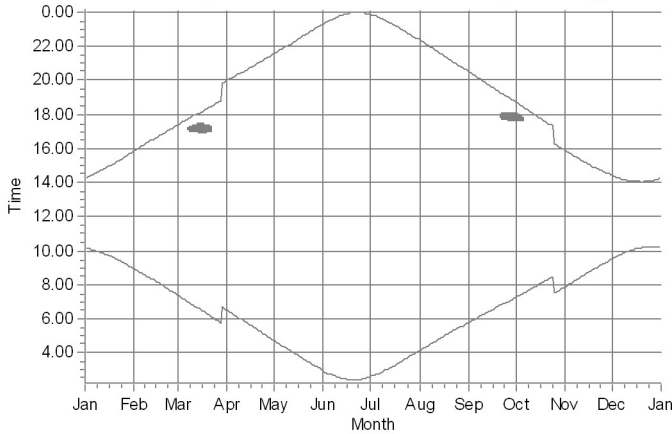
A: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (9)



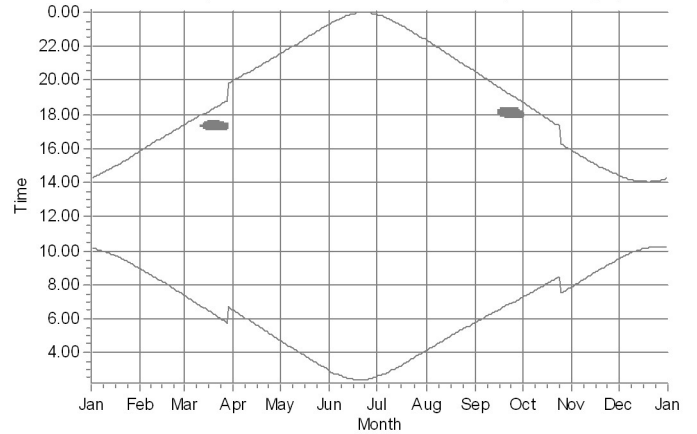
B: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (6)



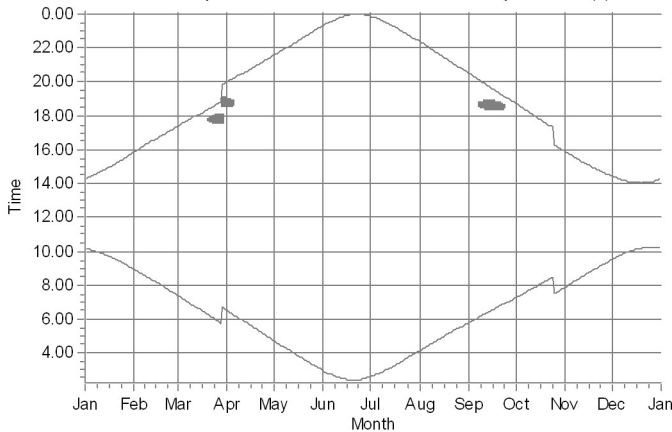
C: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (7)



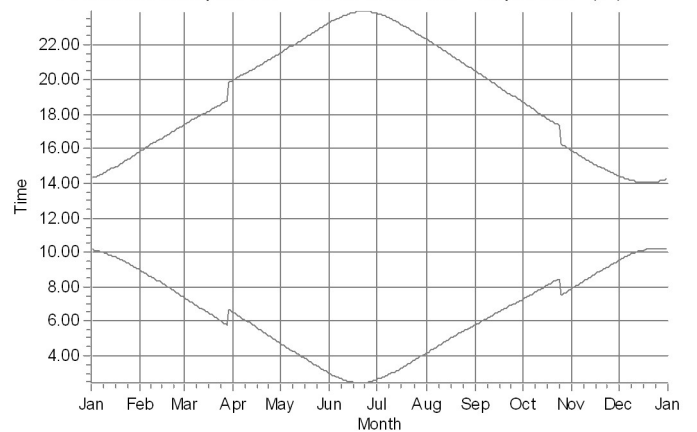
D: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (10)



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

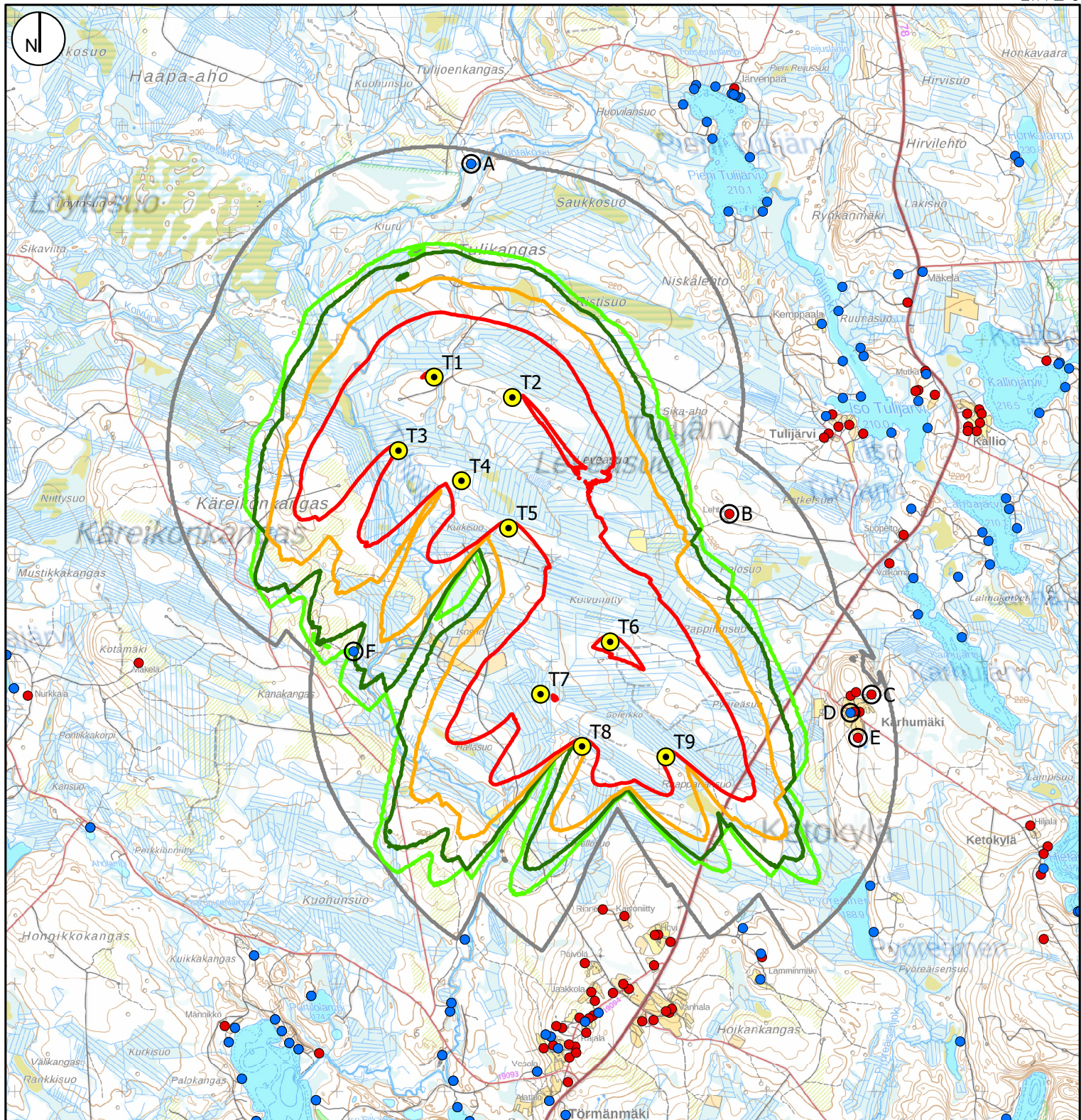


F: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (11)



WTGs

■ T9: VESTAS V172-7.2 HH200 RD200 7200 200.0 !O! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (4)



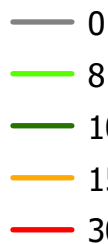
RAMBOLL

Erikoissijoitusrahasto UB Uusiutuva Energia
Tulijokilan tuulivoimahanke

Välkemallinnus (WindPro 4.0)

Tulijokila VE2 9 WTG
VESTAS 172-7.2 X
Napakorkeus (HH): 170 m
Roottorin halkaisija (RD): 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 270 m

Välketuntia vuodessa
Real Case-mallinnus



- Tulijokila voimalat
- Reseptorit
- Lomarakennukset
- Asuinrakennus

Mittakaava (A4): 1:50 000
0 0,5 1 2 km

13.4.2026 SLy

Project:

Tulijokila_valkemaalinnus

Licensed user:

Ramboll Deutschland GmbH

Elisabeth-Consruch-Straße 3
DE-34131 Kassel

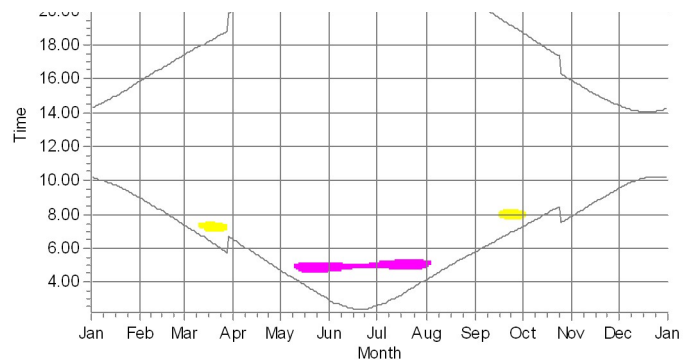
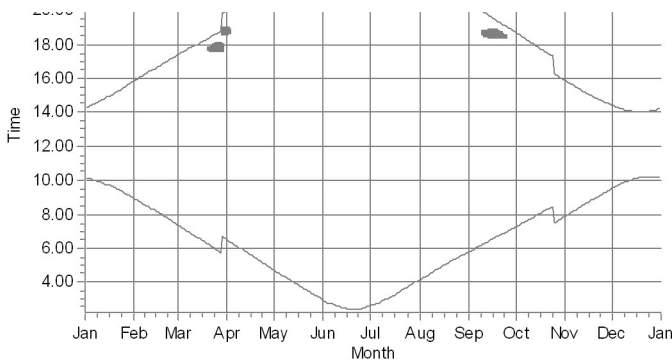
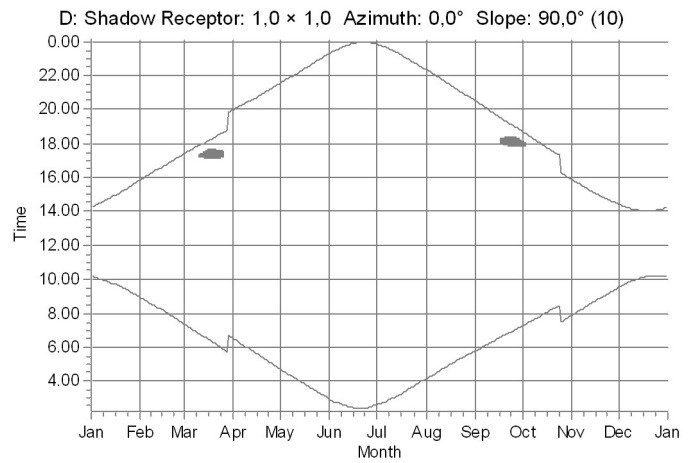
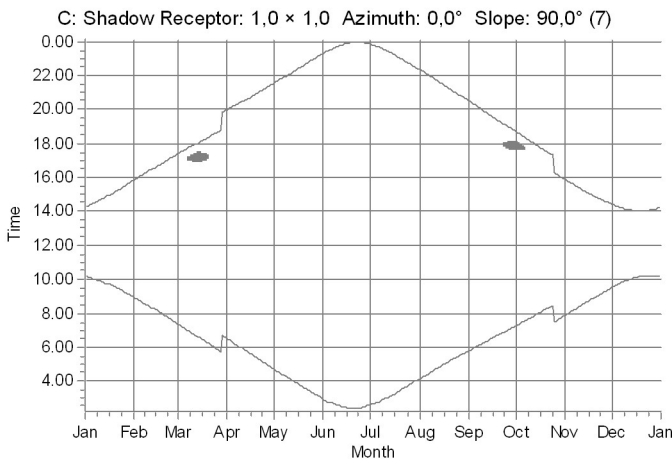
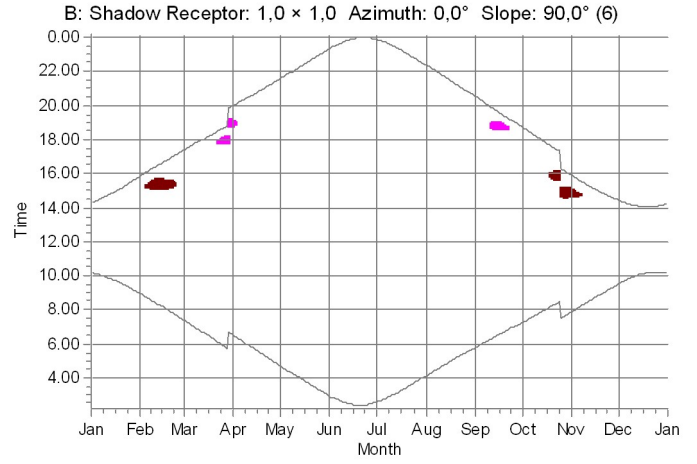
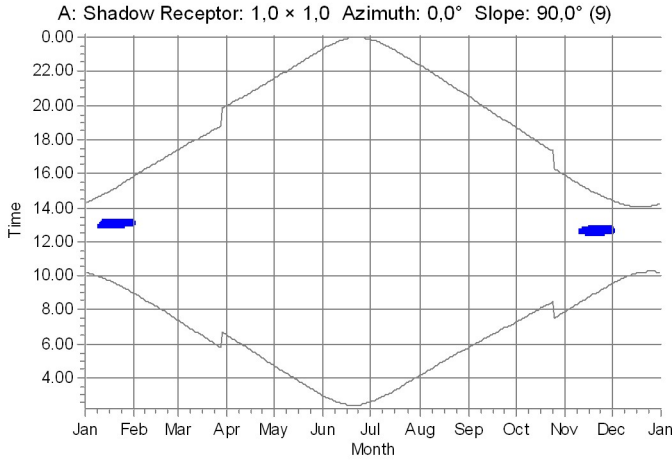
Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

Calculated:

13.4.2026 15.46/4.0.552

SHADOW - Calendar, graphical

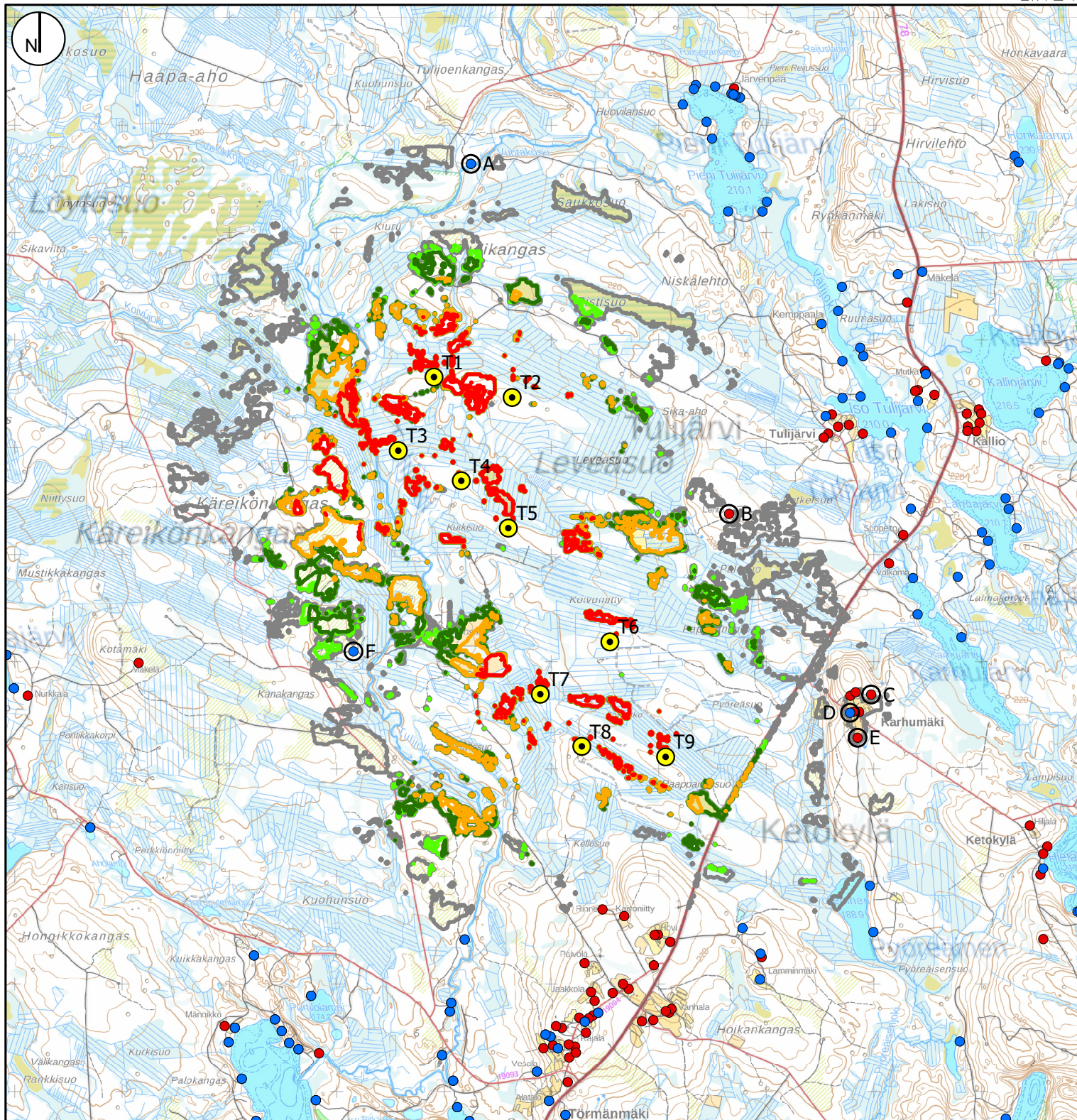
Calculation: Tulijokila_VE2_reseptorit_13042026



WTGs

- T7: VESTAS V172-7.2 HH170 RD200 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (11)
- T1: VESTAS V172-7.2 HH170 RD200 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (12)
- T9: VESTAS V172-7.2 HH170 RD200 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (13)

- T5: VESTAS V172-7.2 HH170 RD200 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (14)
- T6: VESTAS V172-7.2 HH170 RD200 7200 200.0 !O! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (17)



RAMBOLL

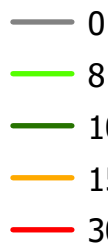
Erikoissijoitusrahasto UB Uusiutuva Energia
Tulijokilan tuulivoimahanke

Puusto huomioitu

Välkemallinnus (WindPro 4.0)

Tulijokila VE2 9 WTG
VESTAS 172-7.2 X
Napakorkeus (HH): 170 m
Roottorin halkaisija (RD): 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 270 m

Välketuntia vuodessa
Real Case-mallinnus



- Tulijokila voimalat
- Reseptorit
- Lomarakennukset
- Asuinrakennus

Mittakaava (A4): 1:50 000
0 0,5 1 2 km

13.4.2026 SLy

Project:

Tulijokila_valkemaalinnus

Licensed user:

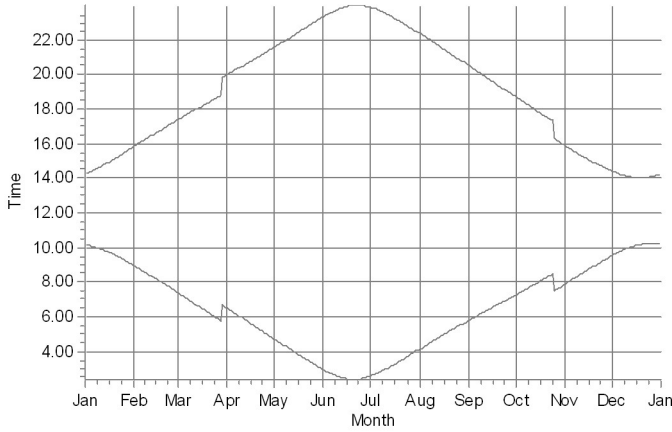
Ramboll Deutschland GmbH
 Elisabeth-Consbruch-Straße 3
 DE-34131 Kassel

Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi
 Calculated:
 13.4.2026 16.17/4.0.552

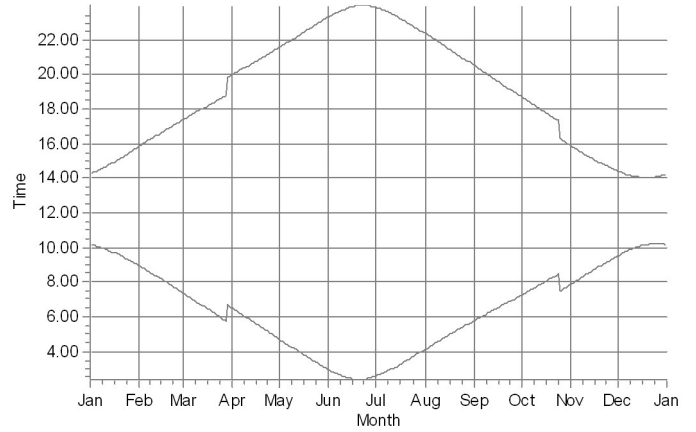
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tulijokila_VE2_reseptorit_puusto_13042026

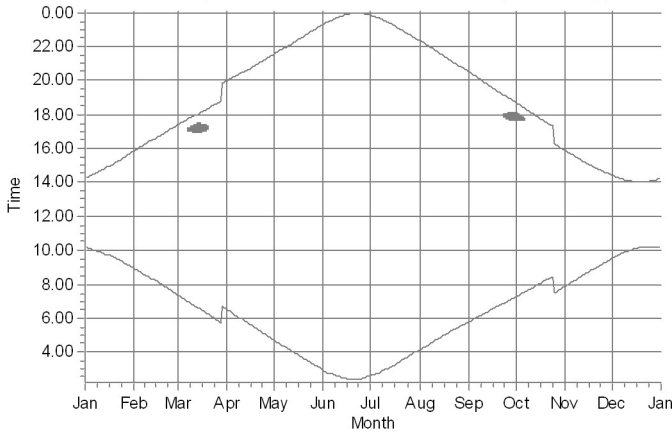
A: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (9)



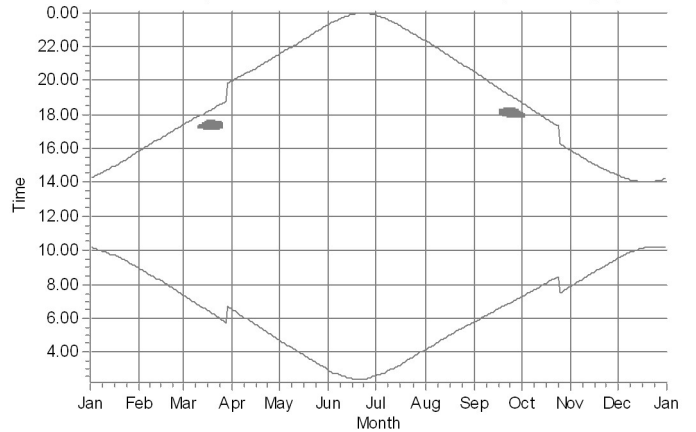
B: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (6)



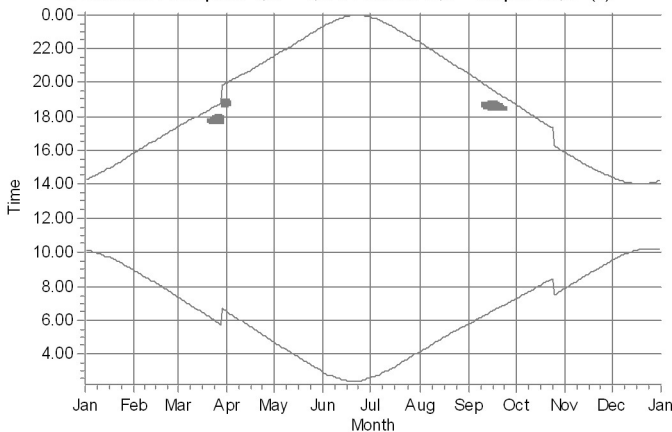
C: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (7)



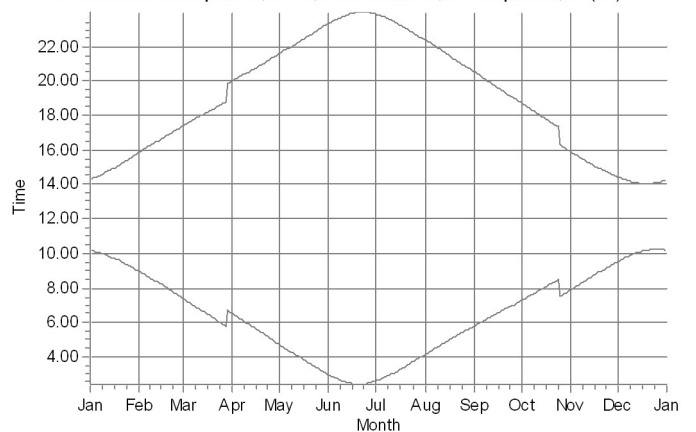
D: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (10)



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

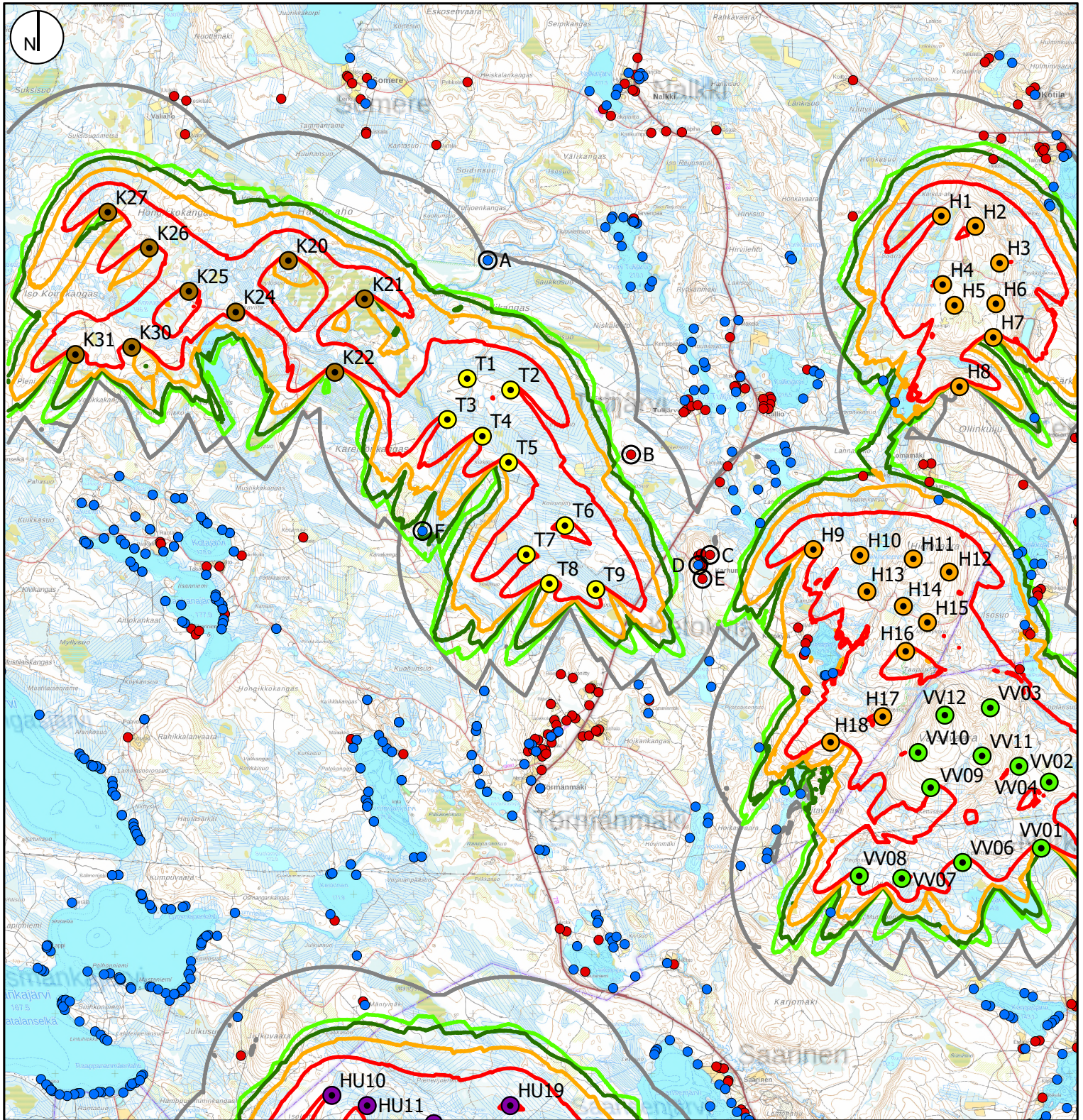


F: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (11)



WTGs

T9: VESTAS V172-7.2 HH170 RD200 7200 200.0 !0! hub: 170,0 m (TOT: 270,0 m) (13)


RAMBOLL

 Erikoissijoitusrahasto UB
 Uusiutuva Energia

Tulijokilan tuulivoimahanke

Yhteisväliemallinnus (WindPro 4.0)

 Tulijokila VE1 9 WTG
 VESTAS 172-7.2 X
 Napakorkeus (HH): 200 m
 Roottorin halkaisija (RD): 200 m
 Kokonaiskorkeus (TH): 300 m

 Varsavaara 12 WTG
 VESTAS 172-7.2 X
 Napakorkeus (HH): 200 m
 Roottorin halkaisija (RD): 200 m
 Kokonaiskorkeus (TH): 300 m

 Hukkalansalo 19 WTG
 VESTAS 162
 Napakorkeus (HH): 200 m
 Roottorin halkaisija (RD): 220 m
 Kokonaiskorkeus (TH): 310 m

 Hietavaara 18 WTG
 NORDEX N163
 Napakorkeus (HH): 200 m
 Roottorin halkaisija (RD): 200 m
 Kokonaiskorkeus (TH): 300 m

 Koirakangas 9 WTG
 VESTAS 172-7.2 X
 Napakorkeus (HH): 200 m
 Roottorin halkaisija (RD): 200 m
 Kokonaiskorkeus (TH): 300 m

 Välketuntia vuodessa
 Real Case -mallinnus

 — 0
 — 8
 — 10
 — 15
 — 30

- Asuinrakennus
- Lomarakennukset
- Reseptorit
- Tulijokila voimalat
- Varsavaara voimalat
- Hukkalansalo voimalat
- Koirakangas voimalat
- Hietavaara voimalat

Mittakaava (A4): 1:90 000

0 1 2 4 km

13.4.2026 SLy

Project:

Tulijokila_valkemaalinnus

Licensed user:

Ramboll Deutschland GmbH

Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel

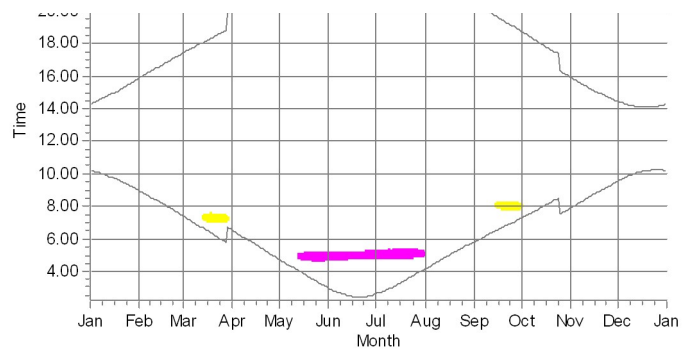
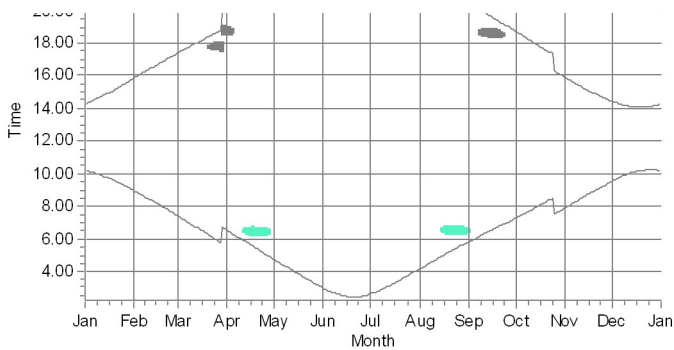
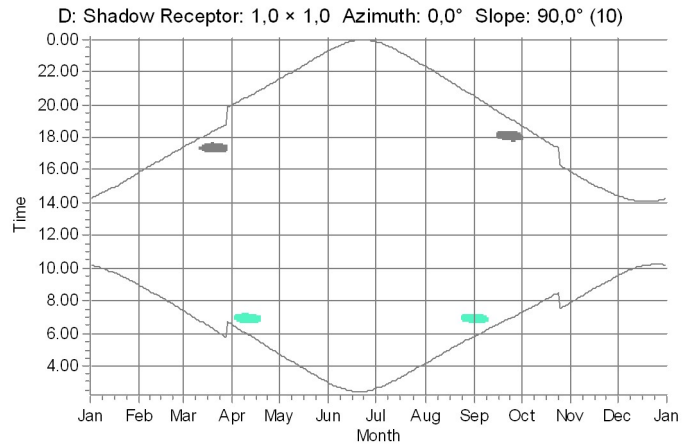
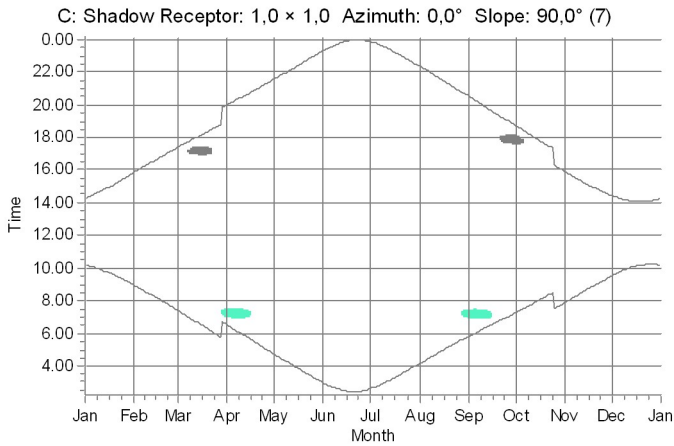
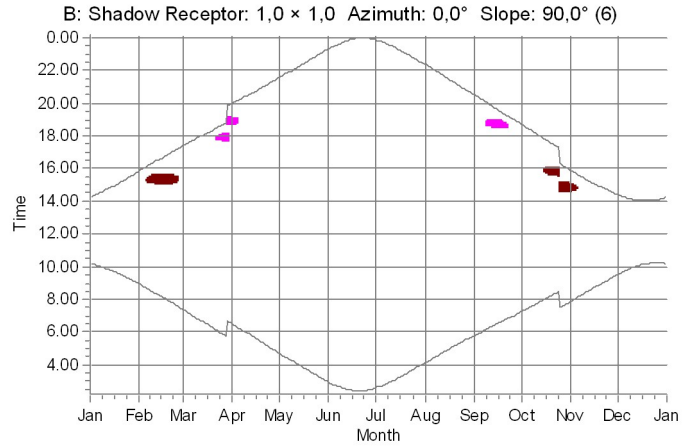
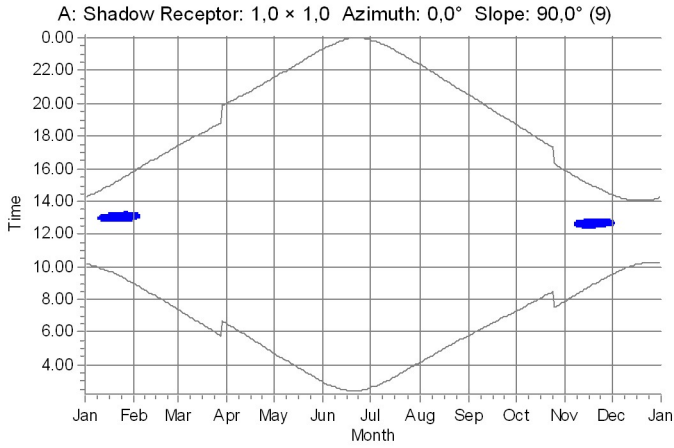
Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

Calculated:

13.4.2026 16.27/4.0.552

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tulijokila_VE1_reseptorityhteismallinnus_13042026

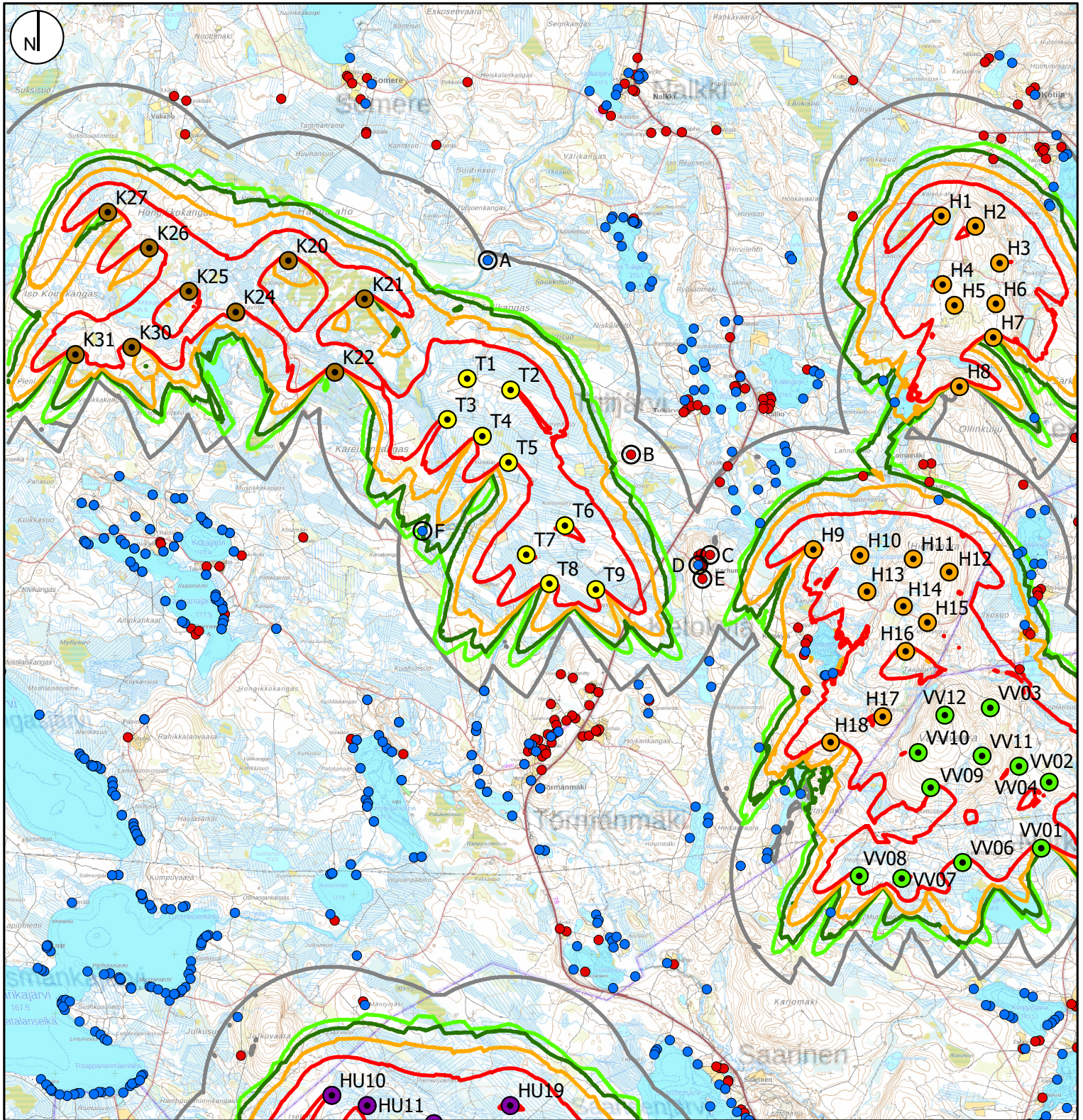


WTGS

T7: VESTAS V172-7.2 HH200 RD200 7200 200.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (2)
T1: VESTAS V172-7.2 HH200 RD200 7200 200.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (3)

T9: VESTAS V172-7.2 HH200 RD200 7200 200.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (4)
T5: VESTAS V172-7.2 HH200 RD200 7200 200.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (5)

T6: VESTAS V172-7.2 HH200 RD200 7200 200.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (8)
H9: NORDEX N163/6.X HH200 RD200 6800 200.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (65)


RAMBOLL

 Erikoissijoitusrahasto UB
 Uusiutuva Energia

Tulijokilan tuulivoimahanke

Yhteisvälkemallinnus (WindPro 4.0)

 Tulijokila VE2 9 WTG
 VESTAS 172-7.2 X
 Napakorkeus (HH): 170 m
 Roottorin halkaisija (RD): 200 m
 Kokonaiskorkeus (TH): 270 m

 Varsavaara 12 WTG
 VESTAS 172-7.2 X
 Napakorkeus (HH): 200 m
 Roottorin halkaisija (RD): 200 m
 Kokonaiskorkeus (TH): 300 m

 Hukkalansalo 19 WTG
 VESTAS 162
 Napakorkeus (HH): 200 m
 Roottorin halkaisija (RD): 220 m
 Kokonaiskorkeus (TH): 310 m

 Hietavaara 18 WTG
 NORDEX N163
 Napakorkeus (HH): 200 m
 Roottorin halkaisija (RD): 200 m
 Kokonaiskorkeus (TH): 300 m

 Koirakangas 9 WTG
 VESTAS 172-7.2 X
 Napakorkeus (HH): 200 m
 Roottorin halkaisija (RD): 200 m
 Kokonaiskorkeus (TH): 300 m

 Välketuntia vuodessa
 Real Case -mallinnus

 — 0
 — 8
 — 10
 — 15
 — 30

- Asuinrakennus
- Lomarakennukset
- Reseptorit
- Tulijokila voimalat
- Varsavaara voimalat
- Hukkalansalo voimalat
- Koirakangas voimalat
- Hietavaara voimalat

Mittakaava (A4): 1:90 000

0 1 2 4 km

13.4.2026 SLy

Project:

Tulijokila_valkemaalinnus

Licensed user:

Ramboll Deutschland GmbH

Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel

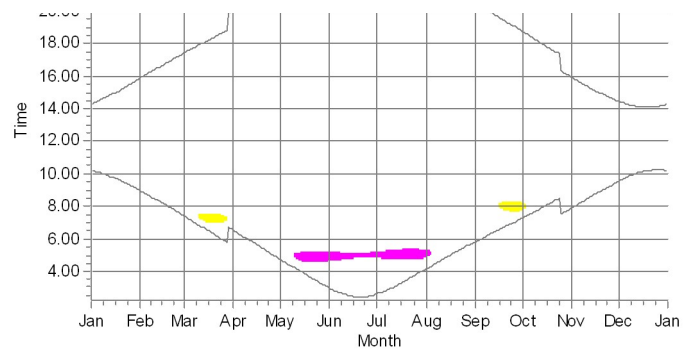
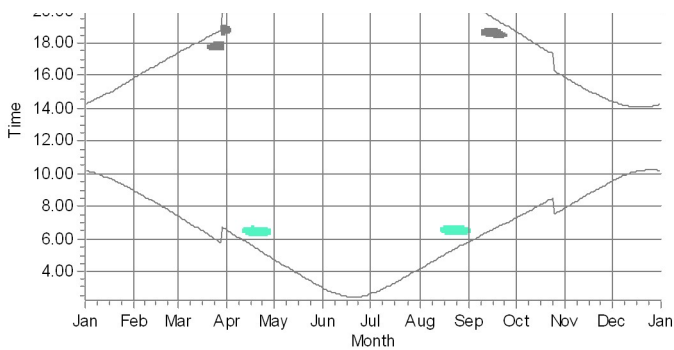
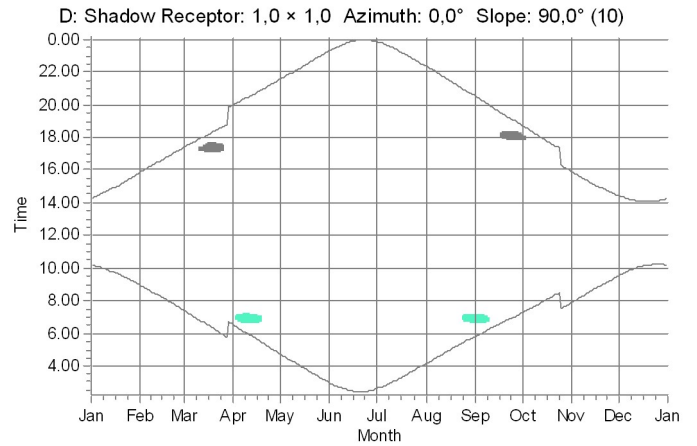
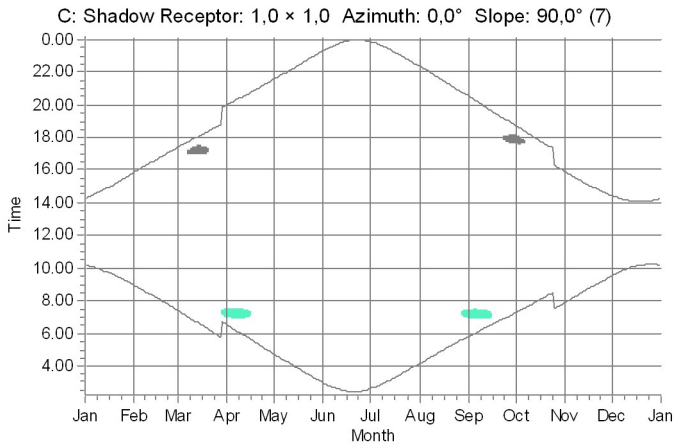
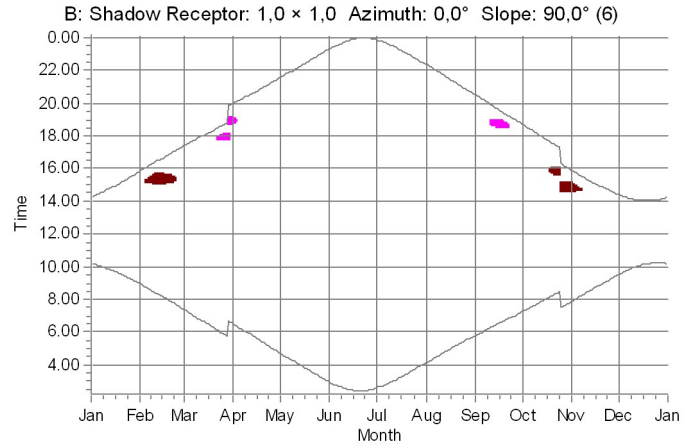
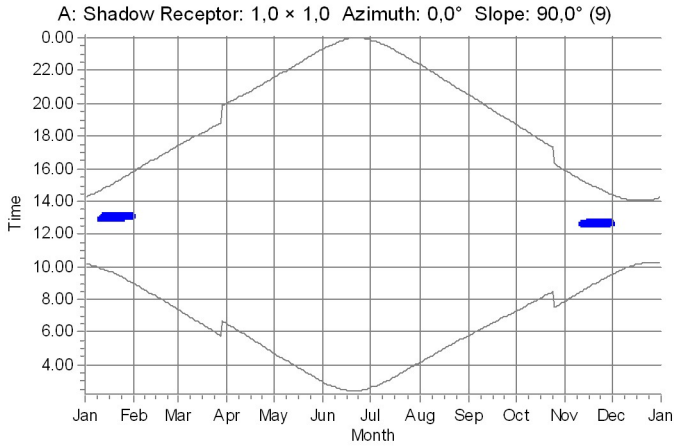
Sofia Lybäck / sofia.lyback@ramboll.fi

Calculated:

13.4.2026 16.32/4.0.552

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Tulijokila_VE2_reseptorit_yhteismallinnus_13042026



WTGs

T7: VESTAS V172-7.2 HH170 RD200 7200 200.0 IOI hub: 170.0 m (TOT: 270.0 m) (11)
T1: VESTAS V172-7.2 HH170 RD200 7200 200.0 IOI hub: 170.0 m (TOT: 270.0 m) (12)

T9: VESTAS V172-7.2 HH170 RD200 7200 200.0 IOI hub: 170.0 m (TOT: 270.0 m) (13)
T5: VESTAS V172-7.2 HH170 RD200 7200 200.0 IOI hub: 170.0 m (TOT: 270.0 m) (14)

T6: VESTAS V172-7.2 HH170 RD200 7200 200.0 IOI hub: 170.0 m (TOT: 270.0 m) (17)
H9: NORDEX N163/6.X HH200 RD200 6800 200.0 IOI hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (65)