ETHA

VÄLKESELVITYS

Hankilan ja Keson Tuulivoimahankkeiden Laajennus

20.5.2025

Etha Oy | Vaasanpuistikko 14 B 11, 65100, Vaasa, Finland | +358 2900 20440 | firstname.lastname@etha-consultancy.com

SISÄLLYSLUETTELO

1 YHTEENVETO 3
2 TAUSTA 6
3 VARJOVÄLKKEEN MUODOSTUMINEN 7
3.1 Ohje- ja raja-arvot 7
3.2 Varjovälkkeen lähtötiedot ja menetelmät 8
4 VÄLKEVAIKUTUKSET 11
4.1 Hankila ja Keso rakennetut voimalat 11
4.2 Hankila ja Keso rakennetut sekä suunnitellut voimalat 13
4.2.1 Vaihtoehdon ve1 välkevaikutukset 13
4.2.2 Vaihtoehdon ve2 välkevaikutukset 15
4.3 Hankila ja Keso - rakennetut sekä suunnitellut voimalat kasvillisuuden kanssa 17
4.3.1 Vaihtoehdon VE1 välkevaikutukset 17
4.3.2 Vaihtoehdon VE2 välkevaikutukset 19
4.4 Hankila ja Keso - rakennetut sekä suunnnitellut voimalat naapuripuistojen kanssa 21
4.4.1 Vaihtoehdon ve1 välkevaikutukset 21
4.4.2 Vaihtoehdon ve2 välkevaikutukset 22
4.5 Hankila ja Keso - rakennetut sekä suunnnitellut voimalat ja naapuripuistot kasvillisuuden kanssa huomioituna 25
4.5.1 Vaihtoehdon ve1 välkevaikutukset 25
4.5.2 Vaihtoehdon ve2 välkevaikutukset 26
4.6 Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät 29
4.7 Haittojen ehkäiseminen ja seuranta 29
LÄHTEET 30
Liite 1: Sijoitussuunnitelma 31

LIITE 2: Välkeylityksiä aiheuttavat voimalat 32

Hankila ja Keso rakennetut ja suunnitellut voimalat VE1, välkevaikutukset vapaa-ajan asuntoon B: 32

Hankila ja Keso rakennetut ja suunnitellut voimalat VE1 naapuripuistojen kanssa, välkevaikutukset vapaa-ajan asuntoon B ja L sekä vakituiseen asuntoon G: 34

Hankila ja Keso rakennetut ja suunnitellut voimalat VE1, välkevaikutukset vapaa-ajan asuntoon B: 36

Hankila ja Keso rakennetut ja suunnitellut voimalat VE1 naapuripuistojen kanssa, välkevaikutukset vapaa-ajan asuntoon B ja L sekä vakituiseen asuntoon G: 38

VERSIOHISTORIA

Versio	Tekijä, Päivämäärä	Tarkastettu	Hyväksytty	Tiivistelmä
Ver 1	Ilona Rämä 2025-04-17	Ilmari Katajamäki, 2025-04-17	Ilmari Katajamäki, 2025-04-17	Hankilan ja Keson tuulihankkeiden laajennusten välkeselvitys.
Ver 2	Ilona Rämä 2025-05-20	Ilmari Katajamäki, 2025-05-21	Ilmari Katajamäki, 2025-05-21	Hankilan ja Keson laajennusten sijoittelusuunnitelman päivitys.

1 YHTEENVETO

Tehtävä:

Välkeselvitys Hankilan ja Keson tuulivoimapuiston vaikutusalueella. Selvityksessä on tarkistettu Hankilan ja Keson puiston vaikutuksia seuraavasti:

- Hankilan ja Keson rakennetut voimalat (nykytilanne)
- Hankilan ja Keson rakennetut voimalat sekä molempien hankkeiden laajennusvaihtoehdot
- Hankilan ja Keson rakennetut voimalat sekä molempien hankkeiden laajennusvaihtoehdot huomioituna naapuripuistojen kanssa (Ristiniitty, Välikangas, Hakulinkangas, Halmemäki, Koivulanneva, Kukonaho, Riitamaa, Nurmesneva).

Työmenetelmät:

Välkeselvitykseen on kerätty ajantasaista tietoa tuulivoimaloiden varjon välkkeen ominaispiirteistä, välkkeen ohjearvoista, paikallisista olosuhteista sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty windPRO Ver 4.1 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 annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ylitetään yhdessä tuulivoimapuiston havainnointipisteessä, joka on mallinnettu ilman puuston suojaavaa vaikutusta.

Teoreettiset maksimisuositukset ylitetään 2-3 havainnointipisteessä mallinnettuna ilman puuston vaikutusta. Liitteessä 2 on esitelty välkettä aiheuttavien voimaloiden graafiset kuvaajat.

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

Taulukko 1. Yhteenveto vertailuarvojen ylityksistä Hankilan ja Keson rakennettujen ja suunniteltujen voimaloiden alueella. Taulukko kertoo kuinka monessa rakennuksessa (vakituinen tai vapaa-ajan asunto) kyseinen vertailuarvo ylitetään.

Vertailuarvo	Vertailuarvon ylityksiä, VE1	Vertailuarvon ylityksiä, VE2	Vertailuarvon ylityksiä puuston kanssa, VE1	Vertailuarvon ylityksiä puuston kanssa, VE2
> 10 h/v, todellinen tilanne	1	1	0	0
> 8 h/v, todellinen tilanne	1	1	0	0
> 30 h/v, teoreettinen	2	2	0	0
> 30 min/pv, teoreettinen	2	2	0	0

Taulukko 2. Yhteenveto vertailuarvojen ylityksistä, yhteisvaikutukset naapuripuistojen kanssa. Taulukko kertoo kuinka monessa rakennuksessa (vakituinen tai vapaa-ajan asunto) kyseinen vertailuarvo ylitetään.

Vertailuarvo	Vertailuarvon ylityksiä, VE1	Vertailuarvon ylityksiä, VE2	Vertailuarvon ylityksiä puuston kanssa, VE1	Vertailuarvon ylityksiä puuston kanssa, VE2
> 10 h/v, todellinen tilanne	1	1	0	0
> 8 h/v, todellinen tilanne	1	1	0	0
> 30 h/v, teoreettinen	3	3	1	1
> 30 min/pv, teoreettinen	3	3	1	1

2 TAUSTA

Tämä välkeselvitys on tehty Hankilan ja Keson tuulivoimapuistolle Haapaveden kunnan alueella. Hankkeella on kaksi eri sijoittelusuunnitelman vaihtoehtoa, jotka muodostuvat Hankilan ja Keson puistojen suunnitelluista laajennuksista. Tässä välkeselvityksessä on tarkistettu seuraavat vaihtoehdot, jotka koostuvat jo rakennetuista ja suunnitelluista voimaloista sekä naapuripuistoista:

- Hankilan ja Keson rakennetut voimalat (nykytilanne)
- Hankilan ja Keson rakennetut voimalat sekä molempien hankkeiden laajennusvaihtoehdot
    - VE1: 16 voimalaa, joista
        - 10 voimalaa Hankilan laajennus
        - 6 voimalaa Keson laajennus
    - VE2: 6 voimalaa Keson laajennus
- Hankilan ja Keson rakennetut voimalat sekä molemmat laajennusvaihtoehdot VE1 ja VE2 huomioituna seuraavien naapuripuistojen kanssa:
    - Ristiniitty, 8 voimalaa
    - Välikangas, 16 voimalaa
    - Hakulinkangas, 22 voimalaa
    - Halmemäki, 68 voimalaa
    - Koivulanneva, 11 voimalaa
    - Kukonaho, 5 voimalaa
    - Riitamaa, 36 voimalaa
    - Nurmesneva, 17 voimalaa

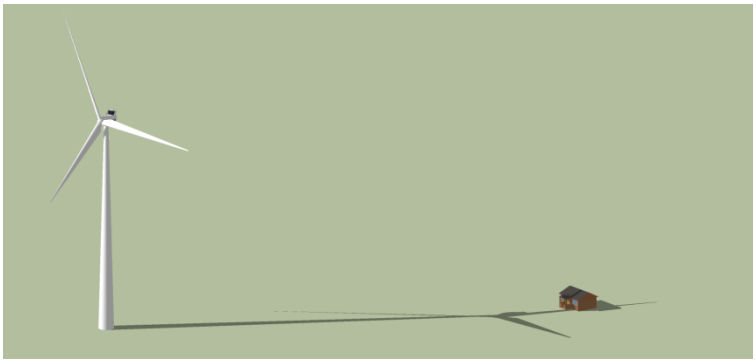
Välkeselvitys on tehty windPRO 4.1 ohjelmiston SHADOW-moduulia käyttäen. Ympäristöhallinnon ohjeen OH 5/2016 mukaan Suomessa vaikutuksia arvioitaessa on suositeltavaa käyttää apuna muiden maiden ohjearvoja. Tuloksia on verrattu Saksan, Ruotsin ja Tanskan suositusarvoihin (LAI, 2002; Boverket, 2009; Miljøministeriet, 2015). 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 kestoaika vaihtelevat vuorokauden ja vuodenajan mukaan. Yhtäjaksoista välkettä esiintyy yleensä 0–30 minuuttia päivässä riippuen havainnointipaikan suhteesta välkelähteeseen.

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 asuinviihtyvyyteen 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 tuulivoimapuistojen 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 teoreettisen 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, mutta niitä ei ole laskennassa otettu huomioon eli todellisuudessa välkettä on paikoittain vähemmän kuin mallinnuksessa.

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. Puustoa ja muuta kasvillisuutta ei kuitenkaan huomioida, mistä johtuen paikoittain raportoidaan liian korkeat välkearvot. 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 maksimitarkasteluetäisyys voimaloista (LAI 2002). Maksimitarkasteluetäisyys 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 havainnointi pisteeseen muodostu häiritsevään voimakkaita liikkuvia varjoja.

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

Maastotietokantana käytettiin Maanmittauslaitoksen kahden metrin korkeusmallia ja säähavaintotietoina käytettiin Luulajan säähavaintoja. Luulajan havaintoasema sijaitsee noin 240 kilometrin päässä suunnitellusta tuulivoimapuistoalueesta. Laskelmissa oletetaan, että tuulivoimaloiden roottorit pyörivät vain tuulennopeuden ollessa sopiva. Varjovälkettä tarkasteltiin kahden metrin korkeudelta eli suunnilleen ihmisen havainnointikorkeudelta. Mallinnuksessa käytetyt asetukset, auringonpaisteajat sekä tuulivoimaloiden toiminta-aika on esitetty alla olevissa taulukoissa.

Taulukko 3. Mallinnuksessa käytetyt asetukset

Asetus	Kuvaus
Auringonpaisteajat	Luulajan sääaseman havainnot, Ilmatieteen laitos (taulukko 4)
Toiminta-aika	Laskettu tuulisuustietojen perusteella (EWS24, taulukko 5)
Asuntojen asetus	Kasvihuone-asetus
Mallinnus	Välkemallinnus vakiintuneen menetelmän mukaisesti (LAI 2002)
Lapaparametrit	Arvioidut lapaparametrit käytössä
Puuston vaikutus	Huomioitu osassa mallinnuksia
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	1,02
Helmikuu	2,84
Maaliskuu	3,78
Huhtikuu	6,14
Toukokuu	8,62
Kesäkuu	9,94
Heinäkuu	7,42
Elokuu	5,13
Syyskuu	4,32
Lokakuu	3,43
Marraskuu	1,58
Joulukuu	0,96
Keskiarvo	**4,59**

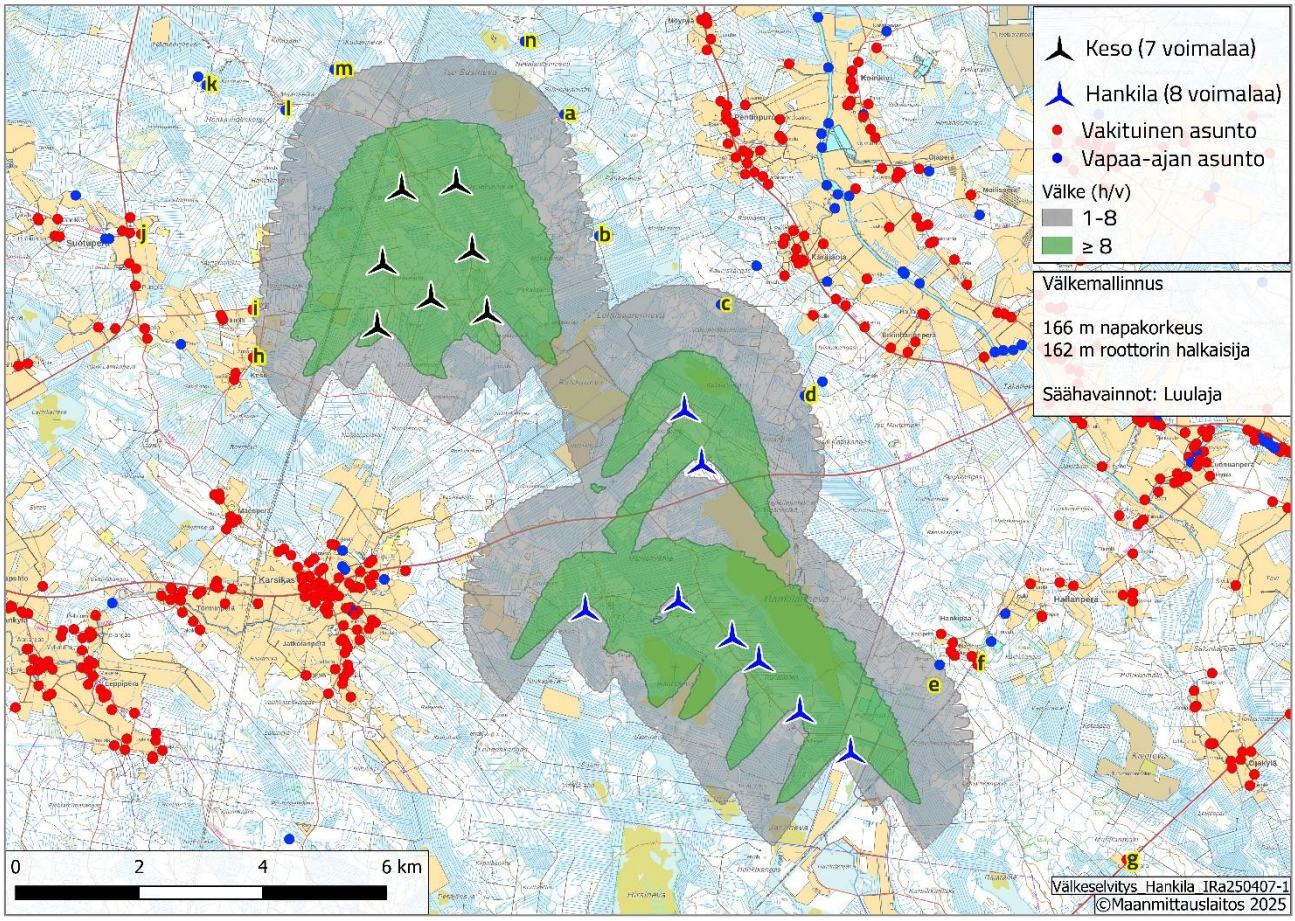
Taulukko 5. Tuulivoimaloiden toiminta-aika

Tuulensuunta	Toiminta-aika (h/v)
Pohjoinen	513
Pohjoiskoillinen	429
Itäkoillinen	422
Itä	389
Itäkaakko	507
Eteläkaakko	741
Etelä	937
Etelälounas	1013
Länsilounas	988
Länsi	896
Länsiluode	671
Pohjoisluode	519
Summa	**8 025**

4 VÄLKEVAIKUTUKSET

4.1 HANKILA JA KESO RAKENNETUT VOIMALAT

Välkemallinnuksen tuloksia kuvataan visuaalisesti kartoilla, ja lisäksi tuloksia on kuvattu yksityiskohtaisesti sanallisesti. Kartalla tulokset on esitetty soveltaen todellisen tilanteen vertailuarvoa 8 h/v. Tässä mallinnuksessa puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu.



Kuva 2. Varjovälkkeen muodostuminen Hankilan ja Keson alueella, rakennetut voimalat. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (A-N) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 6.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy vuodessa alle kahdeksan tuntia. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä yhdessäkään Hankilannevan tuulivoimapuiston havainnointipisteessä. Teoreettisen

maksimitilanteen suositusta (30 h/v) tai teoreettisen maksimitilanteen suositusta (30 min/pv) ei myöskään ylitetä yhdessäkään havainnointipisteessä.

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

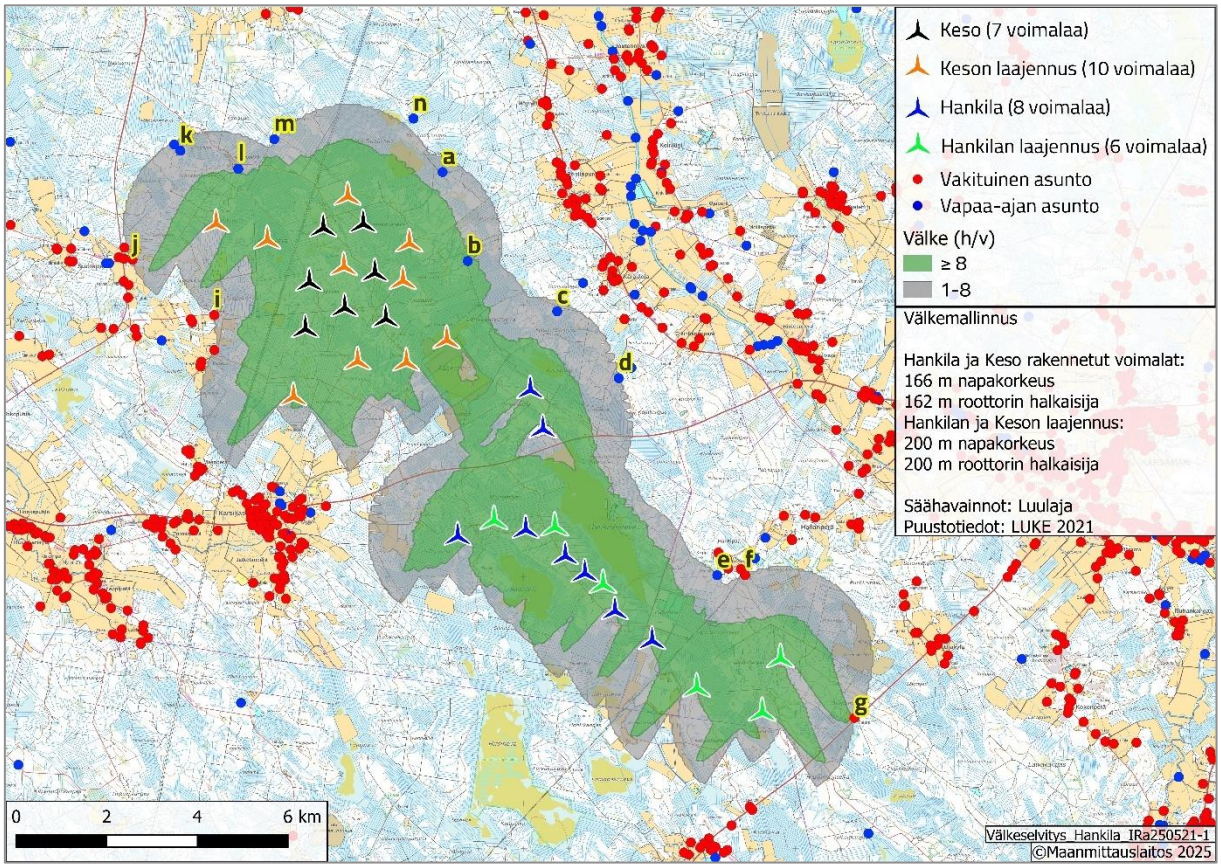
Taulukko 6. Varjovälkelaskennan tulokset, Hankila ja Keso rakennetut voimalat.

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	424218	7100939	0:00	0:00	0:00	Ei
B	Vapaa-ajan asunto	424775	7098974	0:00	0:00	0:00	Ei
C	Vapaa-ajan asunto	426746	7097862	1:44	13:23	0:23	Ei
D	Vapaa-ajan asunto	428105	7096387	2:25	12:31	020	Ei
E	Vapaa-ajan asunto	430279	7092037	0:00	0:00	0:00	Ei
F	Vakituinen asunto	430892	7092037	0:00	0:00	0:00	Ei
G	Vakituinen asunto	433307	7088887	0:00	0:00	0:00	Ei
H	Vakituinen asunto	419180	7097007	0:00	0:00	0:00	Ei
I	Vakituinen asunto	419176	7097781	0:00	0:00	0:00	Ei
J	Vakituinen asunto	417370	7099002	0:00	0:00	0:00	Ei
K	Vapaa-ajan asunto	418427	7101410	0:00	0:00	0:00	Ei
L	Vapaa-ajan asunto	419706	7101007	0:00	0:00	0:00	Ei
M	Vapaa-ajan asunto	420501	7101663	0:00	0:00	0:00	Ei
N	Vapaa-ajan asunto	423574	7102120	0:00	0:00	0:00	Ei

4.2 Hankila ja Keso rakennetut sekä suunnitellut voimalat

4.2.1 Vaihtoehdon VE1 välkevaikutukset

Välkemallinnuksen tuloksia kuvataan visuaalisesti kartoilla, ja lisäksi tuloksia on kuvattu yksityiskohtaisesti sanallisesti. Kartalla tulokset on esitetty soveltaen todellisen tilanteen vertailuarvoa 8 h/v. Tässä mallinnuksessa puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu.



Kuva 3. Varjovälkkeen muodostuminen Hankilan ja Keson alueella, rakennetut ja suunnitellut voimalat VE1. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (A-N) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 7.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy vuodessa alle kahdeksan tuntia. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ylitetään yhdessä tuulivoimapuiston havainnointipisteessä (vapaa-ajan asunto B). Teoreettisen

maksimitilanteen suositusarvot (30 h/v sekä 30 min/pv) ylitetään kahdessa havainnointipisteessä (vapaa-ajan asunto B ja vapaa-ajan asunto L).

Seuraavassa taulukossa on laskennasta saadut tulokset havainnointipisteille.

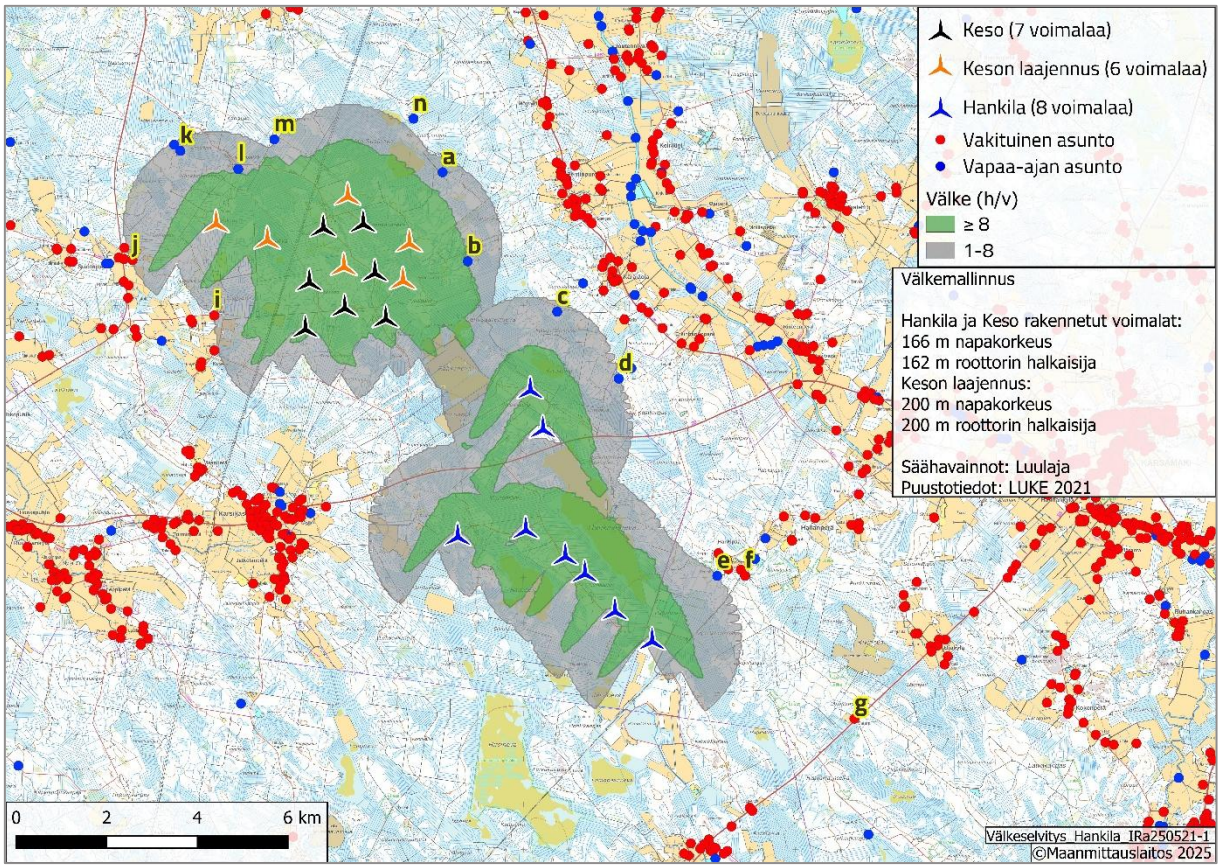
Taulukko 7. Varjovälkelaskennan tulokset, Hankila ja Keso rakennetut ja suunnitellut voimalat, VE1

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	424218	7100939	2:36	17:14	0:28	Ei
B	Vapaa-ajan asunto	424775	7098974	12:45	68:56	0:36	Kyllä
C	Vapaa-ajan asunto	426746	7097862	1:44	13:23	0:23	Ei
D	Vapaa-ajan asunto	428105	7096387	2:25	12:31	0:20	Ei
E	Vapaa-ajan asunto	430279	7092037	0:00	0:00	0:00	Ei
F	Vakituinen asunto	430892	7092037	1:54	13:43	0:25	Ei
G	Vakituinen asunto	433307	7088887	0:00	0:00	0:00	Ei
H	Vakituinen asunto	419180	7097007	0:00	0:00	0:00	Ei
I	Vakituinen asunto	419176	7097781	0:00	0:00	0:00	Ei
J	Vakituinen asunto	417370	7099002	2:51	12:45	0:24	Ei
K	Vapaa-ajan asunto	418427	7101410	2:22	16:04	0:27	Ei
L	Vapaa-ajan asunto	419706	7101007	7:19	47:32	1:05	Osittain*
M	Vapaa-ajan asunto	420501	7101663	0:00	0:00	0:00	Ei
N	Vapaa-ajan asunto	423574	7102120	0:00	0:00	0:00	Ei

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

4.2.2 VAIHTOEHDON VE2 VÄLKEVAIKUTUKSET

Välkemallinnuksen tuloksia kuvataan visuaalisesti kartoilla, ja lisäksi tuloksia on kuvattu yksityiskohtaisesti sanallisesti. Kartalla tulokset on esitetty soveltaen todellisen tilanteen vertailuarvoa 8 h/v. Tässä mallinnuksessa puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu.



Kuva 4. Varjovälkkeen muodostuminen Hankilan ja Keson alueella, rakennetut ja suunnitellut voimalat, VE2. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (A-N) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 8.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy vuodessa alle kahdeksan tuntia. Ruotsissa ja Saksassa annettu maksimisuositus kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ylitetään yhdessä tuulivoimapuiston havainnointipisteessä (vapaa-ajan asunto B). Teoreettisen maksimitilanteen suositusarvot (30 h/v sekä 30 min/pv) ylitetään kahdessa havainnointipisteessä (vapaa-ajan asunto B ja vapaa-ajan asunto L).

Seuraavassa taulukossa on laskennasta saadut tulokset havainnointipisteille.

Taulukko 8. Varjovälkelaskennan tulokset, Hankila ja Keso rakennetut ja suunnitellut voimalat, VE2

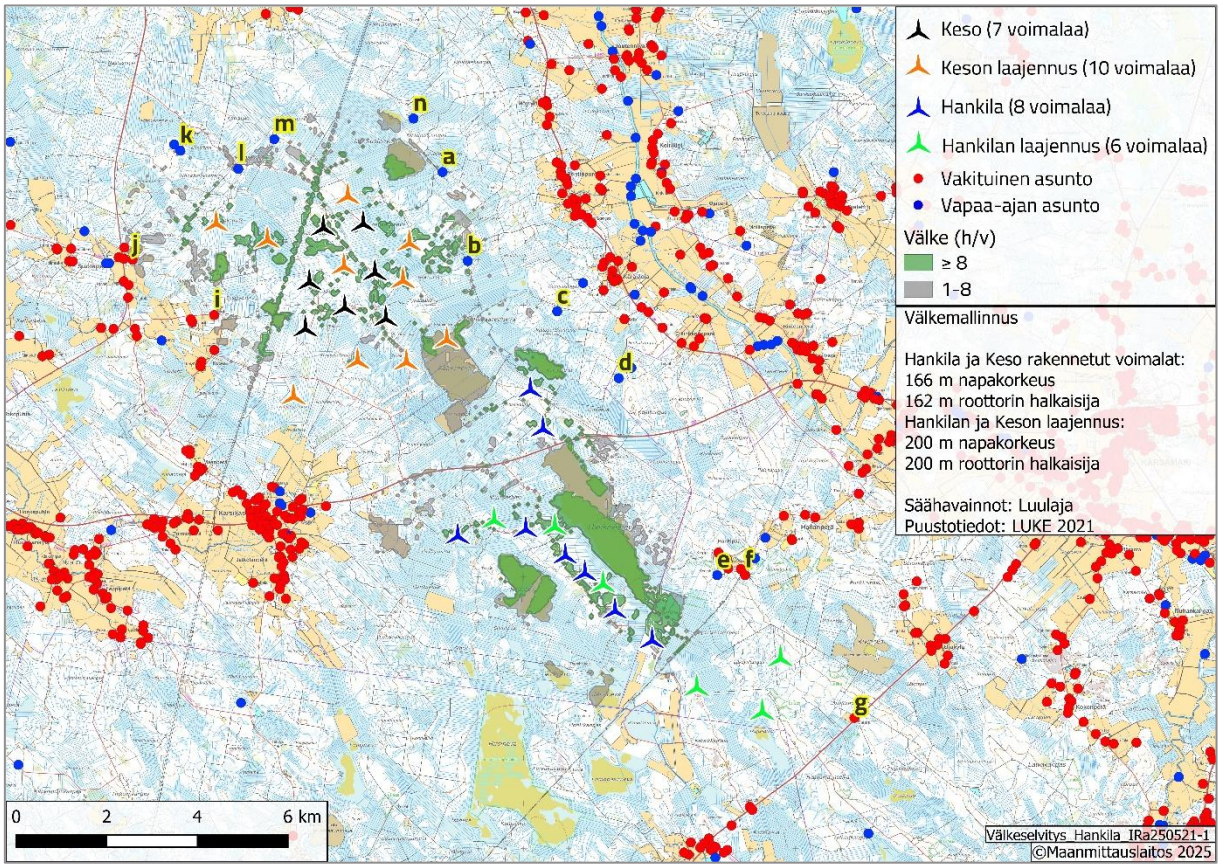
Havainnointi piste	Asunnon luokka	Itäinen koord. (ETRS TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS TM35FIN)	Vilkkumisen määrä (todellinen tilanne, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/pv)	Suositus-arvon ylitys
A	Vapaa-ajan asunto	424218	7100939	2:36	17:14	0:28	Ei
B	Vapaa-ajan asunto	424775	7098974	9:14	45:27	0:36	Kyllä
C	Vapaa-ajan asunto	426746	7097862	1:44	13:16	0:23	Ei
D	Vapaa-ajan asunto	428105	7096387	2:22	12:17	0:20	Ei
E	Vapaa-ajan asunto	430279	7092037	0:00	0:00	0:00	Ei
F	Vakituinen asunto	430892	7092037	0:00	0:00	0:00	Ei
G	Vakituinen asunto	433307	7088887	0:00	0:00	0:00	Ei
H	Vakituinen asunto	419180	7097007	0:00	0:00	0:00	Ei
I	Vakituinen asunto	419176	7097781	0:00	0:00	0:00	Ei
J	Vakituinen asunto	417370	7099002	2:51	12:45	0:24	Ei
K	Vapaa-ajan asunto	418427	7101410	2:21	15:55	0:27	Ei
L	Vapaa-ajan asunto	419706	7101007	7:18	46:50	1:05	Osittain*
M	Vapaa-ajan asunto	420501	7101663	0:00	0:00	0:00	Ei
N	Vapaa-ajan asunto	423574	7102120	0:00	0:00	0:00	Ei

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

4.3 Hankila ja Keso - rakennetut sekä suunnitellut voimalat kasvillisuuden kanssa

4.3.1 Vaihtoehdon VE1 välkevaikutukset

Seuraavassa kuvassa on esitetty Hankilan sekä Keson rakennettujen ja suunniteltujen voimaloiden välkevaikutukset puuston kanssa mallinnettuna.



Kuva 5. Varjovälkkeen muodostuminen Hankilan ja Keson alueella, rakennetut ja suunnitellut voimalat VE1. Huomioitu kasvillisuuden kanssa. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (A-N) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 9.

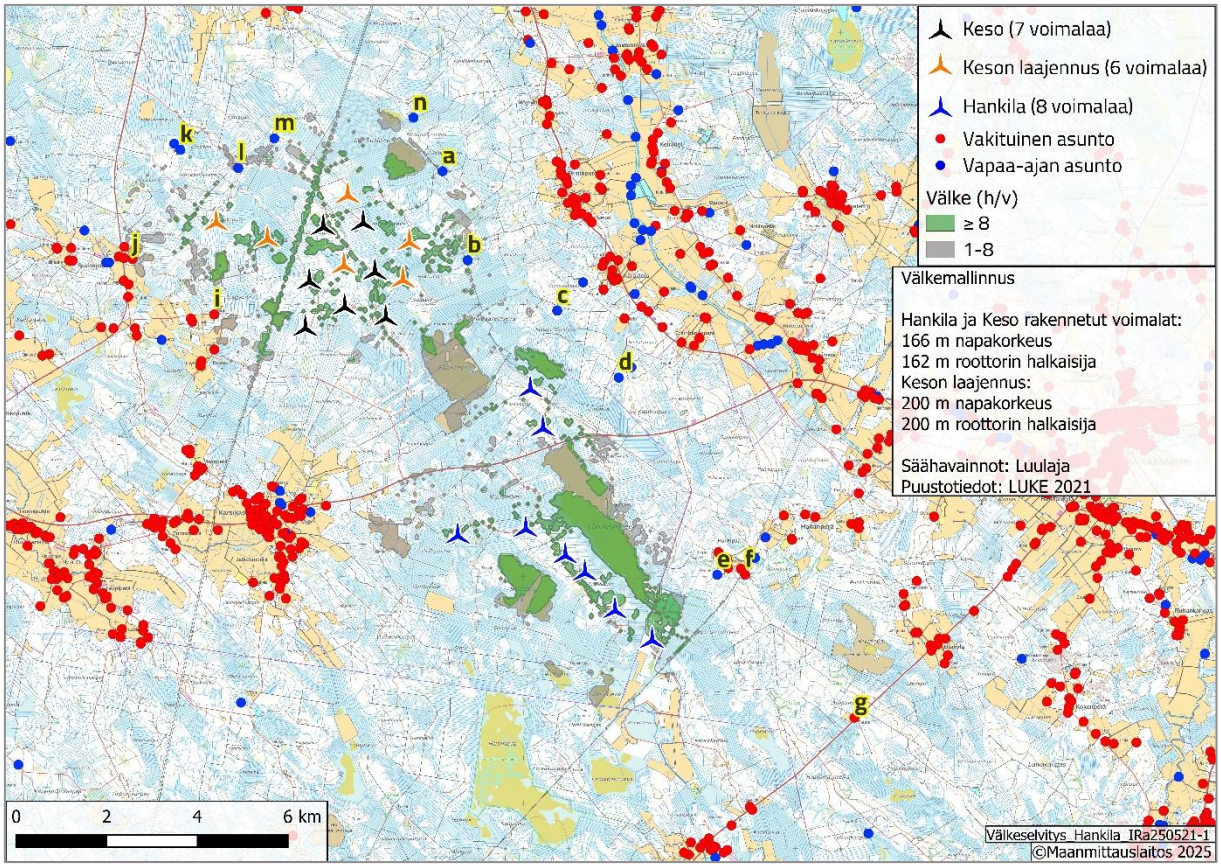
Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy vuodessa alle kahdeksan tuntia. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä yhdessäkään tuulivoimapuiston havainnointipisteessä. Myöskään teoreettisen maksimitilanteen suositusarvoja (30 h/v sekä 30 min/pv) ei ylitetä yhdessäkään havainnointipisteessä. Varjovälkelaskennan tulokset raportoitu 14 havainnointipisteen osalta taulukossa 9.

Taulukko 9. Varjovälkelaskennan tulokset, Hankila ja Keso rakennetut ja suunnitellut voimalat kasvilllisuuden kanssa, VE1.

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	424218	7100939	0:00	0:00	0:00	Ei
B	Vapaa-ajan asunto	424775	7098974	0:00	0:00	0:00	Ei
C	Vapaa-ajan asunto	426746	7097862	0:00	0:00	0:00	Ei
D	Vapaa-ajan asunto	428105	7096387	0:00	0:00	0:00	Ei
E	Vapaa-ajan asunto	430279	7092037	0:00	0:00	0:00	Ei
F	Vakituinen asunto	430892	7092037	0:00	0:00	0:00	Ei
G	Vakituinen asunto	433307	7088887	0:00	0:00	0:00	Ei
H	Vakituinen asunto	419180	7097007	0:00	0:00	0:00	Ei
I	Vakituinen asunto	419176	7097781	0:00	0:00	0:00	Ei
J	Vakituinen asunto	417370	7099002	2:51	12:45	0:24	Ei
K	Vapaa-ajan asunto	418427	7101410	0:00	0:00	0:00	Ei
L	Vapaa-ajan asunto	419706	7101007	0:00	0:00	0:00	Ei
M	Vapaa-ajan asunto	420501	7101663	0:00	0:00	0:00	Ei
N	Vapaa-ajan asunto	423574	7102120	0:00	0:00	0:00	Ei

4.3.2 Vaihtoehdon VE2 välkevaikutukset

Seuraavassa kuvassa on esitetty Hankilan sekä Keson rakennettujen ja suunniteltujen voimaloiden välkevaikutukset puuston kanssa mallinnettuna.



Kuva 5. Varjovälkkeen muodostuminen Hankilan ja Keson alueella, rakennetut ja suunnitellut voimalat VE2. Huomioitu kasvillisuuden kanssa. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (A-N) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 9.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy vuodessa alle kahdeksan tuntia. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä yhdessäkään tuulivoimapuiston havainnointipisteessä. Myöskään teoreettisen maksimitilanteen suositusarvoja (30 h/v sekä 30 min/pv) ei ylitetä yhdessäkään havainnointipisteessä. Varjovälkelaskennan tulokset raportoitu 14 havainnointipisteen osalta taulukossa 10.

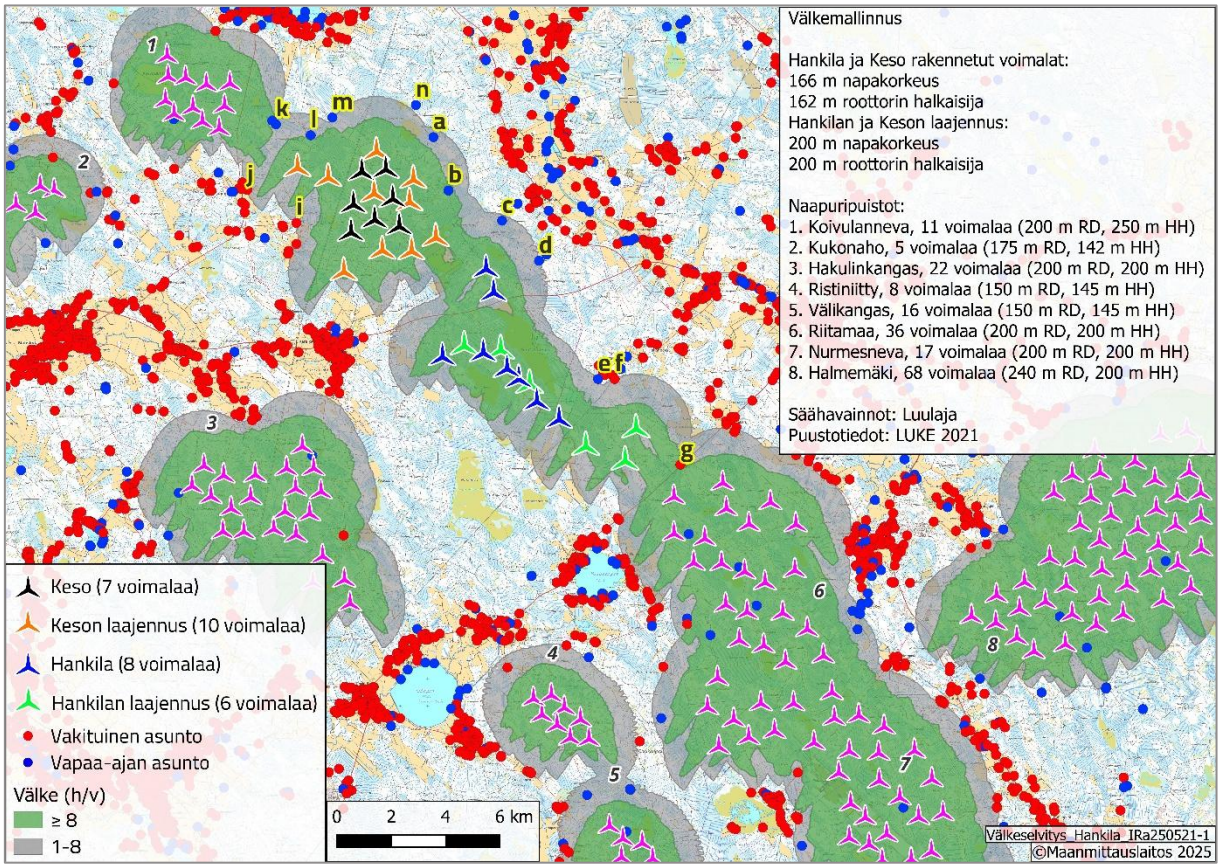
Taulukko 10. Varjovälkelaskennan tulokset, Hankila ja Keso rakennetut ja suunnitellut voimalat kasvilllisuuden kanssa, VE2.

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	424218	7100939	0:00	0:00	0:00	Ei
B	Vapaa-ajan asunto	424775	7098974	0:00	0:00	0:00	Ei
C	Vapaa-ajan asunto	426746	7097862	0:00	0:00	0:00	Ei
D	Vapaa-ajan asunto	428105	7096387	0:00	0:00	0:00	Ei
E	Vapaa-ajan asunto	430279	7092037	0:00	0:00	0:00	Ei
F	Vakituinen asunto	430892	7092037	0:00	0:00	0:00	Ei
G	Vakituinen asunto	433307	7088887	0:00	0:00	0:00	Ei
H	Vakituinen asunto	419180	7097007	0:00	0:00	0:00	Ei
I	Vakituinen asunto	419176	7097781	0:00	0:00	0:00	Ei
J	Vakituinen asunto	417370	7099002	2:51	12:45	0:24	Ei
K	Vapaa-ajan asunto	418427	7101410	0:00	0:00	0:00	Ei
L	Vapaa-ajan asunto	419706	7101007	0:00	0:00	0:00	Ei
M	Vapaa-ajan asunto	420501	7101663	0:00	0:00	0:00	Ei
N	Vapaa-ajan asunto	423574	7102120	0:00	0:00	0:00	Ei

4.4 Hankila ja Keso - rakennetut sekä suunnnitellut voimalat naapuripuistojen kanssa

4.4.1 Vaihtoehdon VE1 välkevaikutukset

Seuraavassa kuvassa on esitetty Hankilan ja Keson sekä naapuripuistojen yhteisvaikutusten tulokset. Naapurihankkeiden tiedot löytyvät liitteestä 1.



Kuva 6. Varjovälkkeen muodostuminen Hankilan ja Keson alueella, rakennetut ja suunnitellut voimalat VE1 sekä naapuripuistot. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (A-N) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 9.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy mallinnuksen mukaan alle kahdeksan tuntia vuodessa ja harmaan viivan ulkopuolella välkettä esiintyy alle tunti vuodessa. Ruotsissa ja Saksassa annettu maksimisuositus kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ylitetään yhdessä Hankilan ja Keson tuulivoimapuiston havainnointipisteessä (vapaa-ajan asunto B). Teoreettisen maksimitilanteen suositusarvot (30 h/v ja 30 min/pv) ylitetään kolmessa havainnointipisteessä (vapaa-ajan asunto B, vakituinen asunto G ja vapaa-ajan asunto L).

Varjovälkelaskennan tulokset naapuripuistot huomioiden on raportoitu 14 havainnointipisteen osalta taulukossa 11.

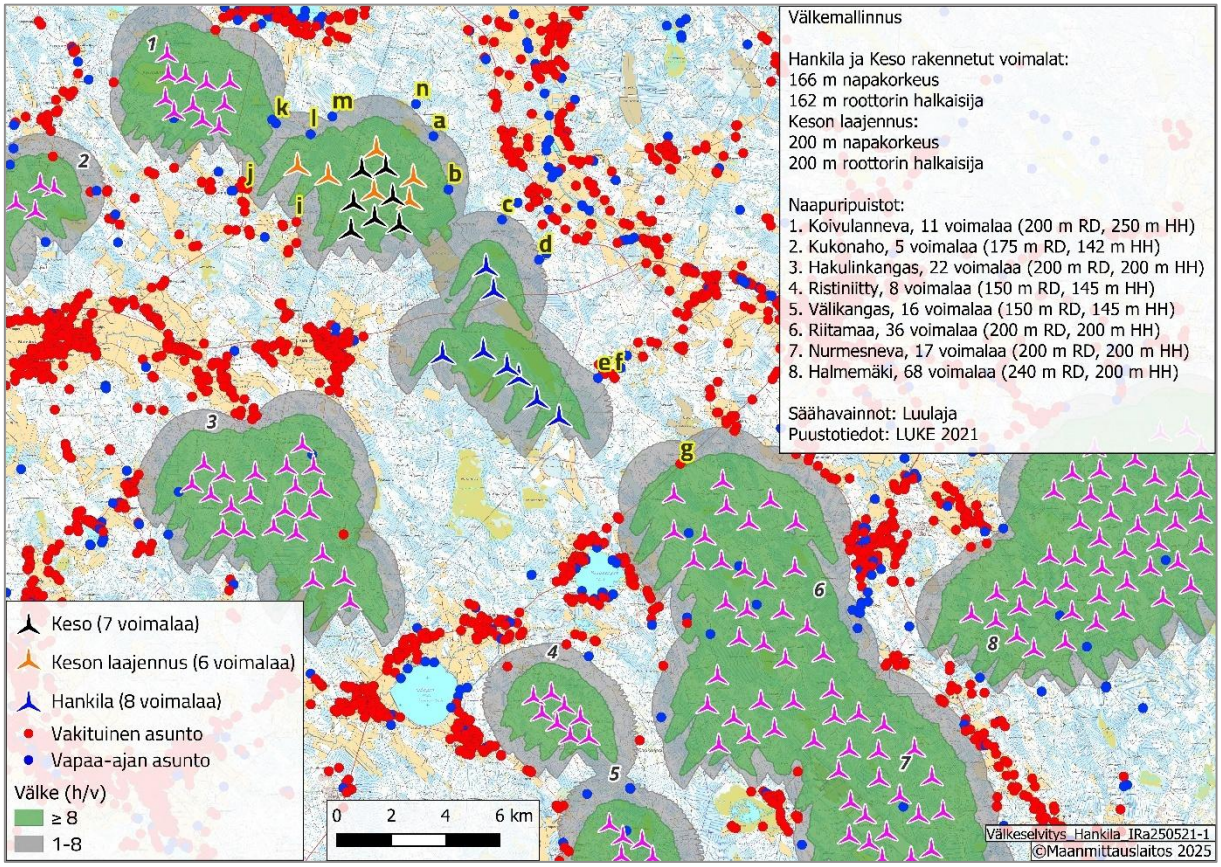
Taulukko 11. Varjovälkelaskennan tulokset, Hankila ja Keso rakennetut ja suunnitellut voimalat naapuripuistojen kanssa, VE1.

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	424218	7100939	2:36	17:11	0:28	Ei
B	Vapaa-ajan asunto	424775	7098974	12:40	69:32	0:36	Kyllä
C	Vapaa-ajan asunto	426746	7097862	1:44	13:16	0:23	Ei
D	Vapaa-ajan asunto	428105	7096387	2:22	12:17	0:20	Ei
E	Vapaa-ajan asunto	430279	7092037	0:00	0:00	0:00	Ei
F	Vakituinen asunto	430892	7092037	1:55	13:59	0:25	Ei
G	Vakituinen asunto	433307	7088887	7:36	44:53	0:40	Osittain*
H	Vakituinen asunto	419180	7097007	0:00	0:00	0:00	Ei
I	Vakituinen asunto	419176	7097781	0:00	0:00	0:00	Ei
J	Vakituinen asunto	417370	7099002	2:51	12:45	0:24	Ei
K	Vapaa-ajan asunto	418427	7101410	4:44	27:23	0:27	Ei
L	Vapaa-ajan asunto	419706	7101007	7:18	46:50	1:05	Osittain*
M	Vapaa-ajan asunto	420501	7101663	0:00	0:00	0:00	Ei
N	Vapaa-ajan asunto	423574	7102120	0:00	0:00	0:00	Ei

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

4.4.2 Vaihtoehdon VE2 välkevaikutukset

Seuraavassa kuvassa on esitetty Hankilan ja Keson sekä naapuripuistojen yhteisvaikutusten tulokset. Naapurihankkeiden tiedot löytyvät liitteestä 1.



Kuva 6. Varjovälkkeen muodostuminen Hankilan ja Keson alueella, rakennetut ja suunnitellut voimalat VE2 sekä naapuripuistot. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (A-N) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 9.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy mallinnuksen mukaan alle kahdeksan tuntia vuodessa ja harmaan viivan ulkopuolella välkettä esiintyy alle tunti vuodessa. Ruotsissa ja Saksassa annettu maksimisuositus kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ylitetään yhdessä Hankilan ja Keson tuulivoimapuiston havainnointipisteessä (vapaa-ajan asunto B). Teoreettisen maksimitilanteen suositusarvot (30 h/v ja 30 min/pv) ylitetään kolmessa havainnointipisteessä (vapaa-ajan asunto B, vakituinen asunto G ja vapaa-ajan asunto L).

Varjovälkelaskennan tulokset naapuripuistot huomioiden on raportoitu 14 havainnointipisteen osalta taulukossa 12.

Taulukko 12. Varjovälkelaskennan tulokset, Hankila ja Keso rakennetut ja suunnitellut voimalat naapuripuistojen kanssa, VE2.

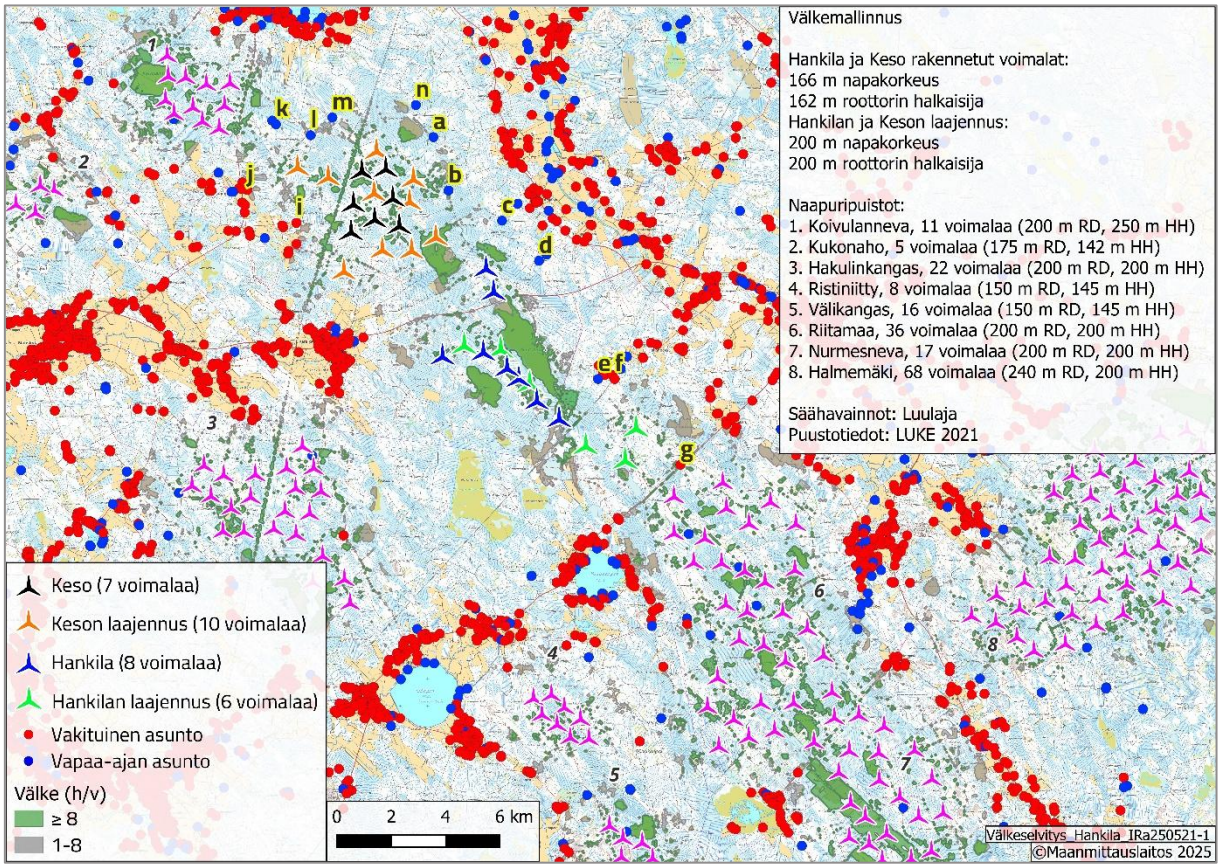
Havainnointi piste	Asunnon luokka	Itäinen koord. (ETRS TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS TM35FIN)	Vilkkumisen määrä (todellinen tilanne, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/pv)	Suositus-arvon ylitys
A	Vapaa-ajan asunto	424218	7100939	2:36	17:11	0:28	Ei
B	Vapaa-ajan asunto	424775	7098974	9:14	45:27	0:36	Kyllä
C	Vapaa-ajan asunto	426746	7097862	1:44	13:16	0:23	Ei
D	Vapaa-ajan asunto	428105	7096387	2:22	12:17	0:20	Ei
E	Vapaa-ajan asunto	430279	7092037	0:00	0:00	0:00	Ei
F	Vakituinen asunto	430892	7092037	0:00	0:00	0:00	Ei
G	Vakituinen asunto	433307	7088887	7:36	44:53	0:40	Osittain*
H	Vakituinen asunto	419180	7097007	0:00	0:00	0:00	Ei
I	Vakituinen asunto	419176	7097781	0:00	0:00	0:00	Ei
J	Vakituinen asunto	417370	7099002	2:51	12:45	0:24	Ei
K	Vapaa-ajan asunto	418427	7101410	4:44	27:23	0:27	Ei
L	Vapaa-ajan asunto	419706	7101007	7:18	46:50	1:05	Osittain*
M	Vapaa-ajan asunto	420501	7101663	0:00	0:00	0:00	Ei
N	Vapaa-ajan asunto	423574	7102120	0:00	0:00	0:00	Ei

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

4.5 Hankila ja Keso - rakennetut sekä suunnnitellut voimalat ja naapuripuistot kasvillisuuden kanssa huomioituna

4.5.1 Vaihtoehdon VE1 välkevaikutukset

Seuraavassa kuvassa on esitetty Hankilan ja Keson sekä naapuripuistojen yhteisvaikutusten tulokset puuston kanssa mallinnettuna. Naapurihankkeiden tiedot löytyvät liitteestä 1.



Kuva 7. Varjovälkkeen muodostuminen Hankilan ja Keson alueella, rakennetut ja suunnitellut voimalat VE1 sekä naapuripuistot puuston kanssa huomioituna. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (A-N) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 13.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy mallinnuksen mukaan alle kahdeksan tuntia vuodessa ja harmaan viivan ulkopuolella välkettä esiintyy alle tunti vuodessa. Ruotsissa ja Saksassa annettu maksimisuositus kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä yhdessäkään Hankilan ja Keson tuulivoimapuiston havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositusarvoja (30 h/v ja 30 min/pv) ylitetään yhdessä havainnointipisteessä (vakituinen asunto G).

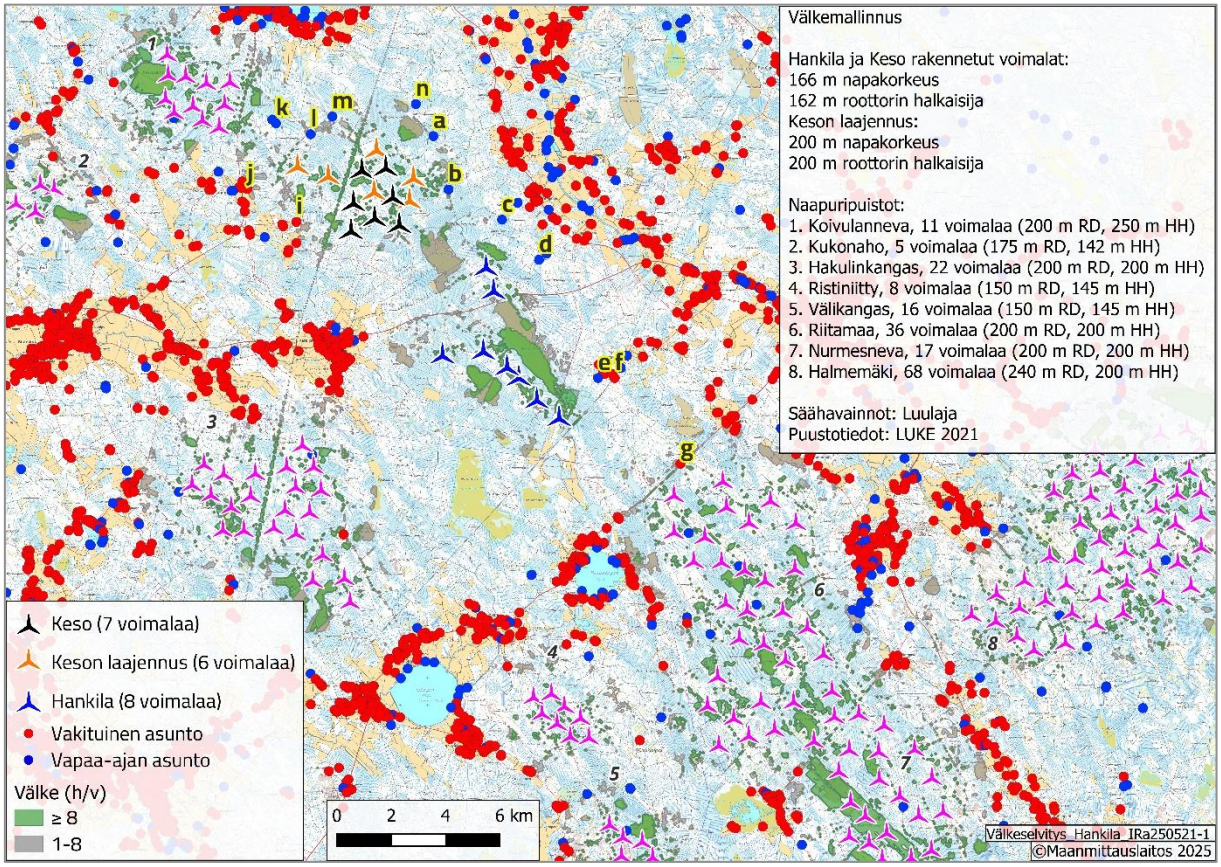
Varjovälkelaskennan tulokset naapuripuistot huomioiden on raportoitu 14 havainnointipisteen osalta taulukossa 11.

Taulukko 13. Varjovälkelaskennan tulokset, Hankila ja Keso rakennetut ja suunnitellut voimalat VE1 sekä naapuripuistot puuston kanssa huomioituna.

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	424218	7100939	0:00	0:00	0:00	Ei
B	Vapaa-ajan asunto	424775	7098974	0:00	0:00	0:00	Ei
C	Vapaa-ajan asunto	426746	7097862	0:00	0:00	0:00	Ei
D	Vapaa-ajan asunto	428105	7096387	0:00	0:00	0:00	Ei
E	Vapaa-ajan asunto	430279	7092037	0:00	0:00	0:00	Ei
F	Vakituinen asunto	430892	7092037	0:00	0:00	0:00	Ei
G	Vakituinen asunto	433307	7088887	7:36	44:53	0:40	Osittain*
H	Vakituinen asunto	419180	7097007	0:00	0:00	0:00	Ei
I	Vakituinen asunto	419176	7097781	0:00	0:00	0:00	Ei
J	Vakituinen asunto	417370	7099002	2:51	12:45	0:24	Ei
K	Vapaa-ajan asunto	418427	7101410	0:00	0:00	0:00	Ei
L	Vapaa-ajan asunto	419706	7101007	0:00	0:00	0:00	Ei
M	Vapaa-ajan asunto	420501	7101663	0:00	0:00	0:00	Ei
N	Vapaa-ajan asunto	423574	7102120	0:00	0:00	0:00	Ei

4.5.2 VAIHTOEHDON VE2 VÄLKEVAIKUTUKSET

Seuraavassa kuvassa on esitetty Hankilan ja Keson sekä naapuripuistojen yhteisvaikutusten tulokset puuston kanssa mallinnettuna. Naapurihankkeiden tiedot löytyvät liitteestä 1.



Kuva 8. Varjovälkkeen muodostuminen Hankilan ja Keson alueella, rakennetut ja suunnitellut voimalat VE2 sekä naapuripuistot puuston kanssa huomioituna. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (A-N) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 13.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy mallinnuksen mukaan alle kahdeksan tuntia vuodessa ja harmaan viivan ulkopuolella välkettä esiintyy alle tunti vuodessa. Ruotsissa ja Saksassa annettu maksimisuositus kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä yhdessäkään Hankilan ja Keson tuulivoimapuiston havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositusarvoja (30 h/v ja 30 min/pv) ylitetään yhdessä havainnointipisteessä (vakituinen asunto G).

Varjovälkelaskennan tulokset naapuripuistot huomioiden on raportoitu 14 havainnointipisteen osalta taulukossa 11.

Taulukko 14. Varjovälkelaskennan tulokset, Hankila ja Keso rakennetut ja suunnitellut voimalat sekä naapuripuistot puuston kanssa huomioituna

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	424218	7100939	0:00	0:00	0:00	Ei
B	Vapaa-ajan asunto	424775	7098974	0:00	0:00	0:00	Ei
C	Vapaa-ajan asunto	426746	7097862	0:00	0:00	0:00	Ei
D	Vapaa-ajan asunto	428105	7096387	0:00	0:00	0:00	Ei
E	Vapaa-ajan asunto	430279	7092037	0:00	0:00	0:00	Ei
F	Vakituinen asunto	430892	7092037	0:00	0:00	0:00	Ei
G	Vakituinen asunto	433307	7088887	7:36	44:53	0:40	Osittain*
H	Vakituinen asunto	419180	7097007	0:00	0:00	0:00	Ei
I	Vakituinen asunto	419176	7097781	0:00	0:00	0:00	Ei
J	Vakituinen asunto	417370	7099002	2:51	12:45	0:24	Ei
K	Vapaa-ajan asunto	418427	7101410	0:00	0:00	0:00	Ei
L	Vapaa-ajan asunto	419706	7101007	0:00	0:00	0:00	Ei
M	Vapaa-ajan asunto	420501	7101663	0:00	0:00	0:00	Ei
N	Vapaa-ajan asunto	423574	7102120	0:00	0:00	0:00	Ei

4.6 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.

Välkemallinnuksessa ei otettu huomioon korkean kasvillisuuden mahdollista suojavaikutusta. 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.

4.7 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).

LÄHTEET

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

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

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

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

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

LIITE 1: SIJOITUSSUUNNITELMA

Voimaloiden sijainnit on esitetty alla olevissa taulukoissa.

Taulukko 15. Hankilan voimaloiden sijaintitiedot, 8 voimalaa.

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
A	426149	7096197	166/162/247
B	426428	7095334	166/162/247
C	424547	7092965	166/162/247
D	426049	7093114	166/162/247
E	426922	7092530	166/162/247
F	428018	7091318	166/162/247
G	427354	7092148	166/162/247
H	428838	7090661	166/162/247

Taulukko 16. Hankilan laajennuksen voimaloiden sijaintitiedot, 6 voimalaa. (VE1)

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
9	425352	7093235	200/200/300
10	426694	7093090	200/200/300
11	427759	7091821	200/200/300
12	429826	7089535	200/200/300
13	431676	7090184	200/200/300
14	431272	7088999	200/200/300

Taulukko 17. Keson voimaloiden sijaintitiedot, 7 voimalaa.

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
TV1	422051	7098010	166/162/247
TV2	422957	7097769	166/162/247
TV3	422718	7098782	166/162/247
TV4	421579	7099773	166/162/247
TV5	421183	7097544	166/162/247
TV6	422460	7099865	166/162/247
TV7	421270	7098573	166/162/247

Taulukko 18. Keson laajennuksen voimaloiden sijaintitiedot, 10/6 voimalaa (VE1/VE2)

Voimalan ID	Vaihtoehto	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
8	VE1/VE2	419216	7099788	200/200/300
9	VE1/VE2	420348	7099424	200/200/300
10	VE1/VE2	422123	7100389	200/200/300
11	VE1/VE2	422037	7098841	200/200/300
12	VE1/VE2	423482	7099355	200/200/300
13	VE1/VE2	423340	7098529	200/200/300
14	VE1	424307	7097220	200/200/300
15	VE1	423416	7096726	200/200/300
16	VE1	422338	7096753	200/200/300
17	VE1	420924	7095966	200/200/300

Taulukko 19. Naapuripuistojen voimalatiedot.

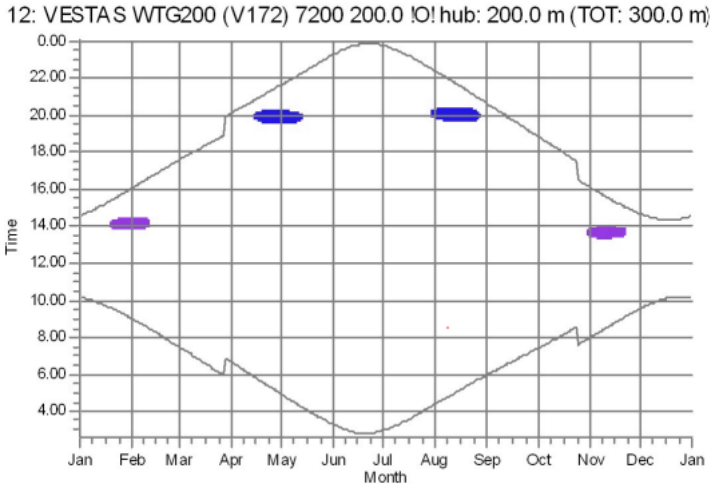
ID	Hanke	Tila	Voimaloiden määrä	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	Koivulanneva	Kaavoituksessa	11	250/200/325
2	Kukonaho	Kaavoituksessa	5	142/175/229,5
3	Hakulinkangas	Kaavoituksessa	22	200/200/300
4	Ristiniitty	Tuotannossa	8	145/150/220
5	Välikangas	Tuotannossa	16	145/150/220
6	Riitamaa	Kaavoituksessa	36	200/200/300
7	Nurmesneva	Kaavoituksessa	17	200/200/300
8	Halmemäki	Kaavoituksessa	68	200/240/320

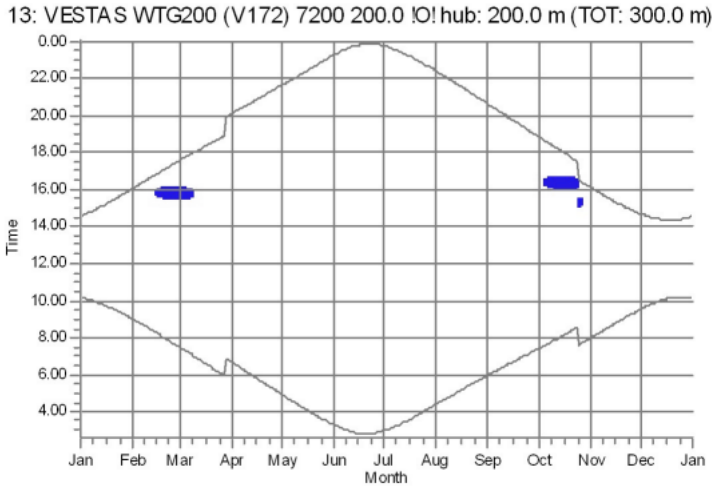
LIITE 2: VÄLKEYLITYKSIÄ AIHEUTTAVAT VOIMALAT

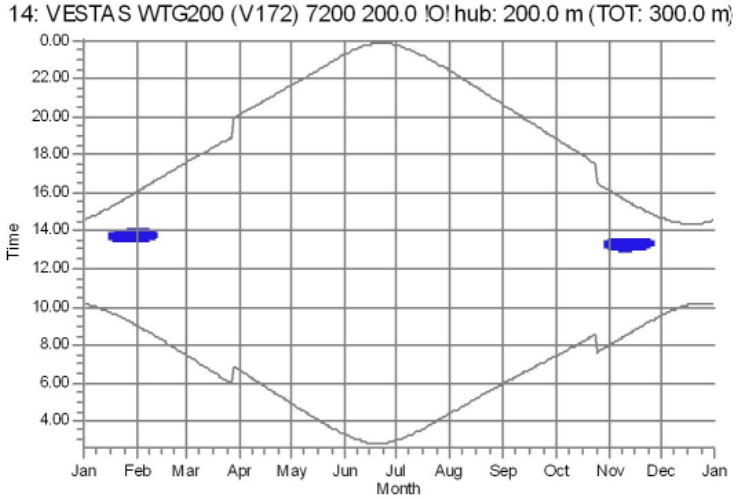
HANKILA JA KESO RAKENNETUT JA SUUNNITELLUT VOIMALAT VE1, VÄLKEVAIKUTUKSET VAPAA-AJAN ASUNTOON B:

Shadow receptors

b: Cottage


12: VESTAS WTG200 (V172) 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m)
Time
Month
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan

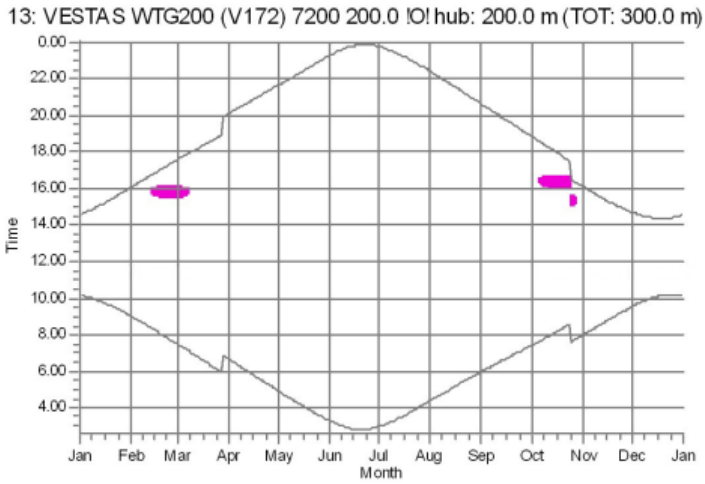

13: VESTAS WTG200 (V172) 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m)
Time
Month
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan

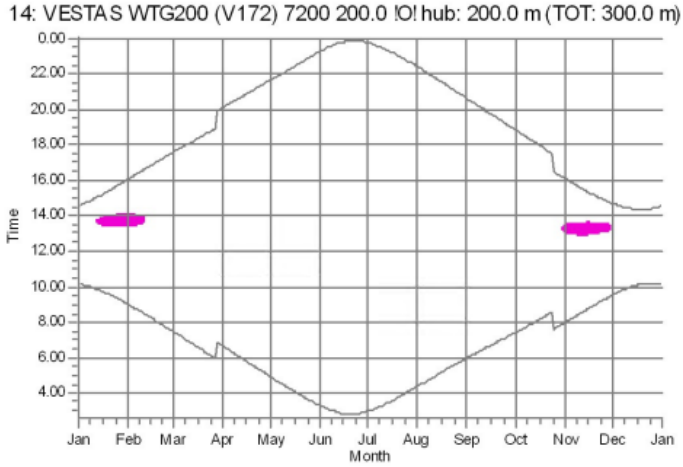

14: VESTAS WTG200 (V172) 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m)
Time
Month
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan

HANKILA JA KESO RAKENNETUT JA SUUNNITELLUT VOIMALAT VE1 NAAPURIPUISTOJEN KANSSA, VÄLKEVAIKUTUKSET VAPAA-AJAN ASUNTOON B JA L SEKÄ VAKITUISEEN ASUNTOON G:

Shadow receptors

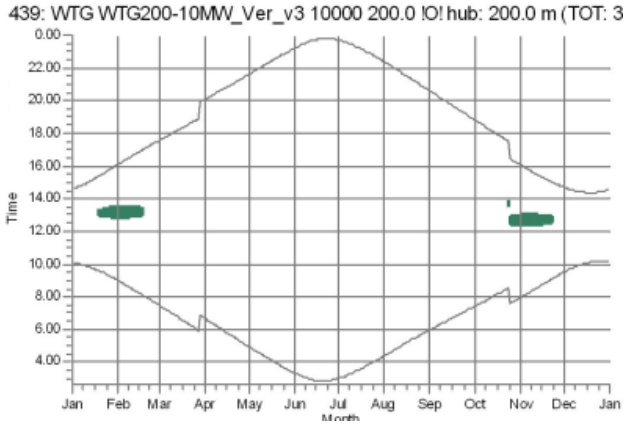
b: Cottage

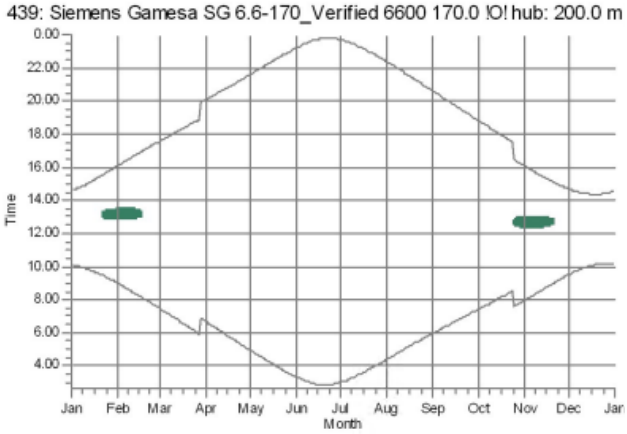


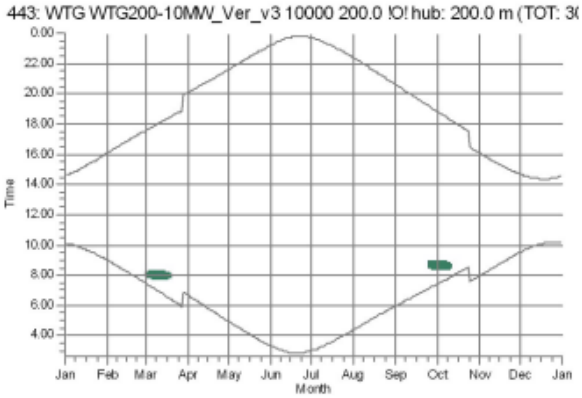


Shadow receptors

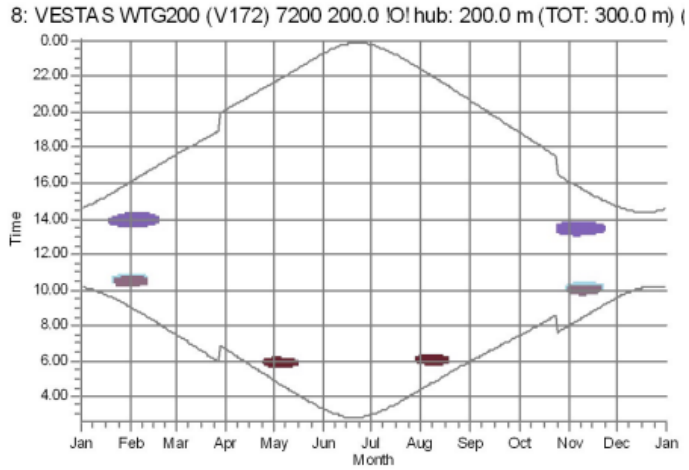
g: Residence

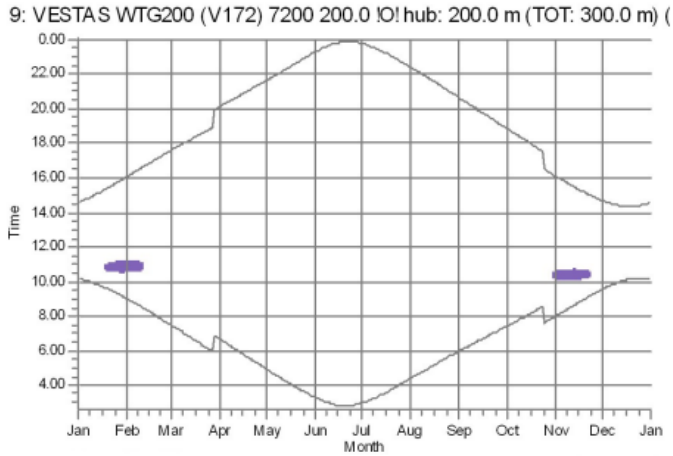

439: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 3
Time
0.00
22.00
20.00
18.00
16.00
14.00
12.00
10.00
8.00
6.00
4.00
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan


439: Siemens Gamesa SG 6.6-170_Verified 6600 170.0 !O! hub: 200.0 m
Time
0.00
22.00
20.00
18.00
16.00
14.00
12.00
10.00
8.00
6.00
4.00
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan
Month


443: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 3(
Time
0.00
22.00
20.00
18.00
16.00
14.00
12.00
10.00
8.00
6.00
4.00
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan
Month

I: Cottage

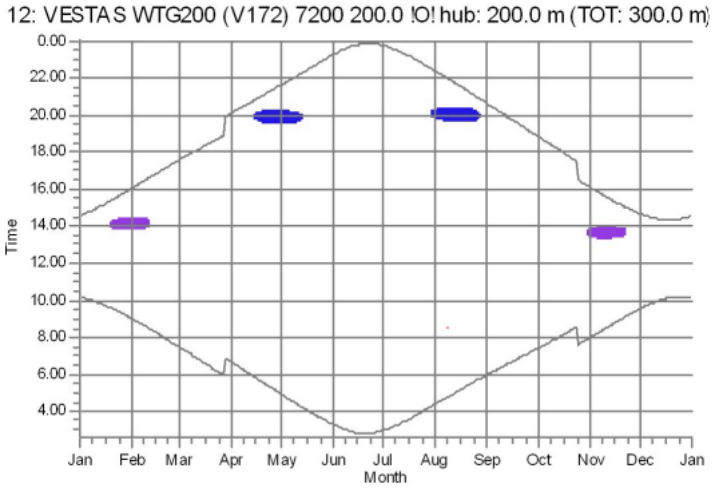


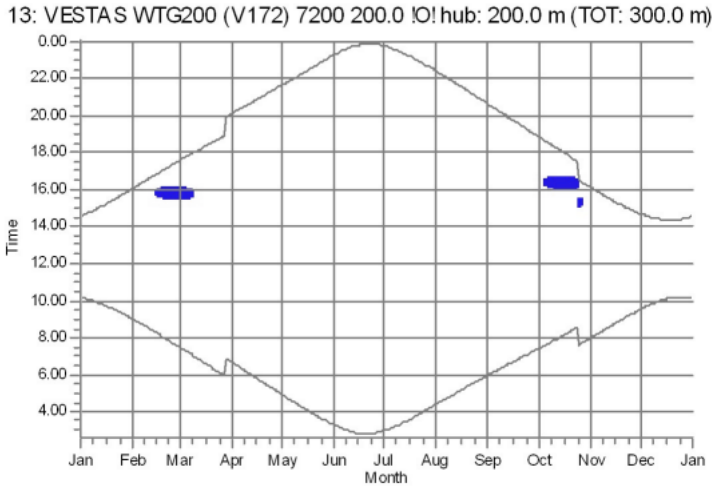


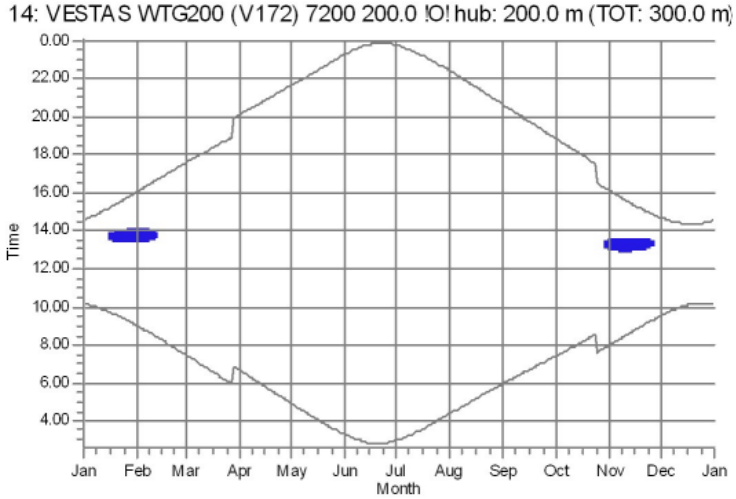
HANKILA JA KESO RAKENNETUT JA SUUNNITELLUT VOIMALAT VE1, VÄLKEVAIKUTUKSET VAPAA-AJAN ASUNTOON B:

Shadow receptors

b: Cottage


12: VESTAS WTG200 (V172) 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m)
Time
Month
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan

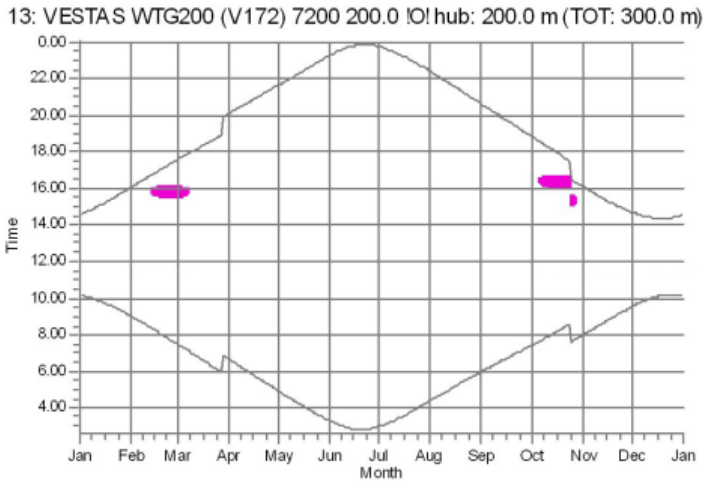

13: VESTAS WTG200 (V172) 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m)
Time
Month
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan

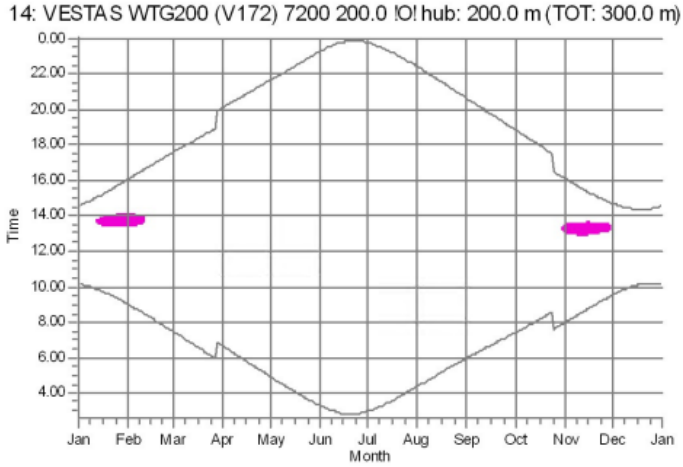

14: VESTAS WTG200 (V172) 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m)
Time
Month
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan

HANKILA JA KESO RAKENNETUT JA SUUNNITELLUT VOIMALAT VE1 NAAPURIPUISTOJEN KANSSA, VÄLKEVAIKUTUKSET VAPAA-AJAN ASUNTOON B JA L SEKÄ VAKITUISEEN ASUNTOON G:

Shadow receptors

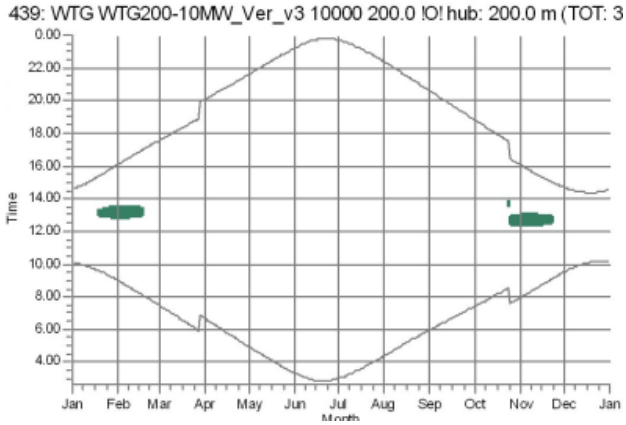
b: Cottage

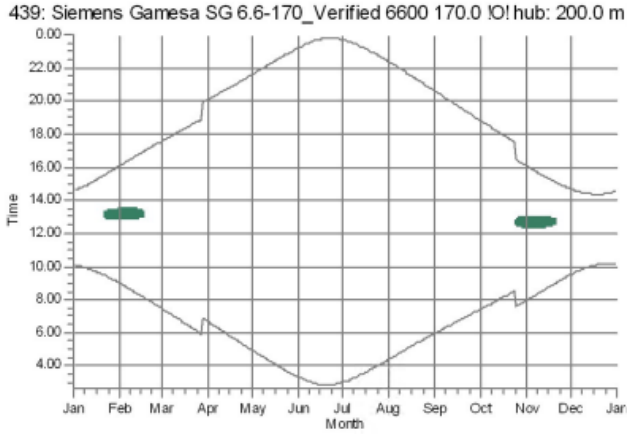


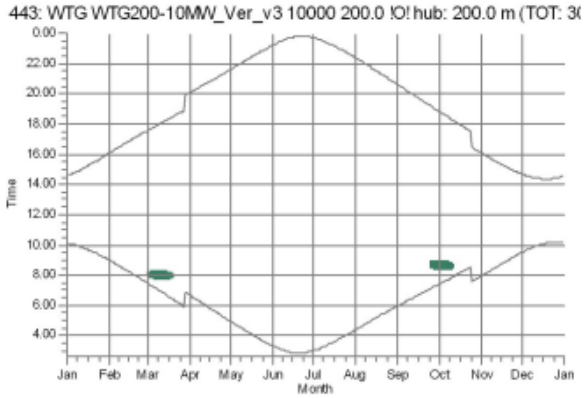


Shadow receptors

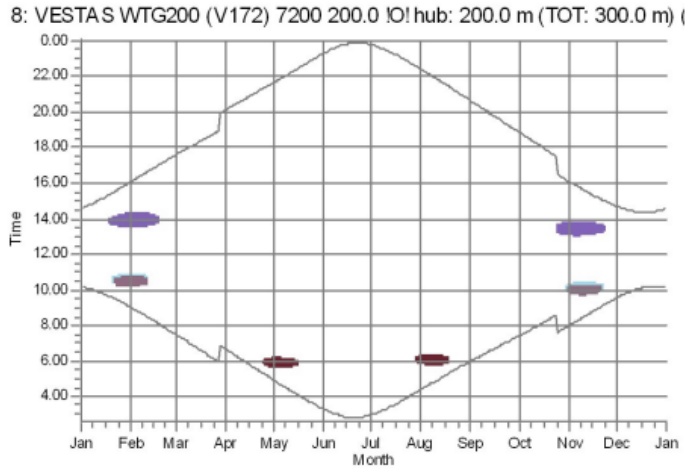
g: Residence

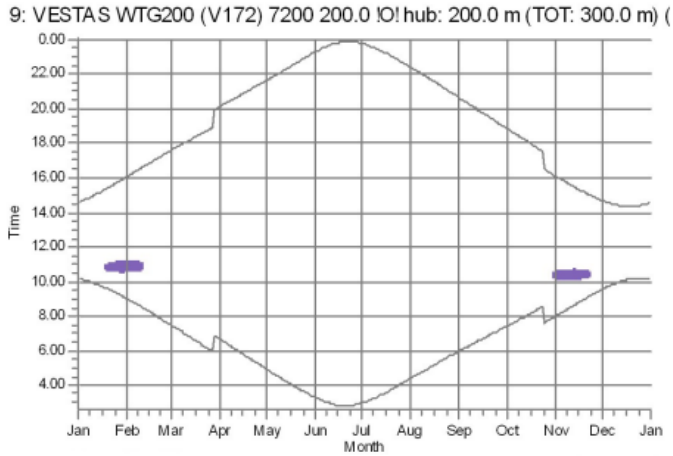

439: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 3
Time
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan


439: Siemens Gamesa SG 6.6-170_Verified 6600 170.0 !O! hub: 200.0 m
Time
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan
Month


443: WTG WTG200-10MW_Ver_v3 10000 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 3(
Time
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan
Month

I: Cottage


8: VESTAS WTG200 (V172) 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (
Time
0.00
22.00
20.00
18.00
16.00
14.00
12.00
10.00
8.00
6.00
4.00
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan
Month


9: VESTAS WTG200 (V172) 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (
Time
0.00
22.00
20.00
18.00
16.00
14.00
12.00
10.00
8.00
6.00
4.00
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan
Month