

Vastaanottaja
Prokon Wind Energy Finland Oy

Asiakirjatyyppe
Raportti

Päivämäärä
10.11.2025

Viite
1510064983-006

VARSAVAARAN TUULIVOIMAHANKE

VÄLKEMALLINNUS

Päivämäärä

10.11.2025

Laatija

Maria Niemi

Tarkastaja

Ville Virtanen

Ramboll Finland Oy

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan vuoden 2022 aineistoa.

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	3
5.	Mallinnustulokset	4
6.	Yhteenveto ja johtopäätökset	5
7.	LÄHTEET	5
8.	LIITTEET	6

1. YLEISTÄ

Prokon Wind Energy Finland Oy suunnittelee tuulivoima-alueen rakentamista Varsavaaran alueelle Paltamoon. Tässä selvityksessä tutkittiin Varsavaaran tuulivoimalaitosten aiheuttamat välkevaikutukset osayleiskaavaa varten kaavaehdotusvaiheen mukaisella voimalasijoittelulla sekä yhteisvälkevaikutukset muiden lähistöllä sijaitsevien tuulivoimahankkeiden välillä. Ympäristöministeriön Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) -oppaan mukaisesti voimaloiden lapojen aiheuttamasta liikkuvasta varjosta puhutaan välkkeenä.

Työ on tehty Prokon Wind Energy Finland Oy:n toimeksiannosta. Välkemallinnuksen ja raportoinnin on tuottanut Ramboll Finland Oy:n maankäytön 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 suunnittelu- tai raja-arvoja välkkeen määrälle asutukselle ja muille altistuville kohteille. Saksassa on annettu ohjeistus (WEA-Schattenwurf-Hinweise) välkevaikutusten 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]. Tanskan laatimassa ohjeistuksessa vuotuinen todellinen välkemäärä (Real Case) 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, jonka liikkumisnopeus riippuu roottorin pyörimisnopeudesta.

Välkevaikutus syntyy sääolojen, vuodenajan ja vuorokauden ajan mukaan, joten välkettä on havaittavissa tiettyssä katselupisteessä vain tiettyjen valaistusolosuhteiden täytyessä ja tiettyinä aikoina vuorokaudesta ja vuodesta. Välkettä ei esiinny, kun aurinko on pilvessä, 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.

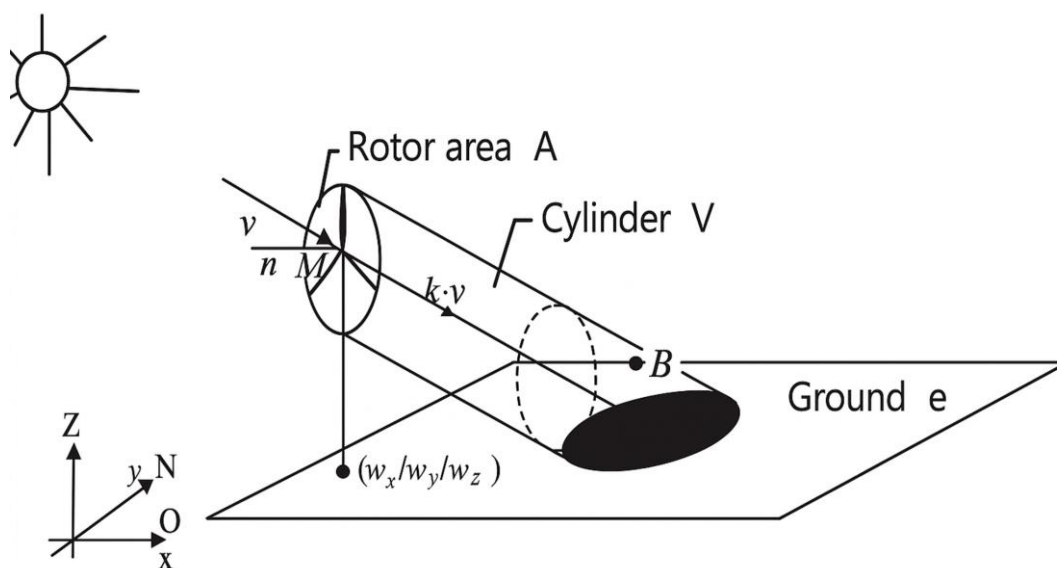
Laajimmalle varjo ulottuu, kun aurinko on matalalla. Toisaalta kun aurinko laskee riittävän matalalle, yhtenäistä varjoa ei enää muodostu. Tällöin valonsäteet joutuvat kulkemaan pitemmän matkan ilmakehän läpi, jolloin säteily hajaantuu. Vaikutusalueen koko riippuu tuulivoimalamallin dimensioista ja lavan 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. Moduulia hyödyntäen lasketaan kuinka usein ja minkälaisina jaksoina tietty kohde on tuulivoimaloiden luoman liikkuvan varjon alaisena (Kuva 1). Ohjelma on yleisesti käytössä tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen mallinnuksessa. Lisätietoja ohjelmasta ja laskentamallin kuvauksen saa internet-osoitteesta <http://www.emd.dk/> löytyvästä ohjelman käyttöohjeesta [5].

WindPRO-ohjelmalla voidaan tehdä kahdentyyppisiä laskentoja, niin sanottuja äärimmäinen tapaus (*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

Laskentapisteidä väliseksi etäisyydeksi määritettiin 10 metriä. Laskennan tarkastelukorkeutena käytettiin maastomallissa 1,5 metriä, eli noin ihmisen silmäkorkeutta. Reseptoripisteiden kohdalla laskennan tarkastelukorkeus asetettiin talon ikkunan yläaidan lähetyville 2 metrin korkeuteen. Laskennassa käytetyn saksalaisen ohjeistuksen yleisesti käytössä olevan laskentatavan 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].

Mallinnuksessa ei huomioida puuston ja rakennusten aiheuttamaa peittovaikutusta, jotka voivat rajoittaa merkittävästi välkkeen esiintyvyyttä maanpinnan tasolla. Selvitystä on täydennetty erillisellä mallinnuksella, jossa 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 vuosi-arvot eivät siten vastaa tulevaa todellista vuositäistä välkevaikutusta tuulivoimaloiden ympäristössä.

Real Case -laskennoissa huomioidaan alueen tuulisuus- ja auringonpaistetiedot [7]. Worst case -tuloksista tehdään vähennykset auringonpaistetietoihin ja käyttötuntitietoihin (tuulensuunta sektoreittain) perustuen, josta saadaan Real case -tulos. Auringonpaisteisuustietona käytettiin Ilmatieteen laitoksen Oulun lentoaseman sääaseman keskiarvoisia auringonpaisteisuustietoja ilmastolliselta vertailukaudelta 1981–2010 (Taulukko 2). [6] Tuulivoimaloiden vuotuiseksi toiminta-ajaksi määritettiin Suomen Tuuliatlaksen tiedoista 96 % (Taulukko 3). 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
0,77	2,46	4,42	6,93	8,81	9,87	9,13	6,84	4,43	2,23	0,93	0,26

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
505	346	395	547	622	672	916	1097	1009	967	708	648	8432

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

Väkelaskennoissa huomioitiin Varsavaaran 12 tuulivoimalaa taulukon 4 mukaisilla sijainneilla. Varsavaaran hankkeen väkelaskentojen lisäksi laadittiin yhteisvälkemallinnus Hietavaaran, Tulijokilan ja Hukkalansalon tuulivoimahankkeiden kanssa.

Varsavaaran voimaloiden napakorkeutena käytettiin 200 m ja roottorin halkaisijana 200 metriä. Varsavaaran hanketta lähimpänä sijaitsevan Hietavaaran hankkeen 18 tuulivoimalan (kaavaluonnos) napakorkeutena käytettiin 200 m ja roottorin halkaisijana 200 metriä. Tulijokilan 11 tuulivoimalan (YVA-ohjelma VE1) napakorkeutena käytettiin 200 m ja roottorin halkaisijana 200 metriä sekä Hukkalansalon 19 tuulivoimalan (kaavaehdotus) napakorkeutena 200 m ja roottorin halkaisijana 220 metriä. Roottorikoon ja napakorkeuden lisäksi myös lavan muoto ja leveys vaikuttavat maksimivälke-etäisyyteen, joka mallinnusohjelman mukaan Varsavaaran laitostallille on noin 2 240 metriä. Varsavaaran voimaloiden lavan levestietoina käytettiin:

- Max blade width = 4,5 m
- Blade width for 90 % radius = 2,1 m

Taulukko 4. Varsavaaran tuulivoimaloiden koordinaatit (ETRS-TM35FIN).

Tunnus	X	Y
VV01	543529	7158779
VV02	543156	7160153
VV03	542675	7161133
VV04	543662	7159886
VV05	544493	7159975
VV06	542211	7158539
VV07	541191	7158272
VV08	540477	7158314
VV09	541675	7159795
VV10	541466	7160382
VV11	542537	7160326
VV12	541913	7161009

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 väkertilanteesta alu-
eella. Mallissa ei kuitenkaan huomioida rakennusten ja puuston peitevaikutusta. Mikäli tuulivoima-
lat eivät ole nähtävissä, eivät ne aiheuta välkevaikutuksia. Mallinnusta on täydennetty erillisellä
välkemallinnuksella, jossa on otettu puusto huomioon.

5. MALLINNUSTULOKSET

Varsavaaran tuulivoimahankkeen välkkeen esiintymiskartat sekä reseptoripisteiden sijainnit on esi-
tetty välkeraportin liitteessä 1. Väkelaskennan tulokset käyvät ilmi jäljempänä esitettävästä tau-
lukosta (Taulukko 5). Välkemallinnuksessa selvitetty Varsavaaran tuulivoimaloiden välkkeen esiin-
tymisajankohdat reseptoripisteissä ovat esitetty liitteessä 2. Reseptoripisteiksi on valittu Varsavaa-
ran välkevaikutusalueelle sijoittuvat asuin- ja lomarakennukset.

Mallinnuksen perusteella Varsavaaran tuulivoimaloista aiheutuvat vuotuiset välkemäärät eivät ylitä
8 tuntia vuodessa, jota on Saksassa ja Ruotsissa käytetty välkkeen suositusarvona asutuksen ja
loma-asutuksen osalta. Välkemallinnuksissa esitetyillä vuotuisen suositusraja-arvon (8 h/a) ylittä-
villä välkealueilla sijaitsee metsästysmajoja. Muilta osin julkisia virkistyskäytössä olevia rakennuk-
sia, tai muita herkkiä rakennuskohteita, kuten kouluja ja päiväkoteja ei sijaitse suositusrajan ylit-
tävällä välkealueella. Virkistysrakenteisiin ei ole yleisesti sovellettu suosituksia välkkeen vuotui-
sesta enimmäismäärästä.

Yhteismallinnuksen tuloksien perusteella reseptoripisteisiin 15–21 aiheutuu tuulivoimahankkeiden
muodostaman välkkeen yhteisvaikutuksia. Reseptoripisteet sijaitsevat Varsavaaran tuulivoima-
hankkeen luoteis- ja pohjoispuolella. Ohjearvon ylitykset aiheutuvat pääosin Hietavaaran voima-
loista.

Taulukko 5. Välkemallinnuksien reseptoristelaskentojen tulokset ilman puustoa ja puusto huomioituna.

Reseptori	Varsavaara (Real Case, h/a*)	Varsavaara, Huomioitu puusto (Real Case, h/a*)	Muut (Hietavaara, Tulijokila, Huk- kalansalo) (Real Case, h/a*)	Yhteismallinnus (Real Case, h/a*)	Yhteismallinnus puusto (Real Case, h/a*)
1	2:34	0:00	0:00	2:34	0:00
2	2:25	0:00	0:00	2:25	0:00
3	2:19	0:00	0:00	2:19	0:00
4	3:47	0:00	0:00	3:47	0:00
5	7:38	7:38	0:00	7:38	7:38
6	2:46	2:46	0:00	2:46	2:46
7	6:50	0:00	0:00	6:50	0:00
8	7:37	0:00	0:00	7:37	0:00
9	1:43	0:00	0:00	1:43	0:00
10	3:04	3:04	0:00	3:04	3:04
11	2:54	0:00	0:00	2:54	0:00
12	2:34	0:00	0:00	2:34	0:00
13	1:43	1:43	0:00	1:43	1:43
14	2:12	0:00	0:00	2:12	0:00
15	1:36	0:00	22:28	24:05	0:00
16	0:00	0:00	22:38	22:38	0:00
17	3:21	0:00	28:10	31:04	0:00
18	7:16	0:00	10:17	17:33	10:17
19	5:49	0:00	10:31	16:20	3:43
20	4:15	4:15	11:56	16:12	8:02
21	1:34	1:34	9:41	11:15	11:15
22	1:23	1:23	5:18	6:41	6:41
23	1:18	1:18	5:13	6:31	1:18
24	1:15	1:15	4:50	6:05	6:05
25	1:13	1:13	4:41	5:54	5:54

Taulukossa 6 esitetään yhteismallinnuksessa suositusraja-arvon (8 h/a) ylittäneet reseptoripisteet 15–21 ja niiden tulokset niistä voimaloista, joista välkevaikutuksia aiheutuu. Reseptoripisteisiin 15–17 aiheutuvat välkevaikutukset muodostuvat pääosin Hietavaaran voimaloista Hi16 ja Hi18 ja reseptoripisteisiin 18–21 aiheutuvat välkevaikutukset muodostuvat pääosin voimaloista Hi15 ja Hi17.

Taulukko 6. Erittely niistä voimaloista ja reseptoripisteistä, joissa yhteismallinnuksen mukaan ylittyy 8 h/a.

Reseptori	Real Case, h/a										
	Varsavaaran voimala ja numerointi					Hietavaaran voimala ja numerointi					
	VV2	VV3	VV10	VV11	VV12	Hi1	Hi3	Hi15	Hi16	Hi17	Hi18
15					1:36	4:46	4:40		6:44		6:16
16						4:45	4:46		6:35		6:30
17			1:35		1:45	4:30	5:07		5:25	5:00	8:06
18	1:12	3:14		1:14	1:34			6:44		3:32	
19		3:07		1:10	1:33			6:47		3:43	
20		2:44			1:30			8:09		3:47	
21		1:34						7:13		2:27	

6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Välkemallinnuksella tarkasteltiin Varsavaaran alueelle Paltamoon suunniteltujen tuulivoimaloiden välkevaikutuksia tuulivoimaloiden ympäristössä. Lisäksi laadittiin yhteisvälkemallinnukset Hietavaaran, Tulijokilan ja Hukkalansalon tuulivoimapuistoille. Varsavaaran laitospölyn napakorkeutena käytettiin 200 m ja roottorin halkaisijana 200 m. Voimalan enimmäiskokonaiskorkeudeksi muodostuu 300 m. Voimaladimensioista roottorin läpimitalla ja lavan paksuudella, on merkittävin vaikutus välkemääriin ympäristössä.

Suomessa ei ole määritetty sitovia ohje- tai raja-arvoja tuulivoimaloiden aiheuttamalle välkkeelle. Varsavaaran tuulivoimahankkeen välkemallinnuksen tulosten mukaan hankkeen ympäristössä ei jää yhtäkään asuin- ja lomarakennusta välkevaikutusalueelle, jossa vuotuinen välkemäärä ylittää 8 tuntia (käytetty rajana Saksassa ja Ruotsissa)

Yhteismallinnuksen osalta 8 h/a ylittyy useiden loma- ja asuinrakennusten kohdalla. Ylitykset aiheutuvat pääosin Hietavaaran tuulivoimaloista. Puusto huomioituna 8 h/a ei ylitä reseptoripisteissä 15–17 ja 19.

Välkkeen vuotuisen tuntimäärän lisäksi myös välkynnän ajankohdalla (vuoden- ja kellonaika) sekä kohteen käytötavalla ja -tarkoituksella on vaikutusta potentiaalisen häiriön kokemiseen.

Vuosittaiseen todelliseen välkevaikutukseen vaikuttaa, kuinka tarkasti vuosittainen tuulivoimaloiden toiminta ja sääolosuhteet vastaavat mallinnuksessa käytettyjä arvoja. Lisäksi voimaloiden näkyminen tai näkymisen estyminen esimerkiksi puuston tai rakennusten vuoksi on vaikuttava tekijä välkevaikutuksen muodostumisessa. Jos tuulivoimalat eivät näy häiriintyvään kohteeseen, ei lähikohtaisesti välkettä aiheudu.

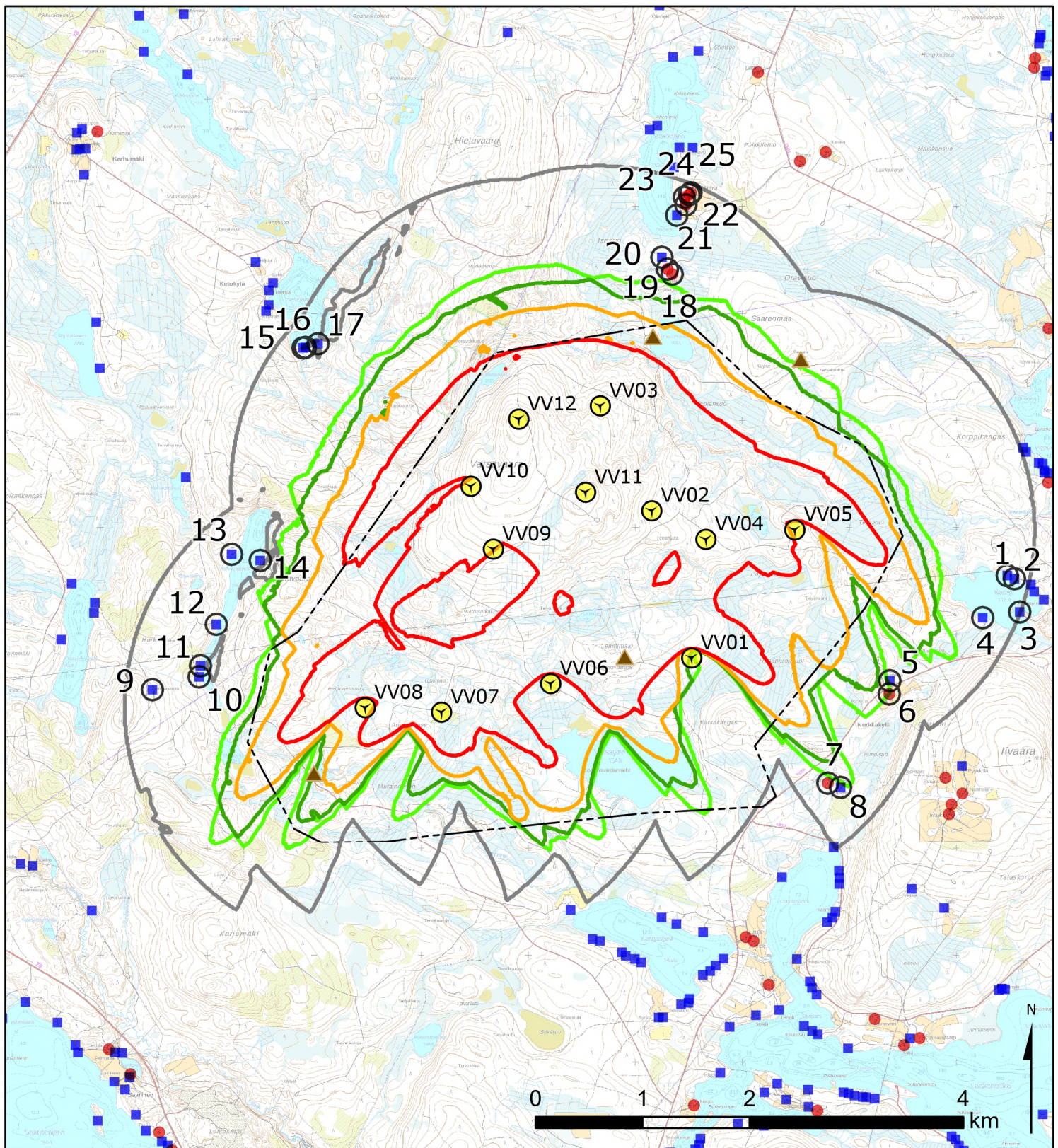
7. LÄHTEET

1. Ympäristöministeriö. 2016. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Saatavilla osoitteesta https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79057/OH_5_2016.pdf?sequence=1.
2. Umweltbundesamt. 2019. Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immisionen von Windkraftanlagen: WKA-Schattenwurfhinweise.
3. Boverket. 2009. Vindkraftshandboken - Planering och prövning av vindkraftverk på land och i kustnära vattenområden. Saatavilla osoitteesta: <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2013/vindkraftshandboken.pdf>.
4. Naturstyrelsen & Miljøministeriet. 2015. Vejledning om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller. Saatavilla osoitteesta: https://videnomvind.dk/wp-content/uploads/2020/07/Plan%C3%A6g_vejledning_06012015_web.pdf.

5. EMD International A/S. WindPRO 3.6. User Manual: Energy.
6. Ilmatieteen laitos. 2012. Tilastoja Suomen ilmastosta 1981–2010.
7. Ilmatieteen laitos. 2024. Suomen Tuuliatlas. Saatavilla osoitteesta: <http://tuuliatlas.fmi.fi/fi/>.
8. LUKE Luonnonvarakeskus. 2021. Avoimien aineistojen tiedostopalvelu, puuston keskipituus.

8. LIITTEET

- | | |
|---------|--|
| Liite 1 | Real Case -laskennan välkeyvöhykkeet |
| Liite 2 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä |


RAMBOLL

PROKON Wind Energy Finland Oy
Varsavaaran tuulivoimapuisto

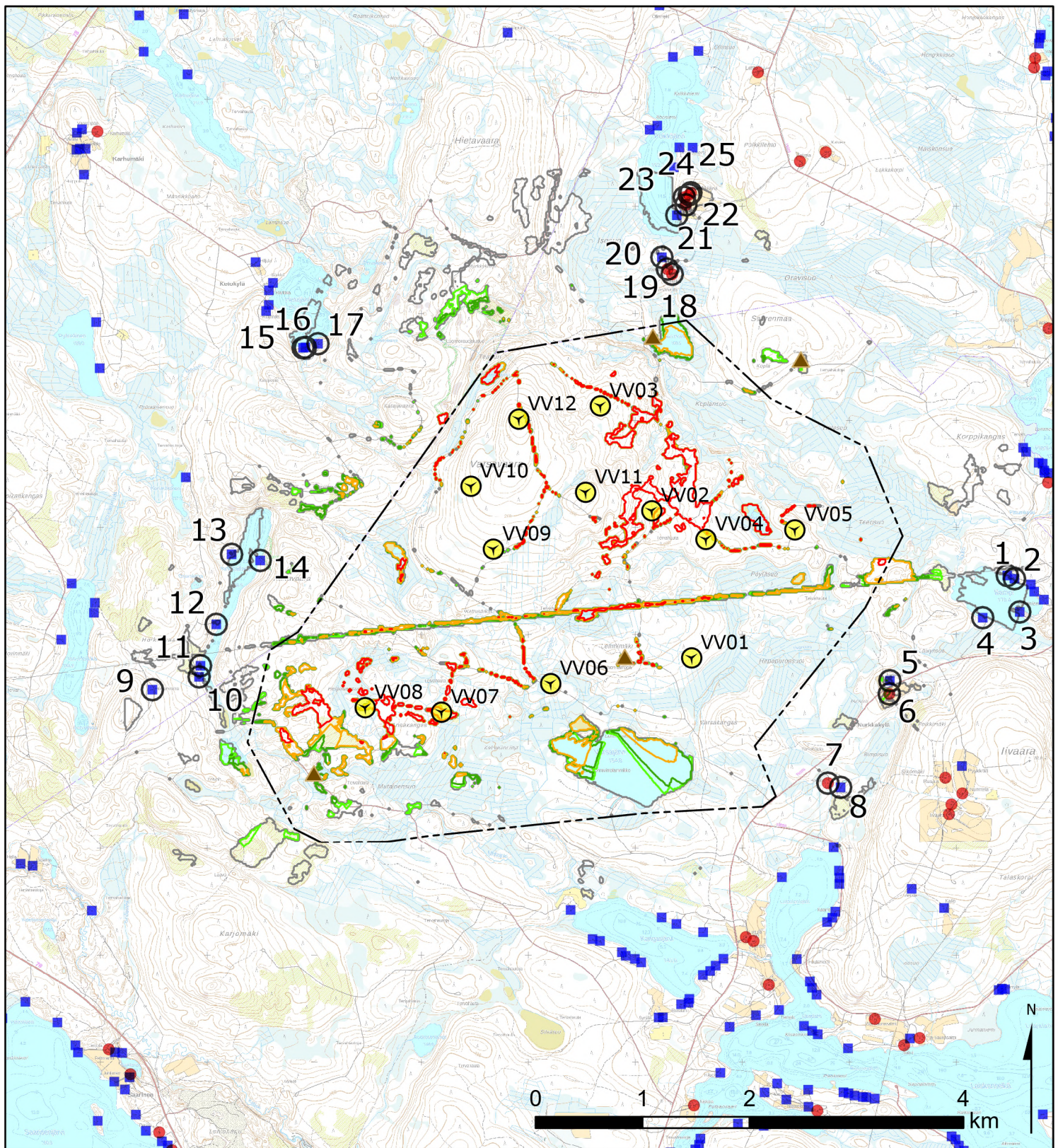
Välkemallinnus (WindPro)

Välketuntia vuodessa,
Real Case -mallinnus



- Varsavaaran voimalat
- Varsavaaran suunnittelualue
- Reseptorit
- Metsästysmaja
- Asuinrakennus
- Lomarakennus

10.11.2025


RAMBOLL

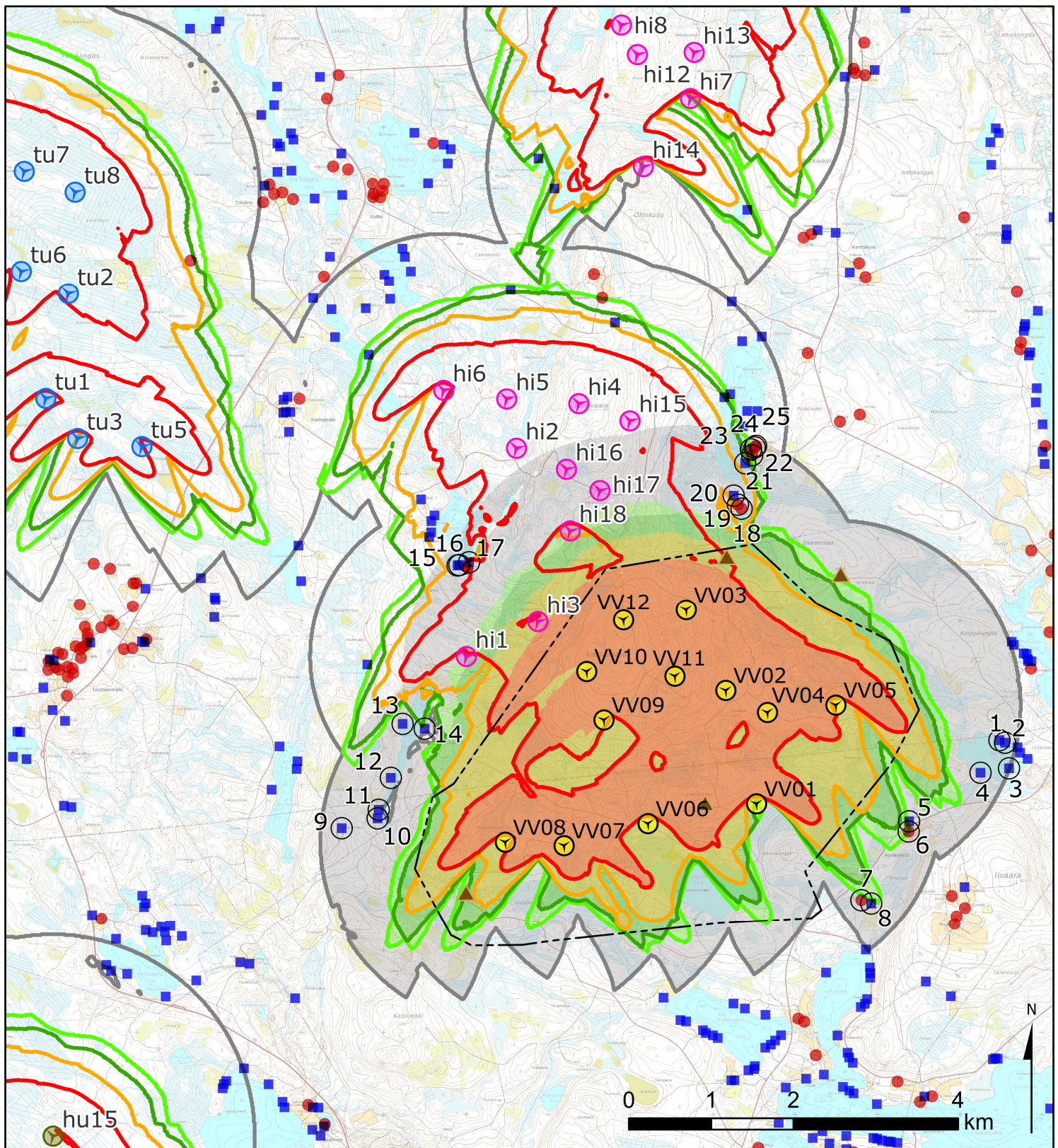
PROKON Wind Energy Finland Oy
Varsavaaran tuulivoimapaisto

Välkemallinnus (WindPro)
Puusto huomioitu

Välketuntia vuodessa,
Real Case -mallinnus

— 0
— 8
— 10
— 15
— 30

⊙ Varsavaaran voimalat
⬡ Varsavaaran suunnittelualue
○ Reseptorit
▲ Metsästysmaja
● Asuinrakennus
■ Lomarakenus


RAMBOLL

PROKON Wind Energy Finland Oy
Varsavaaran tuulivoimapuisto

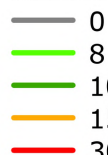
Yhteisvälkemallinnus (WindPro)

Varsavaaran, Hietavaaran, Tulijokilan
ja Hukkalansalon tuulivoimalat

10.11.2025

Yhteisvälkemallinnus

Välketuntia vuodessa,
Real Case -mallinnus



Varsavaara

Välketuntia vuodessa,
Real Case -mallinnus



Varsavaaran 12 tuulivoimalaa



Varsavaaran suunnittelualue



Hietavaaran 18 tuulivoimalaa
(kaavaluonnos)



Hukkalansalon 19
tuulivoimalaa (kaavaehdotus)



Tulijokilan 11 tuulivoimalaa
(YVA-ohjelma VE1)



Reseptorit



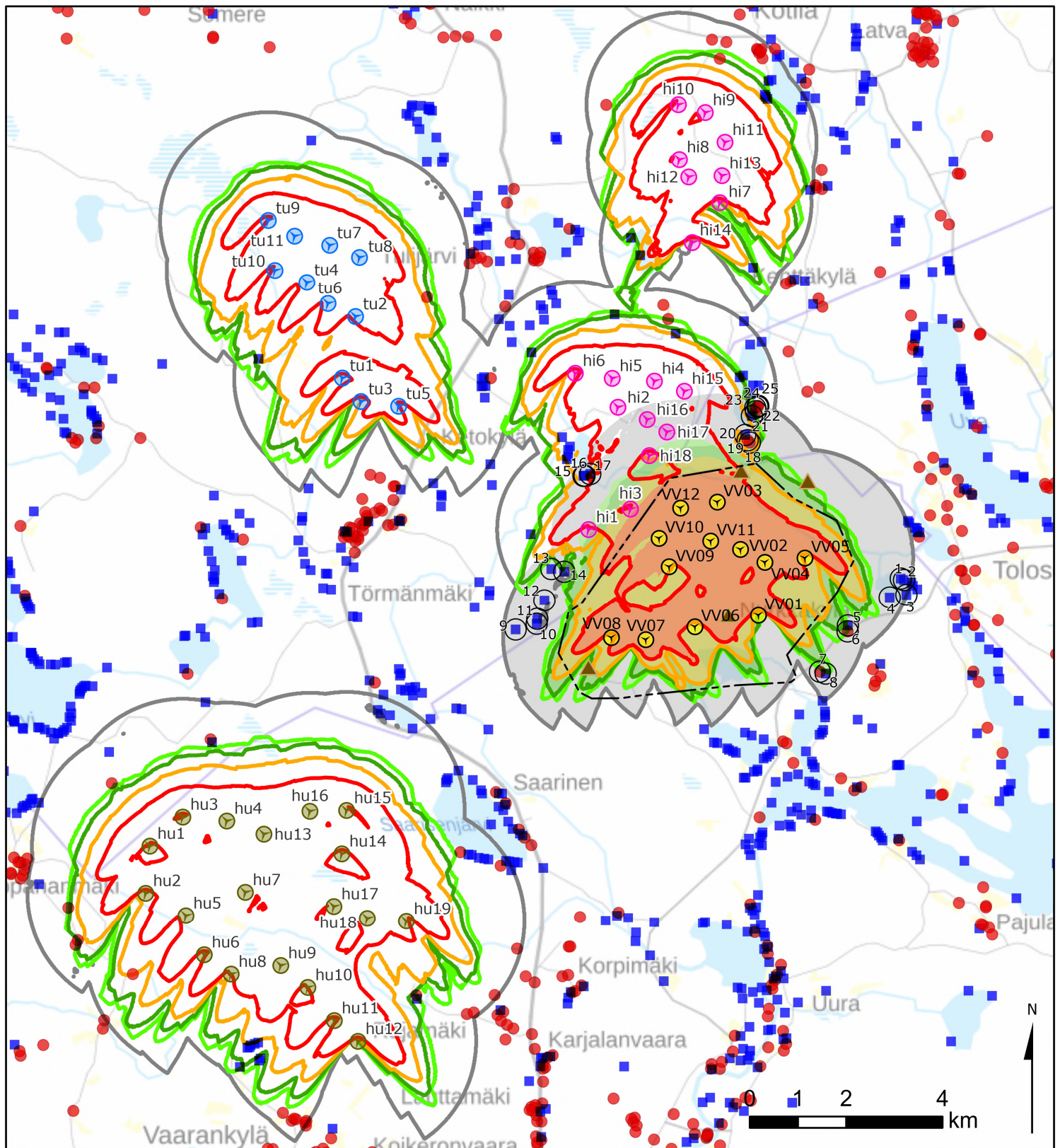
Metsästysmaja



Asuinrakennus



Lomarakennus


RAMBOLL

PROKON Wind Energy Finland Oy
Varsavaaran tuulivoimapuisto

Yhteisväлкеmallinnus (WindPro)

Varsavaaran, Hietavaaran, Tulijokilan
ja Hukkalansalon tuulivoimalat

10.11.2025

Yhteisväлкеmallinnus

Välketuntia vuodessa,
Real Case -mallinnus



Varsavaara

Välketuntia vuodessa,
Real Case -mallinnus



Varsavaaran 12 tuulivoimalaa

Varsavaaran suunnittelualue

Hietavaaran 18 tuulivoimalaa
(kaavaluonnos)

Hukkalansalon 19
tuulivoimalaa (kaavaehdotus)

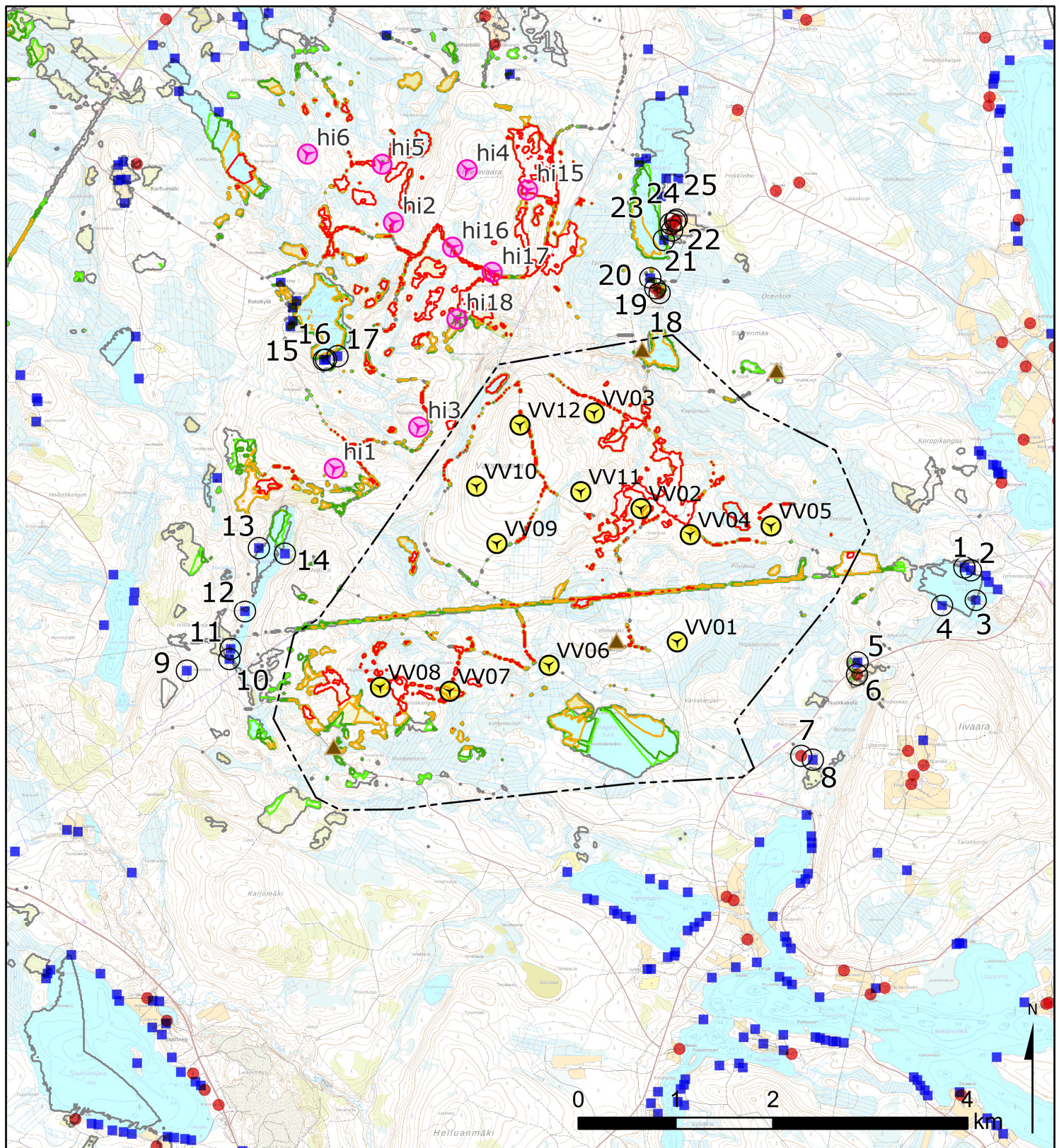
Tulijokilan 11 tuulivoimalaa
(YVA-ohjelma VE1)

Reseptorit

Metsästysmaja

Asuinrakennus

Lomarakennus


RAMBOLL

PROKON Wind Energy Finland Oy
Varsavaaran tuulivoimapuisto

Yhteisvälkemallinnus (WindPro)
Puusto huomioitu

Varsavaaran, Hietavaaran, Tulijokilan
ja Hukkalansalon tuulivoimalat

10.11.2025

Välketuntia vuodessa,
Real Case -mallinnus

— 0
— 8
— 10
— 15
— 30

⊙ Varsavaaran 12
tuulivoimalaa

⬡ Varsavaaran
suunnittelualue

⊙ Hietavaaran 18
tuulivoimalaa
(kaavaluonnos)

○ Reseptorit

▲ Metsästysmaja

● Asuinrakennus

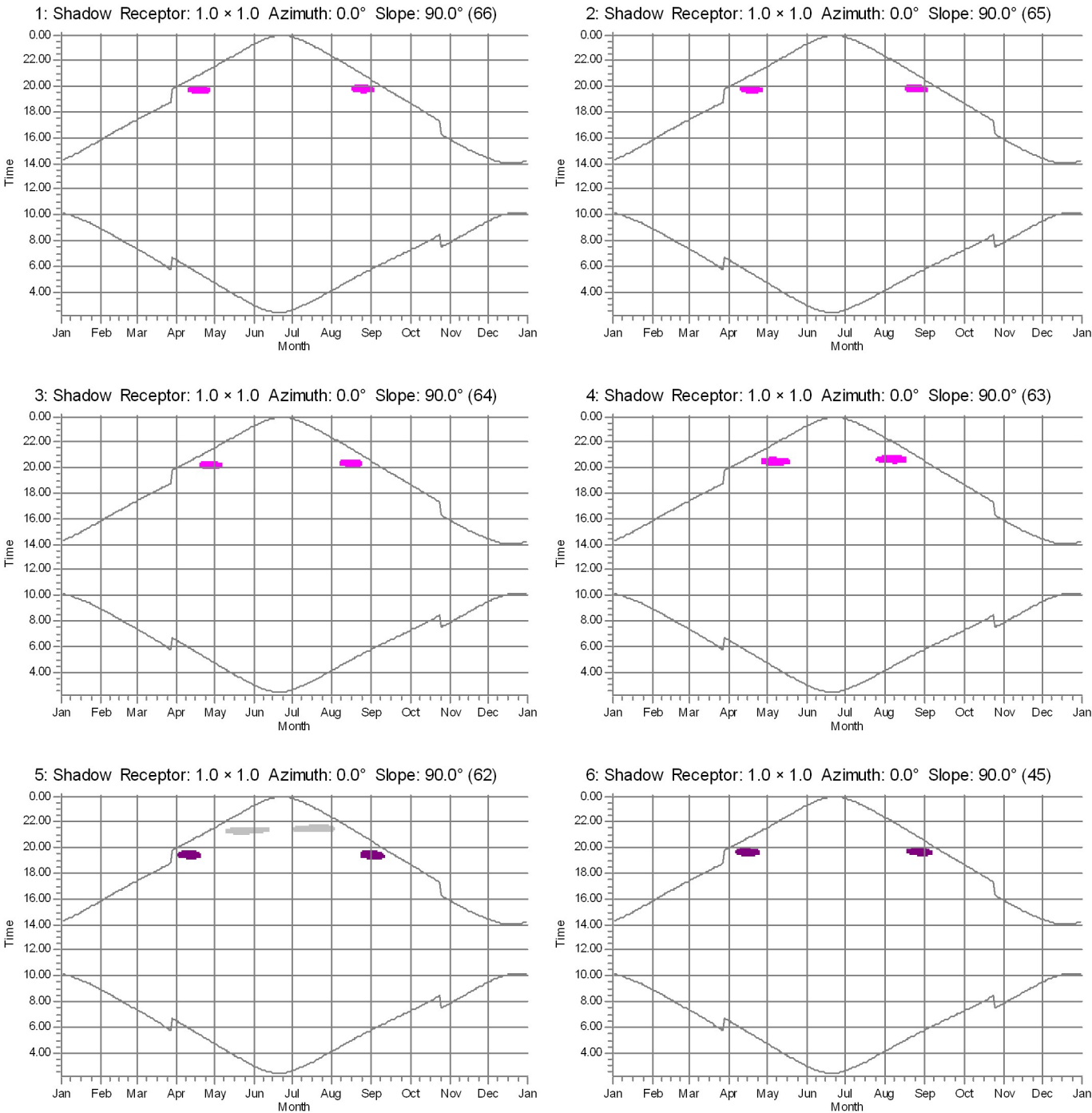
■ Lomarakennus

Project:
WindPro_Varsavaara_Pieni-Paljakka

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
9.11.2025 13.58/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Varsavaara_kaavaehdotus_HH200_RD200_05112025



WTGs

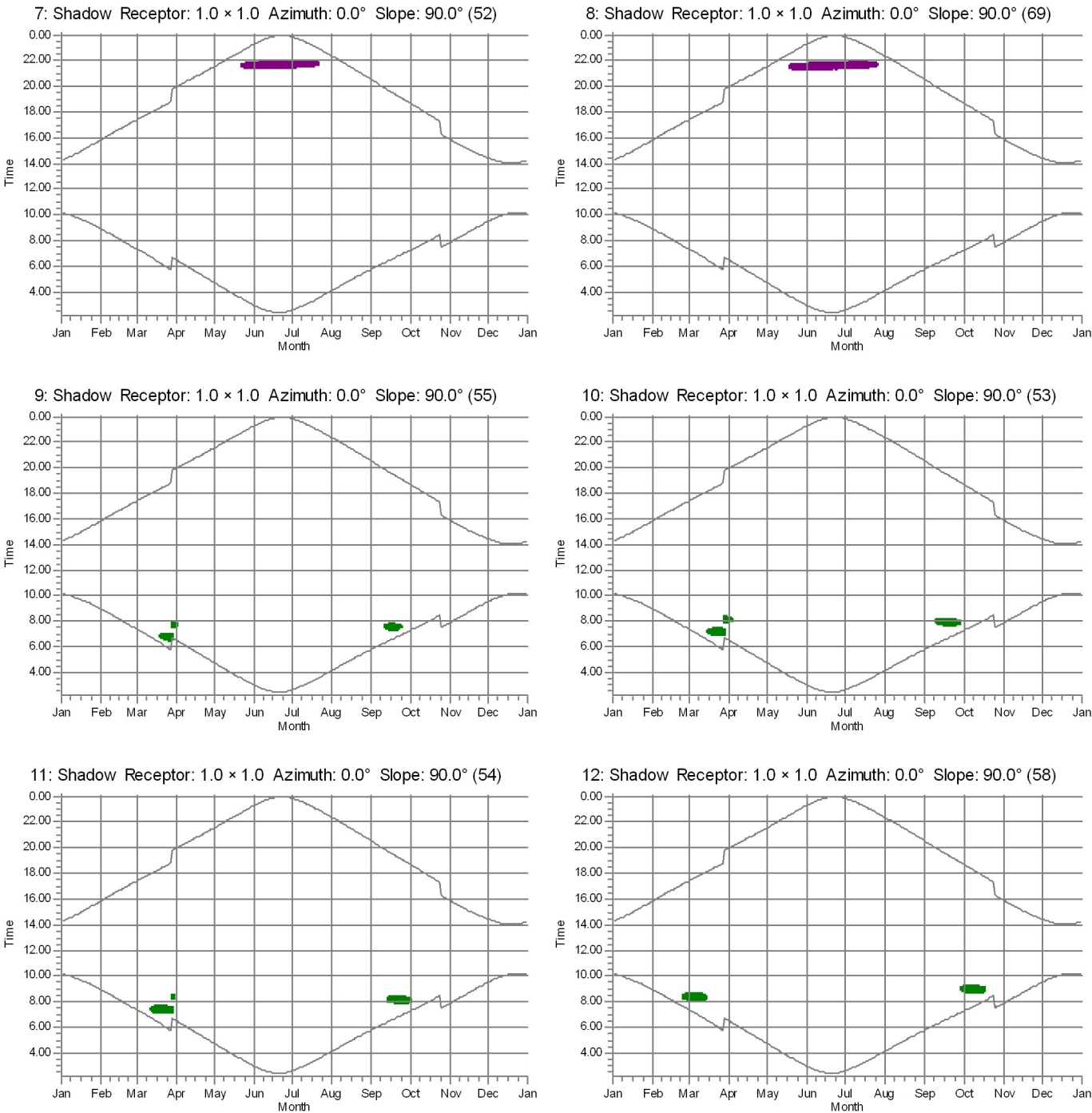
	VV05: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0		VV04: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0
	VV01: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0		

Project:
WindPro_Varsavaara_Pieni-Paljakka

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
9.11.2025 13.58/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Varsavaara_kaavaehdotus_HH200_RD200_05112025



WTGs

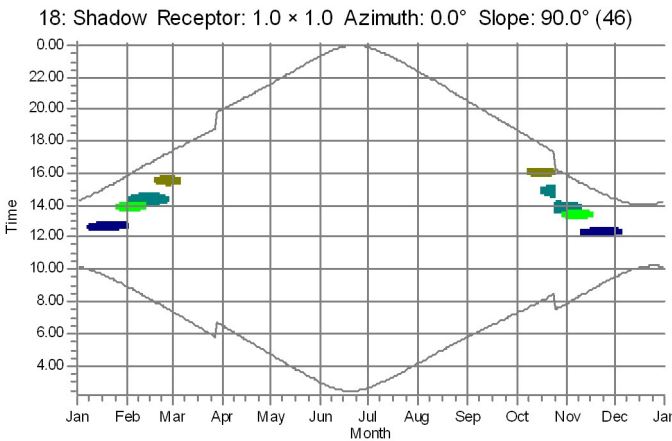
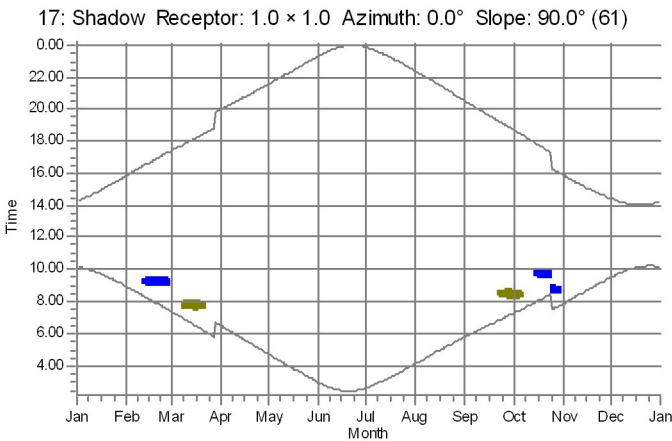
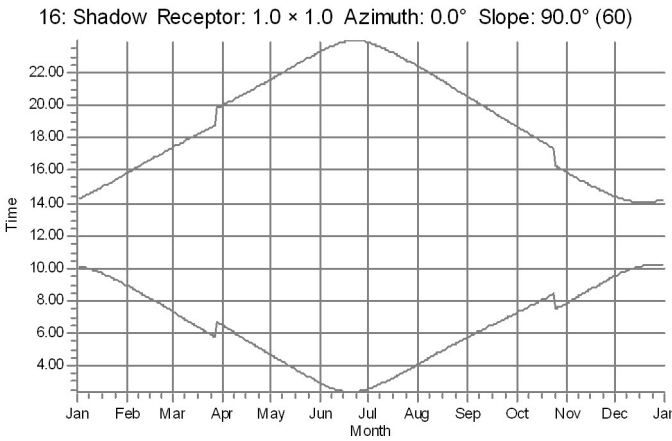
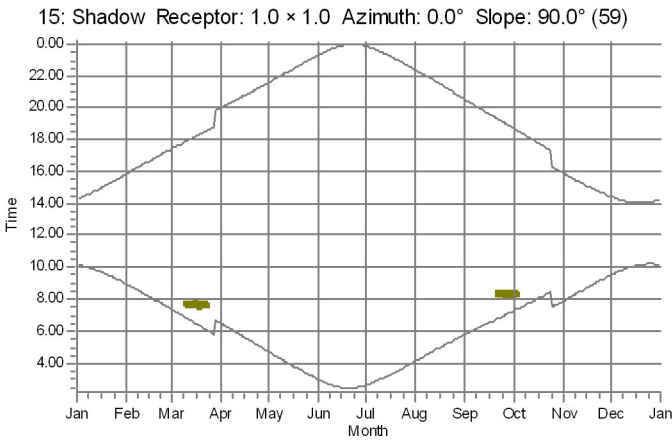
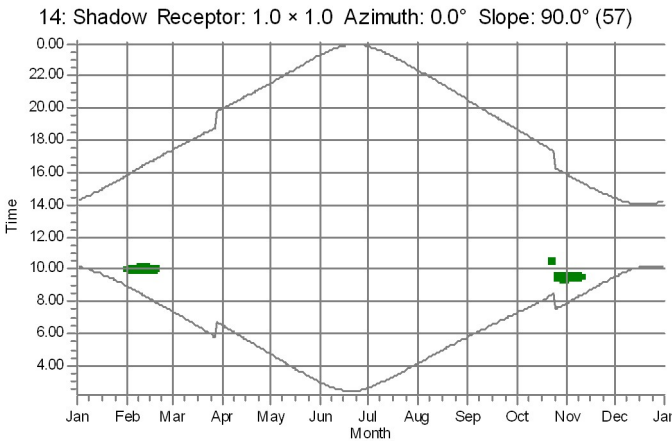
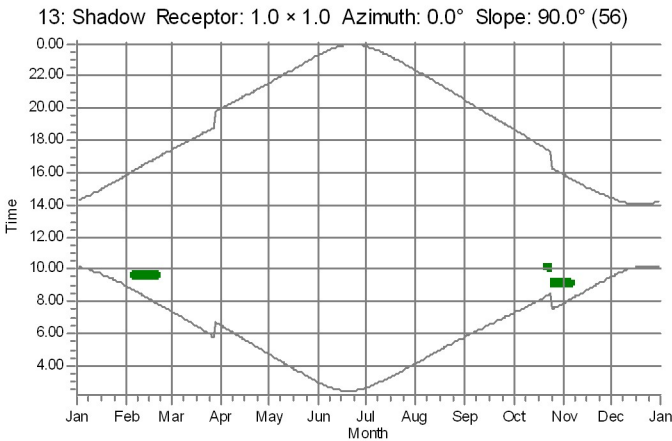
VV08: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0

VV01: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0

Project:
WindPro_Varsavaara_Pieni-Paljakka

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
9.11.2025 13.58/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical
Calculation: Varsavaara_kaavaehdotus_HH200_RD200_05112025

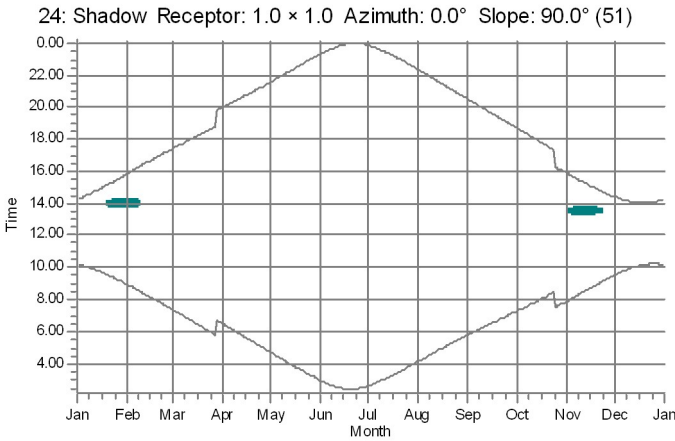
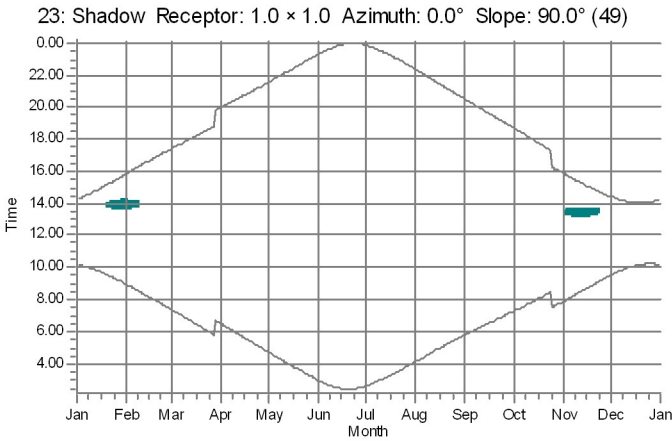
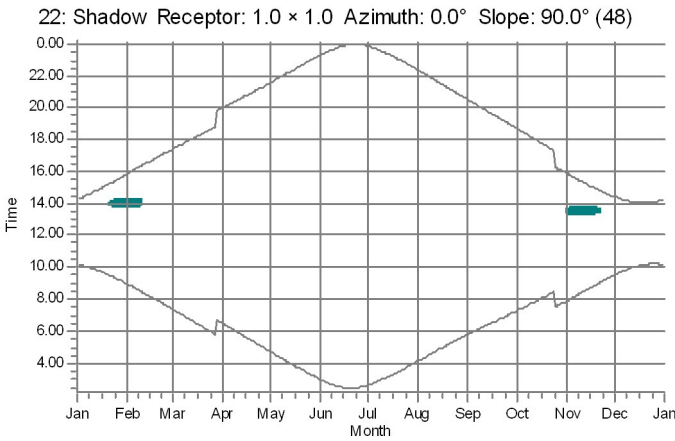
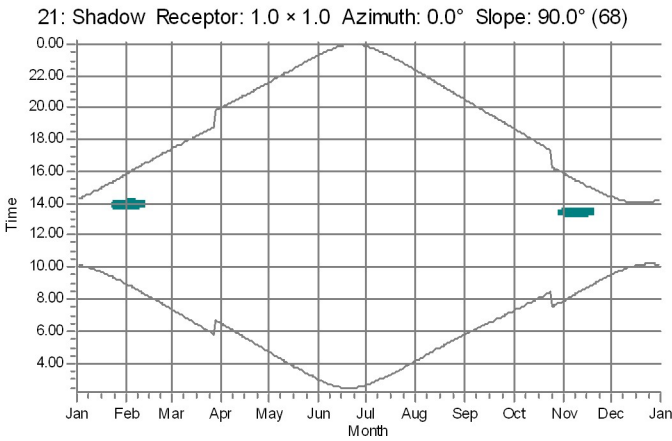
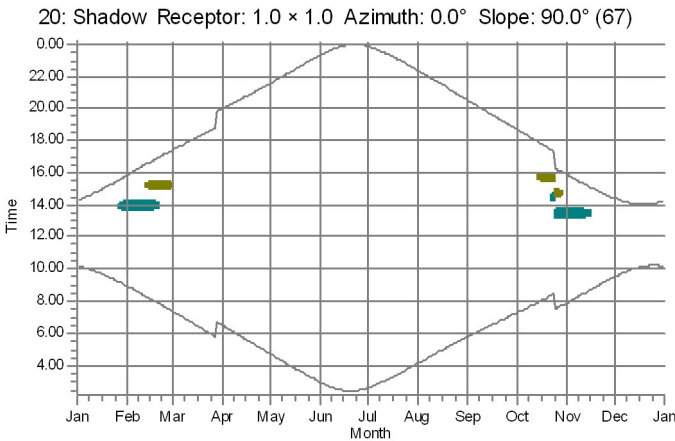
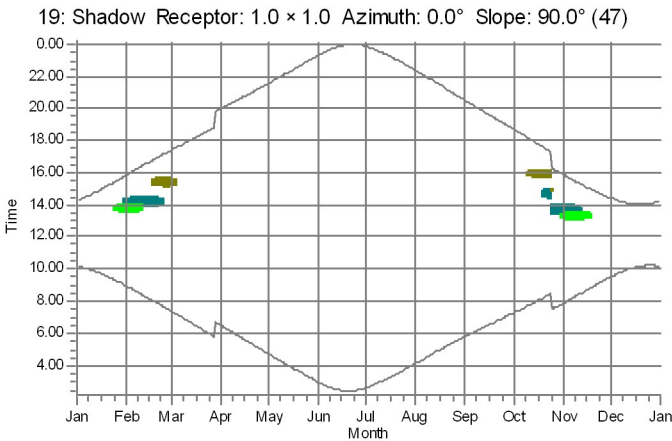


WTGs	
	VV08: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0
	VV10: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0
	VV03: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0
	VV02: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0
	VV11: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0
	VV12: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0

Project:
WindPro_Varsavaara_Pieni-Paljakka

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
9.11.2025 13.58/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical
Calculation: Varsavaara_kaavaehdotus_HH200_RD200_05112025



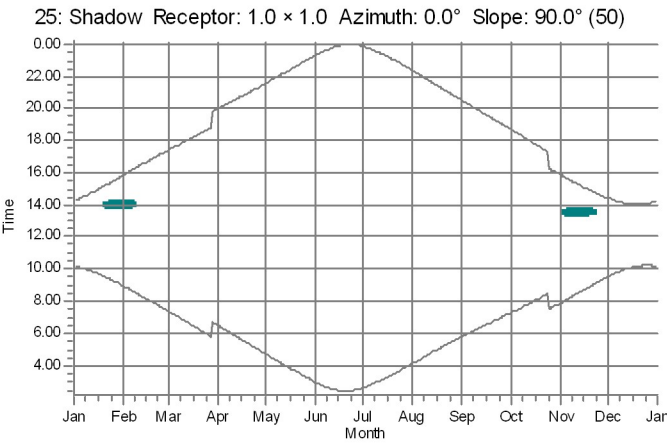
WTGs

- VV03: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0
- VV11: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0
- VV12: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0

Project:
WindPro_Varsavaara_Pieni-Paljakka

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
9.11.2025 13.58/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical
Calculation: Varsavaara_kaavaehdotus_HH200_RD200_05112025



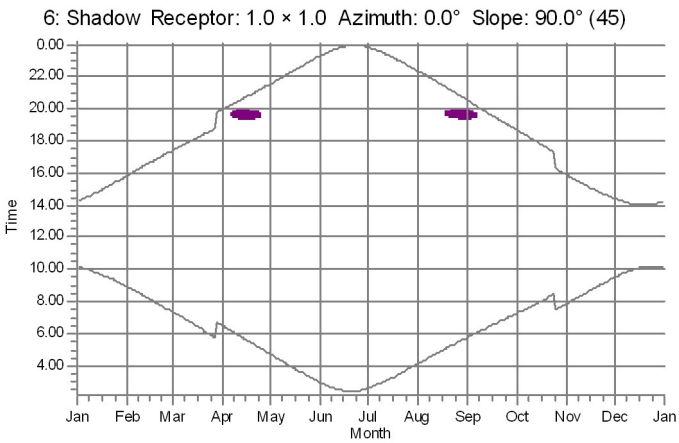
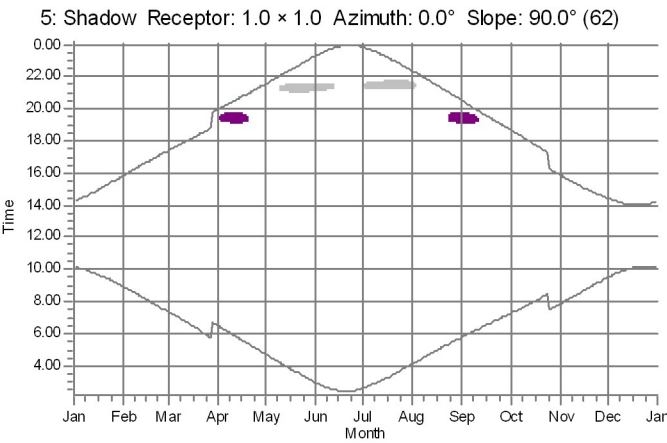
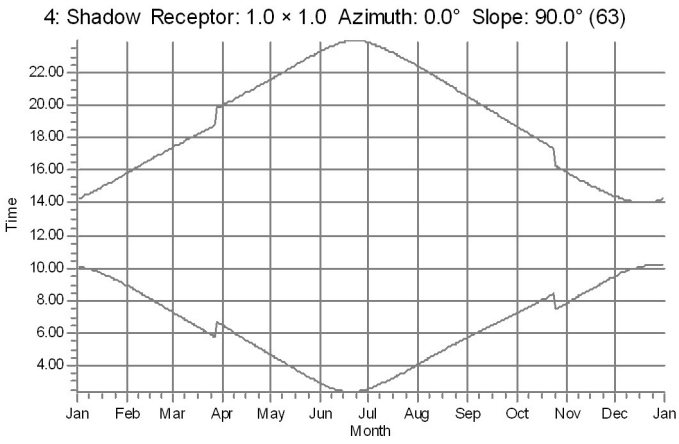
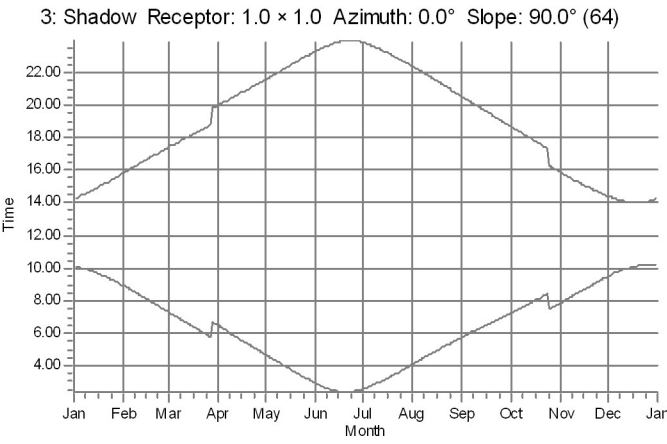
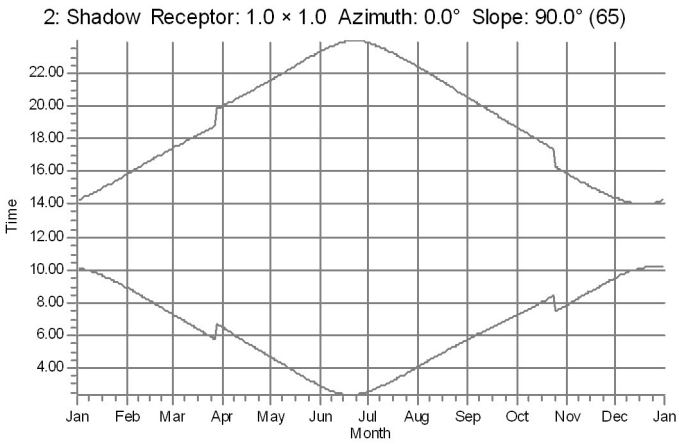
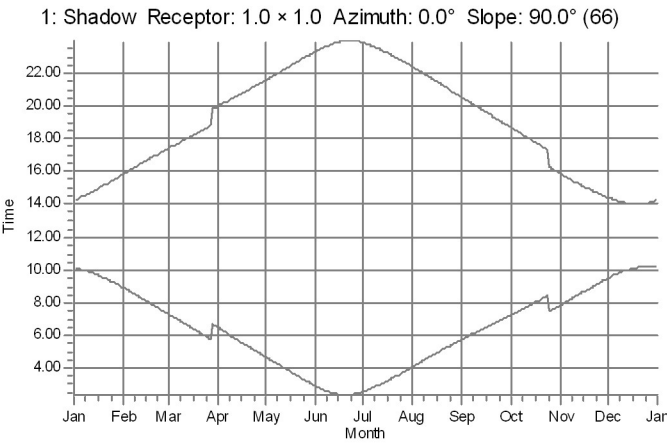
WTGs
VV03: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0

Project:
WindPro_Varsavaara_Pieni-Paljakka

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
9.11.2025 14.21/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Puusto_Varsavaara_kaavaehdotus_HH200_RD200_05112025



WTGs

VV01: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0

VV04: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0

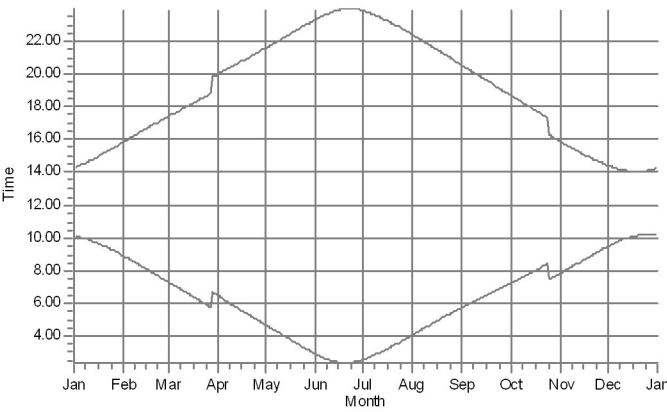
Project:
WindPro_Varsavaara_Pieni-Paljakka

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
9.11.2025 14.21/4.0.540

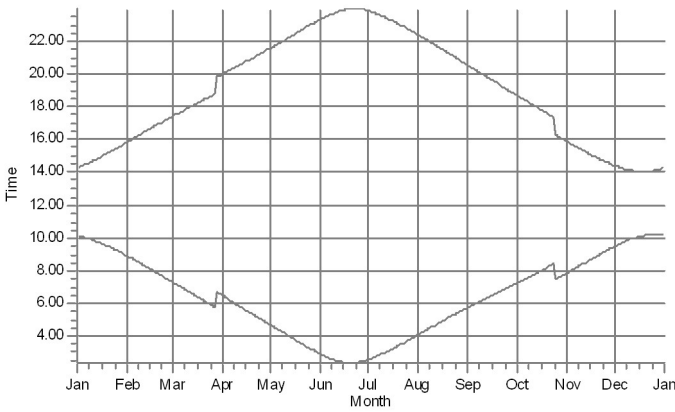
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Puusto_Varsavaara_kaavaehdotus_HH200_RD200_05112025

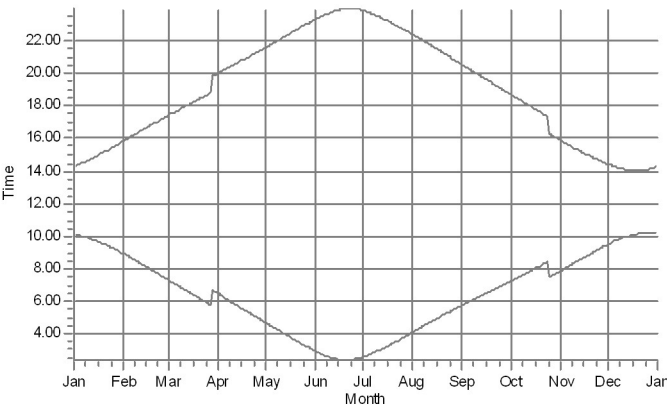
7: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (52)



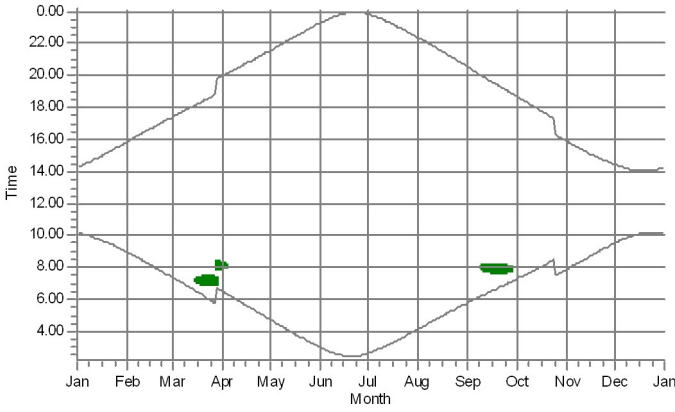
8: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (69)



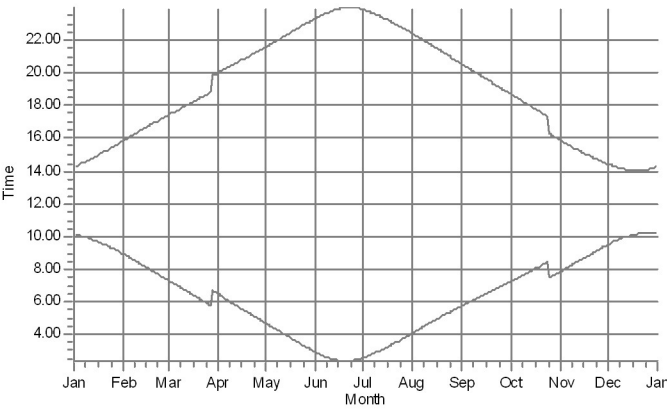
9: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (55)



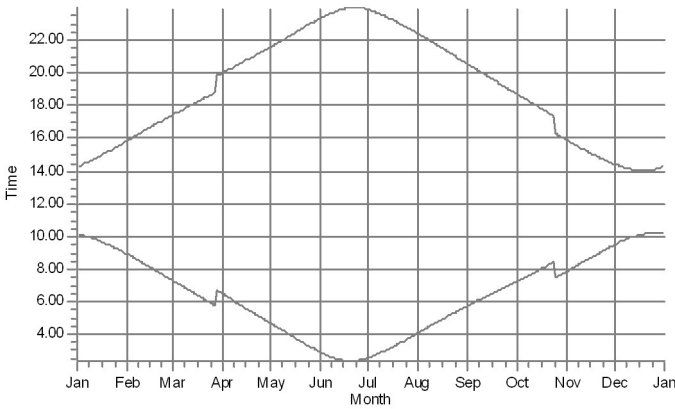
10: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (53)



11: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (54)



12: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (58)



WTGs

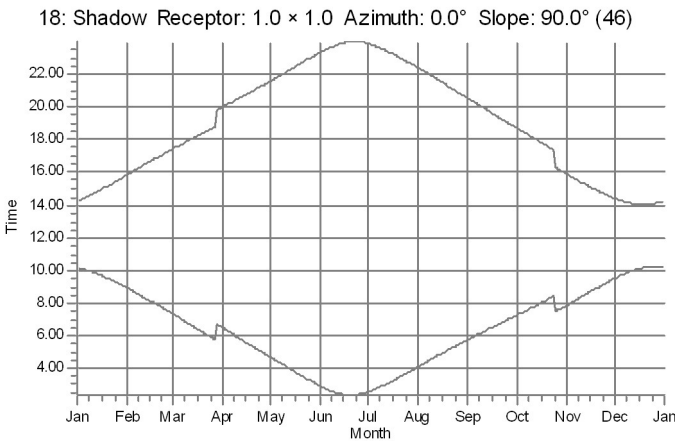
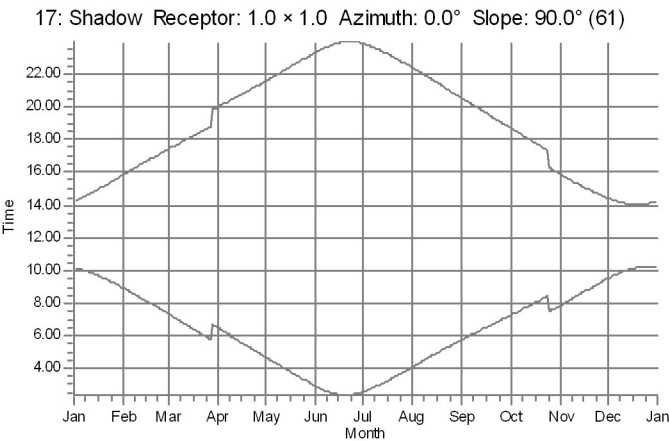
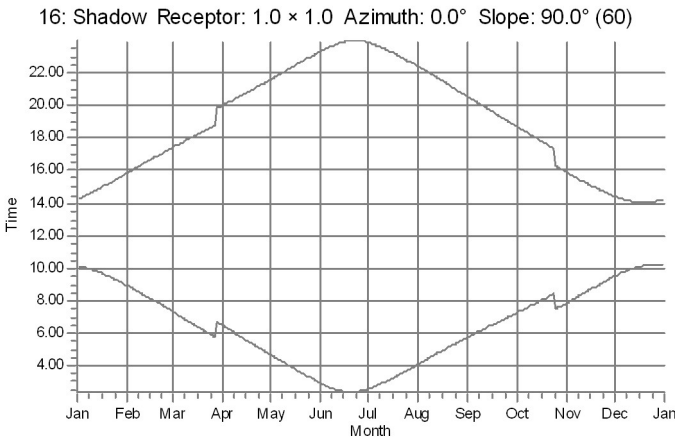
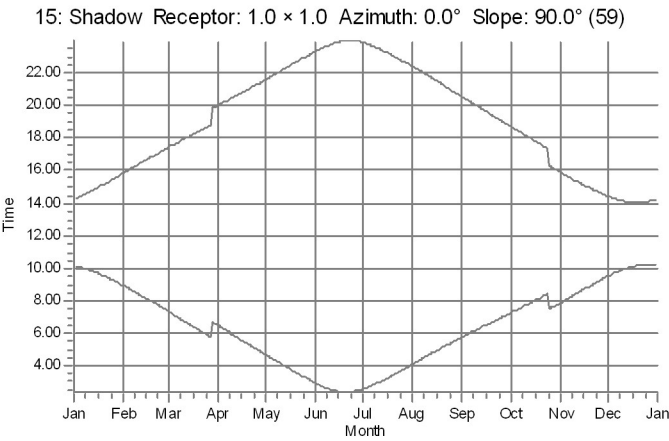
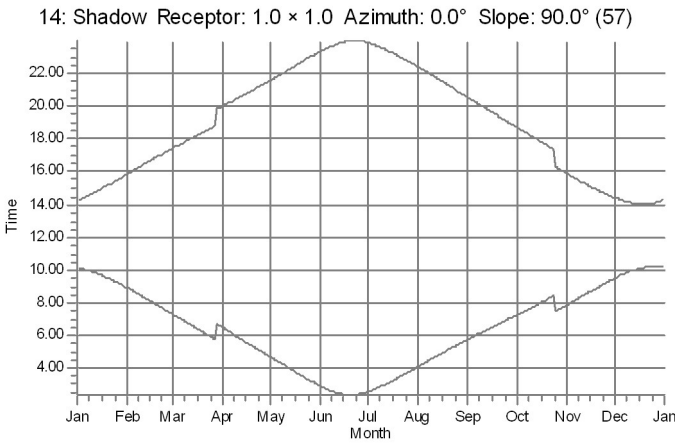
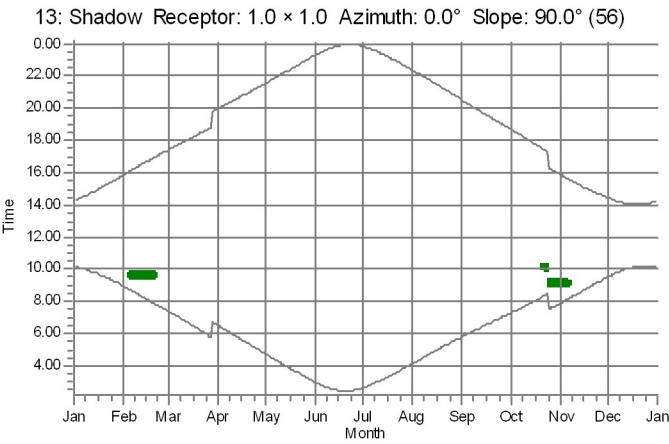
VV08: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0

Project:
WindPro_Varsavaara_Pieni-Paljakka

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
9.11.2025 14.21/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Puusto_Varsavaara_kaavaehdotus_HH200_RD200_05112025



WTGs

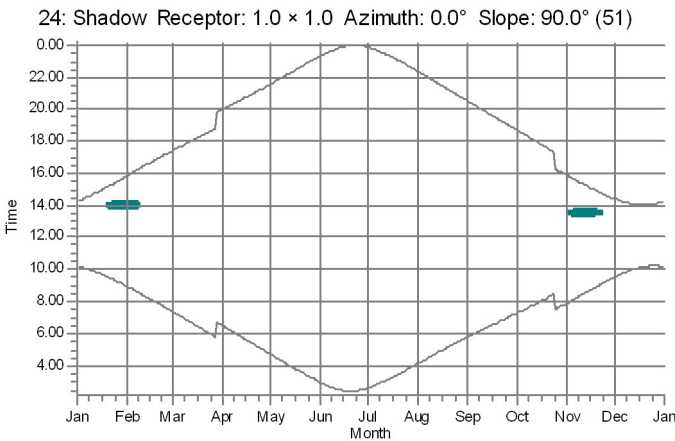
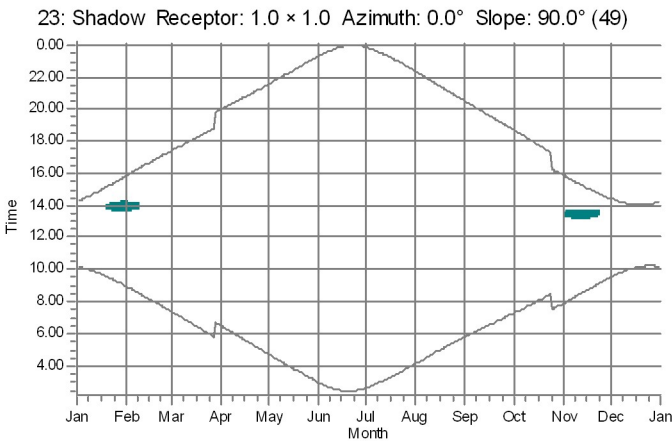
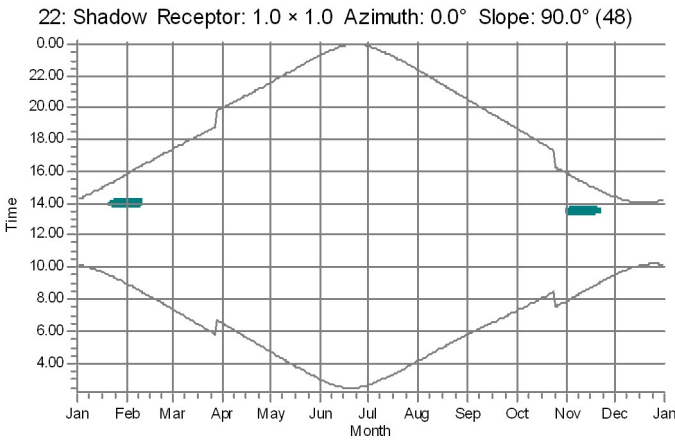
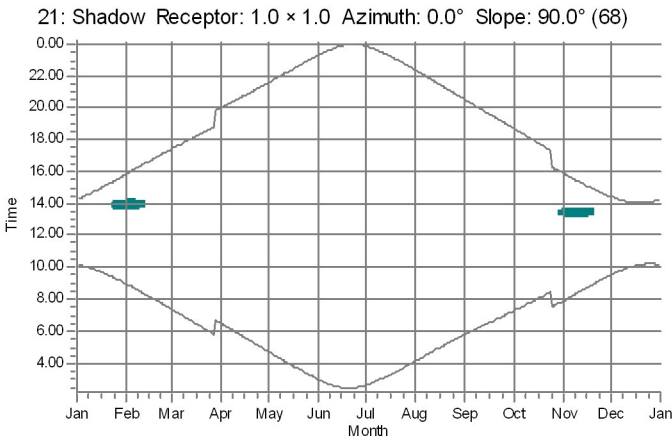
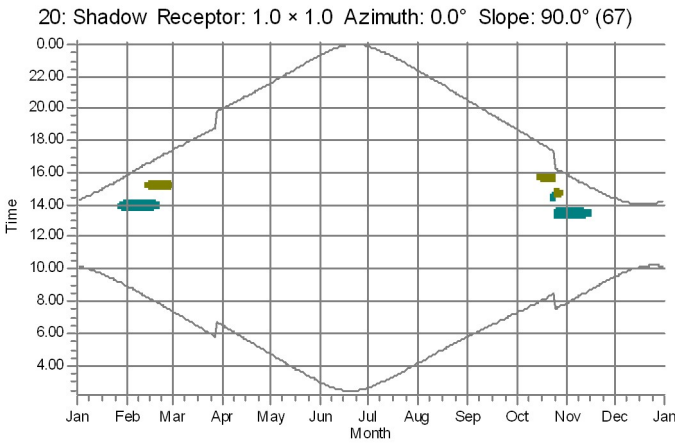
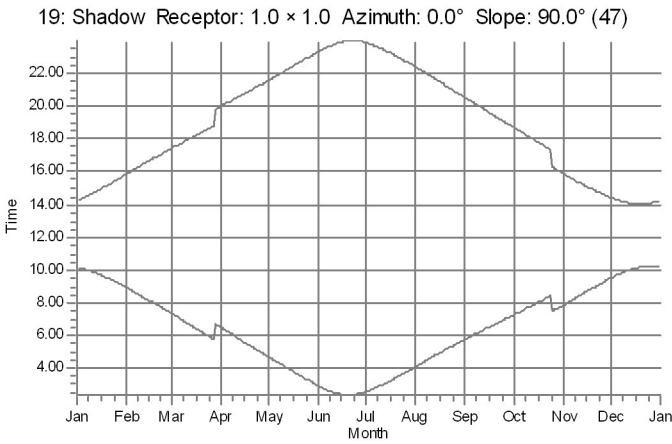
■ VV08: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0

Project:
WindPro_Varsavaara_Pieni-Paljakka

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
9.11.2025 14.21/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Puusto_Varsavaara_kaavaehdotus_HH200_RD200_05112025



WTGs

VV03: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0

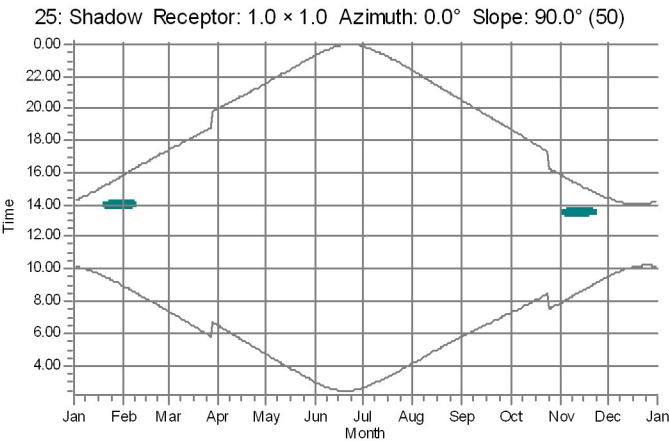
VV12: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0

Project:
WindPro_Varsavaara_Pieni-Paljakka

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
9.11.2025 14.21/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Puusto_Varsavaara_kaavaehdotus_HH200_RD200_05112025



WTGs

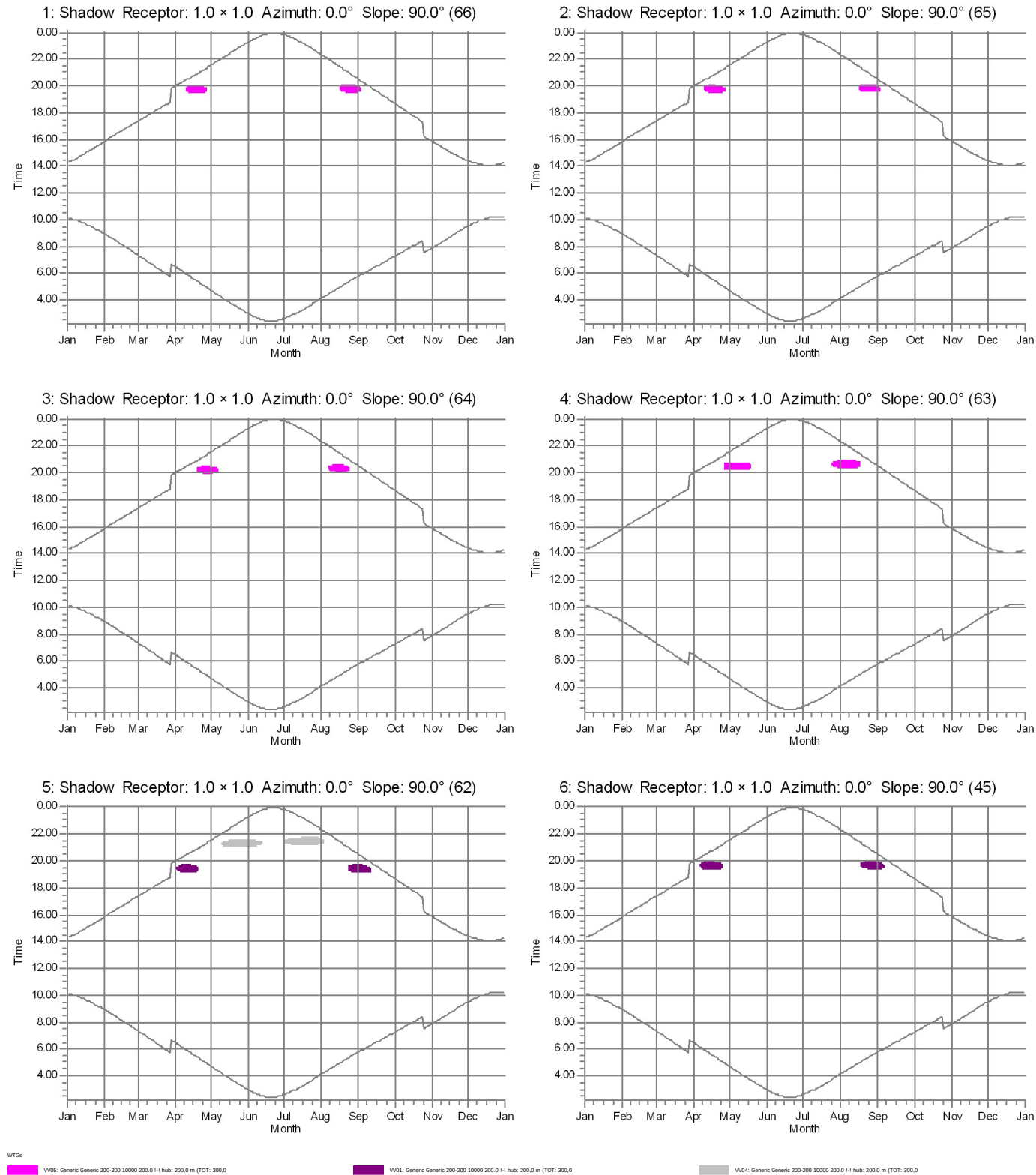
VV03: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0

Project:
WindPro_Varsavaara_Pieni-Paljakka

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
19.12.2025 12.33/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Varsavaara_kaavaehdotus_HH200_RD200_05112025_Yhteisvalke

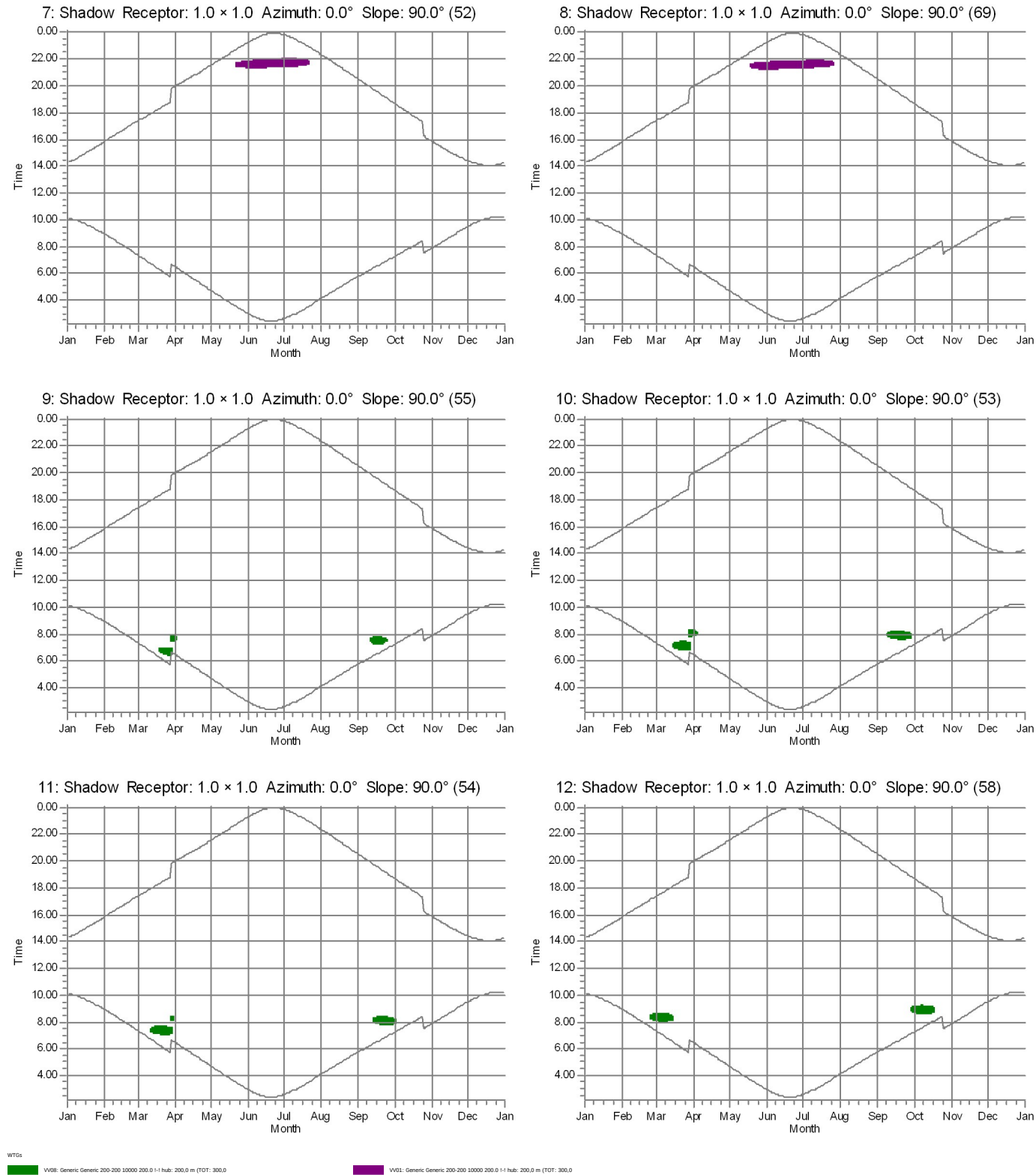


Project:
WindPro_Varsavaara_Pieni-Paljakka

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
19.12.2025 12.33/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Varsavaara_kaavaehdotus_HH200_RD200_05112025_Yhteisvalke

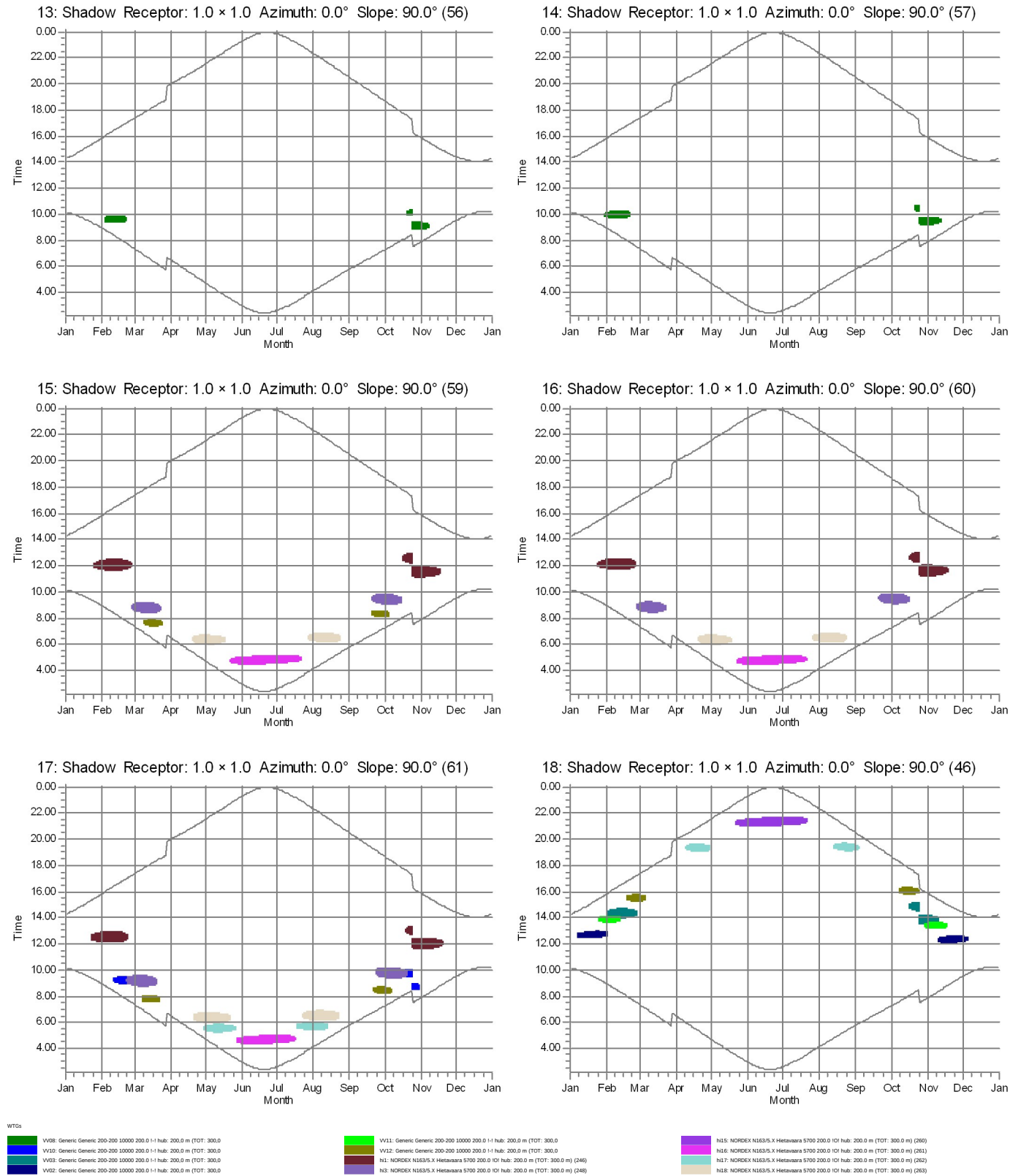


Project:
WindPro_Varsavaara_Pieni-Paljakka

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Stra e 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
19.12.2025 12.33/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Varsavaara_kaavaehdotus_HH200_RD200_05112025_Yhteisvalke

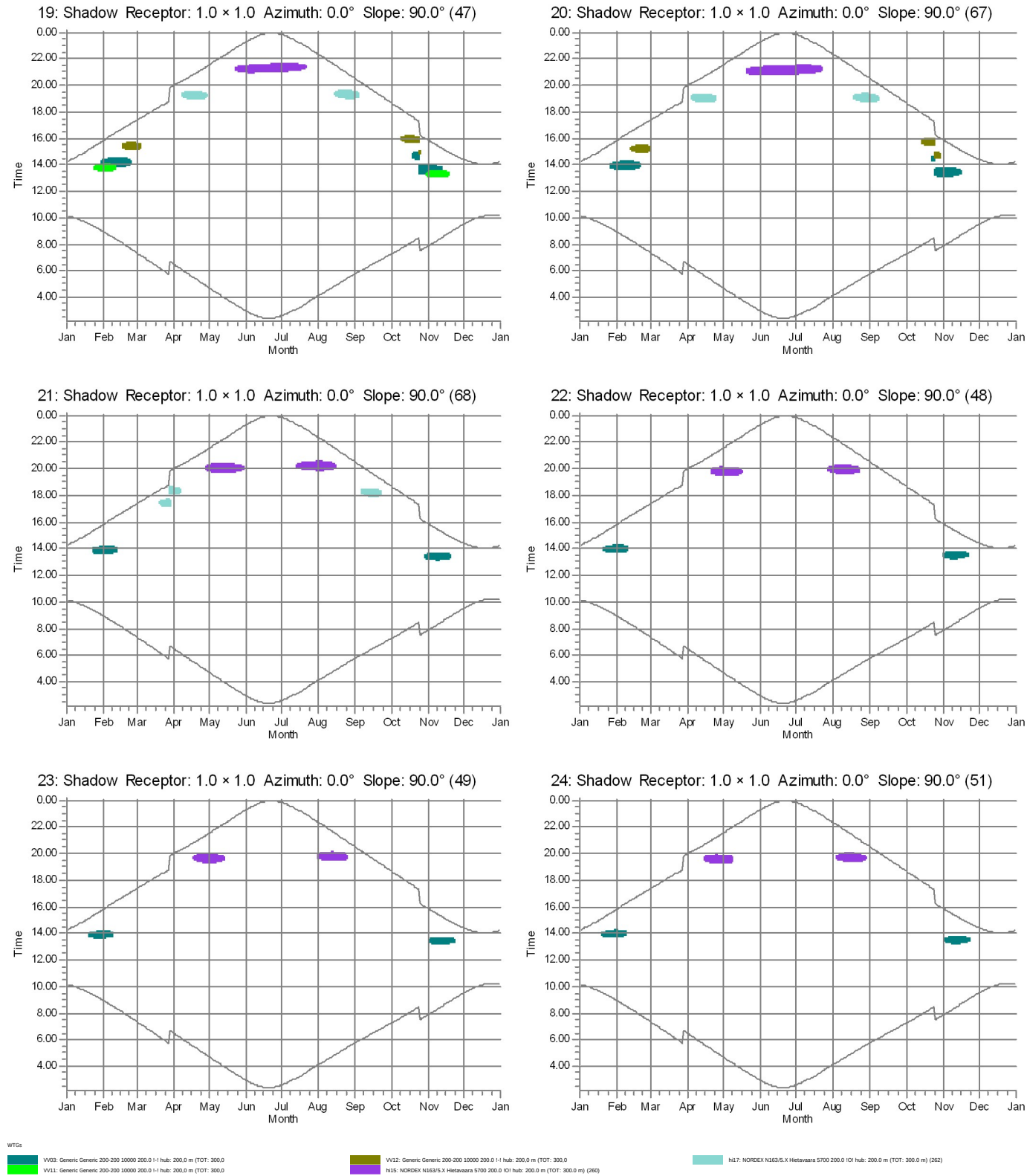


Project:
WindPro_Varsavaara_Pieni-Paljakka

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
19.12.2025 12.33/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Varsavaara_kaavaehdotus_HH200_RD200_05112025_Yhteisvalke

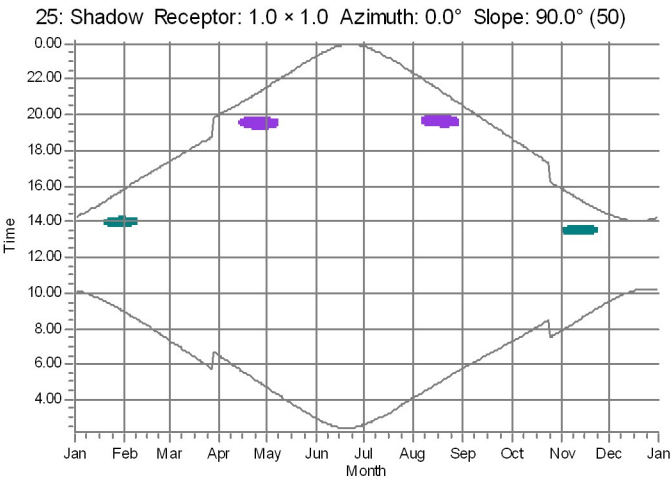


Project:
WindPro_Varsavaara_Pieni-Paljakka

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Stra   3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
19.12.2025 12.33/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Varsavaara_kaavaehdotus_HH200_RD200_05112025_Yhteisvalke



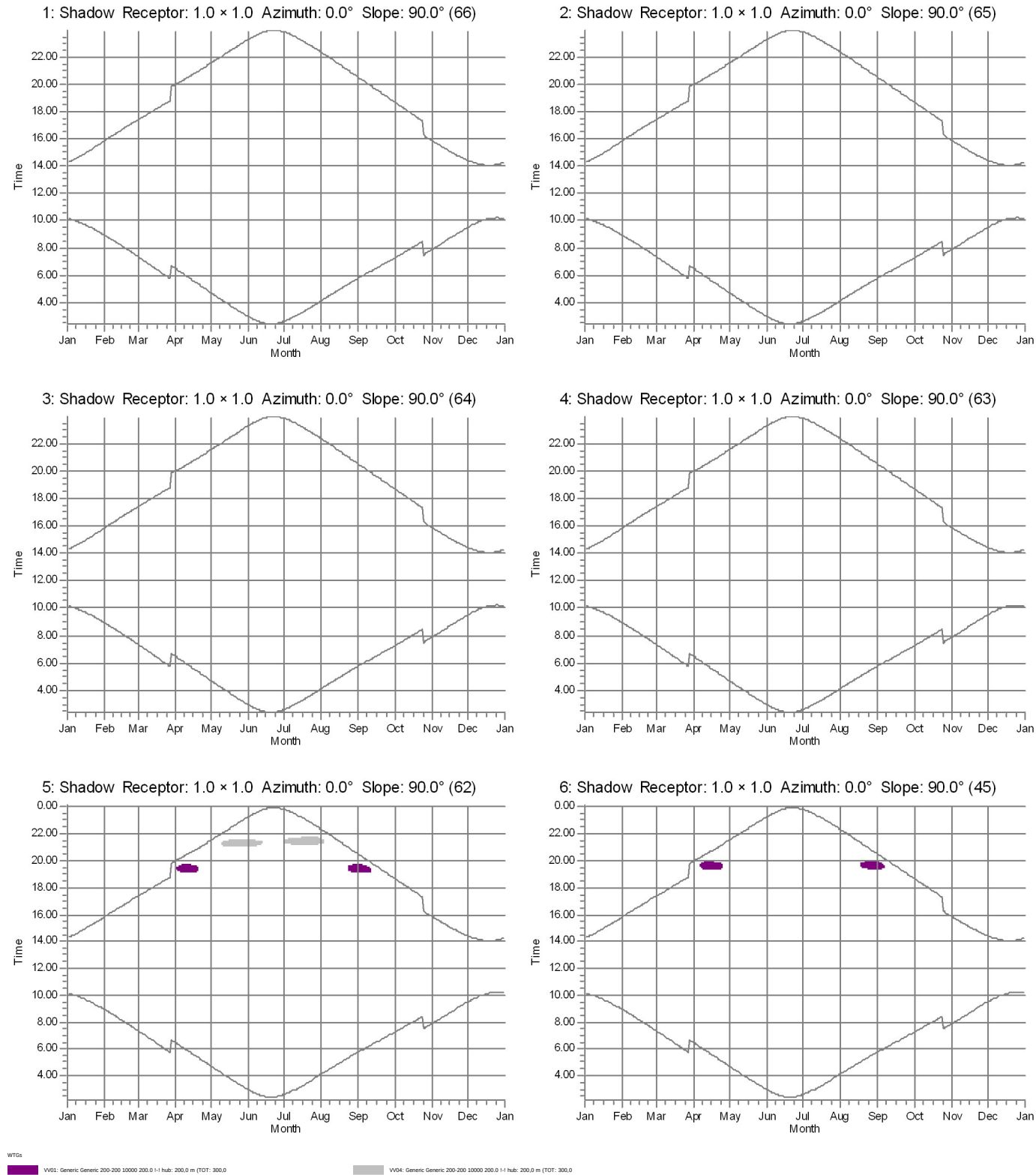
WTGs
VWS: Generic Generic 200-200 10000 200.0 I-I hub: 200.0 m (TOT: 300.0)
h15: NORDEX N163/S.X Hietavara 5700 200.0 I-I hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (260)

Project:
WindPro_Varsavaara_Pieni-Paljakka

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Stra   3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
23.12.2025 13.28/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Puusto_Varsavaara_kaavaehdotus_HH200_RD200_05112025_Yhteisvalke



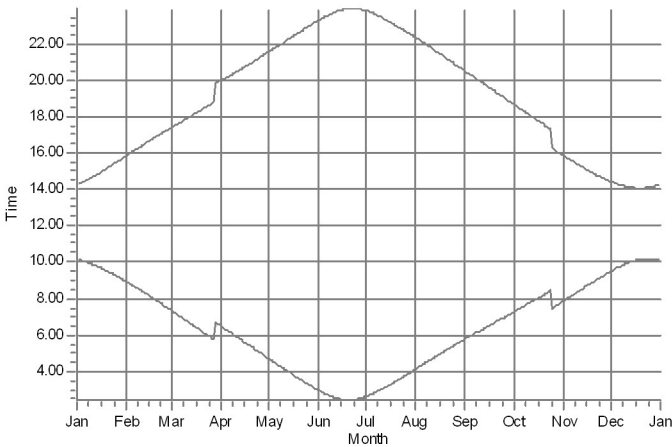
Project:
WindPro_Varsavaara_Pieni-Paljakka

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
23.12.2025 13.28/4.0.540

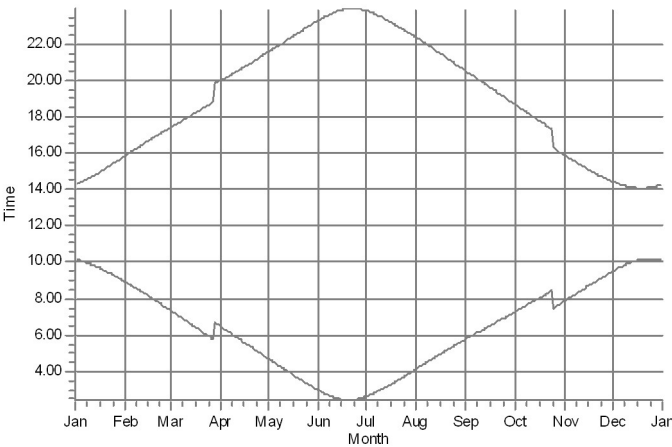
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Puusto_Varsavaara_kaavaehdotus_HH200_RD200_05112025_Yhteisvalke

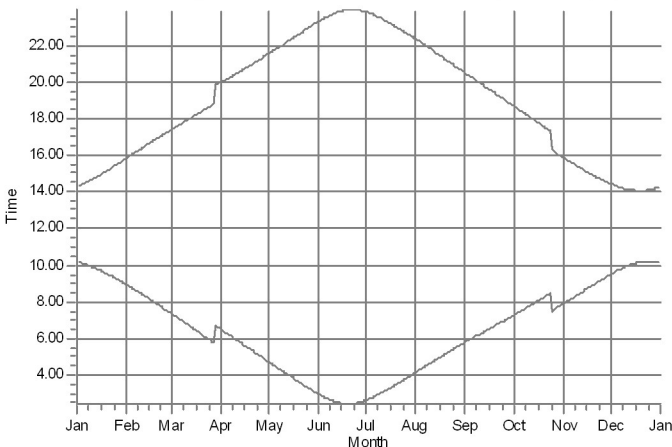
7: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (52)



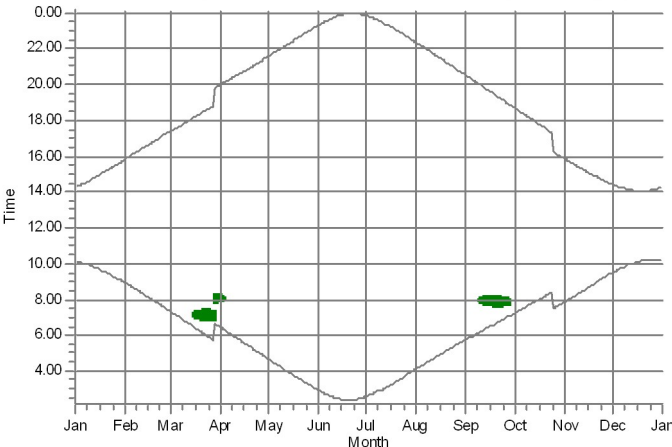
8: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (69)



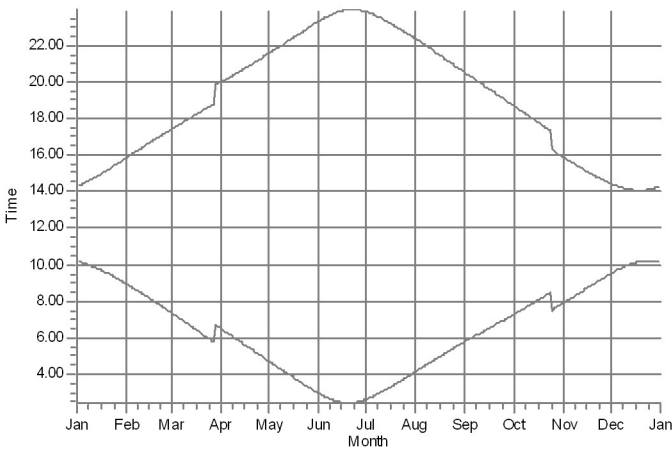
9: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (55)



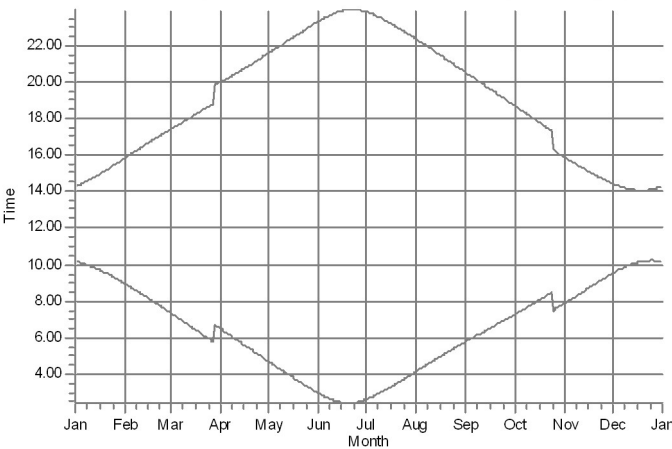
10: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (53)



11: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (54)



12: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (58)



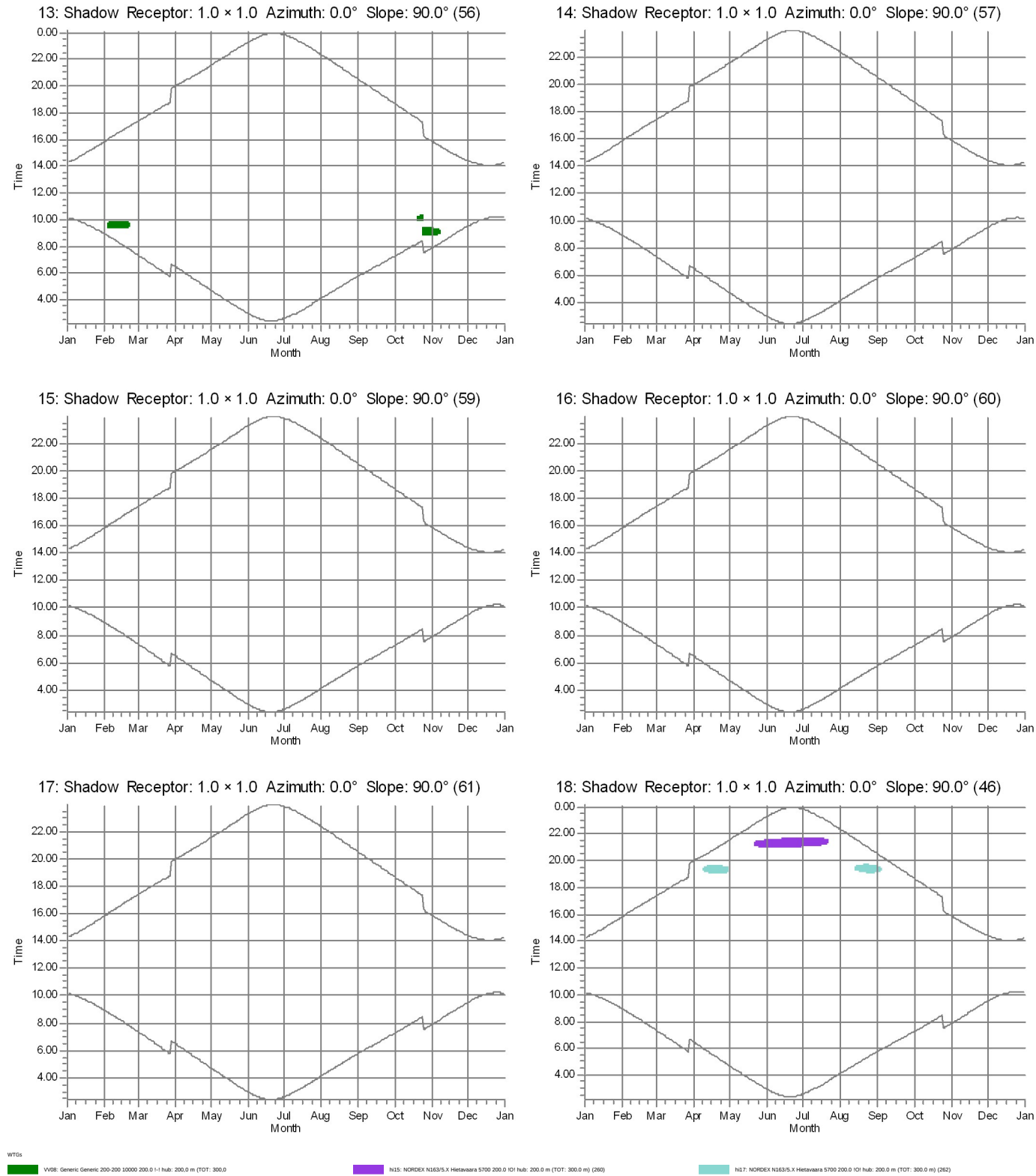
WTOs
VWB: Generic Generic 200-200 10000 200.0 1-1 hub: 200.0 m (TOT: 300.0)

Project:
WindPro_Varsavaara_Pieni-Paljakka

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
23.12.2025 13.28/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Puusto_Varsavaara_kaavaehdotus_HH200_RD200_05112025_Yhteisvalke

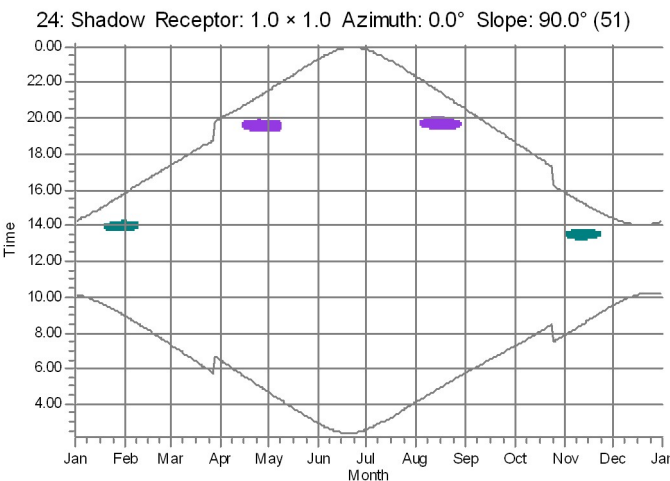
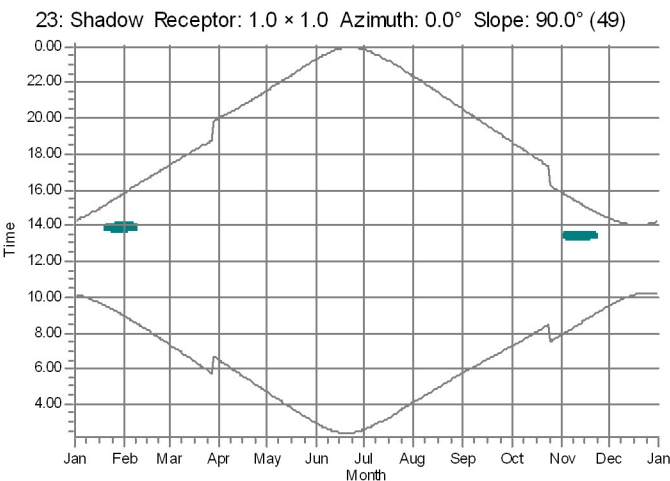
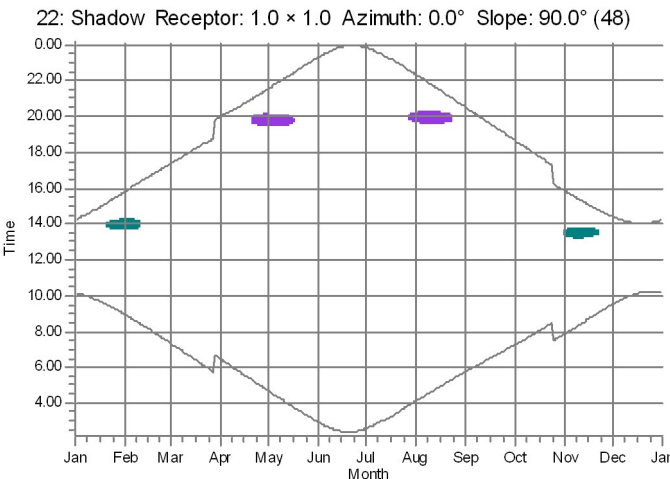
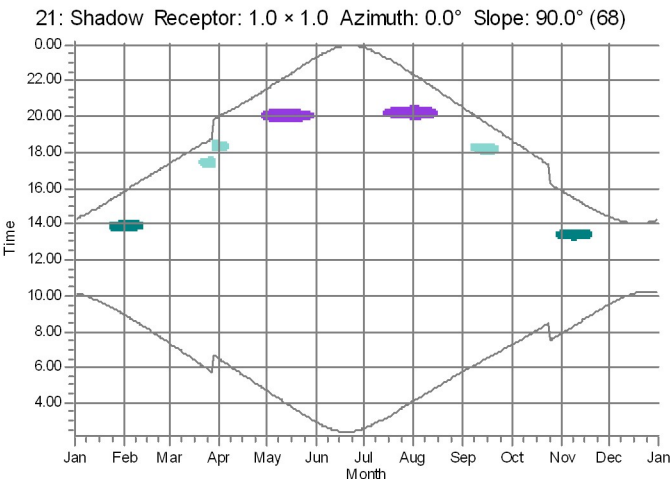
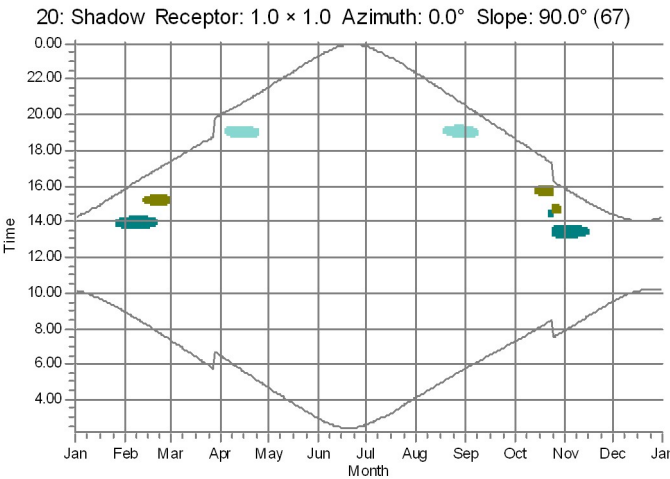
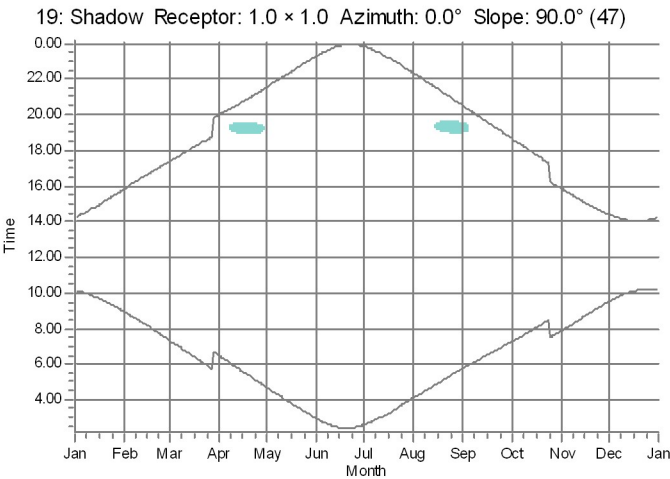


Project:
WindPro_Varsavaara_Pieni-Paljakka

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
23.12.2025 13.28/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Puusto_Varsavaara_kaavaehdotus_HH200_RD200_05112025_Yhteisvalke



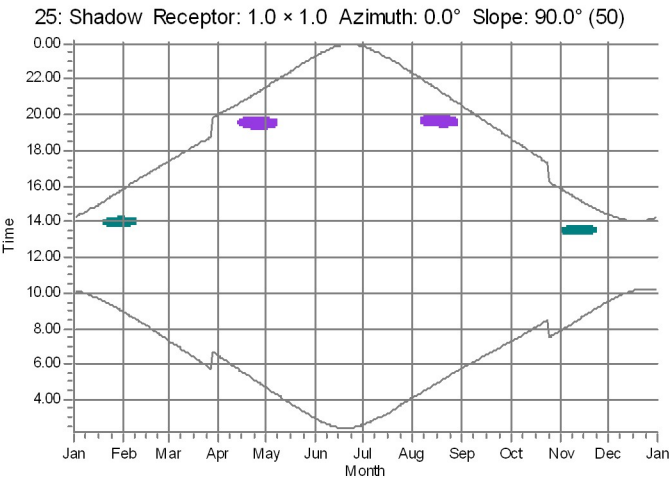
WTOS
VW3: Generic Generic 200-200 30000 200.0 I-I hub: 200.0 m (TOT: 300.0)
VW12: Generic Generic 200-200 30000 200.0 I-I hub: 200.0 m (TOT: 300.0)
N15: NORDEX N163/S-X Hietavara 5700 200.0 I-I hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (265)
N17: NORDEX N163/S-X Hietavara 5700 200.0 I-I hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (262)

Project:
WindPro_Varsavaara_Pieni-Paljakka

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
23.12.2025 13.28/4.0.540

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Puusto_Varsavaara_kaavaehdotus_HH200_RD200_05112025_Yhteisvalke



WTGs
VWS: Generic Generic 200-200 10000 200.0 I-I hub: 200.0 m (TOT: 300.0)
h15: NORDEX N163/S.X Hietavara 5700 200.0 I-I hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (260)