

Vastaanottaja
Prokon Wind Energy Finland Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
19.10.2022

Viite
1510064983-004

PIENI-PALJAKAN TUULIVOIMAHANKE VÄLKEMALLINNUS

TUULIVOIMAHANKE VÄLKEMALLINNUS

Päivämäärä **19.10.2022**
Laatija **Ville Virtanen**
Tarkastaja **Jari Hosiokangas**

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 10/2022
aineistoa.

Viite 1510064983-004

SISÄLTÖ

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

1. YLEISTÄ

Prokon Wind Energy Finland Oy suunnittelee tuulivoima-alueen rakentamista Pieni-Paljakan alueelle Paltamoon. Tässä selvityksessä tutkittiin Pieni-Paljakan kahden vaihtoehdon tuulivoimalaitosten aiheuttamat välkevaikutukset ympäristössä ympäristövaikutusten arviointia varten. Ympäristöministeriön Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) oppaan mukaisesti liikkuvasta varjosta puhutaan välkkeenä.

Työ on tehty Prokon Wind Energy Finland Oy:n toimeksiannosta. Välkeselvityksestä ja välkevaikutusten arvioinnista on vastannut ins.(AMK) Ville Virtanen.

2. VERTAILUARVOT

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

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

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

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

3. VAIKUTUSMEKANISMIT

Toiminnassa olevat tuulivoimalat voivat aiheuttaa liikkuvaa varjoa eli välkettä ympäristöönsä, kun auringon säteet suuntautuvat tuulivoimalan lapojen takaa tiettyyn katselupisteeseen. Tällöin roottorin lapojen pyöriminen aiheuttaa liikkuvan varjon ja varjojen liikkumisnopeus riippuu roottorin pyörimisnopeudesta.

Välkevaikutus syntyy sääolojen, vuodenajan ja vuorokauden ajan mukaan, joten välkettä on havaittavissa tietyssä katselupisteessä vain tiettyjen valaistusolosuhteiden täytyessä ja tiettyinä aikoina vuorokaudesta ja vuodesta. Välkettä ei esiinny, kun aurinko on pilvessä tai kun tuulivoimala ei ole käynnissä, tai auringon asema on välkkeen muodostumiselle epäedullinen. Myös tuulen suunnalla on vaikutusta varjon muodostukselle. Poikittain aurinkoon oleva voimala aiheuttaa erilaisen varjon kuin kohtisuoraan aurinkoon suuntautunut voimala.

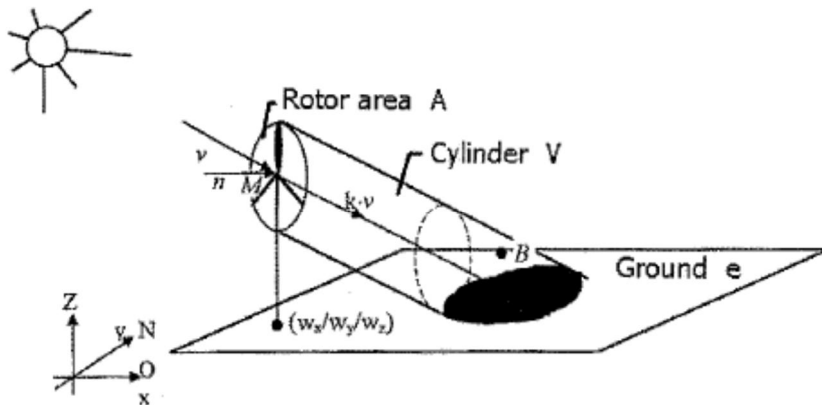
Laajimmalle varjo ulottuu, kun aurinko on matalalla. Toisaalta kun aurinko laskee riittävän matalalle, yhtenäistä varjoa ei enää muodostu. Tällöin valonsäteet joutuvat kulkemaan pitemmän matkan ilmakehän läpi, jolloin säteily hajaantuu. Vaikutusalueen koko riippuu tuulivoimalamallin dimensioista ja lavan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

4. MALLINNUSMENETELMÄ JA LÄHTÖTIEDOT

4.1 Mallinnusohjelma ja laskentamalli

Tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen esiintymisalue ja esiintymistiheys laskettiin EMD WindPRO 3.4 -ohjelman Shadow -moduulilla, joka laskee kuinka usein ja minkälaisina jaksoina tietty kohde on tuulivoimaloiden luoman liikkuvan varjon alaisena. Ohjelma on yleisesti käytössä tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen mallinnuksessa. Lisätietoja ohjelmasta ja laskentamallin kuvauksen saa internet-osoitteesta <http://www.emd.dk/> löytyvästä ohjelman käyttöohjeesta [5].

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



Kuva 1. Tuulivoimalan aiheuttaman liikkuvan varjon alue [5]

4.2 Välkelaskenta

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

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

Worst Case -laskenta antaa teoreettisen maksimivälkemäärän. Laskenta olettaa auringon paistavan koko ajan (auringonnoususta auringonlaskuun) ja tuulivoimaloiden oletetaan käyvän koko ajan sekä tuulen suunnan seuraavan aurinkoa siten, että välkettä syntyy tarkastelupisteeseen aina maksimaalinen määrä. Worst Case -laskennan vuosi-arvot eivät siten vastaa tulevaa todellista 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 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 maastotietokannan aineistosta. Maastomallissa ei huomioitu puustoa tai rakennuksia.

4.4 Tuulivoimalatiedot

Laskennoissa huomioitiin VE1 osalta 9 tuulivoimalaa ja VE 2 osalta 6 voimalaa taulukon 4 mukaisilla sijainneilla.

Mallinnus tehtiin käyttäen napakorkeutta 200 mpy ja roottorin halkaisijaa, joka oli 200 metriä. Roottorikoon ja napakorkeuden lisäksi myös lavan muoto ja leveys vaikuttavat maksimivälkeetäisyyteen, joka mallinnusohjelman mukaan on tälle laitosmallille noin 2240 metriä. Lavan leveystiedot ekstrapoloitiin 200 m roottorin halkaisijan pohjalta:

- Max blade width = 4,50 m
- Blade width for 90 % radius = 2,1 m

Taulukko 4. Tuulivoimalaitosten koordinaatit (ETRS-TM35FIN)

Tunnus	X	Y	Napakorkeus	Kok.-korkeus	Vaihtoehto
PPP01	549543	7166004	200	300	VE1/VE2
PPP02	550445	7166321	200	300	VE1/VE2
PPP03	549262	7166567	200	300	VE1/VE2
PPP04	550192	7167093	200	300	VE1/VE2
PPP05	551415	7167215	200	300	VE1/VE2
PPP06	551854	7167842	200	300	VE1/VE2
PPP07	549248	7167314	200	300	VE1
PPP08	549820	7167948	200	300	VE1
PPP09	550352	7168413	200	300	VE1

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

5. MALLINNUSTULOKSET

Pieni-Paljakan tuulivoimahankkeen välkkeen esiintymiskartat on esitetty liitteessä 1. Välkevyöhykelaskennan lisäksi tehtiin laskentoja 8 reseptoripisteeseen, joiden sijainnit on esitetty liitteessä olevassa välkekartassa ja tulokset taulukossa 5.

Vuotuinen välketuntien määrä ylittää 8 tuntia vuodessa reseptoripisteiden 4 ja 5 lomarakennuksen kohdalla vaihtoehdossa VE1. Vaihtoehdossa VE2 8 tuntia vuodessa ei ylitä yhtenkään reseptoripisteen osalta.

Taulukko 5. Reseptoripistelaskentojen tulokset ilman puuston vaikutusta ja puuston kanssa

Reseptori	VE1	VE1, puusto	VE2	VE2, puusto
	Real Case, h / a *	Real Case, h / a *	Real Case, h / a *	Real Case, h / a *
1	6:12	0:00	0:00	0:00
2	6:10	0:00	1:23	0:00
3	6:09	2:26	2:26	2:26
4	12:13	0:00	5:27	0:00
5	11:23	0:00	6:16	0:00
6	4:13	0:00	4:13	0:00
7	0:00	0:00	0:00	0:00
8	4:33	0:00	4:33	0:00

*tuntia vuodessa

Potentiaaliset välkkeen esiintymisajankohdat reseptoreissa on esitetty liitteessä 2.

6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mallinnuksella tarkasteltiin Pieni-Paljakan alueelle Paltamoon suunniteltujen tuulivoimaloiden välkevaikutuksia tuulivoimaloiden ympäristössä. Mallinnus tehtiin kahdessa vaihtoehdossa ympäristövaikutusten arviointia varten.

Suomen säädöksissä ei ole määritetty sitovia ohje- tai raja-arvoja tuulivoimaloiden aiheuttamalle välkkeelle. Mallinnuksen mukaan Pieni-Paljakan tuulivoimahankkeen aiheuttama välkemäärä ylittää vaihtoehdossa VE1 8 h (rajana Saksassa ja Ruotsissa) kahden lomarakennuksen kohdalla. Vaihtoehdossa VE2 8 h ei ylity yhdenkään asuin- tai lomarakennuksen osalta.

Mallinnus antaa laskennallisen tuloksen ympäristöön kohdistuvasta välkevaikutuksesta. Vuosittaiseen todelliseen välkevaikutukseen vaikuttaa, kuinka tarkkaan vuosittainen tuulivoimaloiden toiminta ja sääolosuhteet vastaavat mallinnuksessa käytettyjä arvoja, sekä lisäksi muun muassa voimaloiden näkyminen tai näkymisen estyminen esimerkiksi puuston tai rakennusten vuoksi. Puustoa tai ympäristön asuin- ja lomarakennuksia ei ole huomioitu mallissa. Puuston on kuitenkin oltava riittävän tiheää ja korkeata sekä suojata altistuvaa kohdetta kattavasti. Myös vuodenajan vaihtelut on huomioitava puuston kyvyssä rajoittaa tuulivoimaloiden näkyvyyttä. Jos tuulivoimalat eivät näy häiriintyvään kohteeseen, ei myöskään välkettä aiheudu.

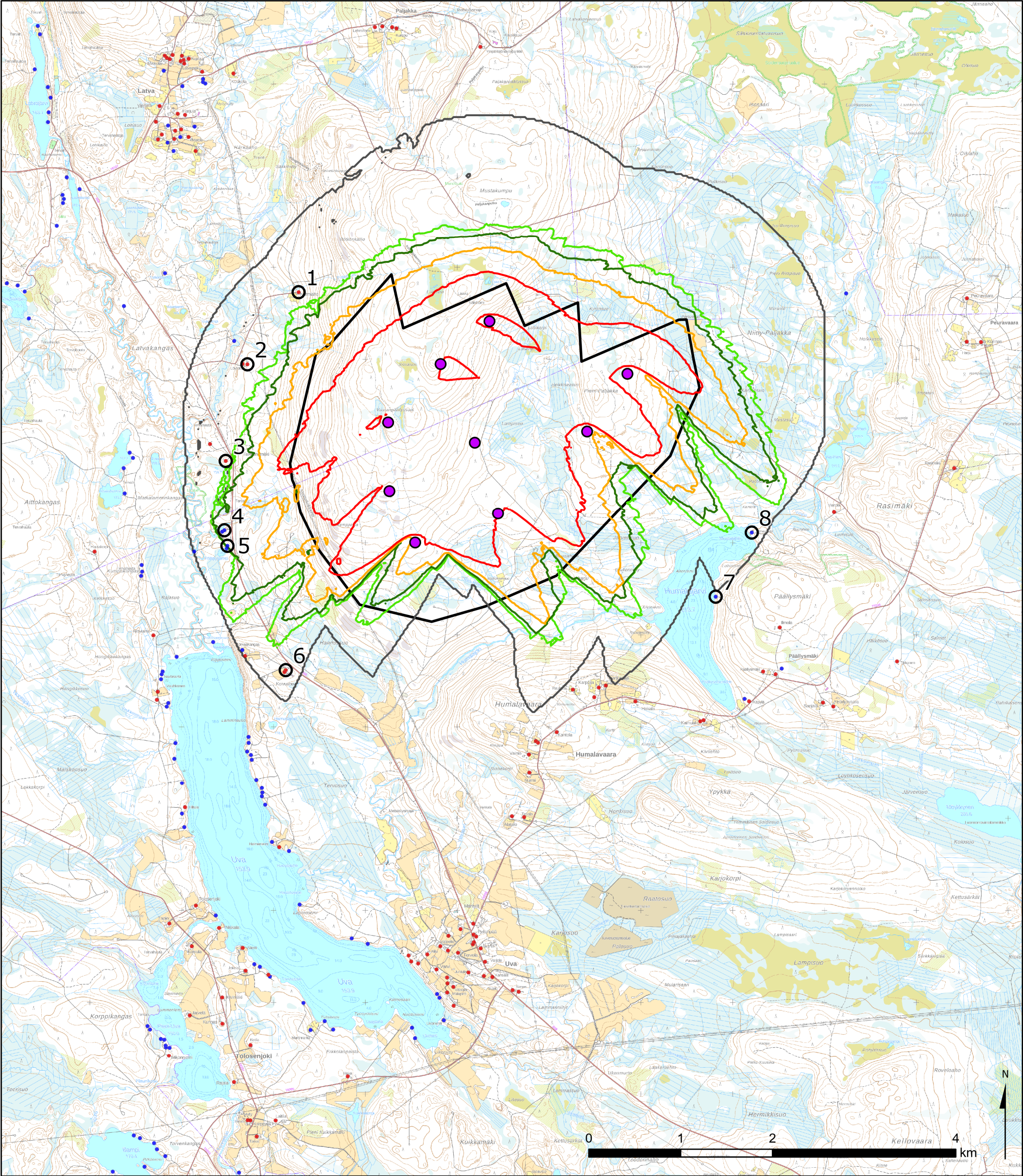
Välkkeen syntyyn voidaan vaikuttaa tuulivoimalaan liitettävällä teknisellä ohjauksella, jolla tuulivoimala pysäytetään tarvittaessa. Järjestelmän avulla välkkeen muodostumista tietyssä kohteessa monitoroidaan voimalan nasellin päälle tai runkoon asennettavilla valosensoreilla, jotka laskevat muodostumisen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

LÄHTEET

1. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu, Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016
2. Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen, WEA-Shattenwurf-Hinweise
3. Vindkraftshandboken - Planering och prövning av vindkraftverk på land och i kustnära vattenområden, Boverket 2009
4. Vejledning om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller, Naturstyrelsen, Miljøministeriet 2015
5. WindPRO 3.4 User Manual
6. Ilmatieteen laitos, Tilastoja Suomen ilmastosta 1981–2010, Raportteja 2012:1
7. Suomen Tuuliatlas

LIITTEET

- | | |
|---------|--|
| Liite 1 | Real Case -laskennan välkeyyöhykkeet ilman puustoa ja puusto huomioituna |
| Liite 2 | Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä |



PROKON Wind Energy Finland Oy
Varsavaaran tuulivoimapuisto

Välkemallinnus (WindPro)

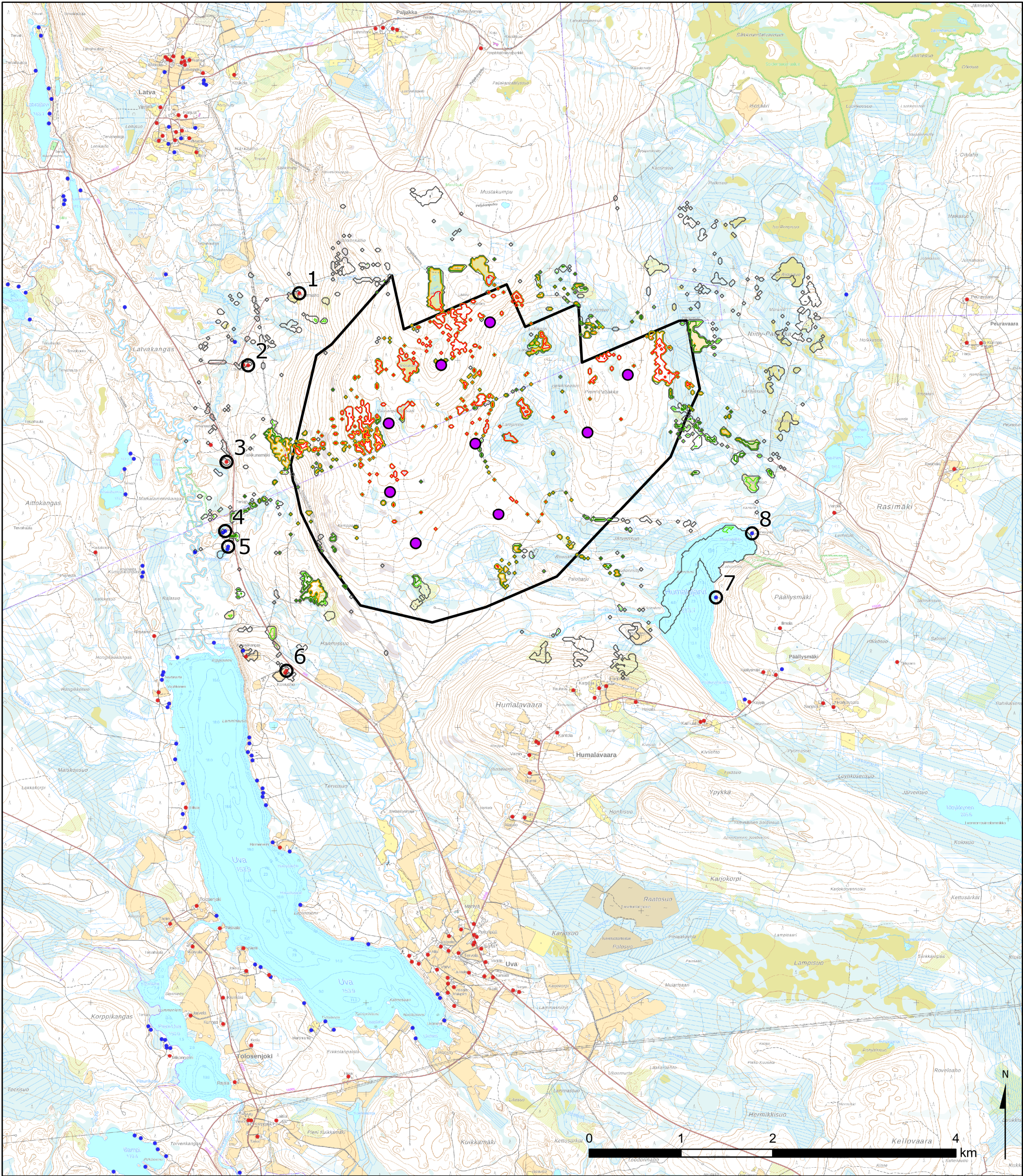
Pieni-Paljakan tuulivoimalat VE1

13.10.2022

**Real Case
välkevyöhykkeet
tuntia vuodessa**

- 0
- 8
- 10
- 15
- 30

- Tuulivoimala, Pieni-Paljakka
- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Reseptorit
- Pieni Paljakan hankealue



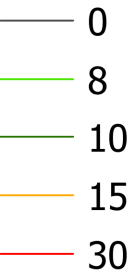
PROKON Wind Energy Finland Oy
Varsavaaran tuulivoimapuisto

Välkemallinnus (WindPro)
Puusto huomioitu

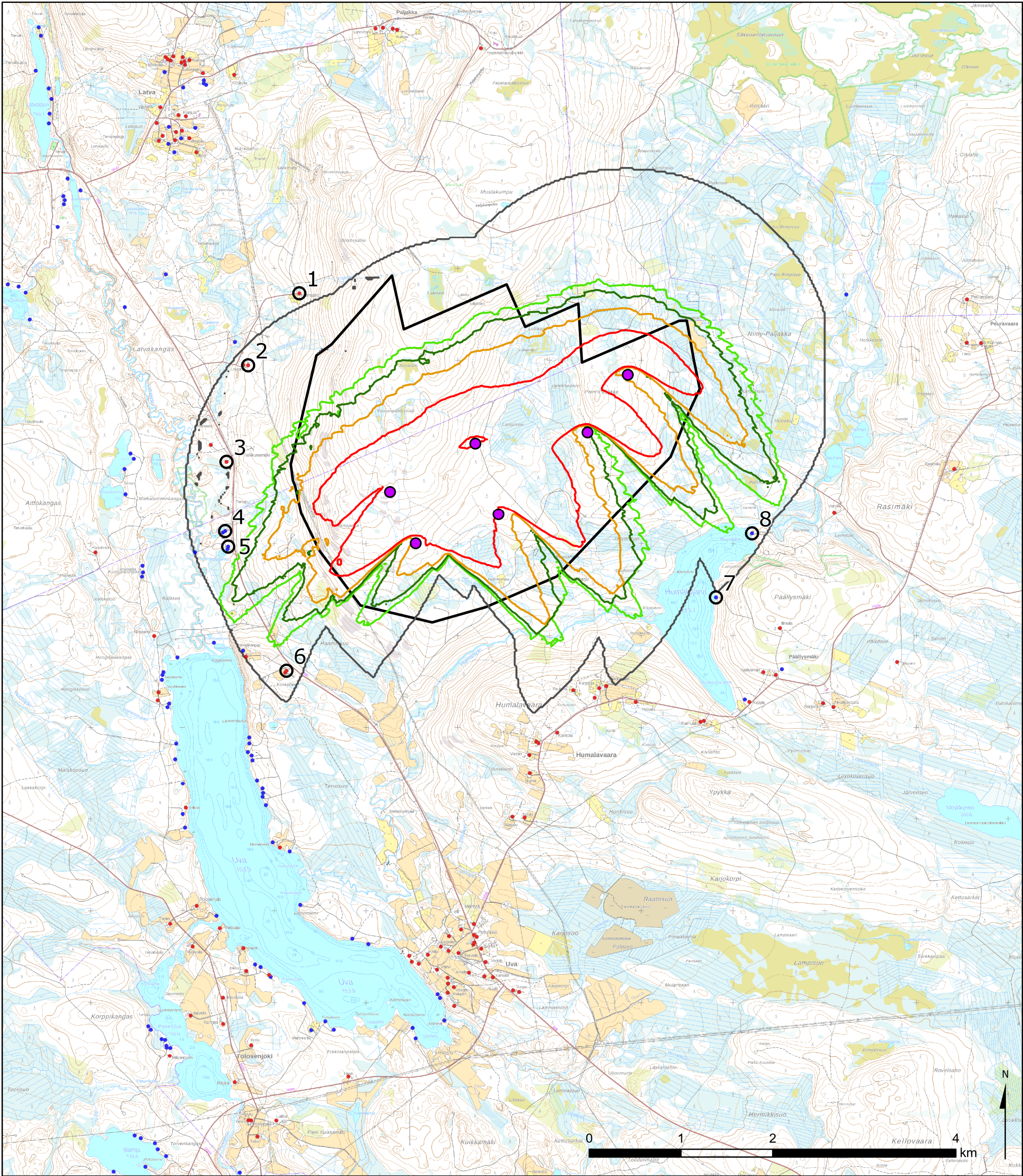
Pieni-Paljakan tuulivoimalat VE1

20.10.2022

Real Case
välkevyöhykkeet
tuntia vuodessa



- Tuulivoimala, Pieni-Paljakka
- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Reseptorit
- Pieni Paljakan hankealue



PROKON Wind Energy Finland Oy
Varsavaaran tuulivoimapuisto

Välkemallinnus (WindPro)

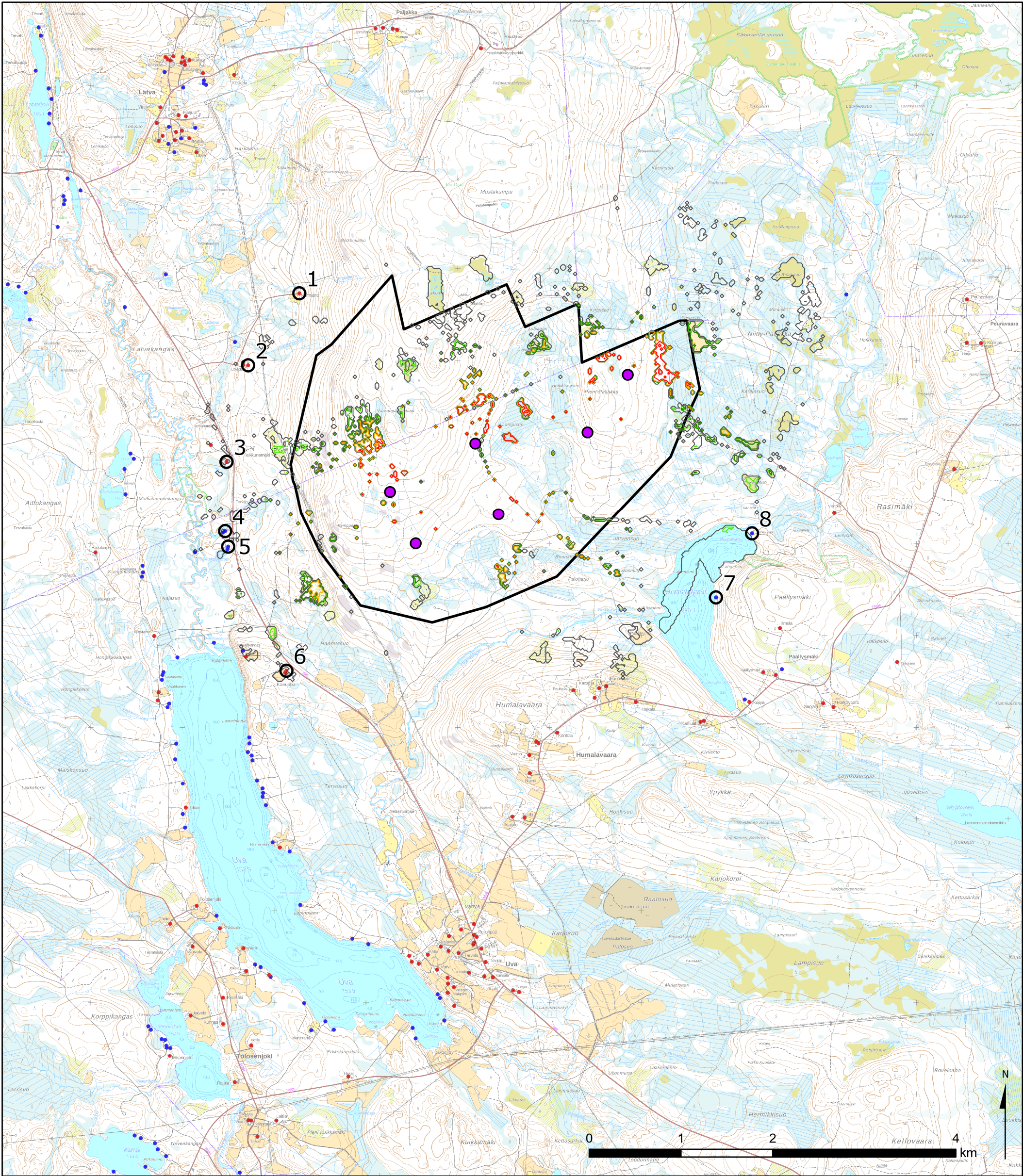
Pieni-Paljakan tuulivoimalat VE2

13.10.2022

Real Case
välkevyöhykkeet
tuntia vuodessa

- 0
- 8
- 10
- 15
- 30

- Tuulivoimala, Pieni-Paljakka VE2
- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Reseptorit
- Pieni Paljakan hankealue



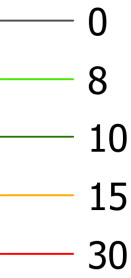
PROKON Wind Energy Finland Oy
Varsavaaran tuulivoimapuisto

Välkemallinnus (WindPro)
Puusto huomioitu

Pieni-Paljakan tuulivoimalat VE2

20.10.2022

Real Case
välkevyöhykkeet
tuntia vuodessa

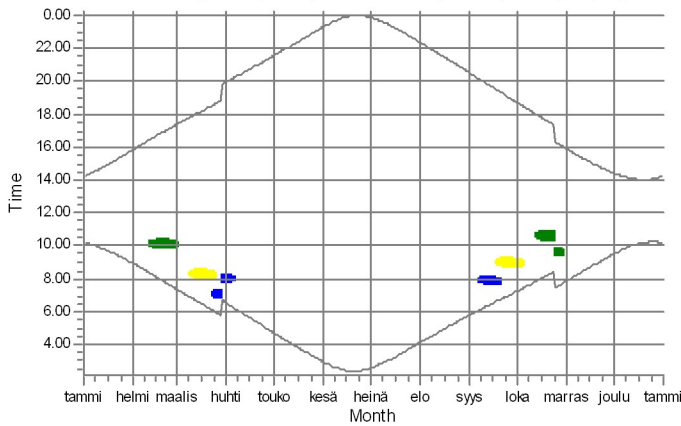


- Tuulivoimala, Pieni-Paljakka VE2
- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Reseptorit
- Pieni Paljakan hankealue

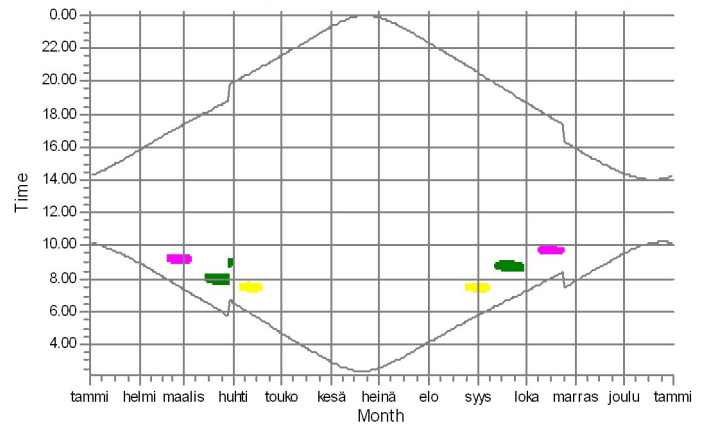
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Pieni-Paljakka_H200_D200

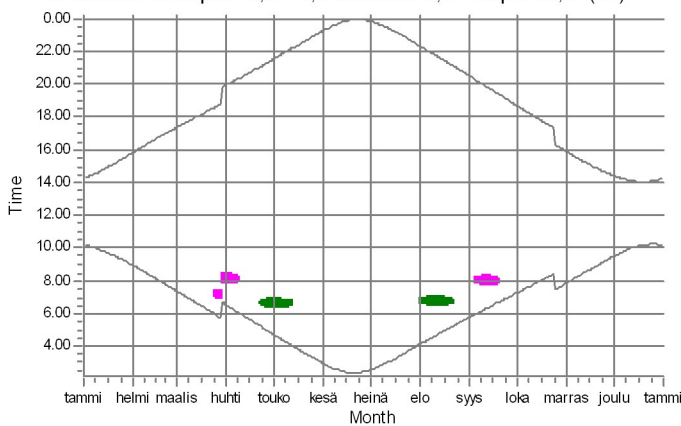
1: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (33)



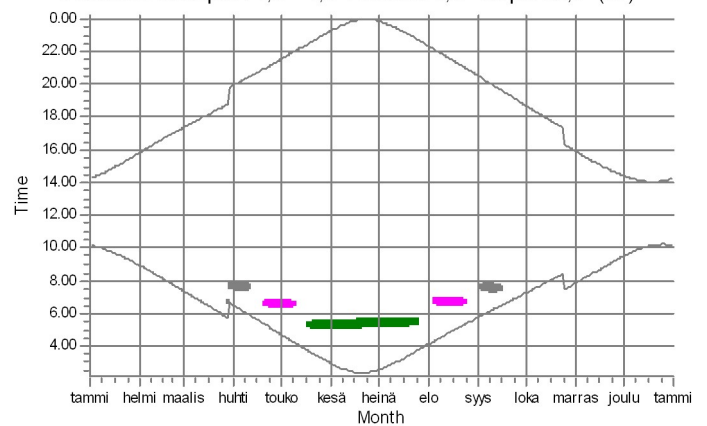
2: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (35)



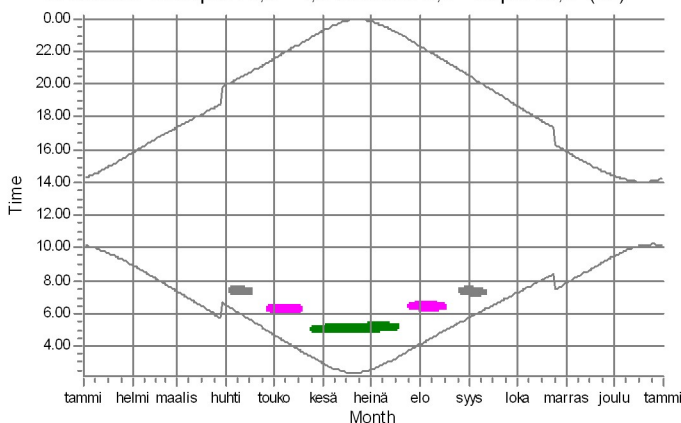
3: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (36)



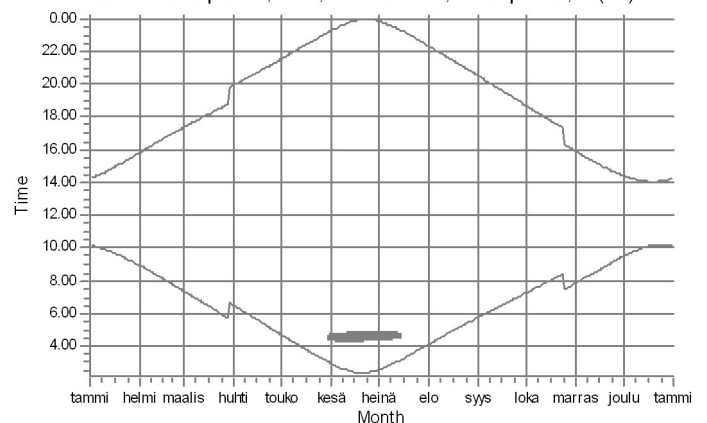
4: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (31)



5: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (32)



6: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (34)



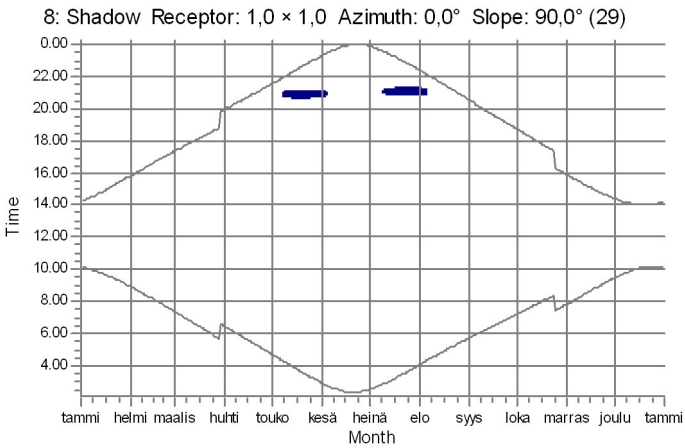
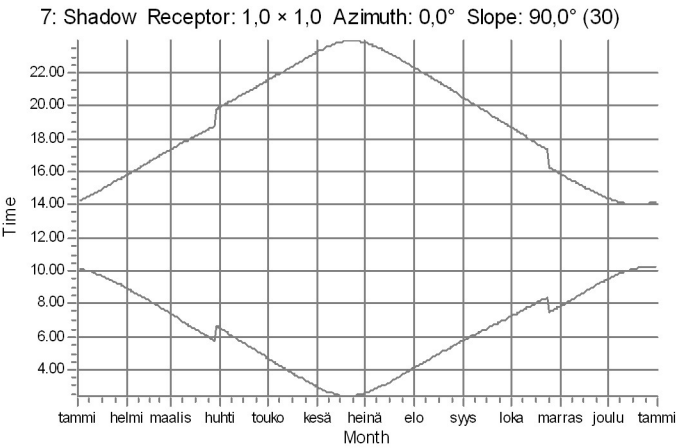
WTGs

- 1: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0
- 2: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0
- 3: Generic Generic 200-200 10000 200.0 !-! hub: 200,0 m (TOT: 300,0

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

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Pieni-Paljakka_H200_D200



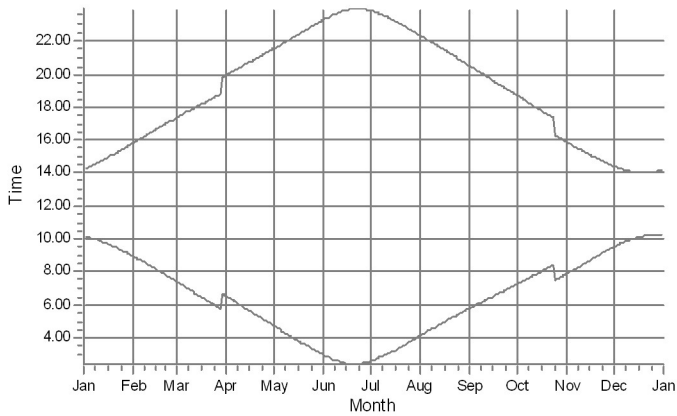
WTGs

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

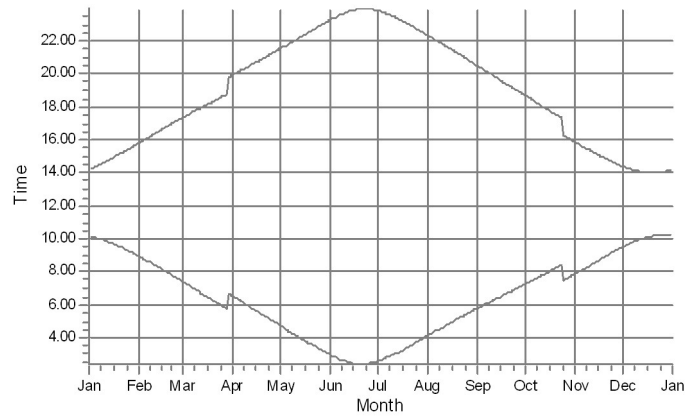
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: PUUSTO Pieni-Paljakka_H200_D200

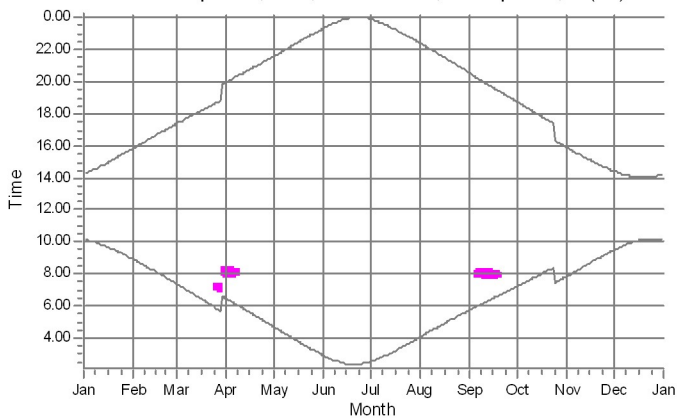
1: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (33)



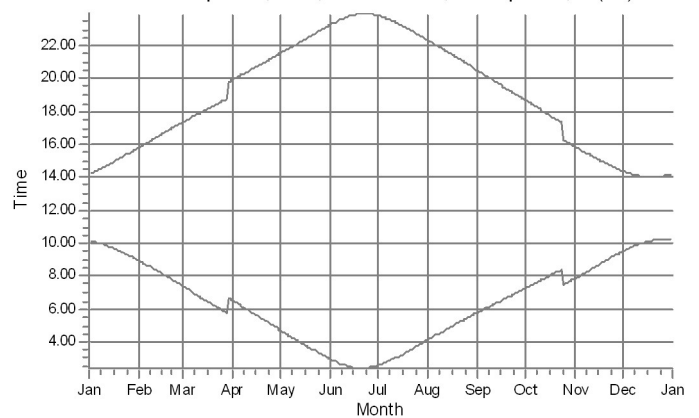
2: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (35)



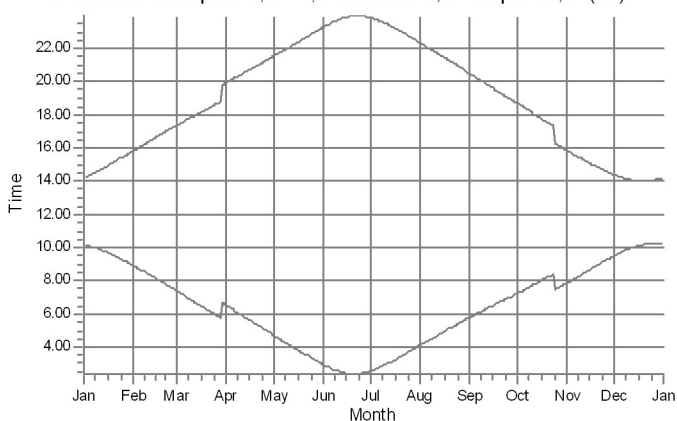
3: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (36)



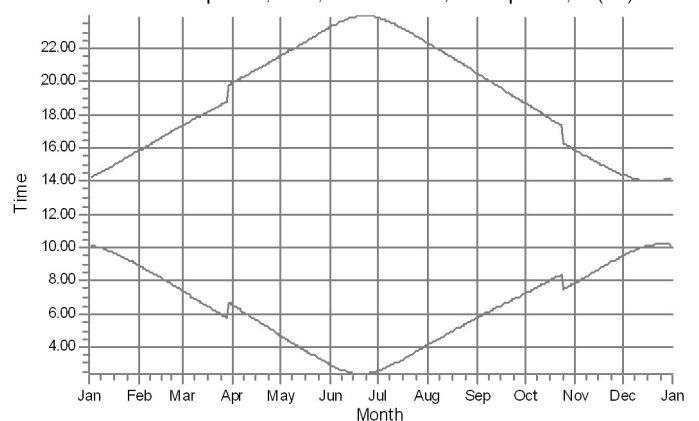
4: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (31)



5: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (32)



6: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (34)



WTGs

5: 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-Consruch-Straße 3
DE-34131 Kassel

Ville Virtanen / ville.virtanen@ramboll.fi

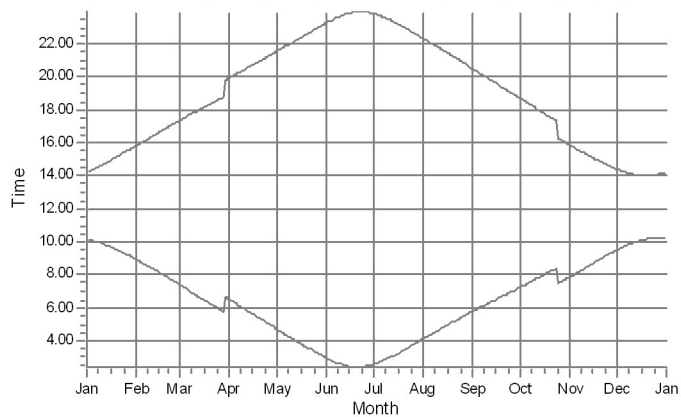
Calculated:

20/10/2022 13.51/3.5.587

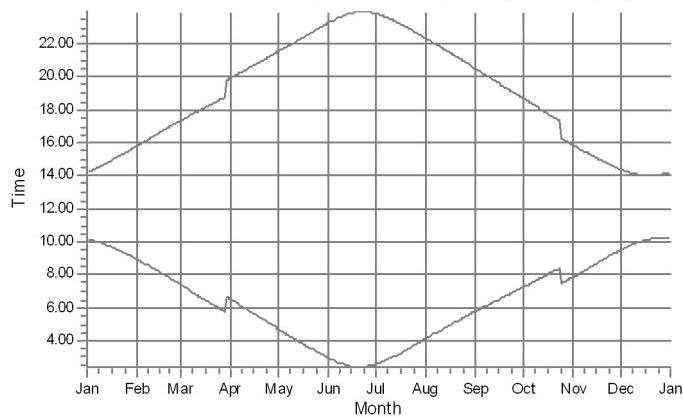
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: PUUSTO Pieni-Paljakka_H200_D200

7: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (30)



8: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (29)

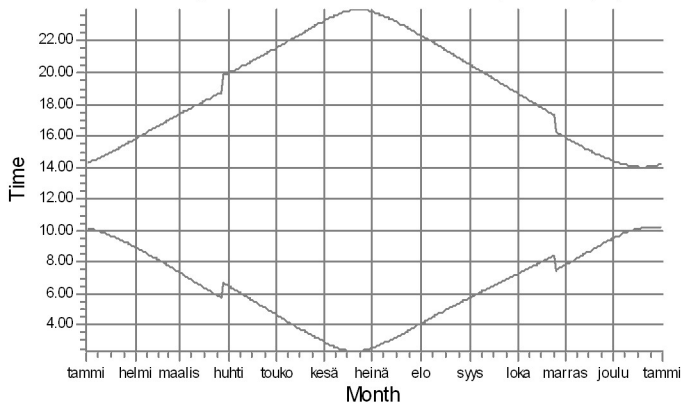


WTGs

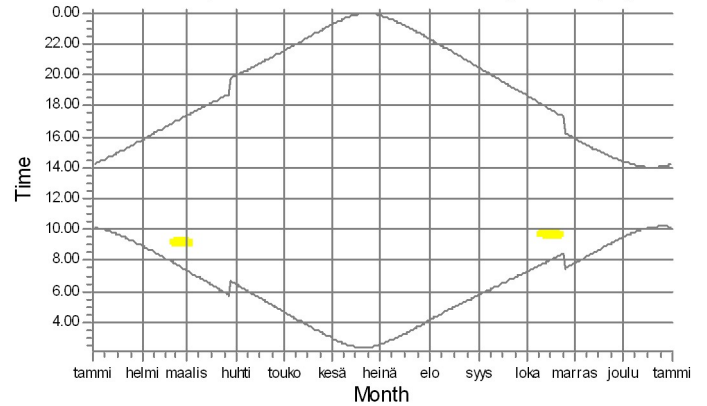
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: V2 Pieni-Paljakka_H200_D200

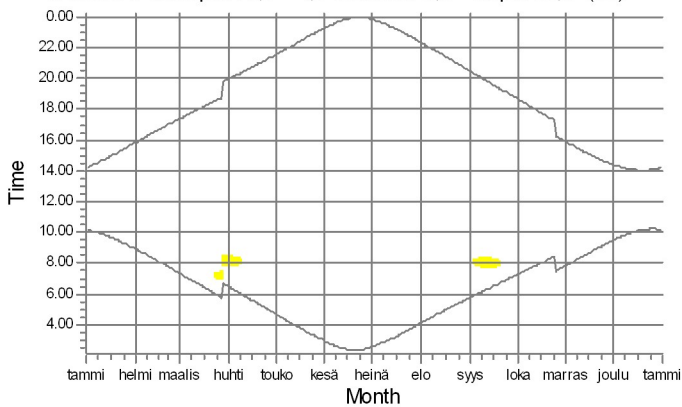
1: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (33)



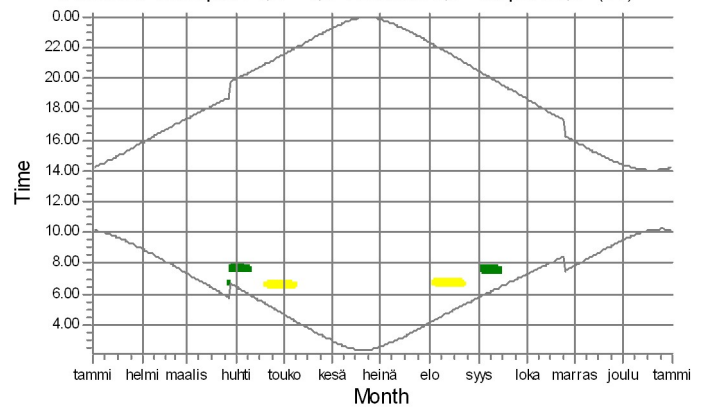
2: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (35)



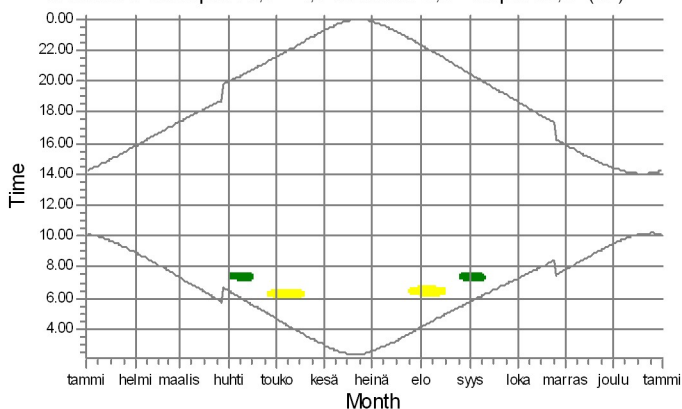
3: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (36)



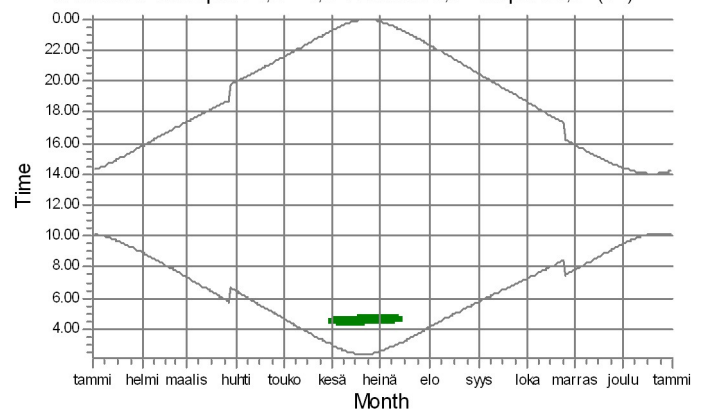
4: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (31)



5: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (32)



6: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (34)

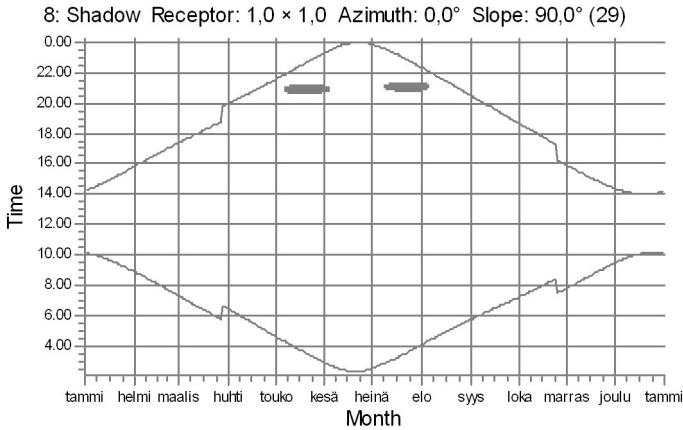
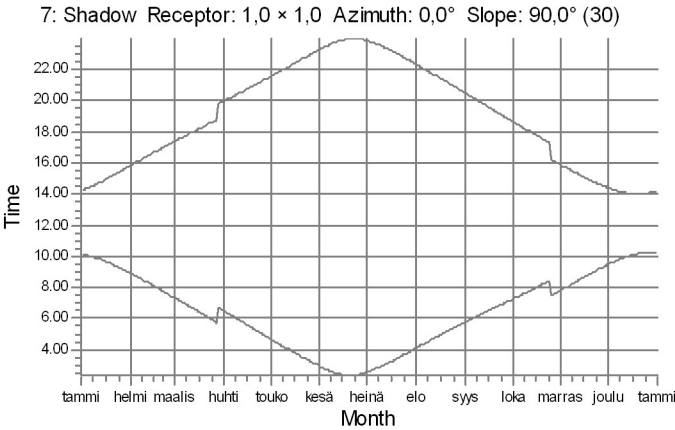
**WTGs**

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

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

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: V2 Pieni-Paljakka_H200_D200

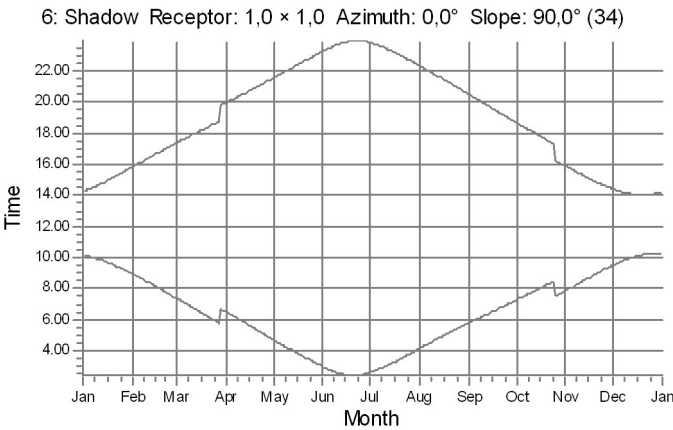
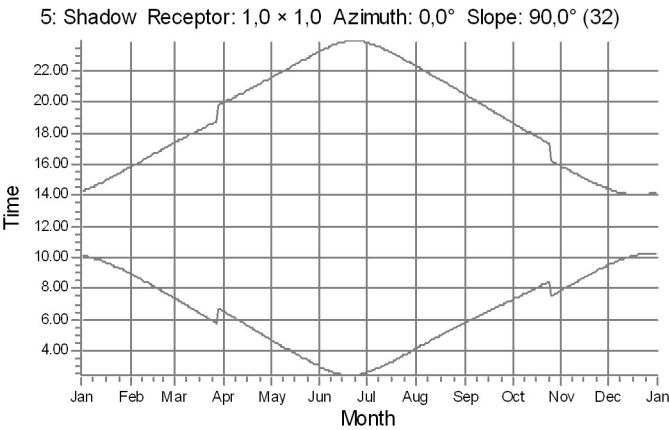
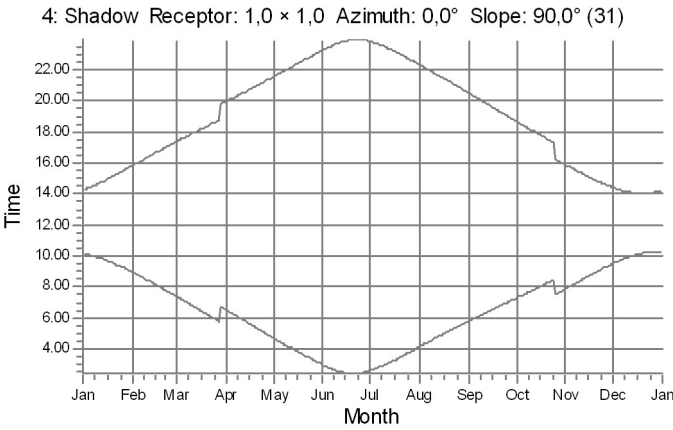
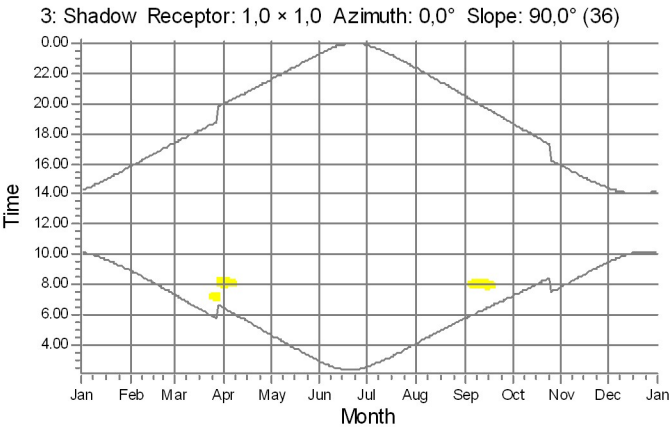
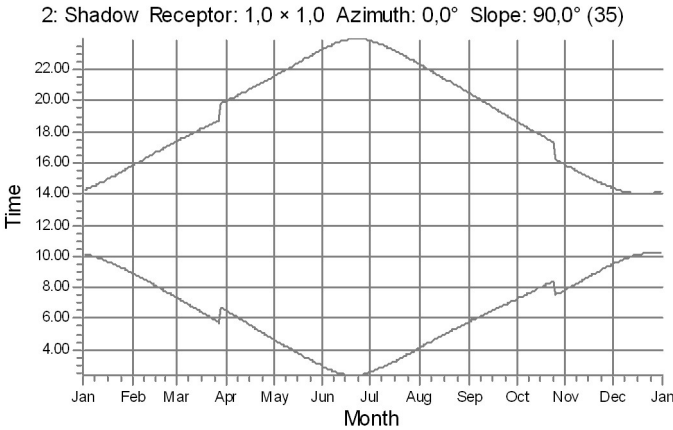
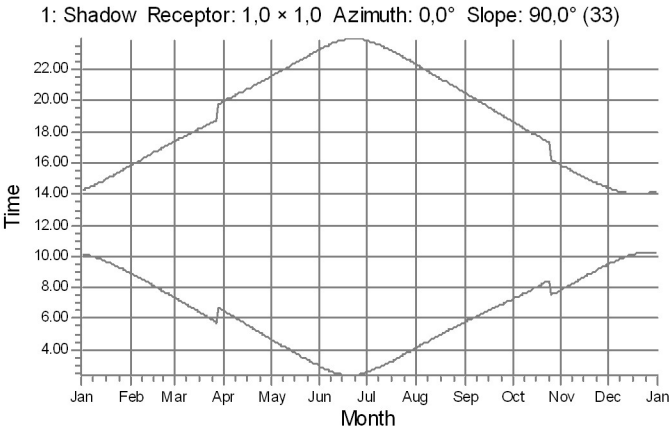


WTGs

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

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: PUUSTO V2 Pieni-Paljakka_H200_D200



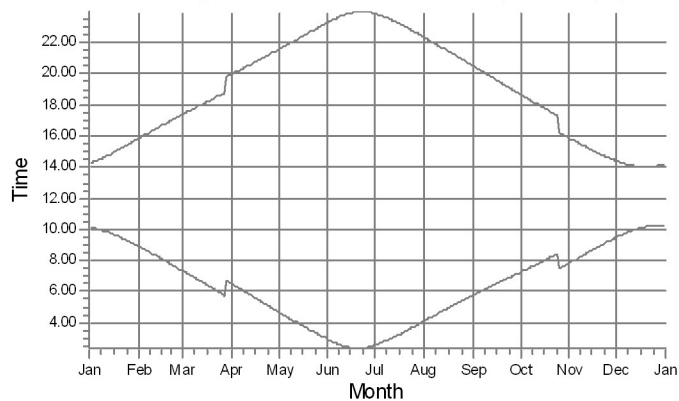
WTGs

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

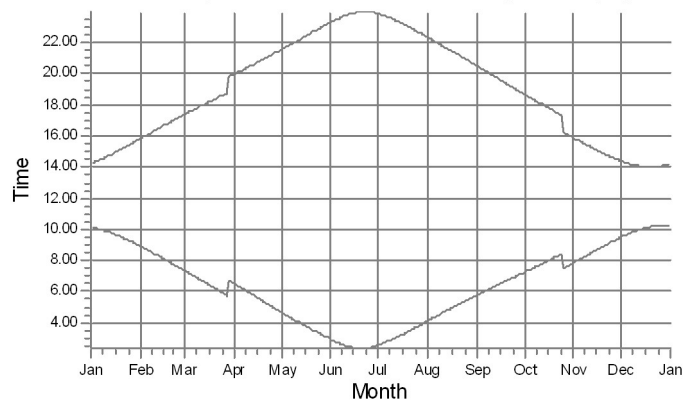
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: PUUSTO V2 Pieni-Paljakka_H200_D200

7: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (30)



8: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (29)



WTGs