



VÄLKESELVITYS

Niinimäen Tuulivoimahanke

18.8.2026

SISÄLLYSLUETTELO

1	YHTEENVETO	2
2	TAUSTA	4
3	VARJOVÄLKKEEN MUODOSTUMINEN	4
3.1	Ohje- ja raja-arvot.....	5
3.2	Varjovälkkeen lähtötiedot ja menetelmät.....	6
4	VÄLKEVAIKUTUKSET	9
4.1	Välkevaikutukset Niinimäen hankealueella.....	9
4.2	Välkkeen yhteisvaikutukset	11
4.3	Välkevaikutukset puuston suojaava vaikutus huomioiden	13
4.4	Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät	15
4.5	Haittojen ehkäiseminen ja seuranta	15
5	LÄHTEET	16
	Liite 1: Sijoitussuunnitelmat	17
	Liite 2: Varjovälkkeen ajoittuminen havainnointipisteissä.....	18
	Liite 3: Varjovälkkeen ylityksiä aiheuttavat voimat sekä todellisessa tilanteessa että teoreettisessa maksimissa	30

VERSIONHISTORIA

Versio	Tekijä	Tarkastettu	Hyväksytty	Tiivistelmä
Ver 1	Ilmari Katajamäki 17.8.2026	Christian Granlund 18.8.2026	Christian Granlund 18.8.2026	Niinimäen tuulivoimahankkeen välkeselvitys.

1 YHTEENVETO

Tehtävä:

Niinimäen tuulivoimahankkeen välkeselvitys.

Työmenetelmät:

Välkeselvitykseen on kerätty ajantasaista tietoa tuulivoimaloiden varjovälkkeen ominaispiirteistä, välkkeen ohjearvoista, paikallisista olosuhteista sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty windPRO Ver4.2 ohjelmiston SHADOW-moduulia. Mallinnuksessa ja raportoinnissa on käytetty ympäristöministeriön vuonna 2016 julkaisemia ohjeita raportista Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöministeriö, 2016). Vaikutusten arvioinnissa käytetyt laskentaparametrit on taulukoitu tässä raportissa.

Tulokset:

Suomen lainsäädännössä ei ole määritelty välkevaikutukselle raja-arvoja tai suosituksia. Ympäristöhallinnon ohjeen OH 5/2016 mukaan Suomessa vaikutuksia arvioitaessa on suositeltavaa käyttää apuna muiden maiden ohjearvoja. Ruotsissa ja Saksassa annettu maksimisuositus kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ylitetään 8 asunnon kohdalla (asunnot D, I, P, Q, R, T, U, W). Teoreettisen maksimitilanteen suositukset 30 h/v ylitetään 8 havainnointipisteessä ja 30 min/pv ylitetään 12 havainnointipisteessä.

Puuston suojaava vaikutus huomioiden välkevaikutukset pienenevät, eikä maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ylitetä yhdenkään asunnon kohdalla. Teoreettisen maksimitilanteen suosituksia 30 h/v ja 30 min/pv ei myöskään ylitetä yhdenkään asunnon kohdalla.

Kohtuuton haitta varjovälkkeestä pystytään ehkäisemään pysäyttämällä välkettä aiheuttavat voimamat kriittiseksi ajaksi. Voimamat voidaan ohjelmoida pysähtymään automaattisesti vallitsevien sääolosuhteiden mukaisesti, kun välkettä muodostuisi herkälle alueelle (flicker control).

Taulukko 1. Yhteenveto vertailuarvojen ylityksistä, mallinnus ilman puustoa. Taulukko kertoo kuinka monessa rakennuksessa (vakituinen tai vapaa-ajan asunto) kyseinen vertailuarvo ylitetään, kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu.

Vertailuarvo	Niinimäki, 9 voimalaa
> 10 h/v, todellinen tilanne	0
> 8 h/v, todellinen tilanne	8
> 30 h/v, teoreettinen maksimi	8
> 30 min/pv, teoreettinen maksimi	12

Taulukko 2. Yhteenveto vertailuarvojen ylityksistä yhteisvaikutukset, mallinnus ilman puustoa. Taulukko kertoo kuinka monessa rakennuksessa (vakituinen tai vapaa-ajan asunto) kyseinen vertailuarvo ylitetään, kun puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu.

Vertailuarvo	Niinimäki ja yhteisvaikutukset
> 10 h/v, todellinen tilanne	0
> 8 h/v, todellinen tilanne	9
> 30 h/v, teoreettinen maksimi	9
> 30 min/pv, teoreettinen maksimi	12

2 TAUSTA

Tämä välkeselvitys on tehty Niinimäen tuulivoimahankkeelle Hattulan kunnan alueella. Tässä selvityksessä on käytetty yhtä sijoitussuunnitelman vaihtoehtoa, joka on muodostettu kaavoitusmenettelyä varten:

- 9 voimalaa. Roottorihalkaisija 200 m ja napakorkeus 180 m. Kokonaiskorkeus on 280 m.

Välkeselvitys on tehty windPRO 4.2 ohjelmiston SHADOW-moduulia käyttäen. Tulosten arvioinnissa on käytetty Saksan ja Ruotsin suositusarvoja (LAI, 2002; Boverket, 2009). Etha Oy on tarkistanut lähtötietojen oikeellisuuden ja vastaa siitä, että laskenta on oikein suoritettu.

3 VARJOVÄLKKEEN MUODOSTUMINEN

Tuulivoimaloiden roottorin pyörimisestä aiheutuu säännöllisesti välkkyvää varjovaikutusta, kun voimala pyörii tarkastelupisteen ja auringon välissä. Välkkeen määrä riippuu sääolosuhteista siten, että esimerkiksi pilvisellä säällä välkettä ei esiinny. Kesällä välkevaikutukset ovat laajimmillaan aamuisin ja iltaisin, kun aurinko on matalalla. Talvisin välkettä voidaan havaita laajemmalla alueella myös päivällä. Etäisyyden kasvaessa tuulivoimalan ja tarkastelupisteen välissä, välkkeen vaikutus pienenee. Kun tuulivoimala ei pyöri, välkettä ei esiinny. Välkevaikutus riippuu myös tuulen suunnasta eli roottorin kulmasta havainnointipisteeseen nähden.

Havaintopaikkaan kohdistuva varjovälke ei ole jatkuvaa, vaan välkkeen ajankohta ja kesto aika vaihtelevat vuorokauden ja vuodenajan mukaan. Yhtäjaksoista välkettä esiintyy yleensä 0-30 minuuttia päivässä riippuen havainnointipaikan suhteesta väkelähteeseen.

Ihmiset kokevat välkevaikutukset, kuten muutkin vaikutukset, hyvin eri tavoin. Suositusarvot ylittävä määrä varjovälkettä asuinalueella voi vaikuttaa asukkaiden viihtyvyyteen. Se havaitaanko varjovälkettä asuinalueella, loma-asunnolla tai työmaa-alueella, vaikuttaa ilmiön häiritsevyyteen. Myös eri hankkeiden varjovälkkeen kumuloituminen voi vaikuttaa lähialueen asuinvihtyvyyteen sekä virkistyskäyttöön.



Kuva 1. Varjovälkettä muodostuu, kun tuulivoimala pyörii tarkastelupisteen ja auringon välissä, aurinkoisella ja pilvettömällä säällä.

3.1 OHJE- JA RAJA-ARVOT

Suomen lainsäädännössä ei ole määritelty välkevaikutukselle raja-arvoja tai suosituksia. Ympäristöhallinnon ohjeen OH 5/2016 mukaan Suomessa vaikutuksia arvioitaessa on suositeltavaa käyttää apuna muiden maiden ohjearvoja. Saksassa ja Ruotsissa on tuulivoimahankkeiden viereiselle asutukselle annettu suositusarvo maksimissaan kahdeksan tuntia välkettä vuodessa (nk. "real case" eli todellinen tilanne, jossa huomioidaan auringonpaisteajat ja tuuliolosuhteet). Lisäksi Saksassa ja Ruotsissa on annettu suositusarvo 30 minuuttia päivässä sekä 30 tuntia vuodessa niin kutsutussa "worst-case" -eli teoreettisessa maksimitilanteessa. Tanskassa sovelletaan yleensä kymmenen tunnin vuotuisen välkkeen raja-arvoa todellisessa tilanteessa.

Teoreettinen maksimitilanne tarkoittaa tilannetta, jossa kaikkien voimaloiden oletetaan olevan toiminnassa keskeytyksettä, ja taivaan oletetaan aina olevan pilvetön. Aurinkoisina ajanjaksoina teoreettinen maksimitilanne voi toteutua päivätasolla, mutta käytännössä ei vuositasolla. Tämän raportin välkemallinnustuloksia on verrattu edellä mainittuihin suositusarvoihin.

3.2 VARJOVÄLKKEEN LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT

Välkkeen muodostumiseen vaikuttavat oleellisesti sääolosuhteiden lisäksi voimaloiden käyttöaika, korkeus ja roottorin halkaisija. Myös kasvillisuus ja puusto vaikuttavat oleellisesti välkevaikutuksen muodostumiseen. Välkemallinnus on tehty sekä ilman puuston suojaavan vaikutuksen huomiointia että suojavaikutus huomioiden.

Tuulivoimaloiden aiheuttaman varjovälkkeen vaikutusalue ja -määrä mallinnetaan tuulivoimamallinnukseen käytettävällä windPRO-ohjelmalla, jossa pohjatietona käytettiin paikallisia olosuhteita vastaavia tilastollisia tietoja. Ohjelmalla voidaan laskea sekä tiettyyn pisteeseen kohdistuva varjovälke, että koko tuulivoima-alueen varjovälkkeen muodostuminen. Laskennat tehdään todellisten olosuhteiden mukaisesti, jolloin otetaan huomioon tuulivoimaloiden korkeus, sijainti ja roottorin halkaisija sekä paikalliset, tilastolliset sääolosuhteet. Käyttöaste ja tuulensuunnat lasketaan käyttäen alueella EMD-WRF Europe+ MesoScale tuulisuustietoja.

Välkemallinnukset on suoritettu alalla vakiintuneen käytännön mukaisesti, ottaen huomioon voimalan lapojen keskimääräiset leveydet, joiden avulla lasketaan maksimitarkasteluetaisyys voimaloista (LAI 2002). Maksimitarkasteluetaisyys määritetään siten, että havainnointipisteessä voimalan lapa peittää vähintään 20 % auringosta. Mikäli voimala on niin kaukana havainnointipisteestä, että sen lavat peittävät alle 20 % auringon pinta-alasta, ei havainnointipisteeseen muodostu häiritsevään voimakkaita liikkuvia varjoja. Maksimivaikutusten arvioimiseksi Niinimäen mallinuksissa on käytetty nykyistä suurempaa voimalamallia, jonka lapojen paksuus on arvioitu nykyisten voimalamallien perusteella.

Välkemallinnuksessa on käytetty nk. kasvihuoneasetusta eli välkettä lasketaan havaittavaksi aina, kun välkealue osuu rakennuksen kohdalle.

Maastotietokantana käytettiin Maanmittauslaitoksen kymmenen metrin korkeusmallia ja säähavaintotietoina käytettiin Jokioisten säähavaintoja. Jokioisten havaintoasema sijaitsee noin 40 kilometrin päässä suunnitellusta tuulivoima-alueesta. Laskelmissa oletetaan, että tuulivoimaloiden roottorit pyörivät vain tuulennopeuden ollessa sopiva. Varjovälkettä tarkasteltiin kahden metrin korkeudelta eli suunnilleen ihmisen havainnointikorkeudelta. Mallinnuksessa käytetyt auringonpaisteajat sekä tuulivoimaloiden toiminta-aika on esitetty alla olevissa taulukoissa.

Taulukko 3. Mallinnuksessa käytetyt asetukset.

Asetus	Kuvaus
Auringonpaisteajat	Jokioisten sääaseman havainnot, Ilmatieteen laitos (taulukko 4)
Toiminta-aika	EMD WRF Europe+ datan perusteella (taulukko 5)
Asuntojen asetus	Kasvihuone-asetus
Mallinnus	Välkemallinnus vakiintuneen menetelmän mukaisesti (LAI 2002)
Lapaparametrit	Voimalavalmistajien lapaparametrejä käytössä
Vertailuarvot	10 h/v todellinen tilanne
	8 h/v todellinen tilanne
	30 h/v teoreettinen tilanne
	30 min/pv teoreettinen tilanne

Taulukko 4. Mallinnuksessa käytetyt auringonpaisteajat.

Kuukausi	Keskimääräinen auringonpaisteen tuntimäärä päivässä
Tammikuu	1,16
Helmikuu	2,43
Maaliskuu	4,65
Huhtikuu	6,33
Toukokuu	8,35
Kesäkuu	8,63
Heinäkuu	8,52
Elokuu	6,90
Syyskuu	4,67
Lokakuu	2,48
Marraskuu	0,93
Joulukuu	0,71
Keskiarvo	4,65

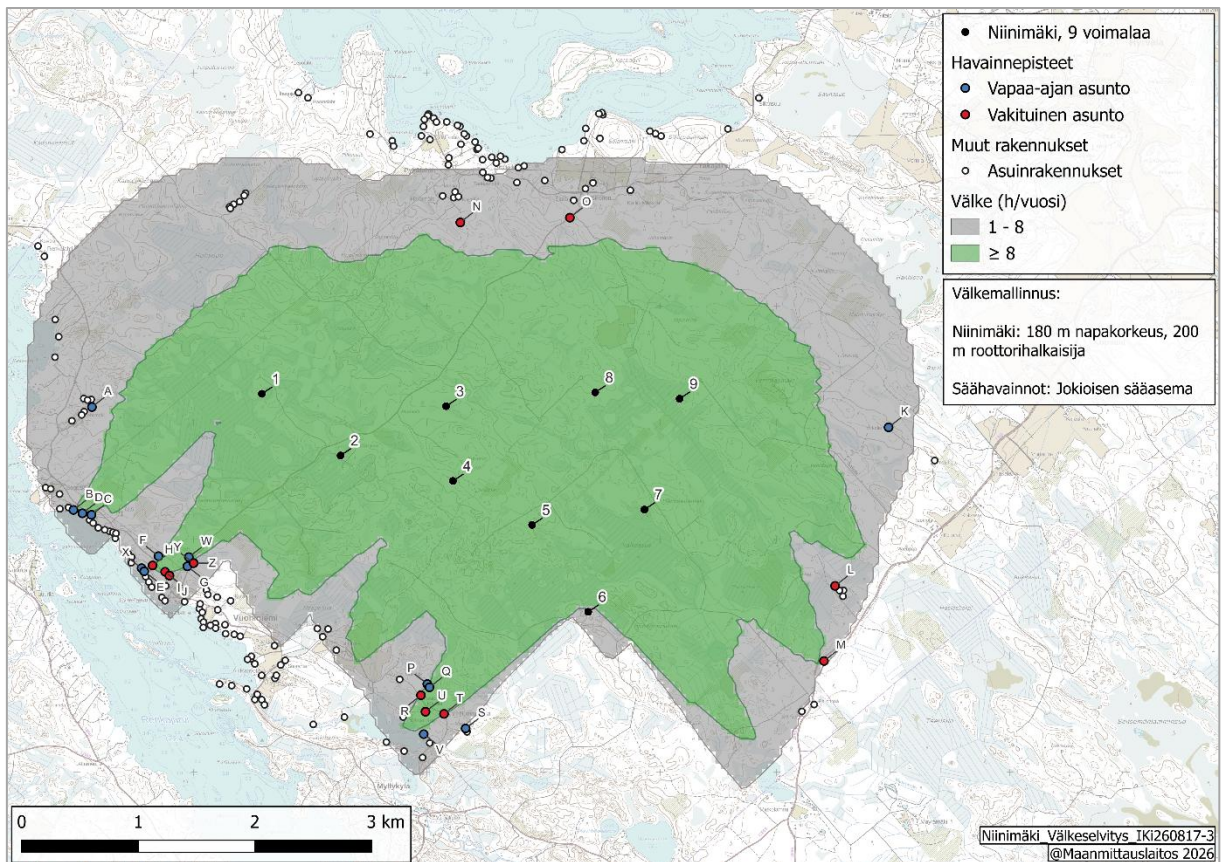
Taulukko 5. Tuulivoimaloiden toiminta-aika.

Tuulensuunta	Toiminta-aika (h/v)
Pohjoinen	538
Pohjoiskoillinen	628
Itäkoillinen	484
Itä	500
Itäkaakko	594
Eteläkaakko	777
Etelä	717
Etelälounas	895
Länsilounas	1036
Länsi	662
Länsiluode	634
Pohjoisluode	596
Summa	8061

4 VÄLKEVAIKUTUKSET

4.1 VÄLKEVAIKUTUKSET NIINIMÄEN HANKEALUEELLA

Välkemallinnuksen tuloksia kuvataan visuaalisesti kartoilla, ja lisäksi tuloksia on kuvattu yksityiskohtaisesti sanallisesti. Kartalla tulokset on esitetty soveltaen todellisen tilanteen vertailuarvoa 8 h/v.



Kuva 2. Varjovälkkeen muodostuminen Niinimäen alueella. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (A-Y) ja niiden väketasot on esitetty taulukossa 6.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy vuodessa alle kahdeksan tuntia. Ruotsissa ja Saksassa annettu maksimisuositus kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ylitetään 8 asunnon kohdalla (asunnot D, I, P, Q, R, T, U, W). Teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 h/v ylitetään 8 havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 min/pv ylitetään 12 havainnointipisteessä.

Laskennassa on tarkasteltu väkettä yksittäisissä havainnointipisteissä. Seuraavassa taulukossa on laskennasta saadut tulokset havainnointipisteille.

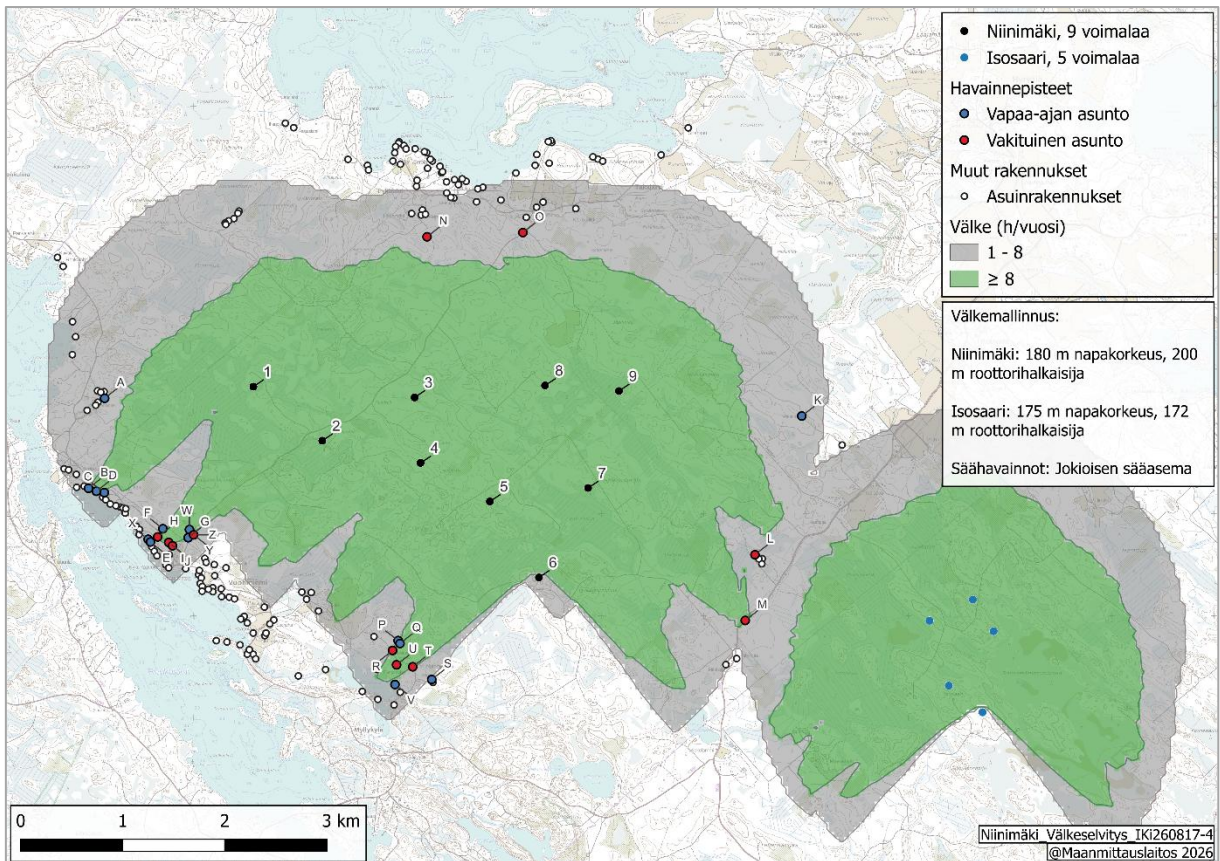
Taulukko 6. Varjoväkelaskennan tulokset, Niinimäki 9 voimalaa.

Havainnointi piste	Asunnon luokka	Itäinen koord. (ETRS TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS TM35FIN)	Vilkkumisen määrä (todellinen tilanne, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/pv)	Suositus arvon ylitys
A	Vapaa-ajan asunto	343128	6762133	4:33	18:34	0:33	Osittain
B	Vapaa-ajan asunto	342969	6761249	7:56	28:41	0:27	Ei
C	Vapaa-ajan asunto	343124	6761207	7:35	27:42	0:29	Ei
D	Vapaa-ajan asunto	343046	6761220	8:06	29:26	0:28	Kyllä
E	Vapaa-ajan asunto	343576	6760722	6:58	25:07	0:26	Ei
F	Vapaa-ajan asunto	343698	6760852	7:27	26:48	0:28	Ei
G	Vapaa-ajan asunto	343946	6760765	7:49	28:36	0:32	Osittain
H	Vakituinen asunto	343647	6760772	7:51	28:17	0:27	Ei
I	Vakituinen asunto	343755	6760718	8:23	30:25	0:28	Kyllä
J	Vakituinen asunto	343793	6760686	7:48	28:26	0:29	Ei
K	Vapaa-ajan asunto	349961	6761959	2:25	10:29	0:26	Ei
L	Vakituinen asunto	349502	6760597	3:45	14:58	0:28	Ei
M	Vakituinen asunto	349407	6759952	6:31	24:57	0:25	Ei
N	Vakituinen asunto	346288	6763718	4:33	48:40	0:32	Osittain
O	Vakituinen asunto	347227	6763759	6:31	71:49	1:19	Osittain
P	Vapaa-ajan asunto	346004	6759755	8:11	29:39	0:33	Kyllä
Q	Vapaa-ajan asunto	346023	6759726	9:23	33:57	0:33	Kyllä
R	Vakituinen asunto	345950	6759658	8:26	30:27	0:31	Kyllä
S	Vapaa-ajan asunto	346333	6759373	0:06	0:23	0:05	Ei
T	Vakituinen asunto	346147	6759498	8:31	31:06	0:34	Kyllä
U	Vakituinen asunto	345989	6759517	9:51	35:39	0:31	Kyllä
V	Vapaa-ajan asunto	345973	6759324	7:00	25:39	0:29	Ei
W	Vapaa-ajan asunto	343959	6760845	9:18	33:51	0:33	Kyllä
X	Vapaa-ajan asunto	343554	6760749	5:53	21:07	0:26	Ei
Y	Vakituinen asunto	343999	6760793	7:39	28:01	0:33	Osittain

*Suositusarvojen ylitys "Osittain" tarkoittaa tilannetta, jossa pelkästään teoreettisen maksimitilanteen vertailuarvoja ylitetään.

4.2 VÄLKKEEN YHTEISVAIKUTUKSET

Seuraavassa kuvassa on esitetty Niinimäen ja läheisten tuulivoimahankkeiden yhteisvaikutusten tulokset. Välkemallinnuksessa on käytetty Niinimäen 9 voimalan sijoitus suunnitelmaa. Niinimäen mallinnus on toteutettu voimalalla, jonka napakorkeus on 180 metriä ja roottorihalkaisija 200 metriä. Läheisten tuulivoimahankkeiden tiedot löytyvät liitteestä 1.



Kuva 3. Varjovälkkeen muodostuminen Niinimäen alueella. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (A-Y) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 7.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy vuodessa alle kahdeksan tuntia. Ruotsissa ja Saksassa annettu maksimisuositus kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ylitetään 9 havainnointipisteessä (asunnot D, I, M, P, Q, R, T, U ja W). Teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 h/v ylitetään 9 havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 min/pv ylitetään 12 havainnointipisteessä.

Varjovälkelaskennan tulokset läheiset tuulivoimahankkeet huomioiden on raportoitu 25 havainnointipisteen osalta taulukossa Taulukko 7.

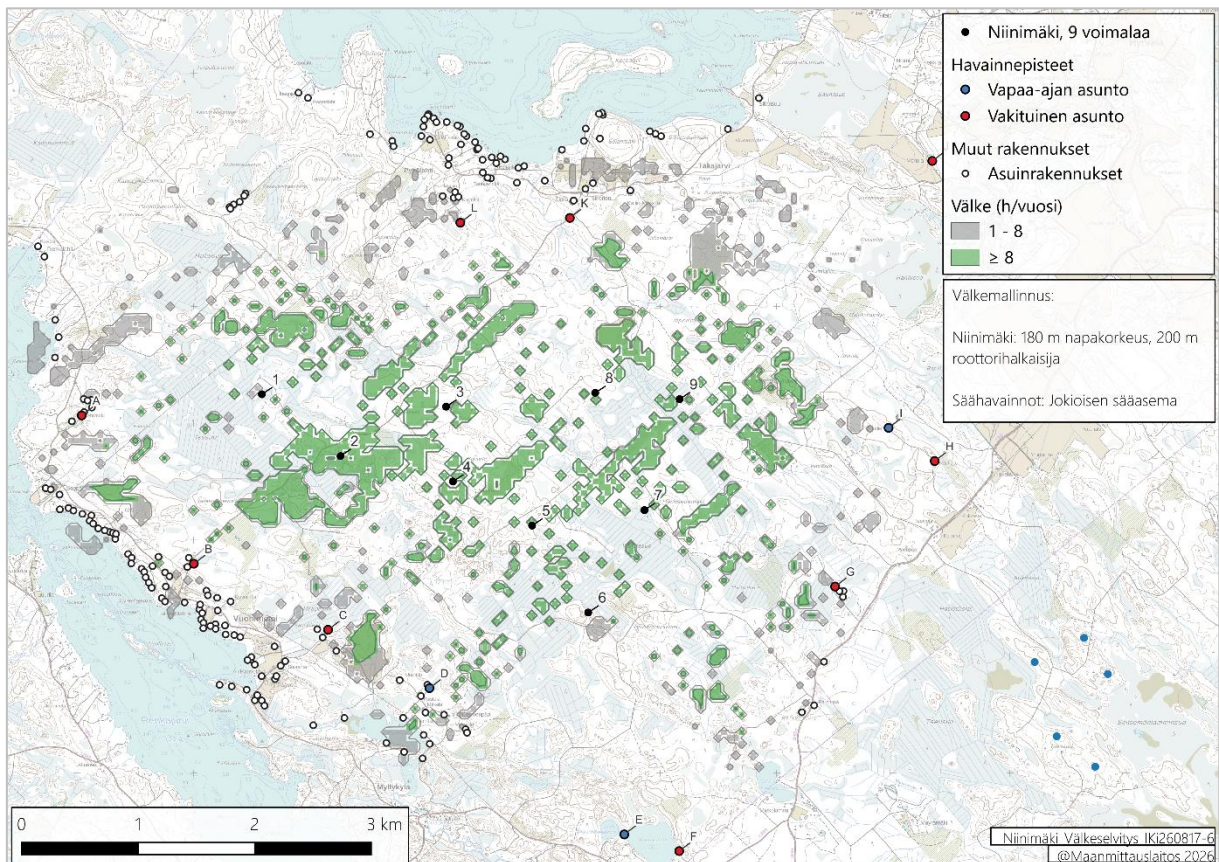
Taulukko 7. Varjoväikelaskennan tulokset, yhteisvaikutukset

Havainnointi piste	Asunnon luokka	Itäinen koord. (ETRS TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS TM35FIN)	Vilkkumisen määrä (todellinen tilanne, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/pv)	Suositus arvon ylitys
A	Vapaa-ajan asunto	343128	6762133	4:33	18:34	0:33	Osittain
B	Vapaa-ajan asunto	342969	6761249	7:56	28:41	0:27	Ei
C	Vapaa-ajan asunto	343124	6761207	7:35	27:42	0:29	Ei
D	Vapaa-ajan asunto	343046	6761220	8:06	29:26	0:28	Kyllä
E	Vapaa-ajan asunto	343576	6760722	6:58	25:07	0:26	Ei
F	Vapaa-ajan asunto	343698	6760852	7:27	26:48	0:28	Ei
G	Vapaa-ajan asunto	343946	6760765	7:49	28:36	0:32	Osittain
H	Vakituinen asunto	343647	6760772	7:51	28:17	0:27	Ei
I	Vakituinen asunto	343755	6760718	8:23	30:25	0:28	Kyllä
J	Vakituinen asunto	343793	6760686	7:48	28:26	0:29	Ei
K	Vapaa-ajan asunto	349961	6761959	2:25	10:29	0:26	Ei
L	Vakituinen asunto	349502	6760597	5:16	22:56	0:28	Ei
M	Vakituinen asunto	349407	6759952	8:28	33:30	0:25	Kyllä
N	Vakituinen asunto	346288	6763718	4:33	48:40	0:32	Osittain
O	Vakituinen asunto	347227	6763759	6:31	71:49	1:19	Osittain
P	Vapaa-ajan asunto	346004	6759755	8:11	29:39	0:33	Kyllä
Q	Vapaa-ajan asunto	346023	6759726	9:23	33:57	0:33	Kyllä
R	Vakituinen asunto	345950	6759658	8:26	30:27	0:31	Kyllä
S	Vapaa-ajan asunto	346333	6759373	0:06	0:23	0:05	Ei
T	Vakituinen asunto	346147	6759498	8:31	31:06	0:34	Kyllä
U	Vakituinen asunto	345989	6759517	9:51	35:39	0:31	Kyllä
V	Vapaa-ajan asunto	345973	6759324	7:00	25:39	0:29	Ei
W	Vapaa-ajan asunto	343959	6760845	9:18	33:51	0:33	Kyllä
X	Vapaa-ajan asunto	343554	6760749	5:53	21:07	0:26	Ei
Y	Vakituinen asunto	343999	6760793	7:39	28:01	0:33	Osittain

*Suositusarvojen ylitys "Osittain" tarkoittaa tilannetta, jossa pelkästään teoreettisen maksimitilanteen vertailuarvoja ylitetään.

4.3 VÄLKEVAIKUTUKSET PUUSTON SUOJAAVA VAIKUTUS HUOMIOIDEN

Korkean puuston peittäessä tuulivoimalat, moneen havainnointipisteeseen ei muodostu lainkaan varjovälkettä. Kasvillisuuden peittäessä tietyt tuulivoimalat, havainnointipisteeseen muodostuva varjovälkkeen kokonaismäärä vähenee. Seuraavassa kuvassa on esitetty välkemallinnuksen tulokset kasvillisuuden korkeus huomioon ottaen ja jäljempänä tulokset on kuvailtu sanallisesti. Puuston korkeustiedot on poimittu Suomen metsäkeskuksen latauspalvelusta.



Kuva 4. Varjovälkkeen muodostuminen Niinimäen alueella puuston suojaava vaikutus huomioiden. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (A-Y) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 8.

Kasvillisuuden suojaava vaikutus huomioitaessa välke aika on pienempi useassa havainnointipisteessä. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä yhdessäkään havainnointipisteessä. Teoreettisen

maksimitilanteen vuotuista 30 h/v ei ylitetä yhdessäkään havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositusta 30 minuuttia päivässä ei ylitetä yhdessäkään havainnointipisteessä.

Niinimäen välkelaskennan tulokset, kun kasvillisuus on otettu huomioon, on raportoitu 25 havainnointipisteen osalta taulukossa 8.

Taulukko 8. Varjovälkelaskennan tulokset, puuston vaikutus huomioiden.

Havainnointi piste	Asunnon luokka	Itäinen koord. (ETRS TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS TM35FIN)	Vilkkumisen määrä (todellinen tilanne, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/pv)	Suositus arvon ylitys
A	Vapaa-ajan asunto	343128	6762133	0:00	0:00	0:00	Ei
B	Vapaa-ajan asunto	342969	6761249	0:00	0:00	0:00	Ei
C	Vapaa-ajan asunto	343124	6761207	0:00	0:00	0:00	Ei
D	Vapaa-ajan asunto	343046	6761220	0:00	0:00	0:00	Ei
E	Vapaa-ajan asunto	343576	6760722	0:00	0:00	0:00	Ei
F	Vapaa-ajan asunto	343698	6760852	0:00	0:00	0:00	Ei
G	Vapaa-ajan asunto	343946	6760765	0:00	0:00	0:00	Ei
H	Vakituinen asunto	343647	6760772	0:00	0:00	0:00	Ei
I	Vakituinen asunto	343755	6760718	0:00	0:00	0:00	Ei
J	Vakituinen asunto	343793	6760686	0:00	0:00	0:00	Ei
K	Vapaa-ajan asunto	349961	6761959	0:00	0:00	0:00	Ei
L	Vakituinen asunto	349502	6760597	0:00	0:00	0:00	Ei
M	Vakituinen asunto	349407	6759952	0:00	0:00	0:00	Ei
N	Vakituinen asunto	346288	6763718	0:00	0:00	0:00	Ei
O	Vakituinen asunto	347227	6763759	0:00	0:00	0:00	Ei
P	Vapaa-ajan asunto	346004	6759755	0:00	0:00	0:00	Ei
Q	Vapaa-ajan asunto	346023	6759726	0:00	0:00	0:00	Ei
R	Vakituinen asunto	345950	6759658	0:00	0:00	0:00	Ei
S	Vapaa-ajan asunto	346333	6759373	0:00	0:00	0:00	Ei
T	Vakituinen asunto	346147	6759498	0:00	0:00	0:00	Ei
U	Vakituinen asunto	345989	6759517	0:00	0:00	0:00	Ei
V	Vapaa-ajan asunto	345973	6759324	0:00	0:00	0:00	Ei
W	Vapaa-ajan asunto	343959	6760845	0:00	0:00	0:00	Ei
X	Vapaa-ajan asunto	343554	6760749	0:00	0:00	0:00	Ei
Y	Vakituinen asunto	343999	6760793	0:00	0:00	0:00	Ei

**Suositusarvojen ylitys "Osittain" tarkoittaa tilannetta, jossa pelkästään teoreettisen maksimitilanteen vertailuarvoja ylitetään.*

4.4 VAIKUTUSTEN ARVIOINNIN EPÄVARMUUSTEKIJÄT

Välkemallinnus edustaa keskimääräistä varjostustilannetta, jossa pohjana on käytetty pitkän ajan tilastollisia sääarvoja. Mikäli sääolosuhteet poikkeavat merkittävästi tilastoiduista arvoista, saattaa myös välkkeen määrä poiketa.

Tuulivoimaloiden käyttöaste eli aika, jolloin voimalat pyörivät ja tuottavat sähköä, vaikuttaa merkittävästi välkkeen syntymiseen. Käyttöasteen pienentyessä saattaa välke yksittäisessä pisteessä vähentyä. Myös epävarmuus oletetuissa tuulensuunnissa voi vaikuttaa laskentatulokseen.

Avoimilla alueilla sijaitseville rakennuksille välkemäärät ovat tässä mallinnuksessa samanlaiset, kuin mallinnettaessa kasvillisuuden kanssa. Rakennuksissa, jotka sijaitsevat lähellä metsäalueita, kokevat todellisuudessa vähemmän välkettä, kuin mallinnuksessa, koska metsä rajoittaa välkkeen syntymistä.

4.5 HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA SEURANTA

Tuulivoimaloiden varjovälkevaikutuksia pystytään ehkäisemään jo suunnitteluvaiheessa. Voimaloita voidaan sijoittaa siten, että ne aiheuttavat mahdollisimman vähän välkettä herkälle alueelle. Myös voimalan koko vaikuttaa merkittävästi syntyvän välkkeen määrään, joten valitsemalla matalampia voimaloita tai pienempiä roottoreita, voidaan välkevaikutuksia vähentää.

Kohtuuton haitta varjovälkkeestä pystytään ehkäisemään myös pysäyttämällä välkettä aiheuttavat voimalat kriittiseksi ajaksi. Voimalat voidaan ohjelmoida pysähtymään automaattisesti vallitsevien sääolosuhteiden mukaisesti, kun välkettä muodostuisi herkälle alueelle (flicker control).

5 LÄHTEET

Boverket (2009). *Vindkraftshandboken – planering och prövning av vindkraft på land och i kustnära vattenområden*.

Etha (2022). *02_Flicker_Checklist_ArM220711-1*. Internal work description.

LAI (2002). *Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise)*, Länderausschuss für Immissionsschutz-Arbeitsgruppe Schattenwurf.

Miljøministeriet Naturstyrelsen (2015). *Vejledning om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller*.

Ympäristöministeriö (2016). *Tuulivoimarakentamisen suunnittelu / OH 5/2016*. Helsinki.

LIITE 1: SJOITUSSUUNNITELMAT

Voimaloiden sijainnit on esitetty alla olevissa taulukoissa.

Taulukko 9. Niinimäen voimaloiden sijaintitiedot, 9 voimalaa.

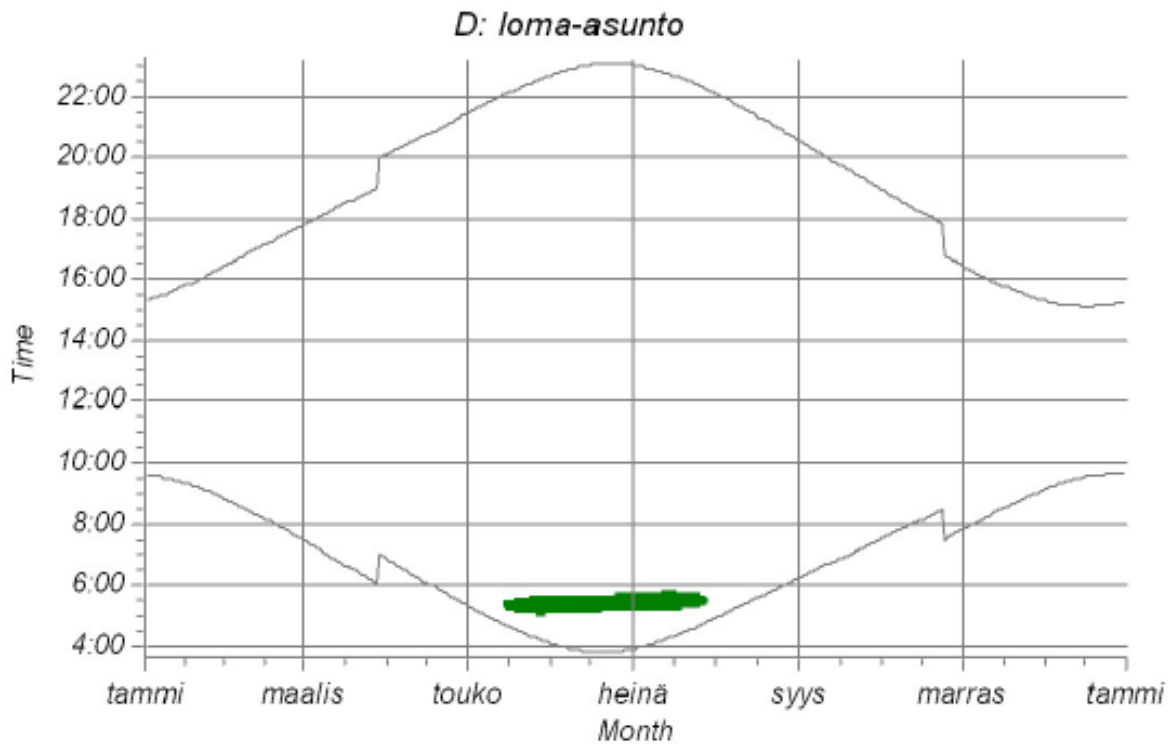
Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	344585	6762247	180/200/280
2	345260	6761717	180/200/280
3	346165	6762140	180/200/280
4	346224	6761498	180/200/280
5	346903	6761120	180/200/280
6	347384	6760374	180/200/280
7	347867	6761253	180/200/280
8	347444	6762258	180/200/280
9	348168	6762204	180/200/280

Taulukko 10. Isosaari, voimaloiden sijaintitiedot (5 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	351213	6759950	175/172/261
2	351402	6759313	175/172/261
3	351733	6759052	175/172/261
4	351841	6759847	175/172/261
5	351637	6760157	175/172/261

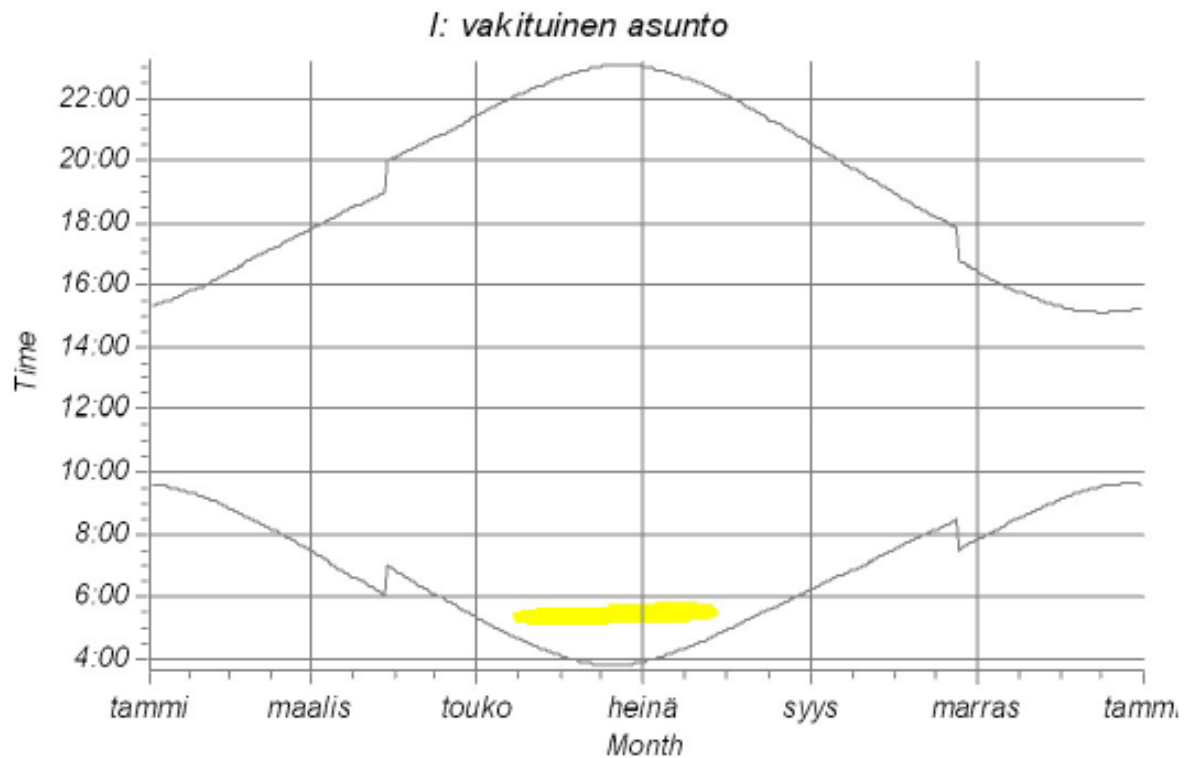
LIITE 2: VARJOVÄLKKEEN AJOITTUMINEN HAVAINNOINTIPISTEISSÄ

Kuva 5. Varjovälkkeen yhteisvaikutusten ajankohdat Niinimäen ja Isosaaren läheisen tuulivoimahankkeen ohjearvot ylittävissä havainnointipisteissä D, I, M, P, Q, R, T, U, W.

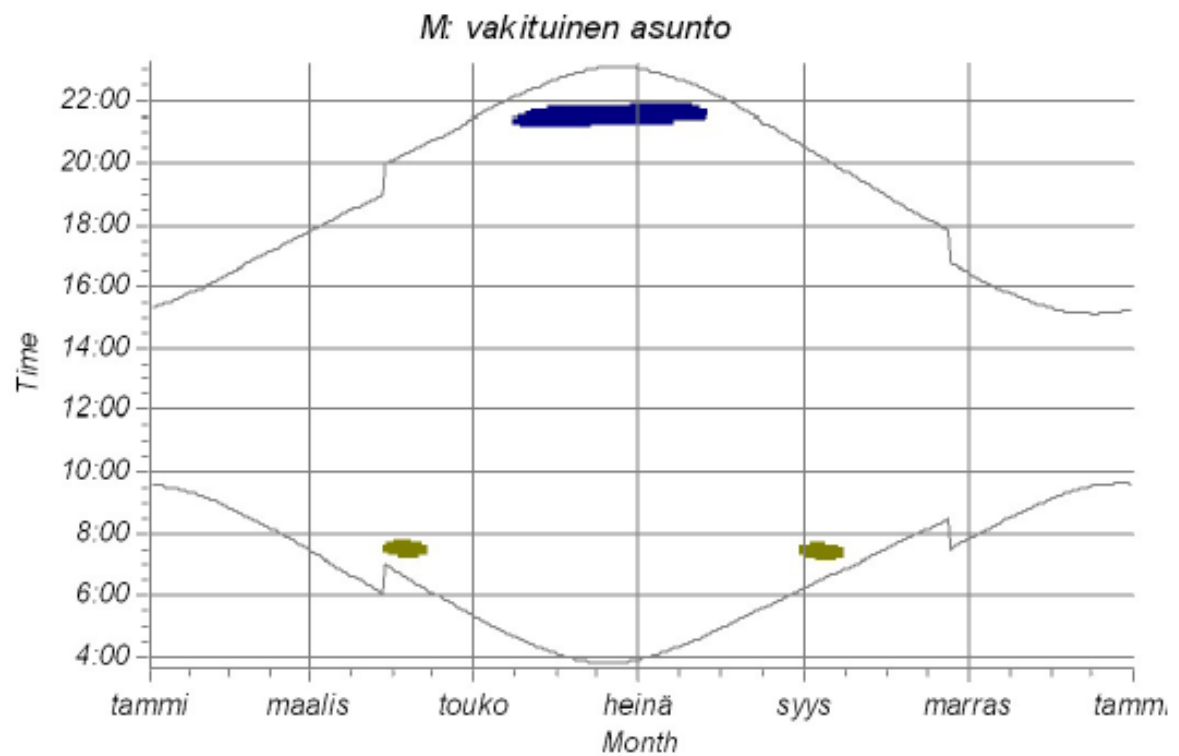


WTGs

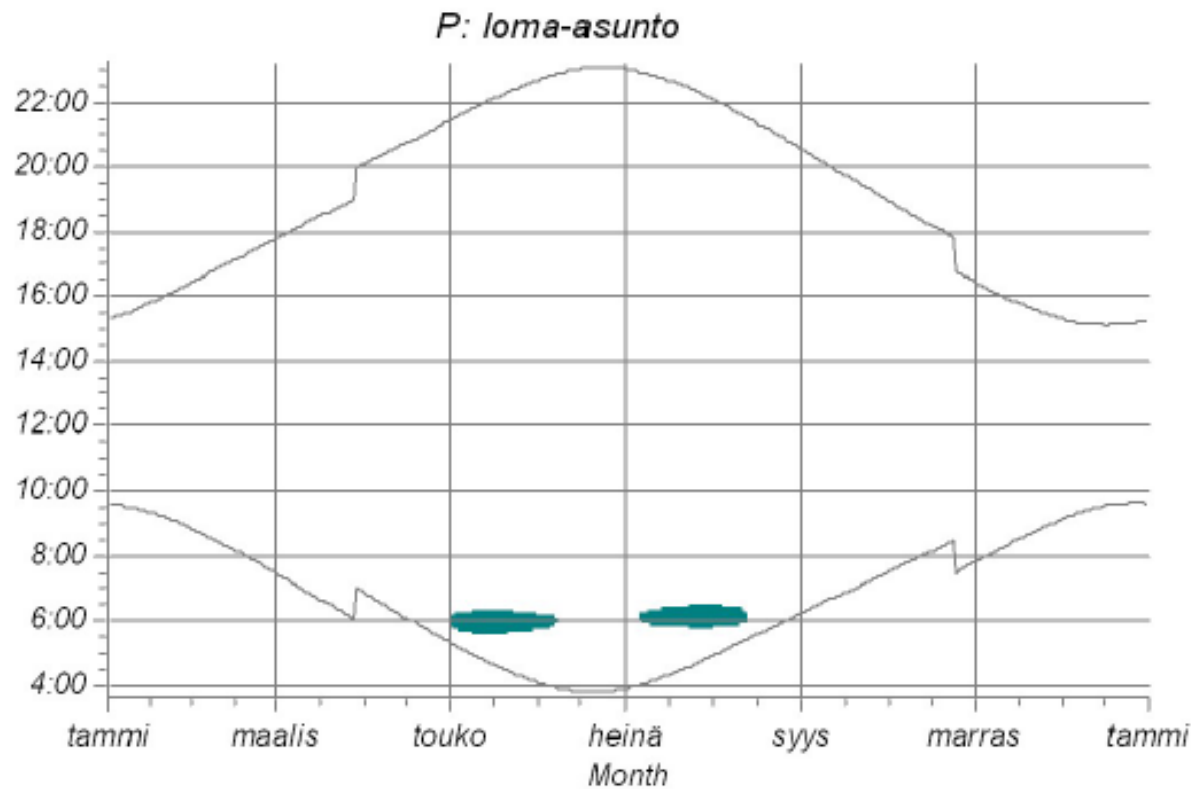
1: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !O! hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (155)



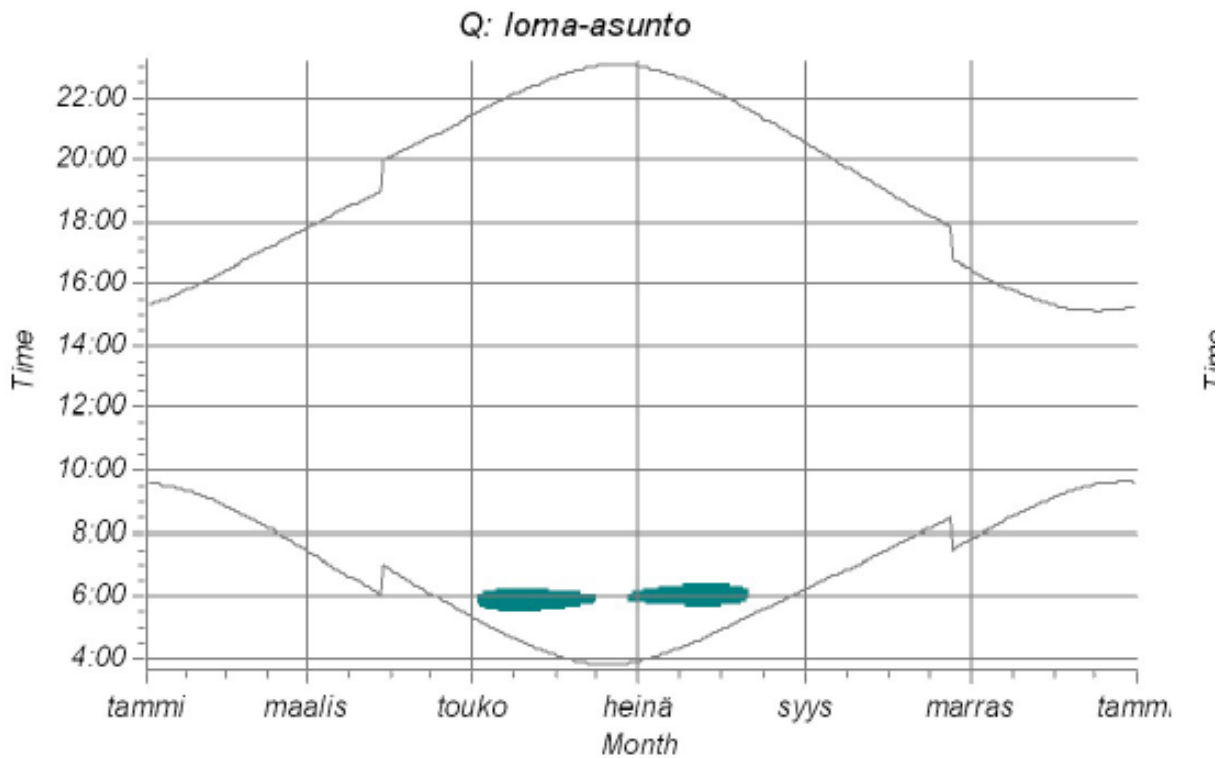
2: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !O! hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (137)



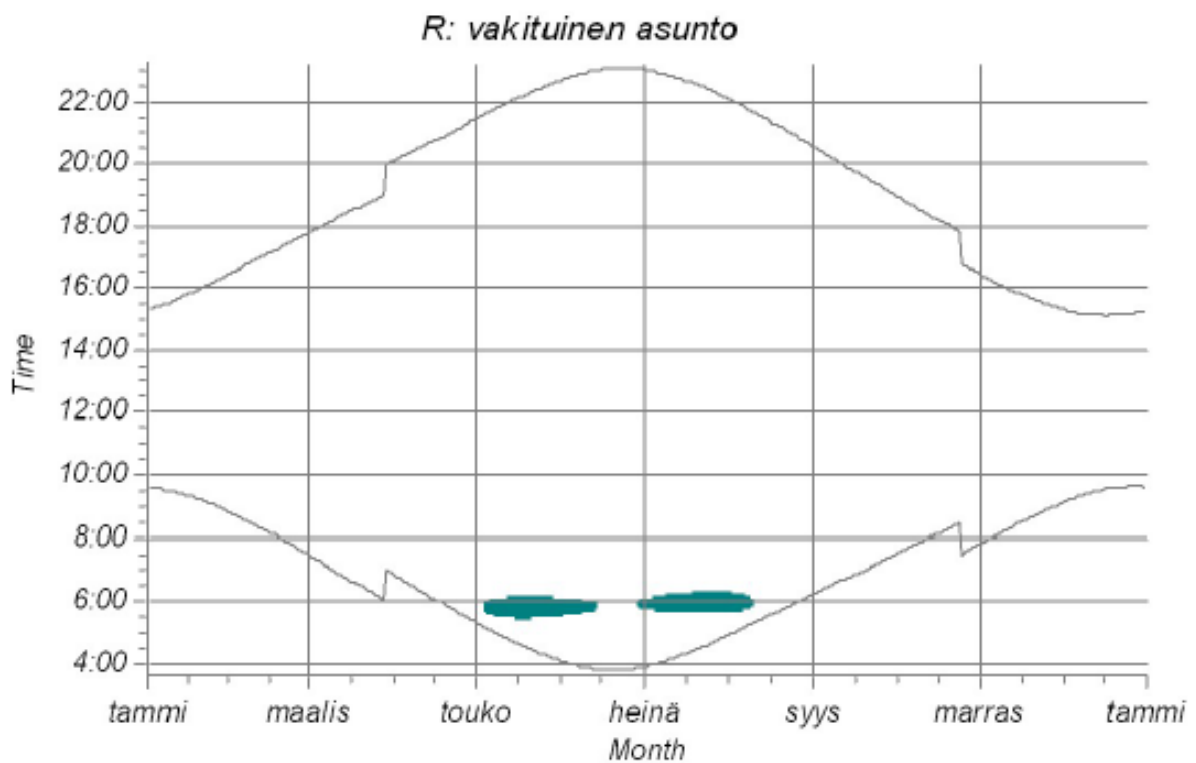
3: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !OI hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (157)	8: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !OI hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (162)
6: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !OI hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (160)	9: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !OI hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (163)
7: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !OI hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (161)	11: VESTAS V172-7.2_Verf.2024 7200 172.0 !OI hub: 175.0 m (TOT: 261.0 m) (86)



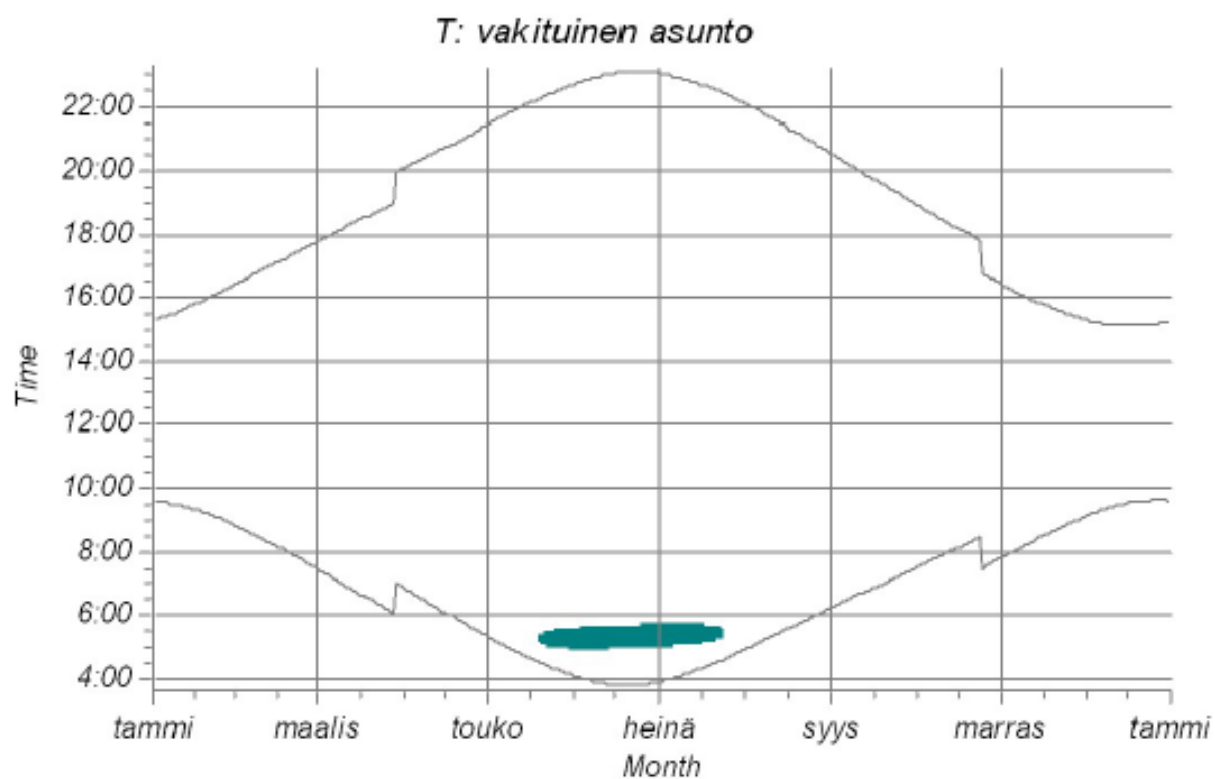
6: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !OI hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (141)



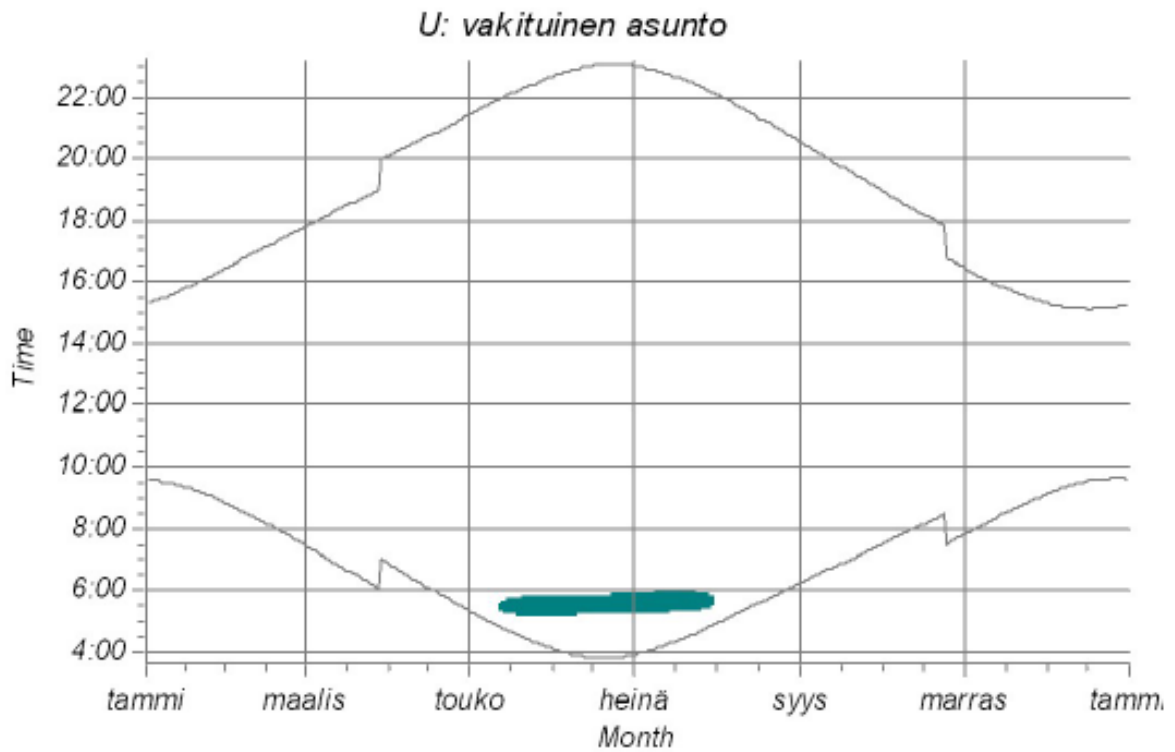
6: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !O! hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (141)



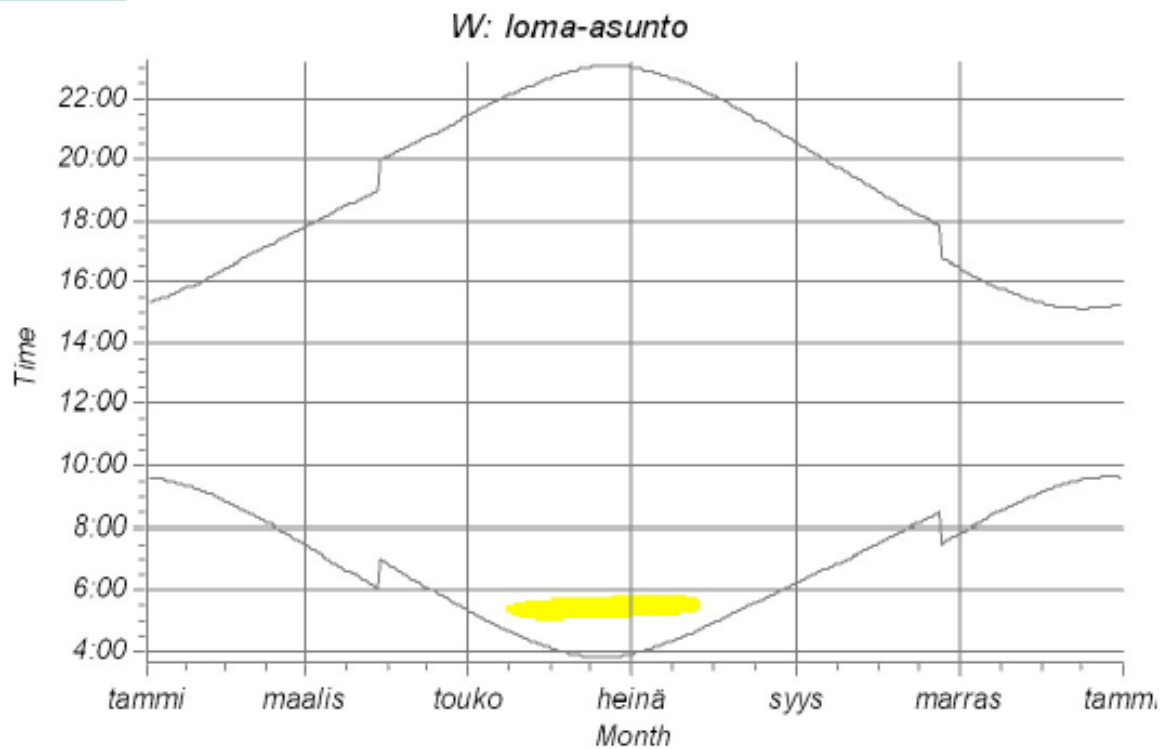
6: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !O! hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (141)



6: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !O! hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (141)

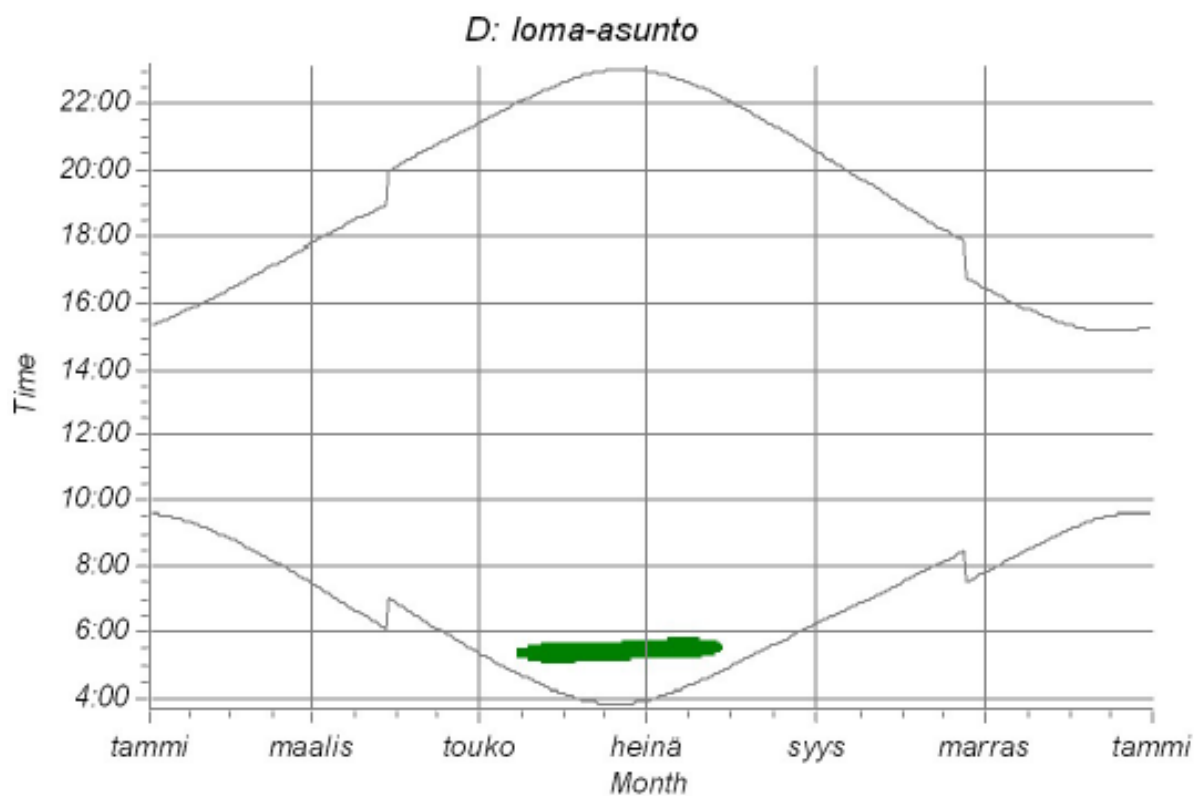


6: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !O! hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (141)



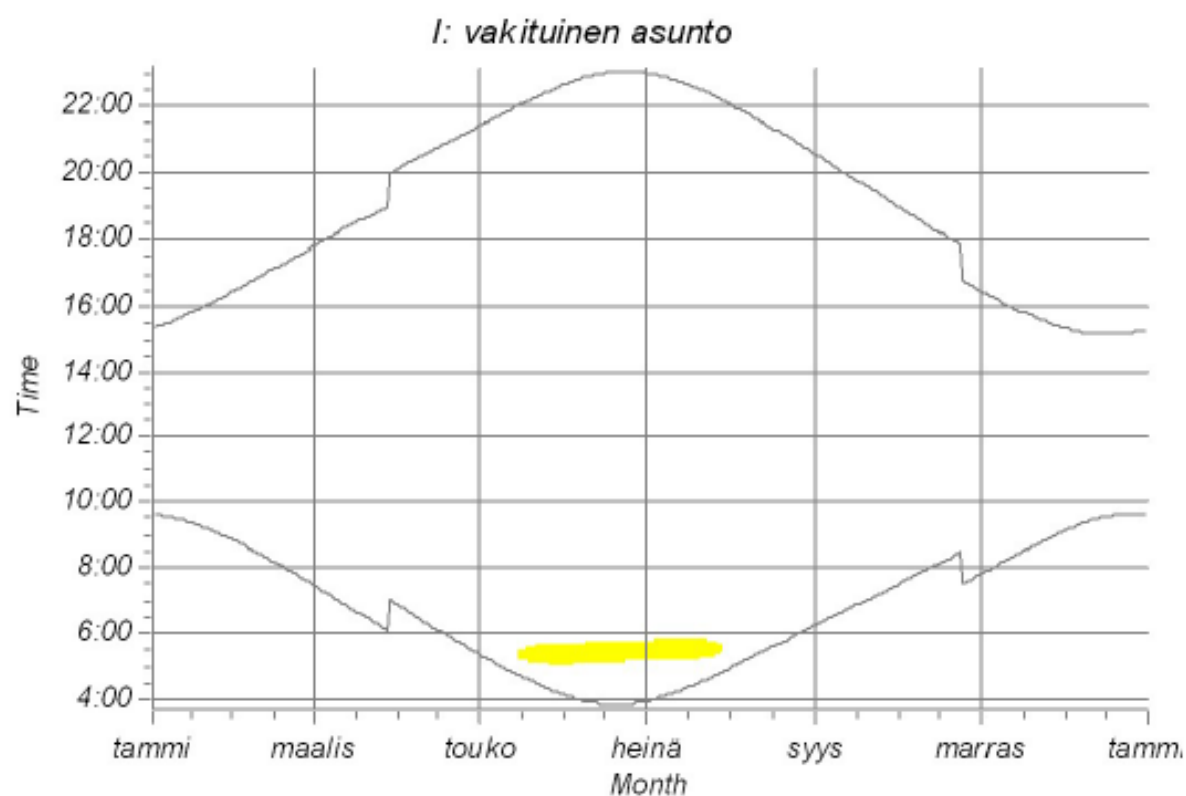
2: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !O! hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (137)

Kuva 6. Varjovälkkeen ajankohdat Niinimäen ohjearvot ylittävissä havainnointipisteissä D, I, P, Q, R, T, U, W.

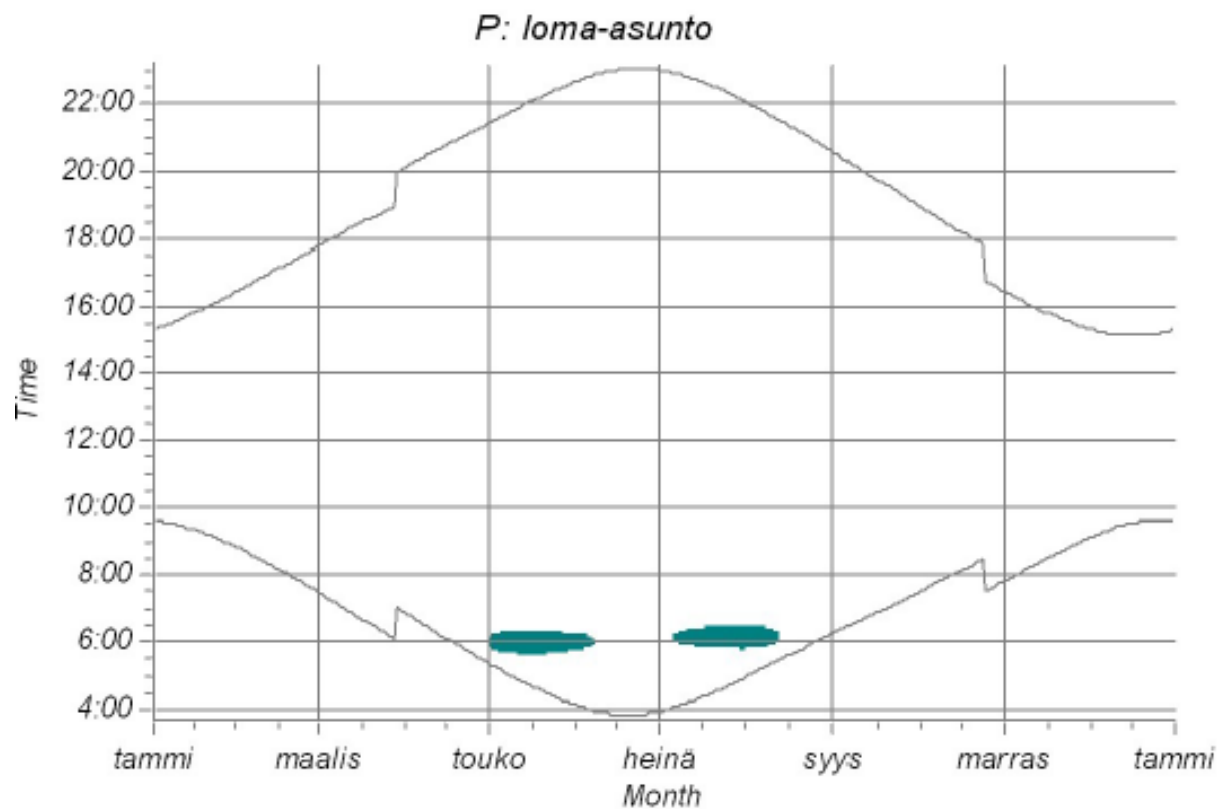


WTGs

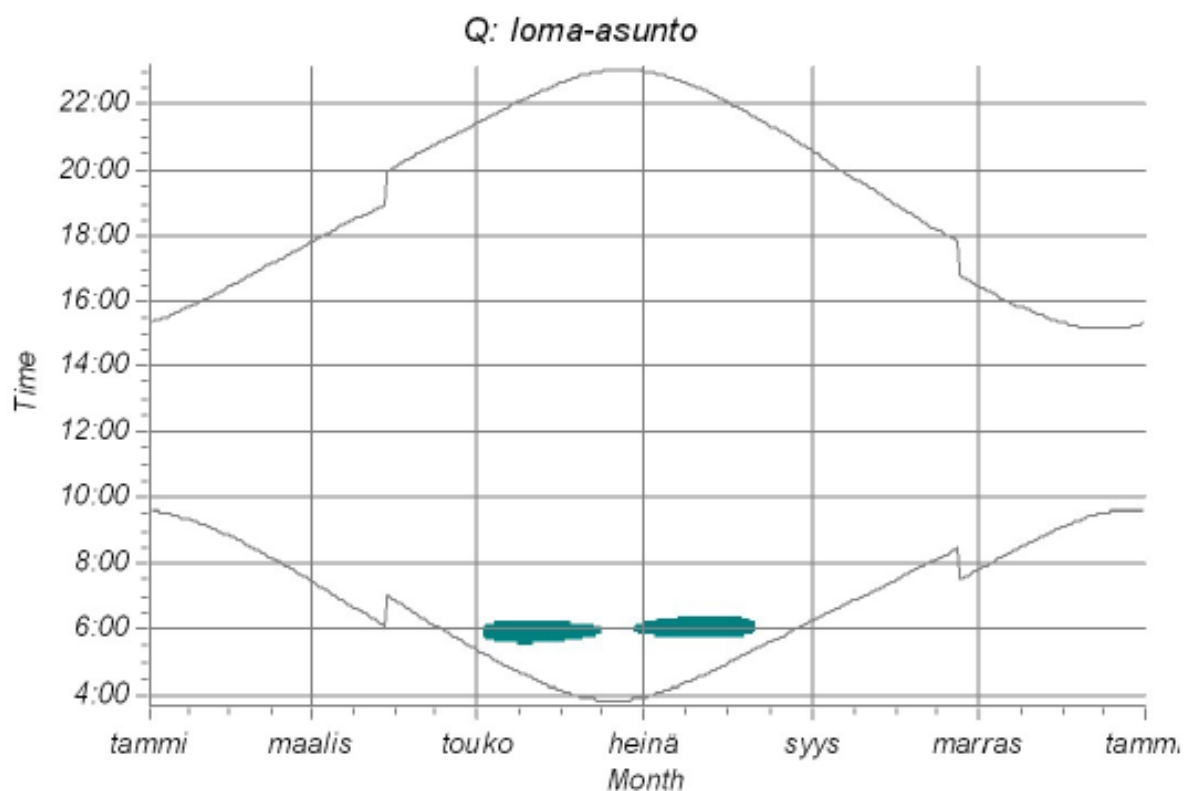
1: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !O! hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (155)



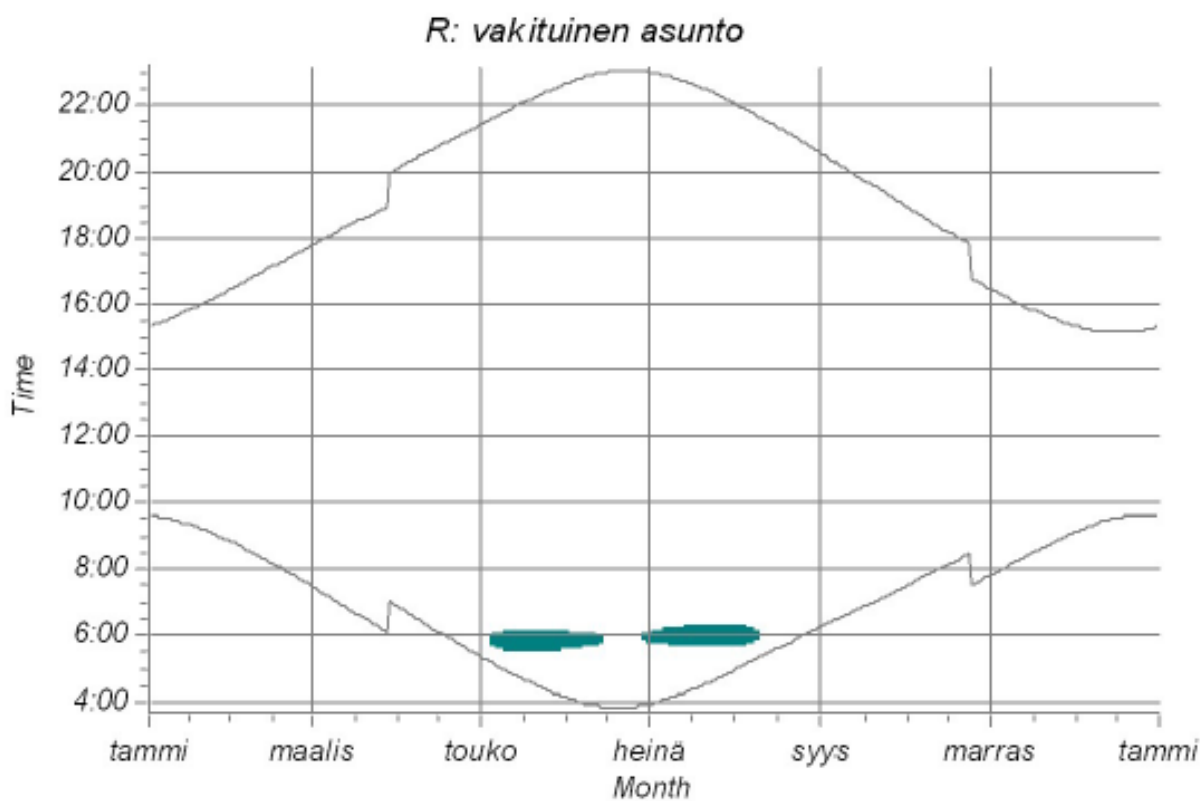
2: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !O! hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (137)



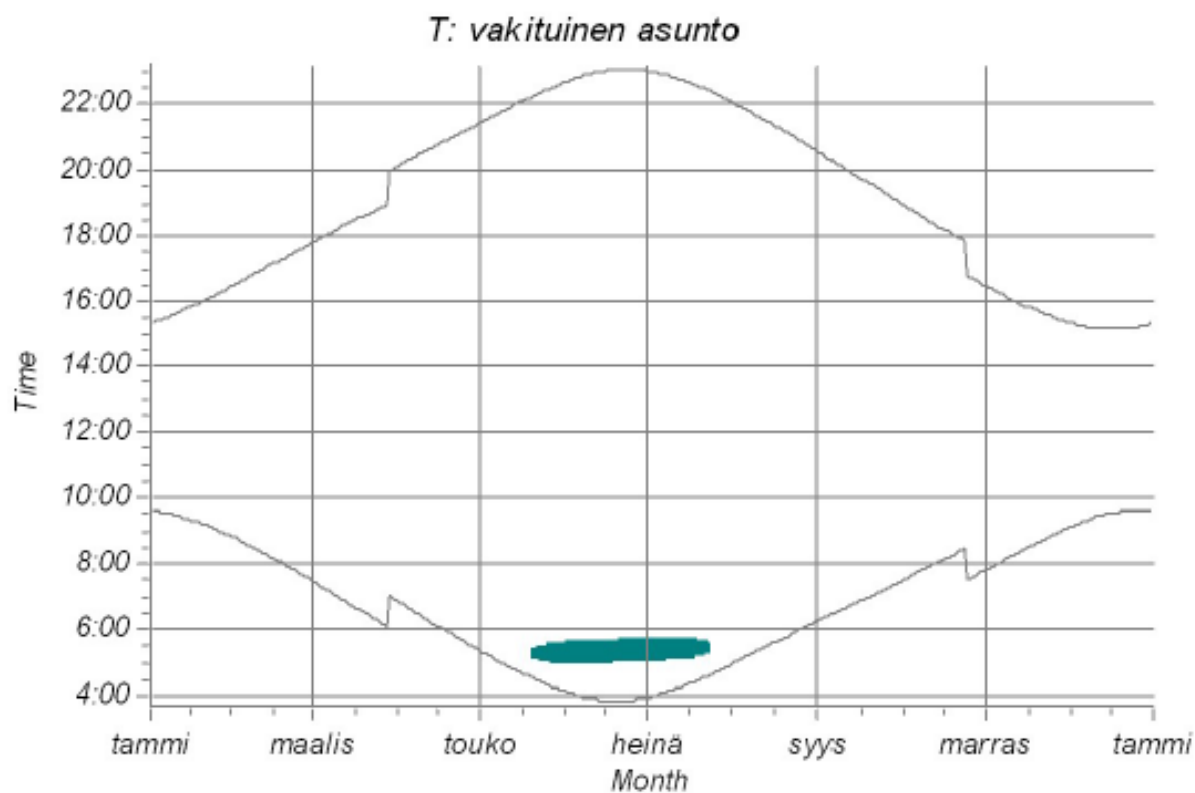
6: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !O! hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (141)



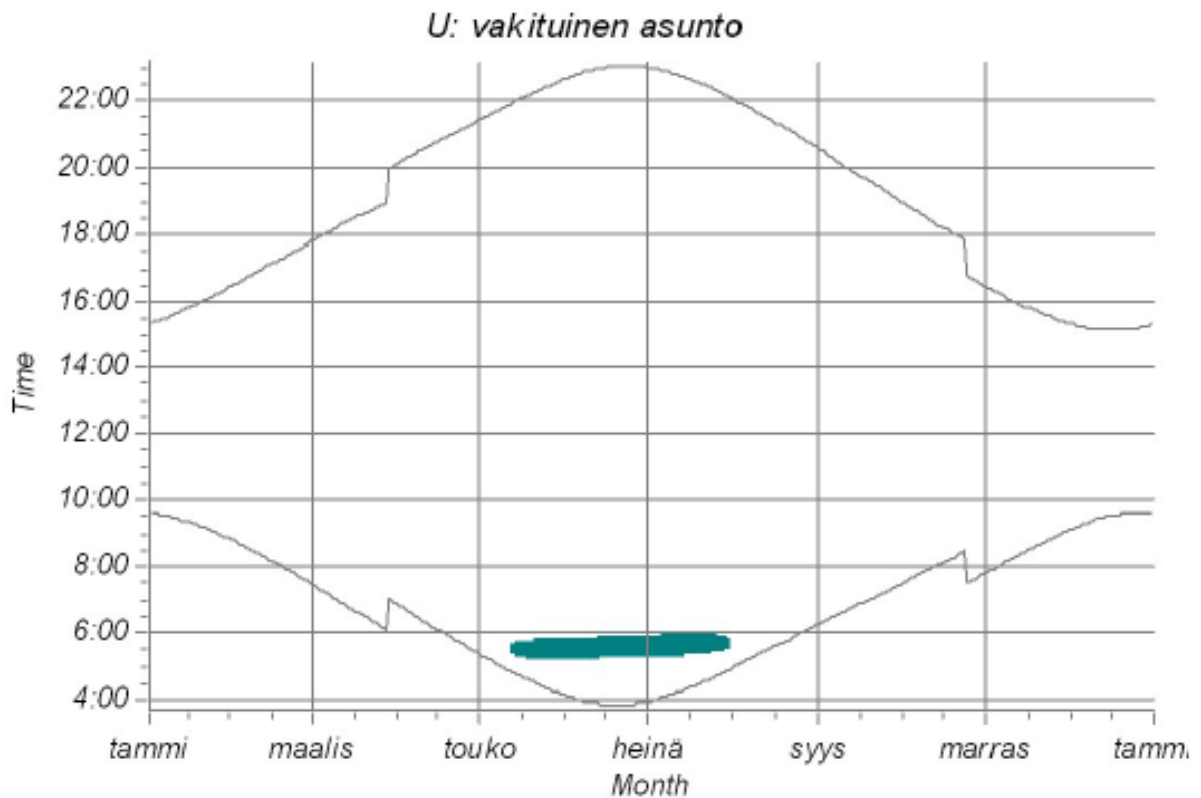
6: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !O! hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (141)



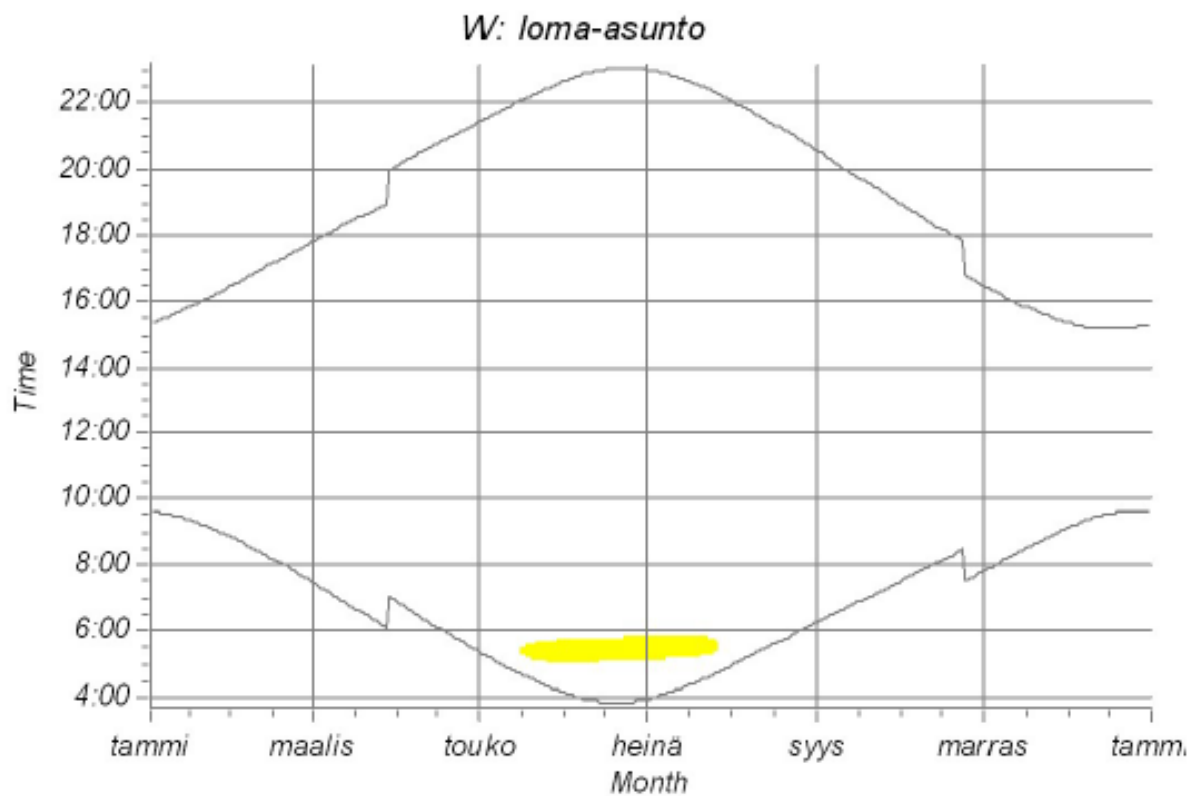
6: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !O! hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (141)



6: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !O! hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (141)



6: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !O! hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (141)



WTGs

2: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !OI! hub: 180.0 m (TOT: 280.0 m) (156)

LIITE 3: VARJOVÄLKKKEEN YLITYKSIÄ AIHEUTTAVAT VOIMALAT SEKÄ TODELLISESSA TILANTEESSA ETTÄ TEOREETTISESSA MAKSIMISSA

Taulukko 11. Varjovälkkeen ylitykset sekä todellisessa tilanteessa että teoreettisessa maksimissa.

Havainnointi piste	Asunnon luokka	Itäinen koord. (ETRS TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS TM35FIN)	Vilkkumisen määrä (todellinen tilanne, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/pv)	Suositus arvon ylitys
Q	Vapaa-ajan asunto	346023	6759726	9:23	33:57	0:33	Kyllä
R	Vakituinen asunto	345950	6759658	8:26	30:27	0:31	Kyllä
T	Vakituinen asunto	346147	6759498	8:31	31:06	0:34	Kyllä
U	Vakituinen asunto	345989	6759517	9:51	35:39	0:31	Kyllä
W	Vapaa-ajan asunto	343959	6760845	9:18	33:51	0:33	Kyllä

Taulukko 12. Varjovälkkeen ylitykset voimaloittain havainnointipisteissä Q, R, T, U ja W (todellinen tilanne vuosittain).

Havainnointi piste	Voimal a 1	Voimal a 2	Voimal a 3	Voimal a 4	Voimal a 5	Voimal a 6	Voimal a 7	Voimal a 8	Voimal a 9	Yhteensä h/v
Q	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	9:23	0:00	0:00	0:00	9:23
R	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	8:26	0:00	0:00	0:00	8:26
T	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	8:31	0:00	0:00	0:00	8:31
U	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	9:51	0:00	0:00	0:00	9:51
W	0:00	9:18	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	9:18

Varjovälkkeen ylitykset sekä todellisen tilanteen että teoreettisen maksimin havainnointipisteissä aiheutuvat voimaloista 2 ja 6.