

Vastaanottaja
Abo Energy Suomi Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
11.11.2024

Viite
1510068828-011

MURSKEMÄEN TUULIVOIMAHANKE

VÄLKEMALLINNUS

Päivämäärä **11.11.2024**
Laatija **Maria Niemi**
Tarkastaja **Ville Virtanen**

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 5/2023 aineistoa.

Viite 1510068828-011

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

1. YLEISTÄ

ABO Energy Suomi Oy suunnittelee tuulivoimapuiston rakentamista Murskemäen alueelle Ruovedelle. Tässä työssä tarkasteltiin Murskemäen tuulivoimapuiston välkevaikutuksia ympäristövaikutusten arviointia ja osayleiskaavaa varten. Ympäristöministeriön Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) oppaan mukaisesti liikkuvasta varjosta puhutaan välkeenä.

Työ on tehty ABO Energy Suomi Oy:n toimeksiannosta. Välkemallinnuksen ja raportoinnin on tehnyt Ramboll Finland Oy:stä suunnittelija 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 maksimivälkeatilanteessa (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 vuotuisen 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.).

Real Case -laskennoissa huomioidaan alueen tuulisuus- ja auringonpaistetiedot. Worst case -tulok-
sista tehdään vähennykset auringonpaistetietoihin ja käyttötuntitietoihin (tuulensuunta sektoreit-
tain) perustuen, josta saadaan Real case -tulos. Auringonpaisteisuustietona käytettiin Ilmatieteen
laitoksen Jyväskylän sääaseman keskiarvoisia auringonpaisteisuustietoja ilmastolliselta vertailu-
kaudelta 1991–2020 [6]. Tuulivoimaloiden vuotuiseksi toiminta-ajaksi määritettiin Suomen Tuuliat-
laksen tiedoista 96 %. Toiminta-ajat laskettiin 12 suuntasektorille olettaen, että tuulivoimalat toi-
mivat 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
0,81	2,25	4,39	5,97	8,13	8,13	8,42	6,71	4,10	1,90	0,67	0,32

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
562	388	350	397	488	645	811	1204	1354	801	602	813	8415

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

4.3 Maastomalli

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

4.4 Tuulivoimalatiedot

Laskennoissa huomioitiin ympäristövaikutusten arviointivaiheessa Murskemäen 5 tuulivoimalaa taulukon 4 mukaisilla sijainneilla. Kaavaehdotusvaiheessa huomioitiin Murskemäen 4 tuulivoimalaa taulukon 5 mukaisilla sijainneilla. Lisäksi yhteismallinnuksessa huomioitiin Pöytäniemen yksi olemassa oleva tuulivoimala.

Kaavaehdotusvaiheessa Murskemäen voimaloiden napakorkeutena käytettiin 180 m ja roottorin halkaisijana 160 metriä. Roottorikoon ja napakorkeuden lisäksi myös lavan muoto ja leveys vaikuttavat maksimivälke-etäisyyteen, joka mallinnusohjelman mukaan on tälle laitostyypille noin 2 040 metriä. Lavan leveystietoina käytettiin:

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

Taulukko 4. Tuulivoimalaitosten koordinaatit ympäristövaikutusten arviointivaiheessa (ETRS-TM35FIN).

Tunnus	x	y	Napa-korkeus (m)	Roottorin halkaisija (m)	Kok.-korkeus (m)
WTG01	350372	6869902	200	200	300
WTG02	350921	6869666	200	200	300
WTG03	351767	6869903	200	200	300
WTG04	352289	6869554	200	200	300
WTG05	352538	6868815	200	200	300

Taulukko 5. Tuulivoimalaitosten koordinaatit kaavaehdotusvaiheessa (ETRS-TM35FIN).

Tunnus	x	y	Napa-korkeus (m)	Roottorin halkaisija (m)	Kok.-korkeus (m)
WTG02	350734	6869903	180	160	260
WTG03	351767	6869903	180	160	260
WTG04	352289	6869554	180	160	260
WTG05	352494	6868846	180	160	260

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 väkkitilanteesta alueella. Mallissa ei kuitenkaan huomioida rakennusten ja puuston peitevaikutusta. Jos tuulivoimalat eivät ole nähtävissä, eivät ne myöskään aiheuta välkevaikutuksia. Mallinnusta on täydennetty erillisellä välkemallinnuksella, jossa on otettu puusto huomioon.

5. MALLINNUSTULOKSET

Murskemäen tuulivoimahankkeen ympäristövaikutusten arviointivaiheen (YVA-vaiheen) välkkeen esiintymiskartat on esitetty liitteessä 1. Välkeyvyöhykelaskennan lisäksi tehtiin laskentoja 10 reseptoripisteeseen, joiden sijainnit on esitetty liitteinä olevissa välkekartoissa ja tulokset taulukossa 6.

YVA-vaiheessa Murskemäen tuulivoimaloista aiheutuvat vuotuiset välkemäärät ylittävät 8 tuntia vuodessa yhden asuintalon ja kahden loma-asunnon kohdalla (reseptoripisteet 1, 6 ja 9). Puusto huomioituna 8 h/a ei ylitä yhdenkään reseptoripisteen kohdalla. Yhteismallinnuksessa ei tullut muutoksia Pöytäniemen yhden olemassa olevan voimalan kanssa välkemääriin reseptoripisteissä.

Taulukko 6. Reseptoripistelaskentojen YVA-vaiheen tulokset.

Reseptori	Real Case, h/a*	Puusto huomioitu, Real Case, h/a*	Yhteismallinnus, Real Case, h/a*
1	9:13	4:35	9:13
2	3:03	3:03	3:03
3	6:21	6:21	6:21
4	6:17	6:17	6:17
5	5:41	0:00	5:41
6	8:27	7:16	8:27
7	6:39	0:00	6:39
8	7:26	7:26	7:26
9	12:06	0:00	12:06
10	2:26	0:00	2:26

*tuntia vuodessa

Murskemäen kaavaehdotusvaiheen välkkeen esiintymiskartat on esitetty liitteessä 3 ja reseptoripistelaskennan tulokset taulukossa 7.

Kaavaehdotusvaiheen voimalasijoittelussa 8 tuntia vuodessa ei ylitä yhdenkään reseptoripisteen osalta. Lähialueella sijaitsevan Pöytäniemen olemassa olevan tuulivoimalan kanssa ei muodostu yhteisvaikutuksia.

Taulukko 7. Reseptoripistelaskentojen kaavaehdotusvaiheen tulokset.

Reseptori	Real Case, h/a*	Puusto huomioitu, Real Case, h/a*	Yhteismallinnus, Real Case, h/a*
1	5:03	3:56	5:03
2	1:00	1:00	1:00

3	4:15	4:15	4:15
4	4:20	4:20	4:20
5	3:30	0:00	3:30
6	4:39	4:39	4:39
7	3:18	0:00	3:18
8	3:47	3:47	3:47
9	7:33	0:00	7:33
10	0:00	0:00	0:00

*tuntia vuodessa

Potentiaaliset välkkeen esiintymisajankohdat reseptorissa on esitetty liitteissä 2 (YVA-vaihe) ja 4 (kaavaehdotusvaihe).

6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mallinnuksella tarkasteltiin Ruoveden Murskemäen alueelle suunniteltujen tuulivoimaloiden välkevaikutuksia YVA-vaiheessa sekä kaavaehdotusvaiheessa. Laitosmallin napakorkeutena käytettiin YVA-vaiheessa 200 m ja roottorin halkaisijana 200 m, josta yhteenlaskettuna tuulivoimalan kokonaiskorkeudeksi tulee enimmäiskokonaiskorkeus 300 m. Kaavaehdotusvaiheen laitosmallina käytettiin tuulivoimalaa, jonka napakorkeus on 180 m ja roottorin halkaisija 160 m, enimmäiskokonaiskorkeus tällöin 260 m. Voimaladimensioista roottorin läpimitalla ja lavan paksuudella, on merkittävin vaikutus välkemääriin ympäristössä. Mikäli rakennettava tuulivoimalaitos on mitoiltaan pienempi, ovat välkevaikutukset mallinnettuja vähäisempiä.

Mallinnuksen mukaan Murskemäen tuulivoimahankkeen aiheuttama välkemäärä ylittää YVA-vaiheessa 8 h/a (rajana Saksassa ja Ruotsissa) yhden asuinrakennuksen ja kahden lomarakennuksen kohdalla. Puusto huomioituna 8 h/a ei ylitä yhdenkään reseptoripisteen osalta. Kaavaehdotusvaiheen voimalasijoittelussa 8 h/a ei ylitä yhdenkään asuin- tai lomarakennuksen osalta. Yhteisvaikutuksia ei muodostu Pöytäniemen tuulivoimalan kanssa.

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 suojata 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 hankealueella välkevaikutusten 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 tiettyssä 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.

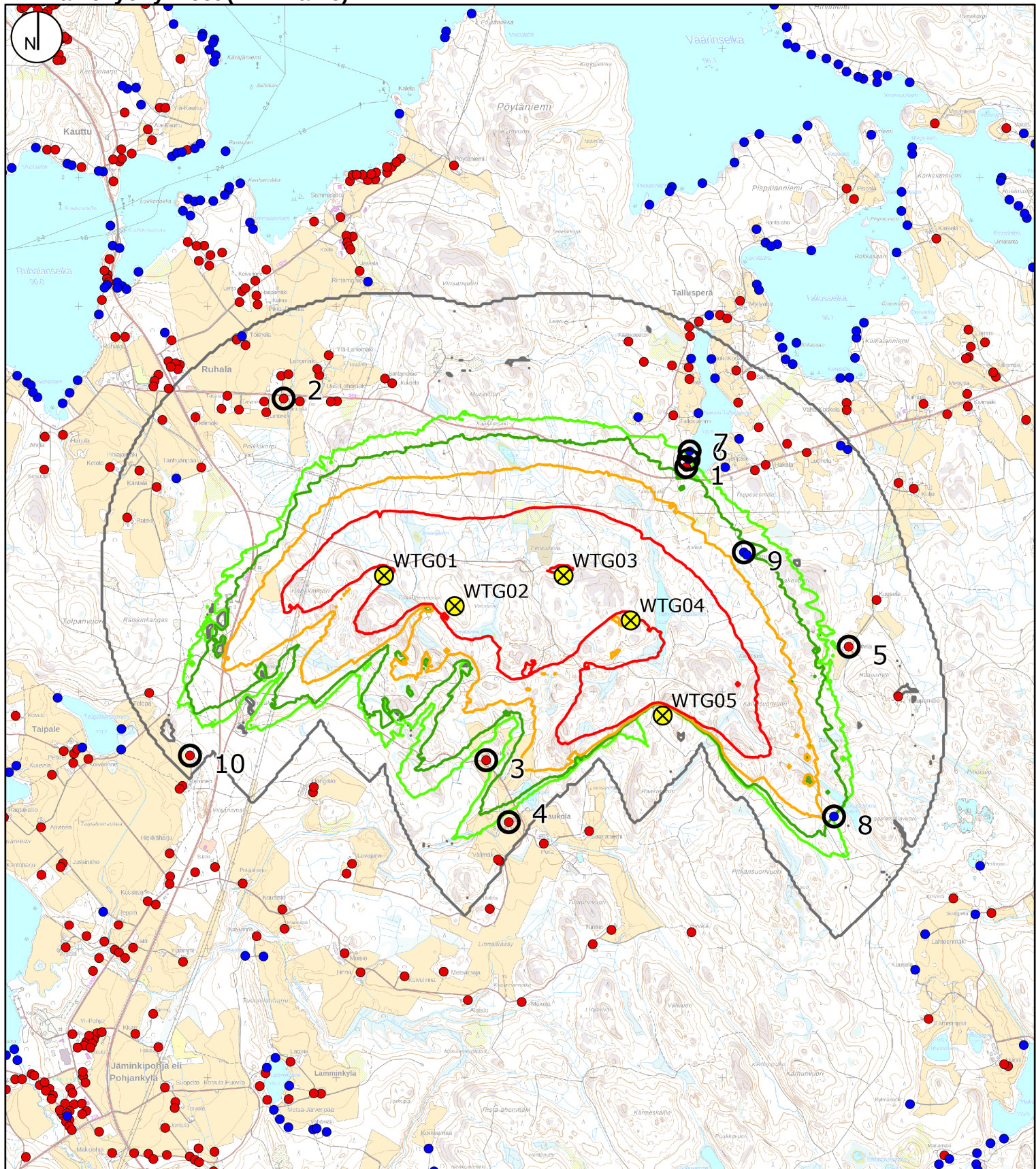
LÄHTEET

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 3.3 User Manual
6. Ilmatieteen laitos, Tilastoja Suomen ilmastosta 1991–2020, Raportteja 2021:8
7. Suomen Tuuliatlas
8. LUKE Luonnonvarakeskus, Avoimien aineistojen tiedostopalvelu, puuston keskipituus (dm) 2019

LIITTEET

- | | |
|---------|--|
| Liite 1 | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet (YVA-vaihe) |
| Liite 2 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä (YVA-vaihe) |
| Liite 3 | Real Case -laskennan välkevyöhykkeet (Kaavaehdotusvaihe) |
| Liite 4 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä (Kaavaehdotusvaihe) |


RAMBOLL

ABO Wind Oy
Murskemäen tuulivoimahanke

Välkemallinnus
(WindPro 3.6)

Layout 5WTG
vestas v172-7.2
Napakorkeus (HH) 200 m
Roottorin halkaisija (RD) 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 300 m

Mittakaava (A4): 1:40 000

0 0.5 1 2 km

30.5.2023 MN

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

0

8

10

15

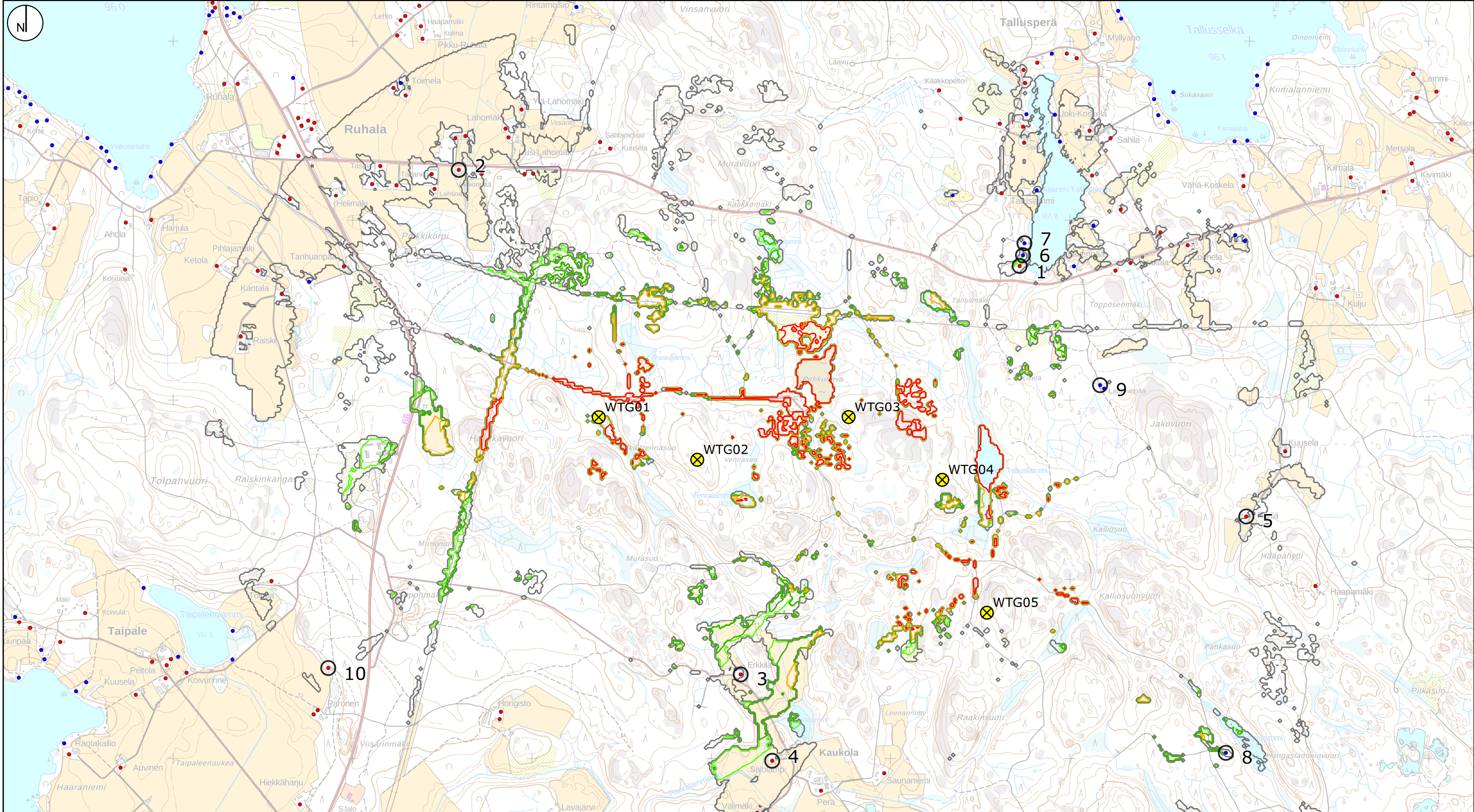
30

⊗ Tuulivoimala

• Asuinrakennus

• Lomarakennus

○ Reseptorit



ABO Wind Oy
Murskemäen tuulivoimahanke

Mittakaava (A4): 1:20 000
0 0.25 0.5 1 km

Välkemallinnus
(WindPro 3.6)

Puusto huomioitu

Layout 5WTG
vestas v172-7.2
Napakorkeus (HH) 200 m
Roottorin halkaisija (RD) 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 300 m

3.8.2023 MN

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

- 0
- 8
- 10
- 15
- 30

- Tuulivoimala
- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Reseptorit

Project:

Murskemaki_valke

Licensed user:

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

Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi

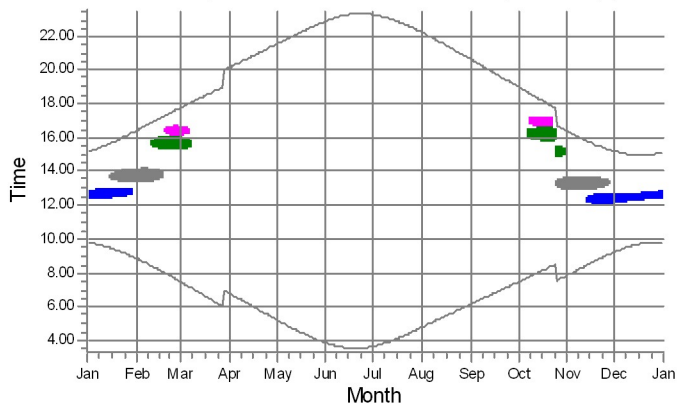
Calculated:

30.5.2023 8.35/3.6.355

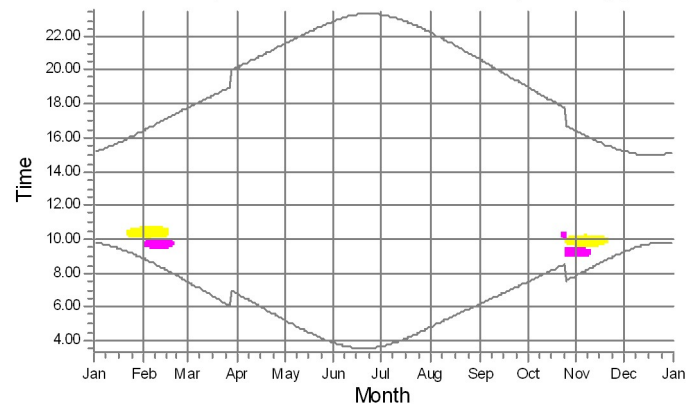
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Results_Layout24042023_V172_HH200_RD200_TH300

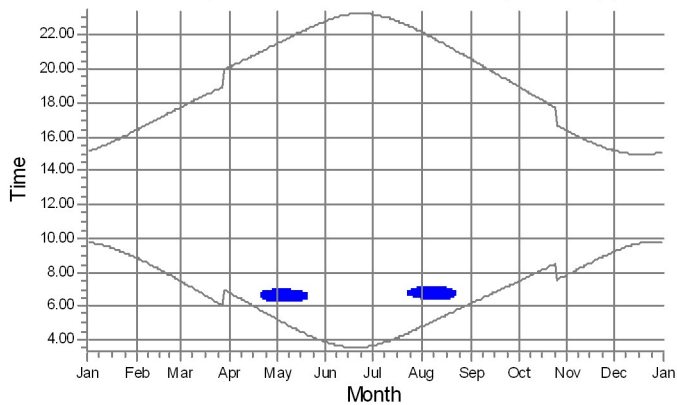
1: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (1)



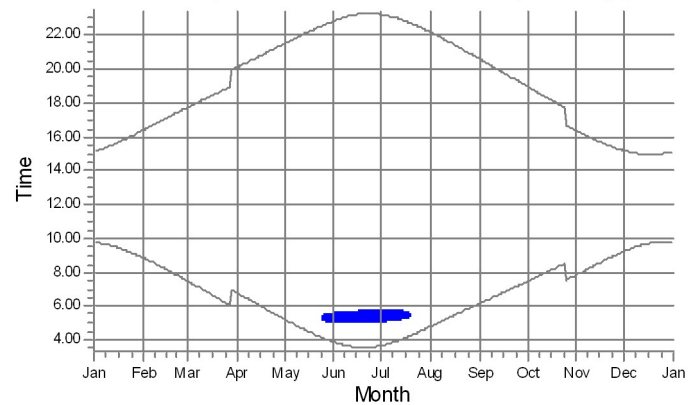
2: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2)



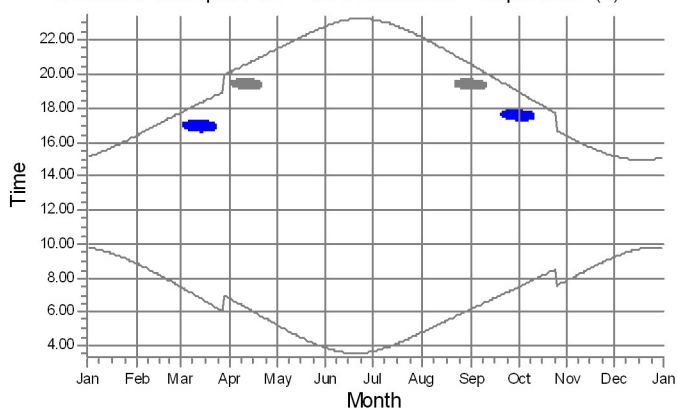
3: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (3)



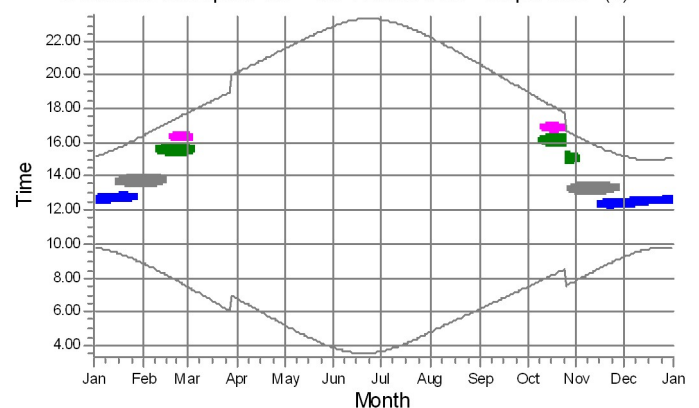
4: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (4)



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



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



WTGs

	WTG03: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (1)
	WTG01: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (2)
	WTG05: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (3)
	WTG04: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (4)
	WTG02: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (5)

Project:

Murskemaki_valke

Licensed user:

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

Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi

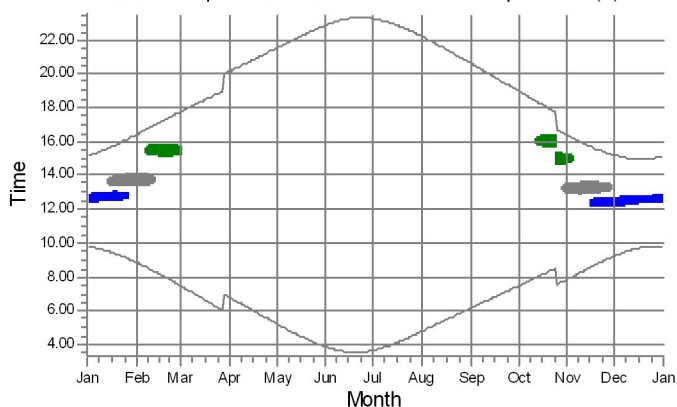
Calculated:

30.5.2023 8.35/3.6.355

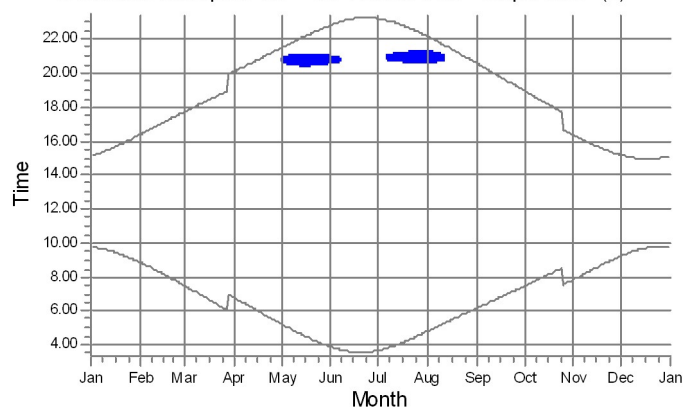
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Results_Layout24042023_V172_HH200_RD200_TH300

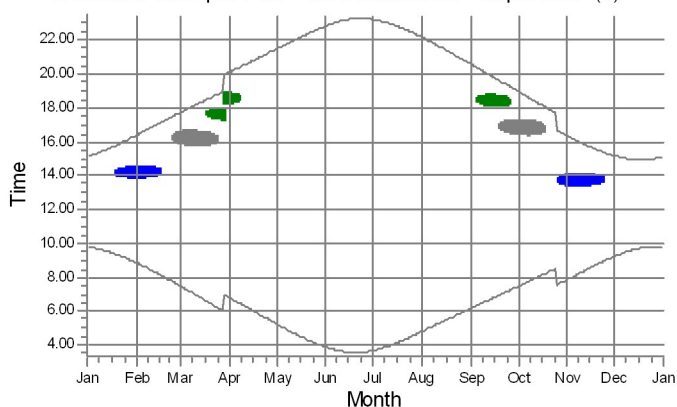
7: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (7)



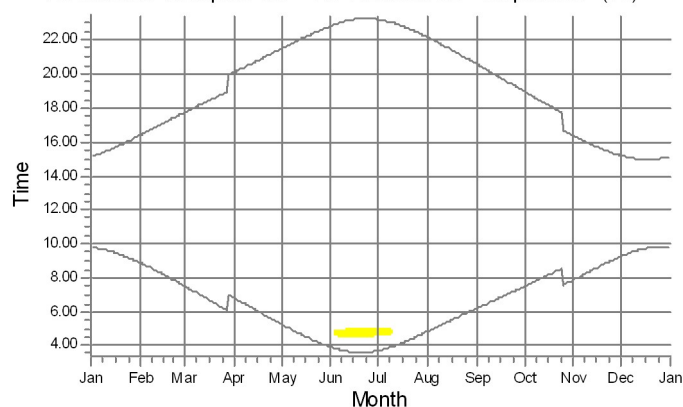
8: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (8)



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° (10)



WTGs



WTG03: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (1)

WTG01: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (2)

WTG05: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (3)

WTG04: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (4)

Project:

Murskemaki_valke

Licensed user:

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

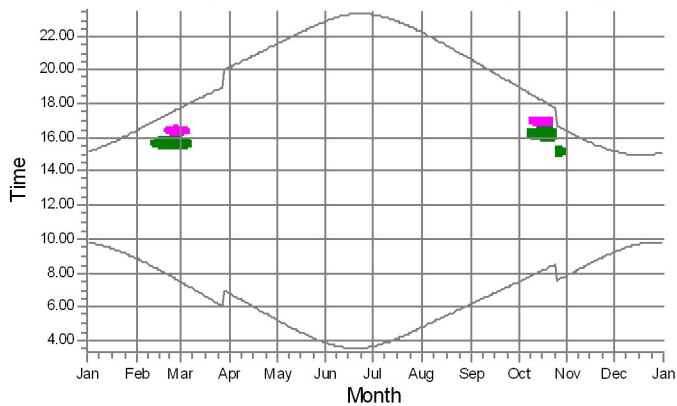
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
 Calculated:

3.8.2023 13.24/3.5.584

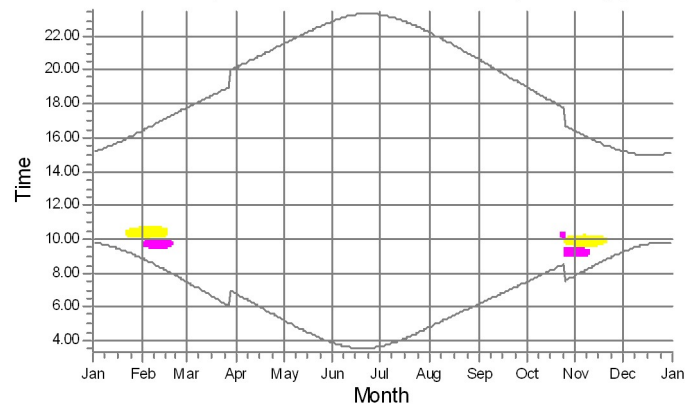
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Results_Layout24042023_V172_HH200_RD200_TH300_Puusto_huomioitu

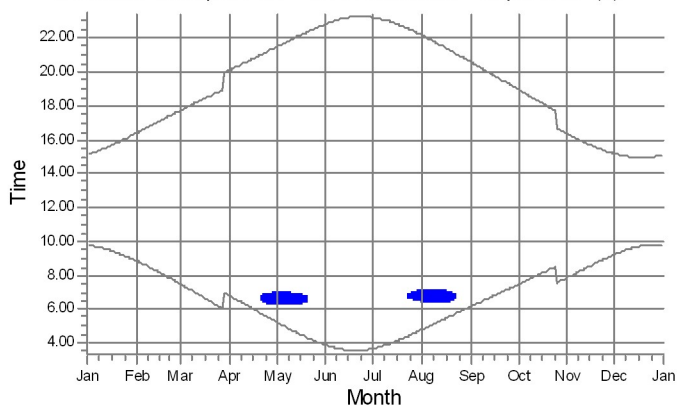
1: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (1)



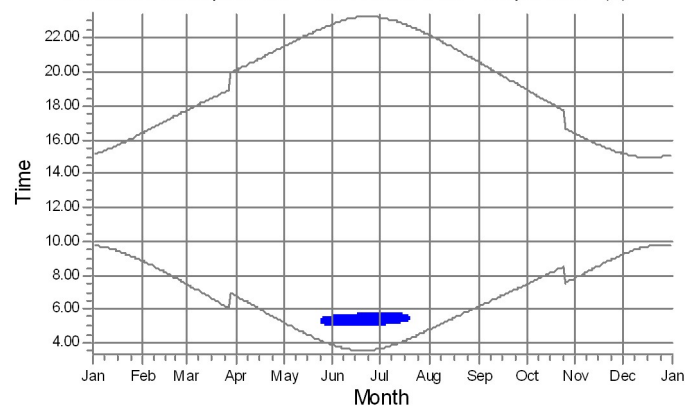
2: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2)



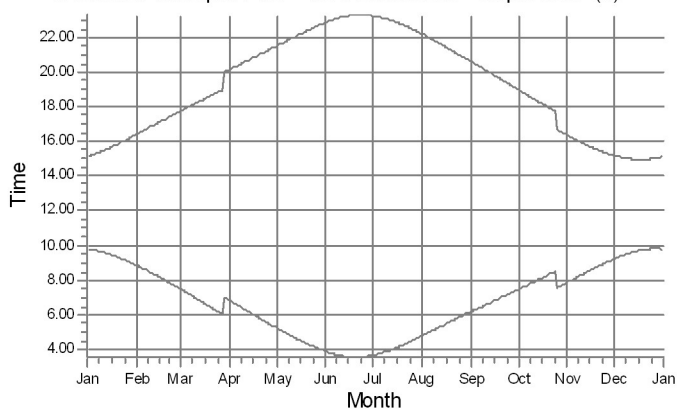
3: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (3)



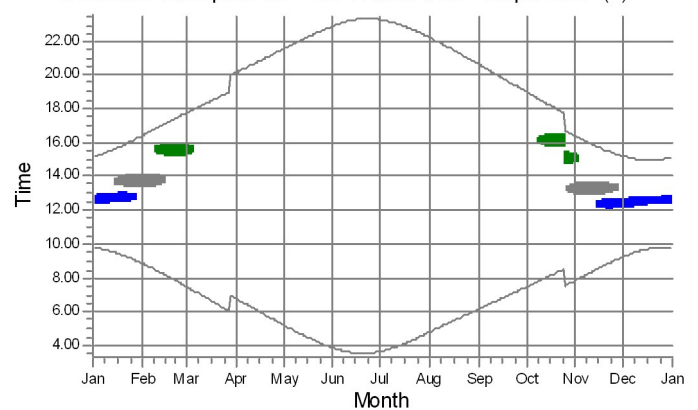
4: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (4)



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



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



WTGs

	WTG03: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (1)
	WTG01: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (2)
	WTG05: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (3)
	WTG04: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (4)
	WTG02: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (5)

Project:

Murskemaki_valke

Licensed user:

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

Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi

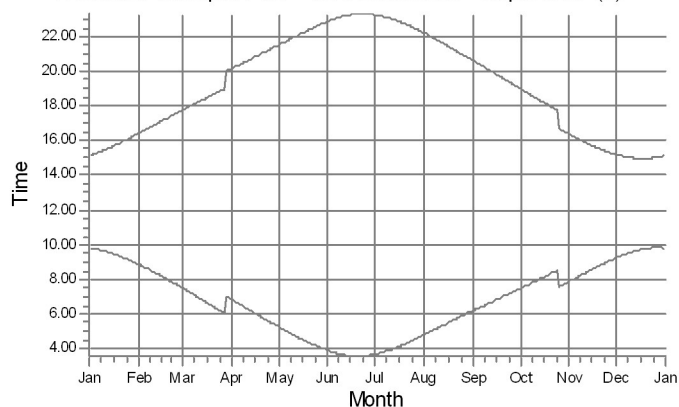
Calculated:

3.8.2023 13.24/3.5.584

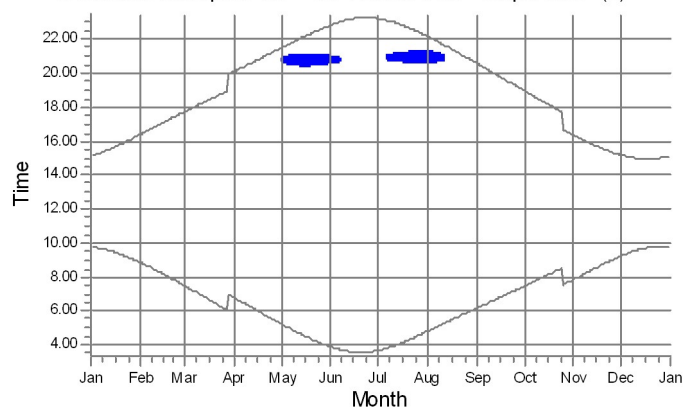
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Results_Layout24042023_V172_HH200_RD200_TH300_Puusto_huomioitu

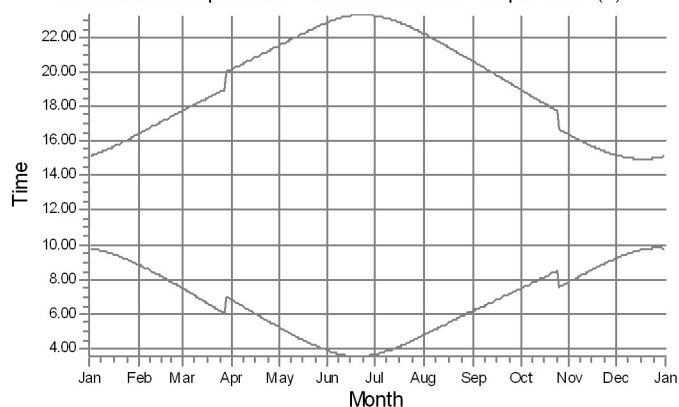
7: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (7)



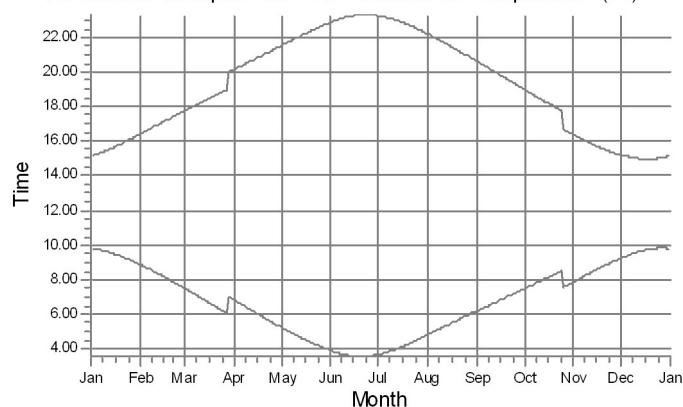
8: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (8)



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

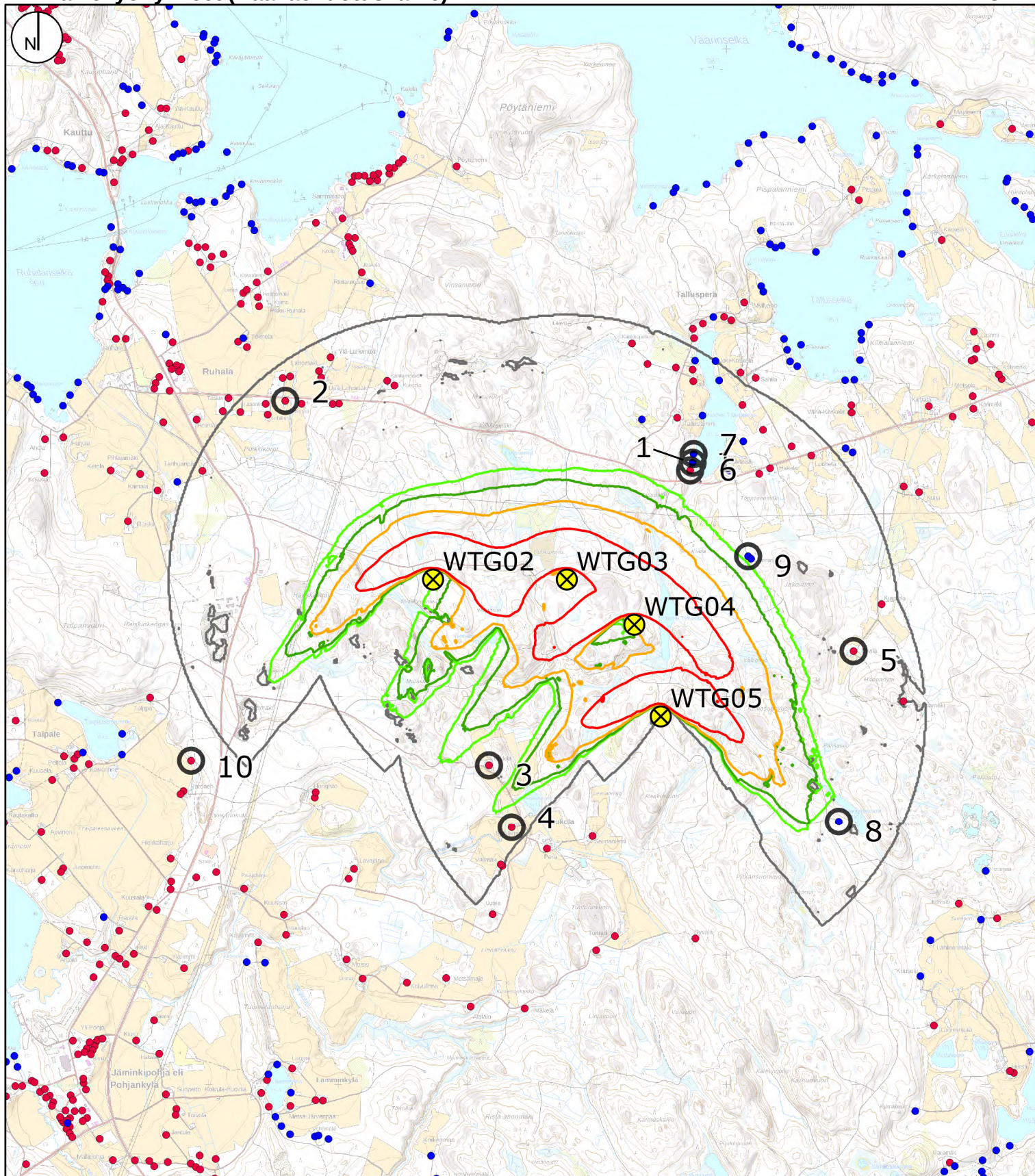


10: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (10)



WTGs

WTG05: VESTAS V172-7.2 USER 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (3)


RAMBOLL

ABO Wind Oy
Murskemäen tuulivoimahanke

Välkemallinnus
(WindPro 4.0)

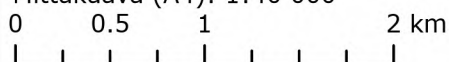
Layout 4WTG
Napakorkeus (HH) 180 m
Roottorin halkaisija (RD) 160 m
Kokonaiskorkeus (TH): 260 m

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

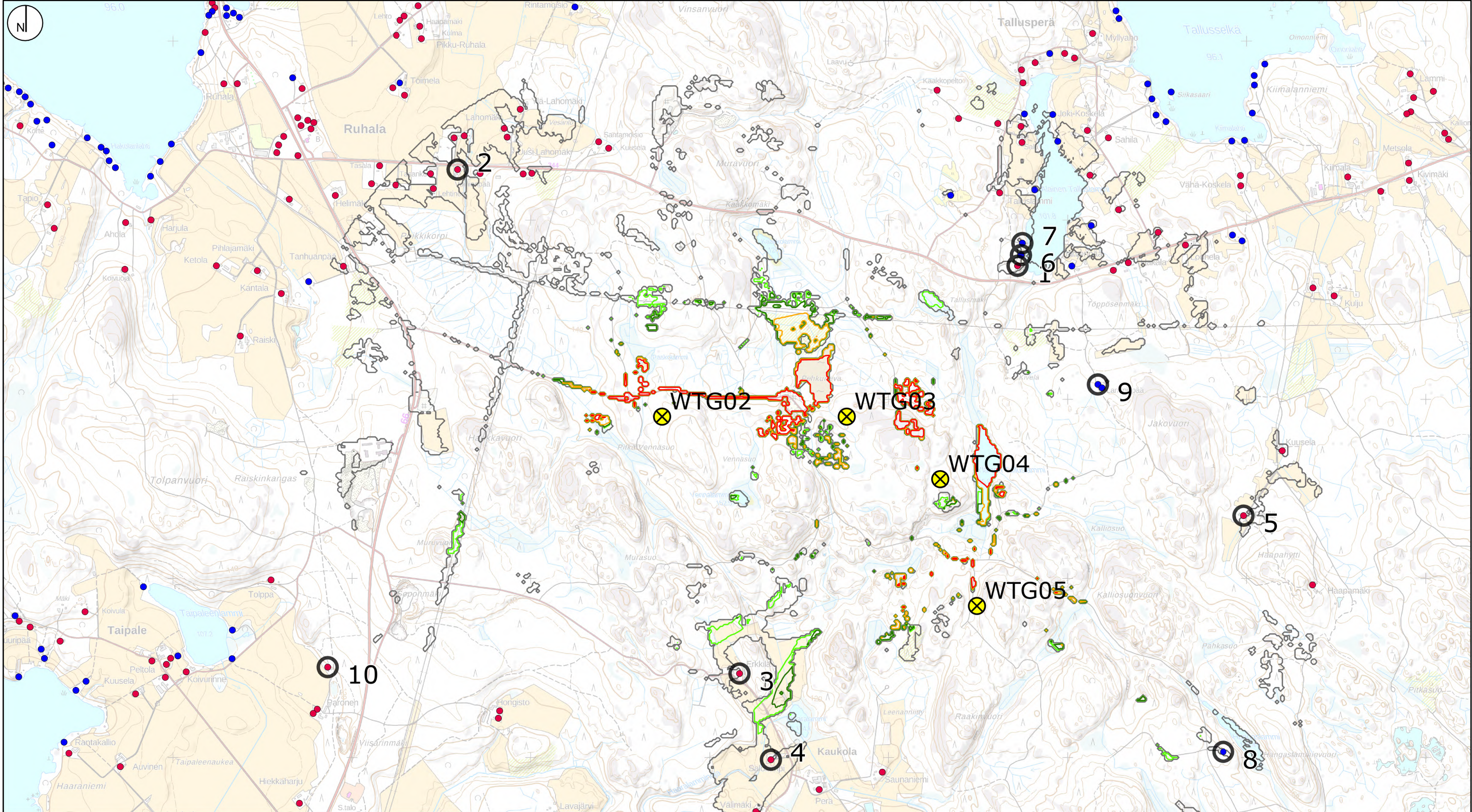


- Murskemäen suunnitellut voimalat
- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Reseptorit

Mittakaava (A4): 1:40 000



11.11.2024 MN



ABO Wind Oy
Murskemäen tuulivoimahanke

Välkemallinnus
(WindPro 4.0)

Puusto huomioitu

Layout 4WTG
Napakorkeus (HH) 180 m
Roottorin halkaisija (RD) 160 m
Kokonaiskorkeus (TH): 260 m

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

- 0
- 8
- 10
- 15
- 30

Murskemäen suunnitellut voimalat

Asuinrakennus

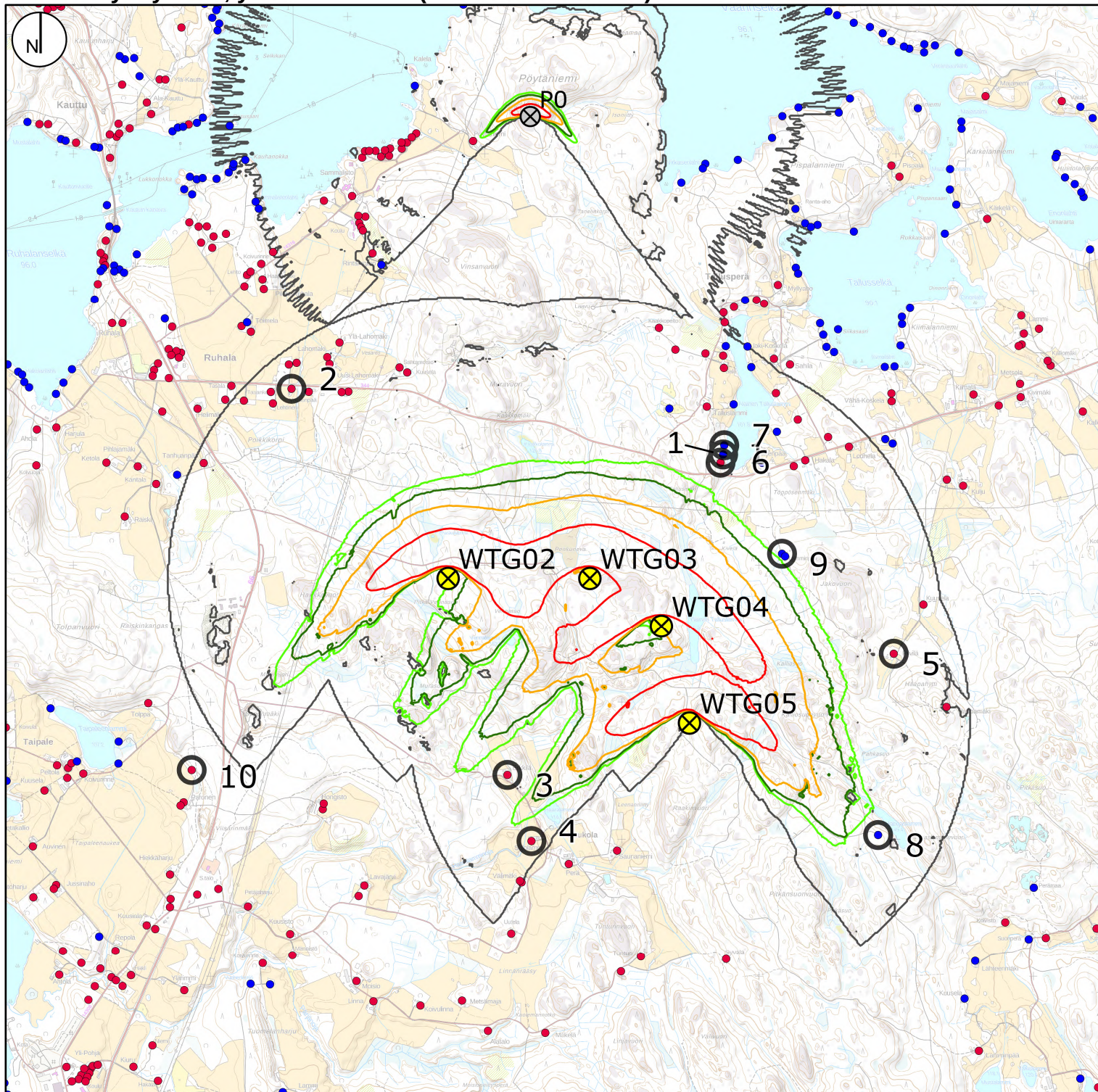
Lomarakennus

Reseptorit

Mittakaava (A4): 1:20 000

0 0.25 0.5 1 km

11.11.2024 MN


RAMBOLL

ABO Wind Oy
Murskemäen tuulivoimahanke

Huomioitu Pöytäniemen
toiminnassa oleva tuulivoimala

Yhteisvälkemallinnus
(WindPro 4.0)

Murskemäki layout 4WTG
Napakorkeus (HH) 180 m
Roottorin halkaisija (RD) 160 m
Kokonaiskorkeus (TH): 260 m

Pöytäniemen toiminnassa oleva
tuulivoimala:
Napakorkeus (HH) 55 m
Roottorin halkaisija (RD) 44 m
Kokonaiskorkeus (TH): 72 m

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

— 0
— 8
— 10
— 15
— 30

⊗ Murskemäen suunnitellut
voimalat
⊗ Pöytäniemen toiminnassa oleva
voimala
• Asuinrakennus
• Lomarakennus
○ Reseptorit

Mittakaava (A4): 1:40 000

0 0.5 1 2 km

11.11.2024 MN

Project:

Murskemaki_valke

Licensed user:

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

Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi

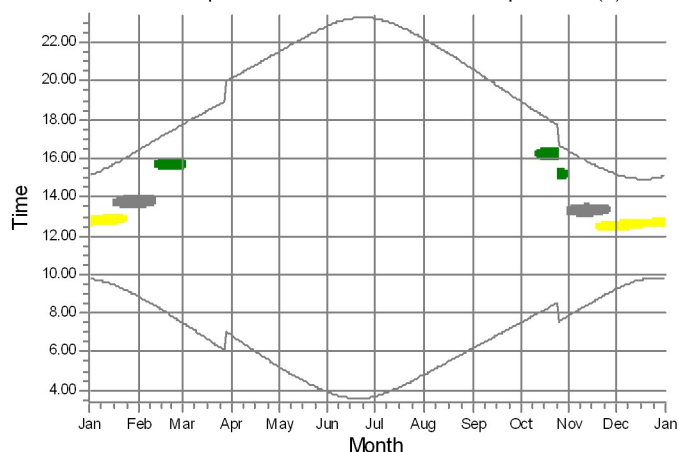
Calculated:

8.11.2024 11:38/4.0.540

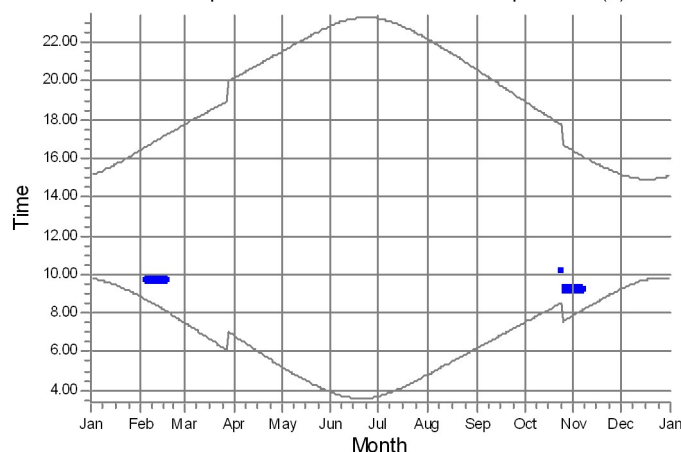
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Results_Layout19062024_HH180_RD160_TH260_mallinnus08112024

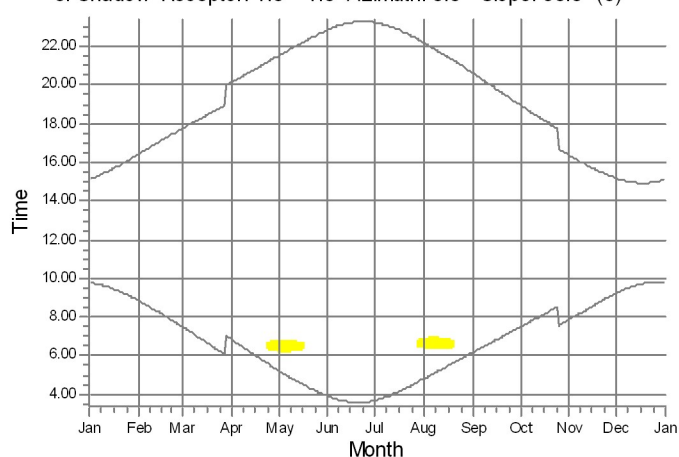
1: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (1)



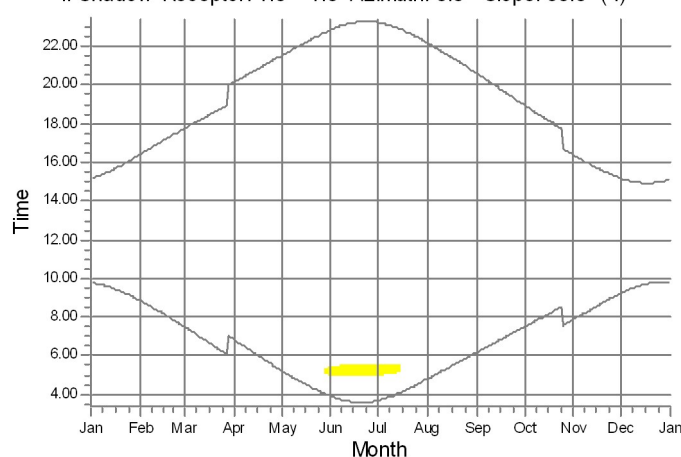
2: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2)



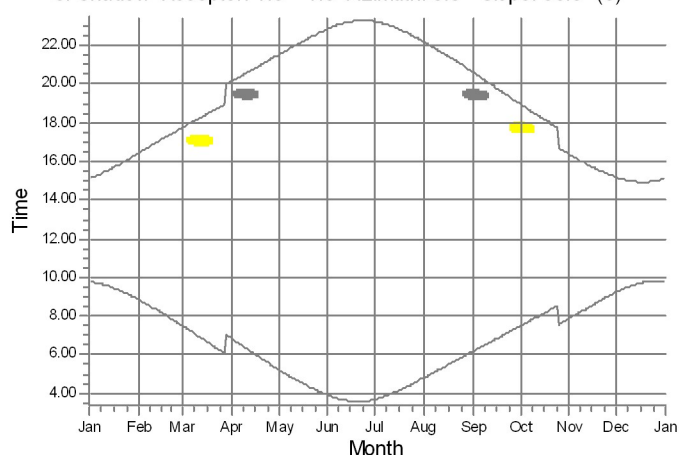
3: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (3)



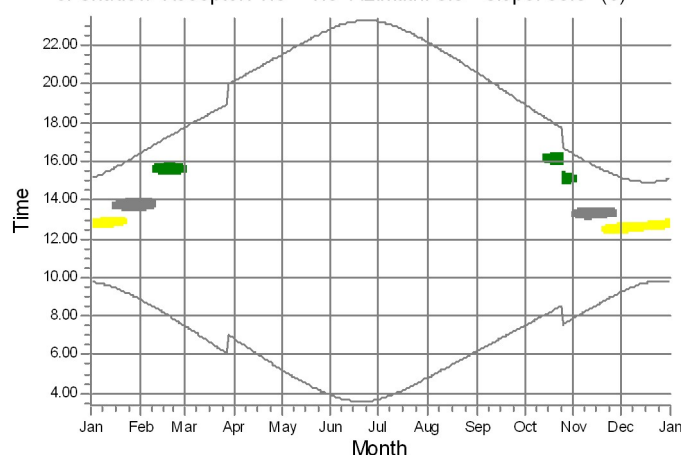
4: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (4)



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



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



WTGs



WTG03: WTG03



WTG05: WTG05



WTG02: WTG02



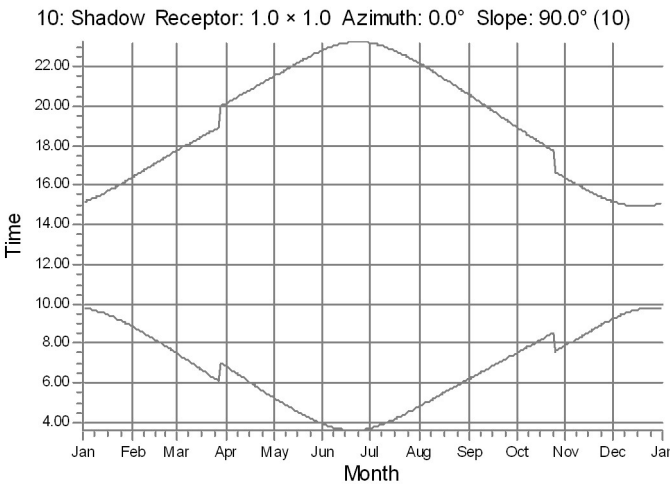
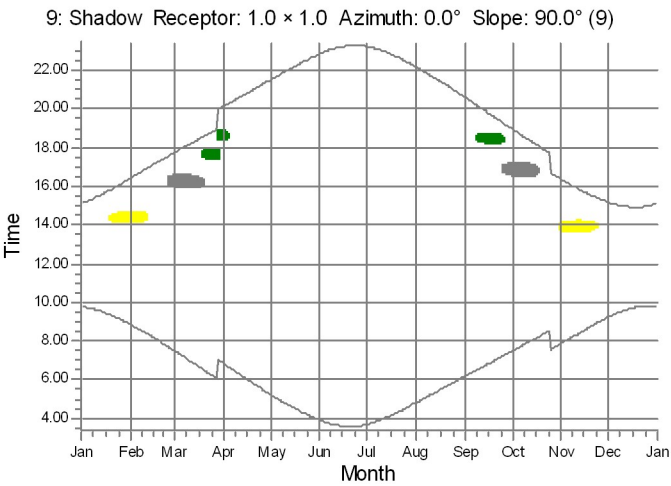
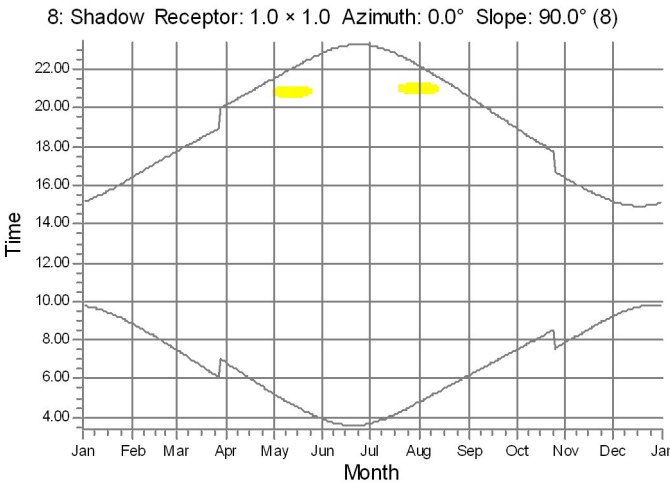
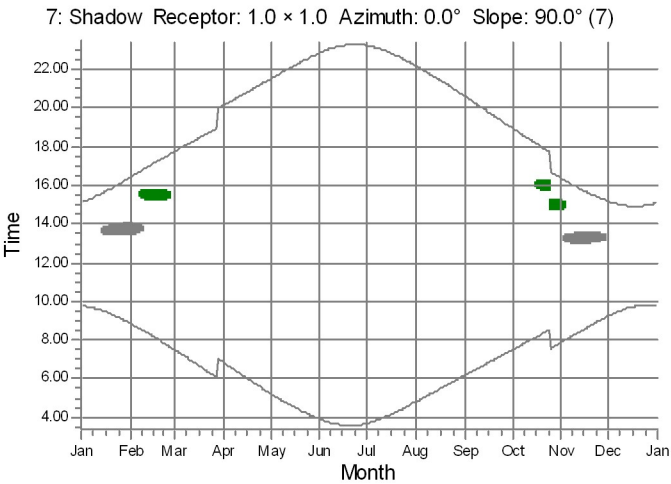
WTG04: WTG04

Project:
Murskemaki_valke

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
8.11.2024 11.38/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Results_Layout19062024_HH180_RD160_TH260_mallinnus08112024



WTGs



WTG03: WTG03



WTG05: WTG05



WTG04: WTG04

Project:

Murskemaki_valke

Licensed user:

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

Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi

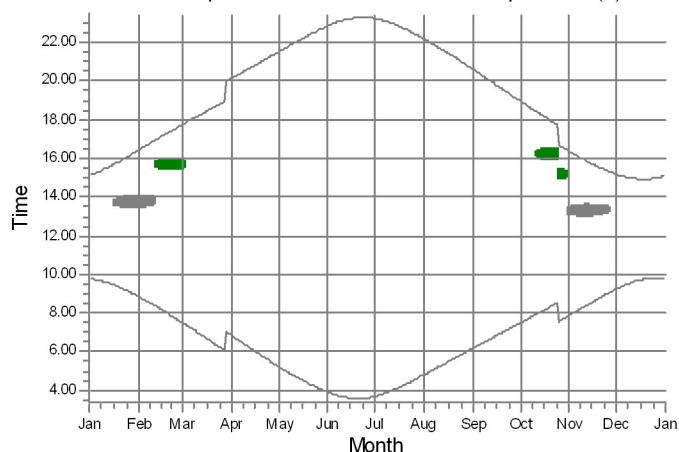
Calculated:

11.11.2024 11.48/4.0.540

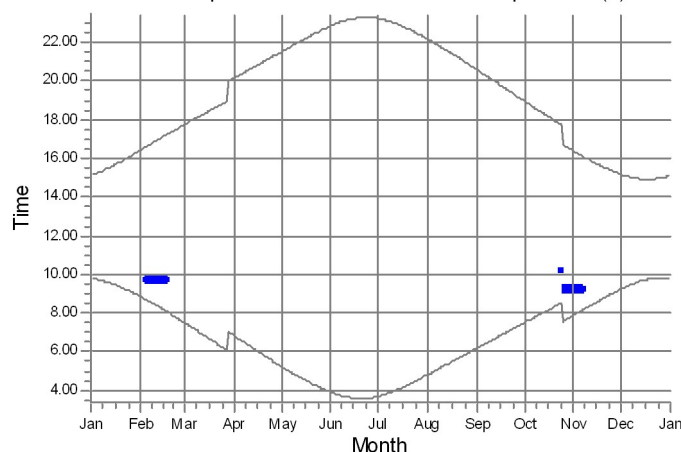
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: PUUSTO_Results_Layout19062024_HH180_RD160_TH260_mallinnus11112024

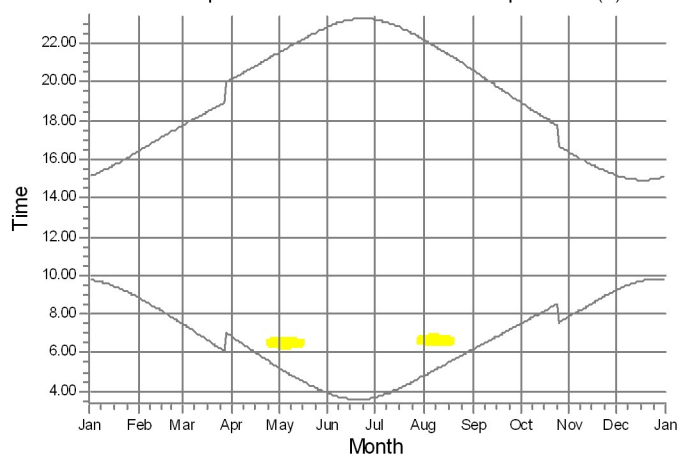
1: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (1)



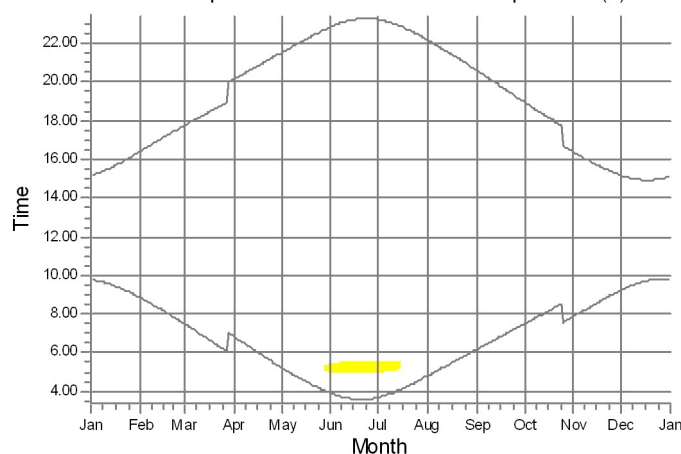
2: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2)



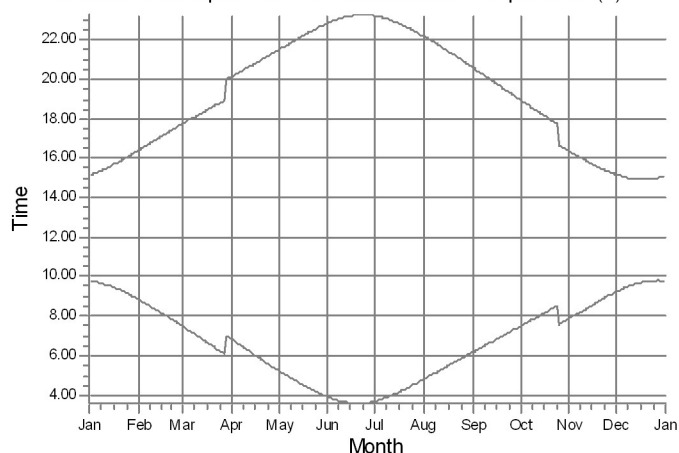
3: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (3)



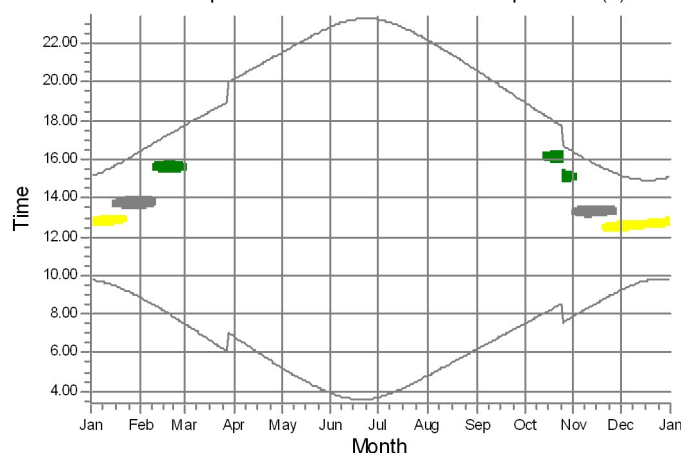
4: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (4)



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



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



WTGs



WTG03: WTG03



WTG05: WTG05



WTG02: WTG02



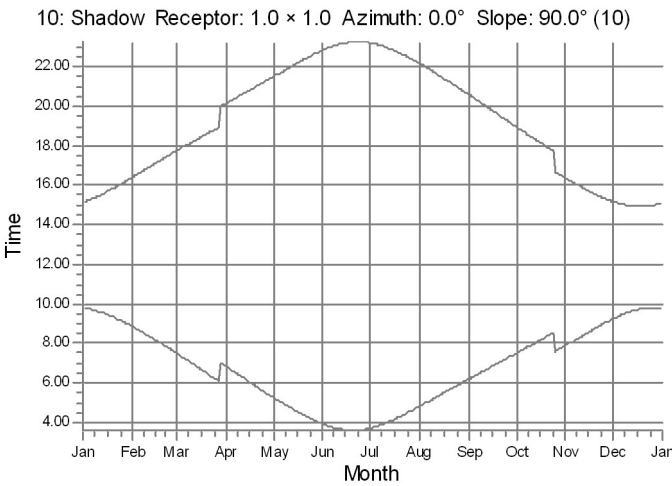
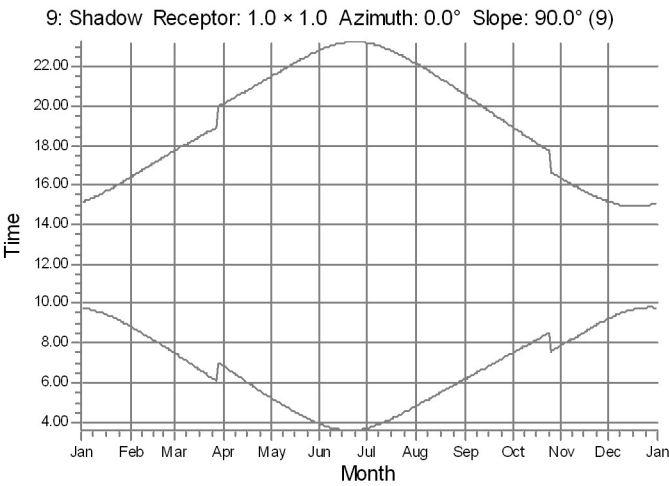
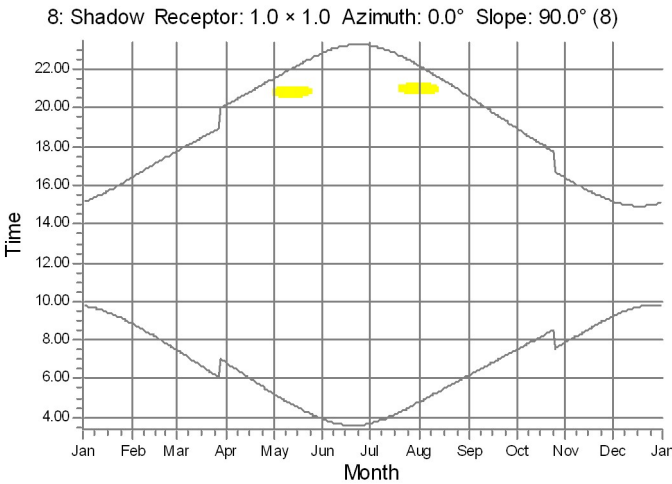
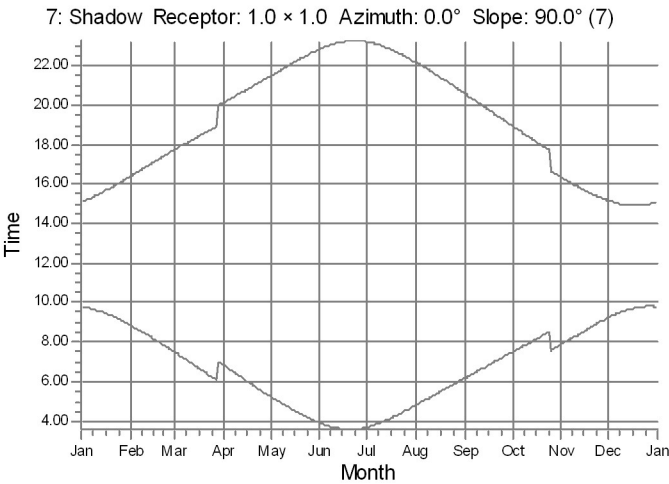
WTG04: WTG04

Project:
Murskemaki_valke

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
11.11.2024 11.48/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: PUUSTO_Results_Layout19062024_HH180_RD160_TH260_mallinnus11112024



WTGs

WTG05: WTG05

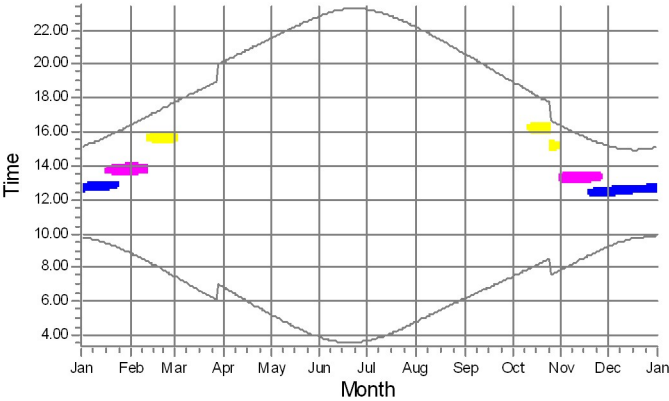
Project:
Murskemaki_valke

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
12.11.2024 14.41/4.0.540

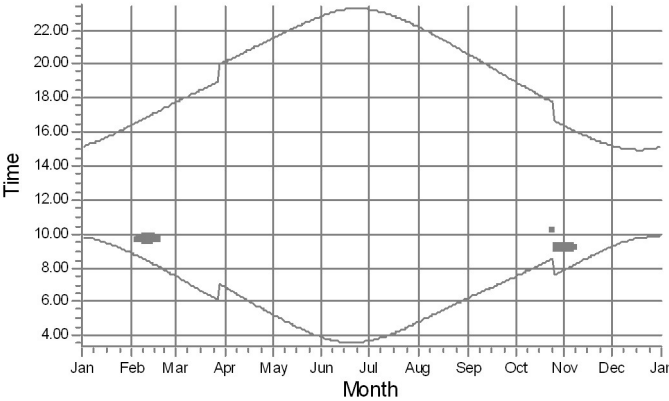
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: YHTEIS_Results_Layout19062024_HH180_RD160_TH260_Yhteismallinnus11112024

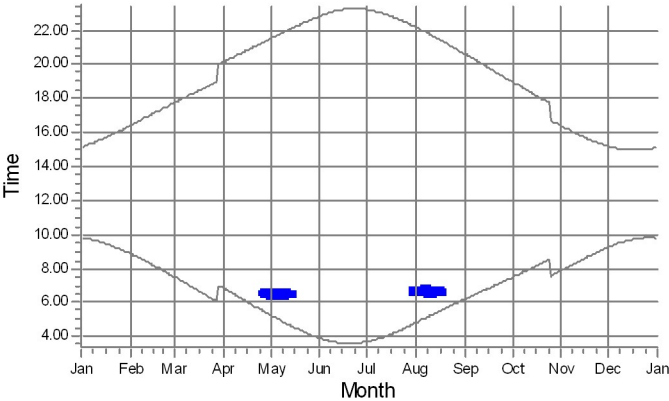
1: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (1)



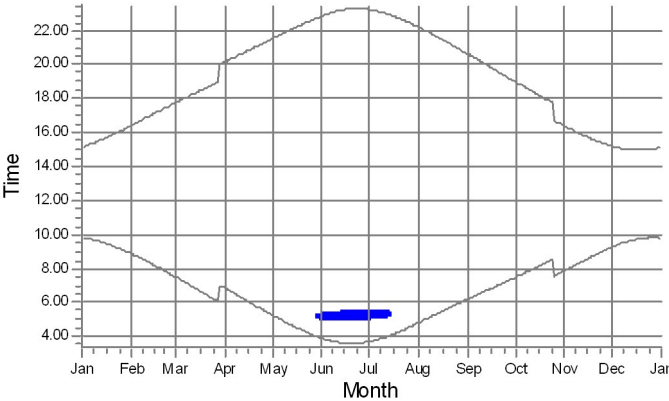
2: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2)



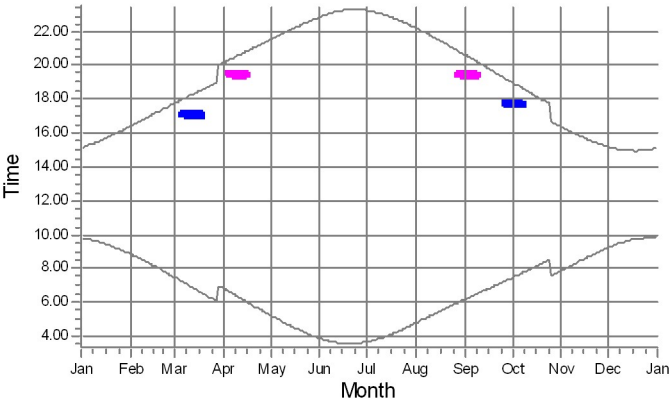
3: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (3)



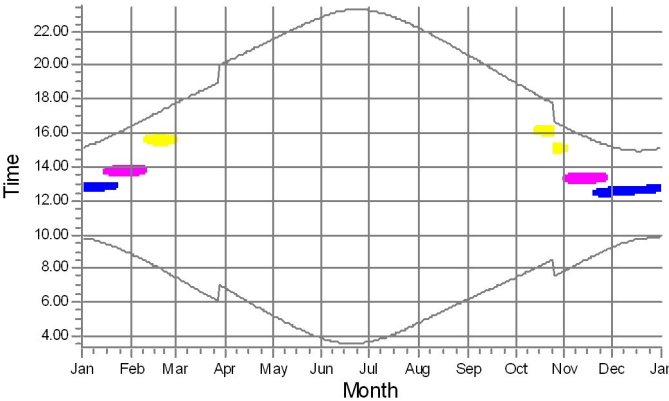
4: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (4)



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



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



WTGs



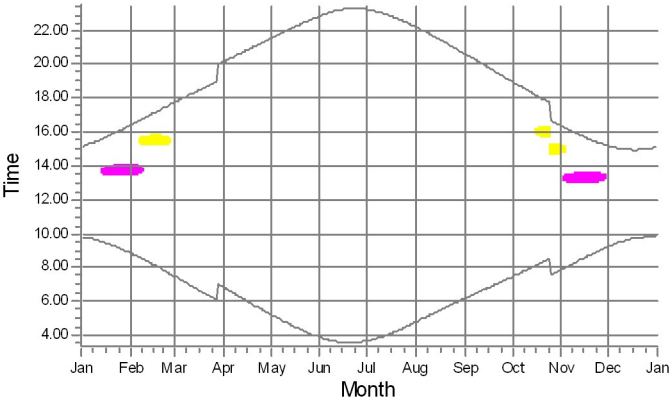
Project:
Murskemaki_valke

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
12.11.2024 14.41/4.0.540

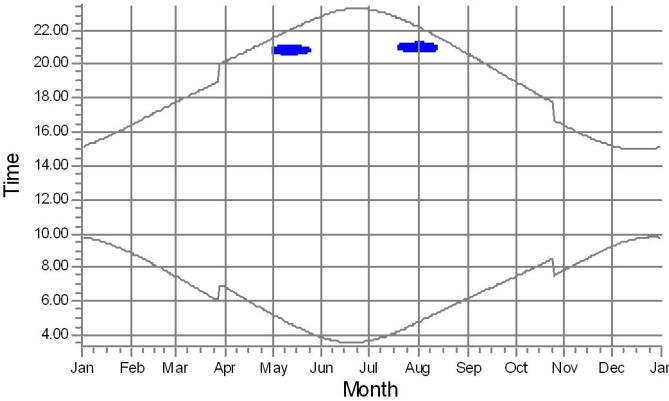
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: YHTEIS_Results_Layout19062024_HH180_RD160_TH260_Yhteismallinnus11112024

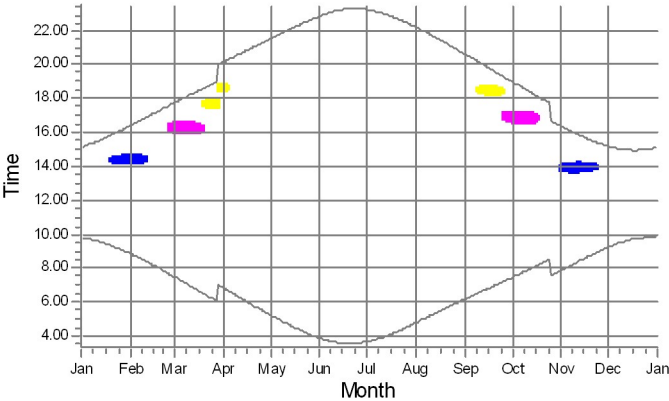
7: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (7)



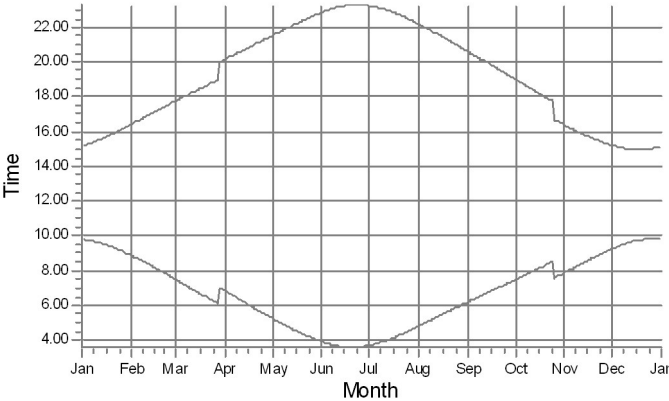
8: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (8)



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° (10)



WTGs

