



ETHA WIND



VÄLKESELVITYS

Kuorinki-Vinsanmaan Tuulipuisto

12.09.2023

SISÄLLYSLUETTELO

1	YHTEENVETO	2
2	TAUSTA.....	3
3	VARJOVÄLKKEEN MUODOSTUMINEN	3
3.1	Ohje- ja raja-arvot.....	4
3.2	Varjovälkkeen lähtötiedot ja menetelmät	5
4	VÄLKEVAIKUTUKSET	8
4.1	Vaihtoehdon VE1 välkevaikutukset	8
4.2	Vaihtoehdon VE2 välkevaikutukset	10
4.3	Vaihtoehdon VE3 välkevaikutukset	11
4.4	Välkevaikutukset puuston suojaava vaikutus huomioiden	13
4.4.1	Vaihtoehdon VE1 välkevaikutukset puuston huomioiden	14
4.4.1	Vaihtoehdon VE2 välkevaikutukset puuston huomioiden	16
4.4.2	Vaihtoehdon VE3 välkevaikutukset puuston huomioiden	18
4.5	Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät	19
4.6	Haittojen ehkäiseminen ja seuranta	20
5	LÄHTEET	20
	Liite 1: Sijoitussuunnitelma	21

VERSIONHISTORIA

Versio, Päivämäärä	Tekijä,	Tarkastettu	Hyväksytty	Tiivistelmä
Ver 1	Arina Makarova, 2023-09-12	Christian Granlund	Christian Granlund	Kuorinki-Vinsanmaan tuulivoimapuiston välkeselvitys.

1 YHTEENVETO

Tehtävä:

Välkeselvitys Kuorinki-Vinsanmaan tuulivoimapuiston vaikutusalueella. Selvityksessä on tarkistettu kolme eri sijoitussuunnitelman vaihtoehtoa.

Työmenetelmät:

Välkeselvitykseen on kerätty ajantasaista tietoa tuulivoimaloiden varjon välkkeen ominaispiirteistä, välkkeen ohjearvoista, paikallisista olosuhteista sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty WindPRO Ver3.6 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 ei ylitetä Kuorinki-Vinsanmaan tuulivoimapuiston havainnointipisteissä yhdessäkään sijoitussuunnitelmavaihtoehdossa. Teoreettisia maksimisuosituksia ei myöskään ylitetä yhdessäkään sijoitussuunnitelma-vaihtoehdossa.

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

Taulukko 1. Yhteenveto vertailuarvojen ylityksistä. Taulukko kertoo kuinka monessa rakennuksessa (vakituinen tai vapaa-ajan asunto) kyseinen vertailuarvo ylitetään.

Vertailuarvo	VE1	VE2	VE3
> 10 h/v, todellinen tilanne	0	0	0
> 8 h/v, todellinen tilanne	0	0	0
> 30 h/v, teoreettinen maksimi	0	0	0
> 30 min/pv, teoreettinen maksimi	0	0	0

2 TAUSTA

Välkeselvitys on tehty Kuorinki-Vinsanmaan tuulivoimapuistolle Tornion ja Tervolan kuntien alueella. Tässä selvityksessä on tarkistettu kolme eri sijoitussuunnitelman vaihtoehtoa, jotka on muodostettu ympäristövaikutusten arviointimenettelyä ja kaavoitusmenettelyä varten:

- VE1: 26 voimalaa. Voimalan kokonaiskorkeus on 300 m (roottorin halkaisija 200 m ja napakorkeus 200 m).
- VE2: 25 voimalaa. Voimalan kokonaiskorkeus on 300 m (roottorin halkaisija 200 m ja napakorkeus 200 m).
- VE3: 28 voimalaa. Voimalan kokonaiskorkeus on 300 m (roottorin halkaisija 200 m ja napakorkeus 200 m).

Välkeselvitys on tehty WindPRO 3.6 ohjelmiston SHADOW-moduulia käyttäen. Tulosten arvioinnissa on käytetty Saksan ja Ruotsin suositusarvoja (LAI, 2002; Boverket, 2009). Etha Wind Oy on tarkistanut lähtötietojen oikeellisuuden ja vastaa siitä, että laskenta on oikein suoritettu.

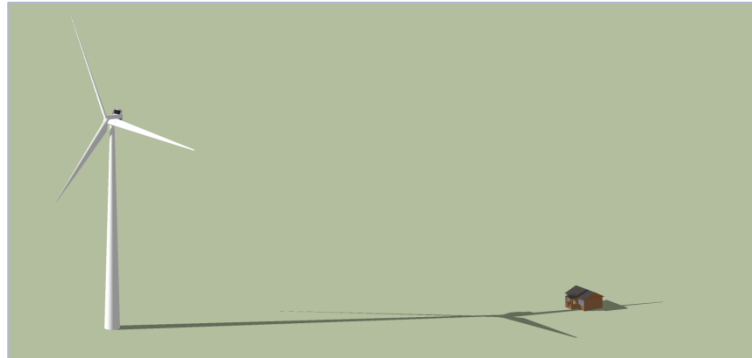
3 VARJOVÄLKKEEN MUODOSTUMINEN

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 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 ohje-arvoja. 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. 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. Puustoa ja muuta kasvillisuutta ei kuitenkaan huomioida, mistä johtuen paikoittain raportoidaan liian korkeat välkearvot. Käyttöaste ja tuulensuunnat lasketaan käyttäen alueella mitattuja mastomittaustietoja.

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 Kuorinki-Vinsanmaan mallinuksissa on käytetty nykyistä suurempaa voimalamallia, jonka lapojen paksuus on arvioitu nykyisten voimalamallien perusteella.

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

Maastotietokantana käytettiin Maanmittauslaitoksen kahden metrin korkeusmallia ja säähavaintotietoina käytettiin Rovaniemen säähavaintoja. Rovaniemen havaintoasema sijaitsee noin 78 kilometrin päässä suunnitellusta tuulivoimapuistoalueesta. Laskelmissa oletetaan, että tuulivoimaloiden roottorit pyörivät vain tuulennopeuden ollessa sopiva. Varjovälkettä tarkasteltiin

2 metrin korkeudelta eli suunnilleen ihmisen havainnointikorkeudelta. Mallinnuksessa käytetyt auringonpaisteajat sekä tuulivoimaloiden toiminta-aika on esitetty alla olevissa taulukoissa.

Taulukko 2. Mallinnuksessa käytetyt asetukset

Asetus	Kuvaus
Auringonpaisteajat	Rovaniemen sääaseman havainnot, Ilmatieteen laitos (taulukko 3)
Toiminta-aika	EMD WRF Europe+ datan perusteella (taulukko 4)
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 3. Mallinnuksessa käytetyt auringonpaisteajat

Kuukausi	Keskimääräinen auringonpaisteen tuntimäärä päivässä
Tammikuu	0.48
Helmikuu	2.03
Maaliskuu	4.26
Huhtikuu	6.77
Toukokuu	7.65
Kesäkuu	9.03
Heinäkuu	8.39
Elokuu	5.87
Syyskuu	7.73
Lokakuu	1.93
Marraskuu	0.60
Joulukuu	0.09
Keskiarvo	4.57

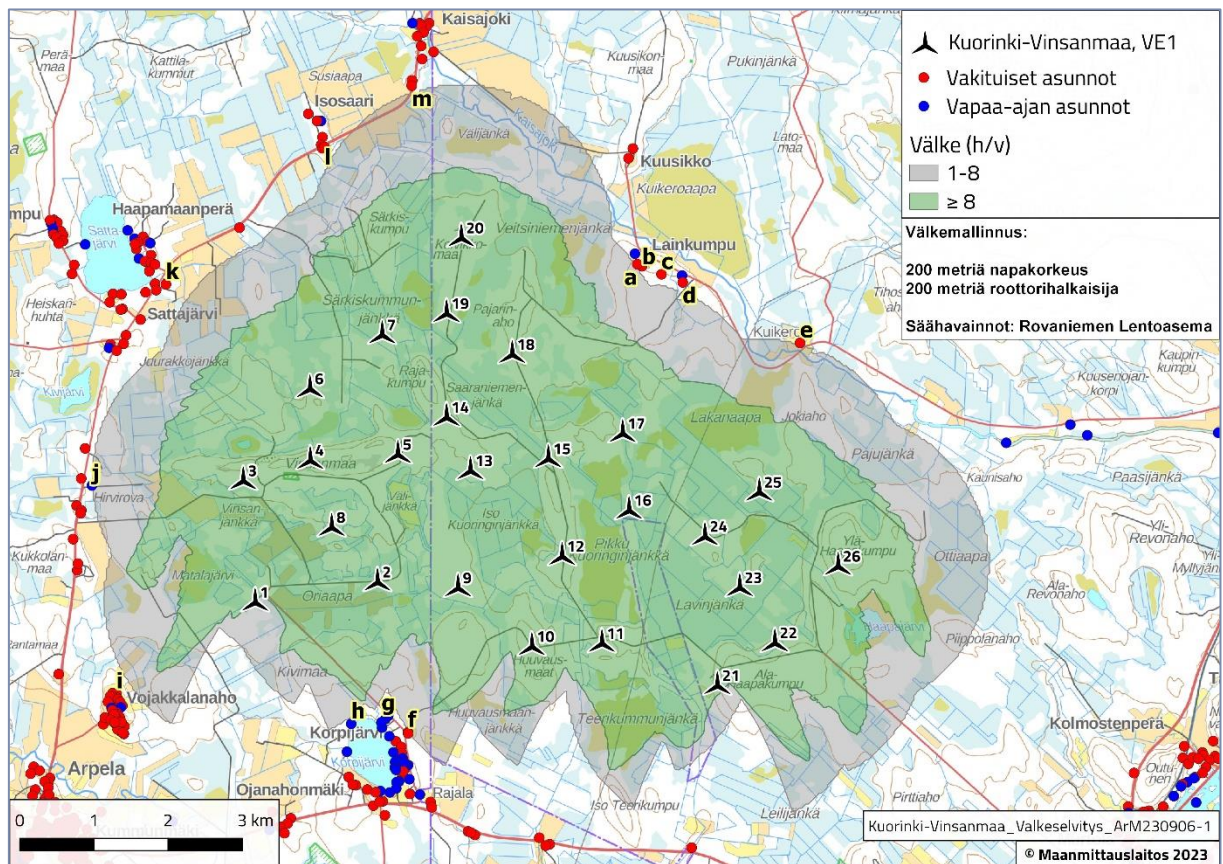
Taulukko 4. Tuulivoimaloiden toiminta-aika

Tuulensuunta	Toiminta-aika (h/v)
Pohjoinen	678
Pohjoiskoillinen	679
Itäkoillinen	575
Itä	490
Itäkaakko	496
Eteläkaakko	675
Etelä	1039
Etelälounas	1245
Länsilounas	637
Länsi	459
Länsiluode	437
Pohjoisluode	525
Summa	7935

4 VÄLKEVAIKUTUKSET

4.1 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 2. Varjovälkkeen muodostuminen Kuorinki-Vinsanmaan alueella. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-m) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 5.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy vuodessa alle kahdeksan tuntia. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä yhdessäkään havainnointipisteessä. Teoreettisia maksimisuosituksia ei myöskään ylitetä.

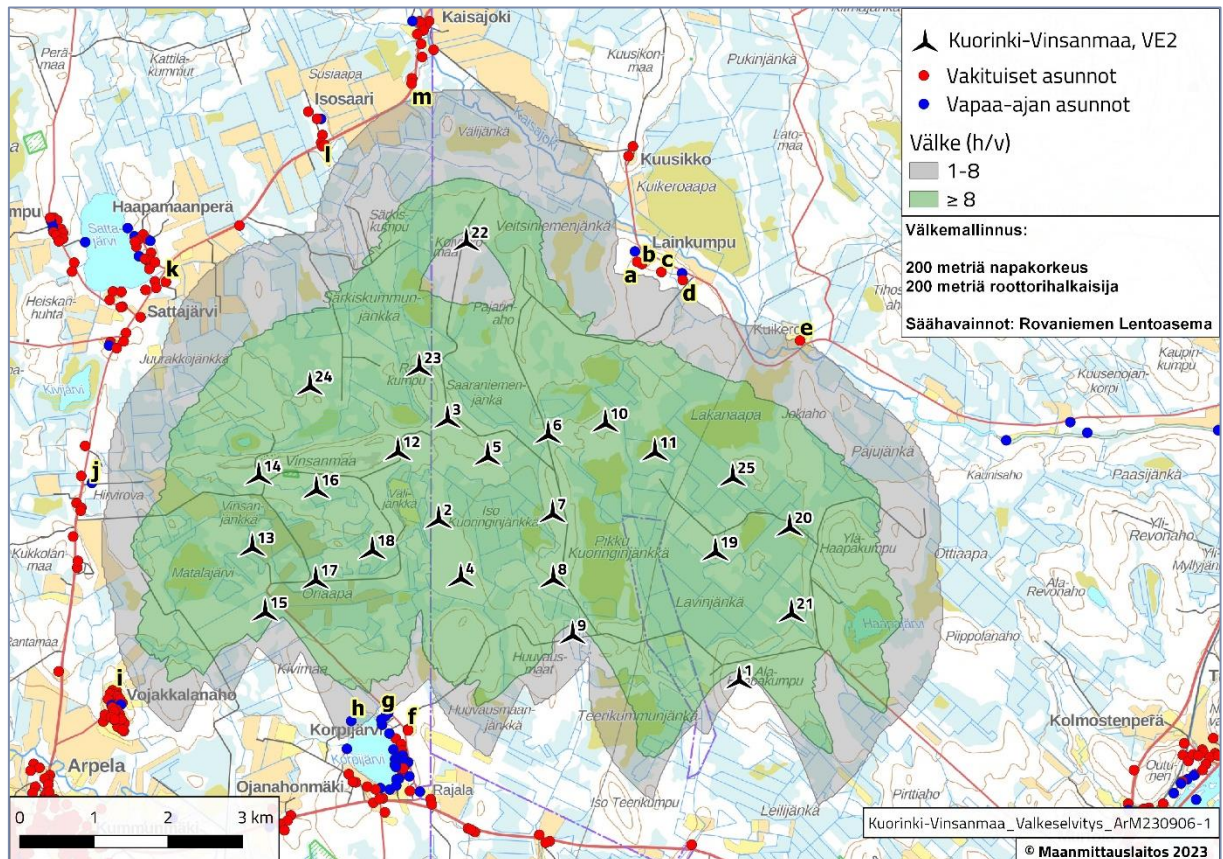
Laskennassa on tarkasteltu välkettä myös yksittäisissä havainnointipisteissä. Seuraavassa taulukossa on laskennasta saadut tulokset havainnointipisteille.

Taulukko 5. Varjoväkelaskennan tulokset, Kuorinki-Vinsanmaa 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	Vakituinen asunto	389916	7332174	0:00	0:00	0:00	Ei
b	Vakituinen asunto	389979	7332146	0:00	0:00	0:00	Ei
c	Vakituinen asunto	390241	7332038	0:00	0:00	0:00	Ei
d	Vakituinen asunto	390528	7331930	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vakituinen asunto	392111	7331114	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vakituinen asunto	386822	7325866	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vapaa-ajan asunto	386557	7326087	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	386056	7325979	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vakituinen asunto	382889	7326386	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vapaa-ajan asunto	382559	7329191	0:00	0:00	0:00	Ei
k	Vakituinen asunto	383557	7331903	0:00	0:00	0:00	Ei
l	Vakituinen asunto	385698	7333752	0:00	0:00	0:00	Ei
m	Vakituinen asunto	386873	7334580	0:00	0:00	0:00	Ei

4.2 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 3. Varjovälkkeen muodostuminen Kuorinki-Vinsanmaan alueella. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-m) 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 havainnointipisteessä. Teoreettisia maksimisuosituksia ei myöskään ylitetä.

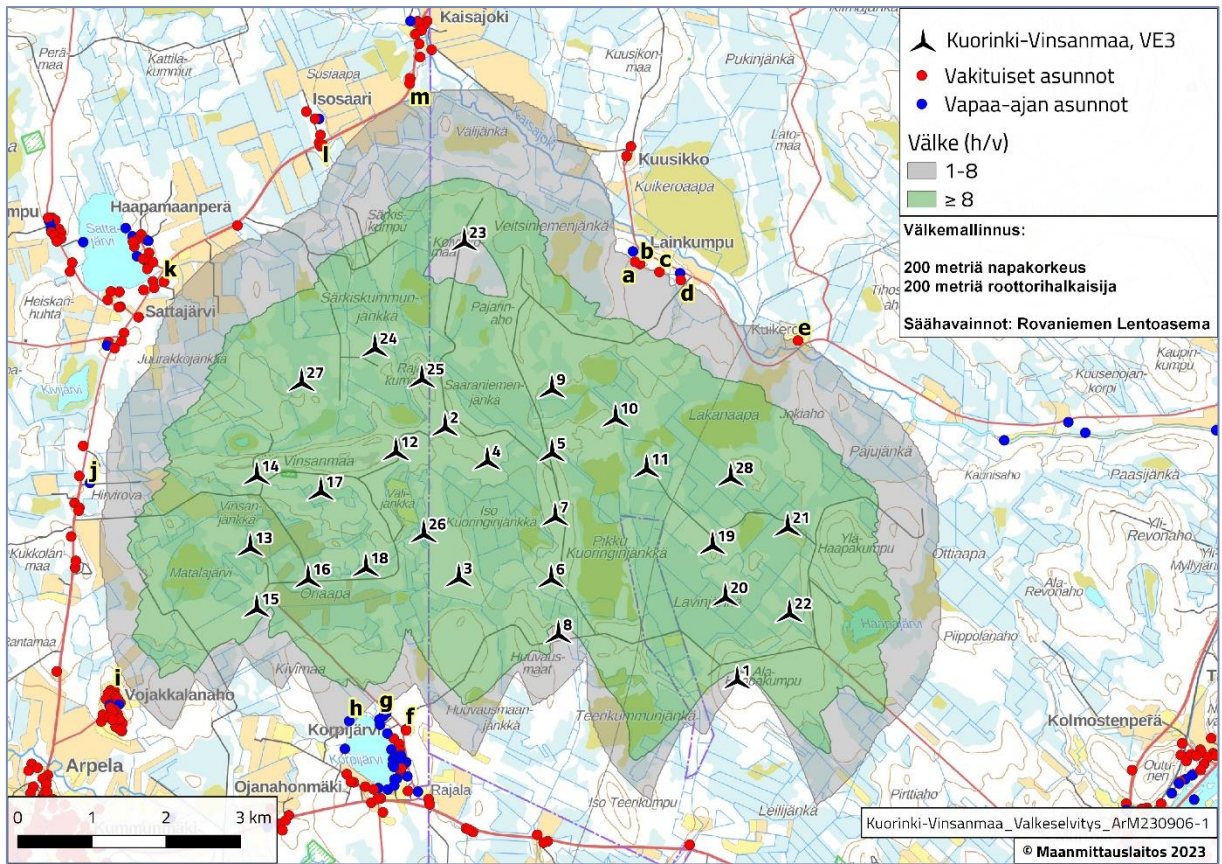
Laskennassa on tarkasteltu välkettä myös yksittäisissä havainnointipisteissä. Seuraavassa taulukossa on laskennasta saadut tulokset havainnointipisteille.

Taulukko 6. Varjoväkelaskennan tulokset, Kuorinki-Vinsanmaa 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	Vakituinen asunto	389916	7332174	0:00	0:00	0:00	Ei
b	Vakituinen asunto	389979	7332146	0:00	0:00	0:00	Ei
c	Vakituinen asunto	390241	7332038	0:00	0:00	0:00	Ei
d	Vakituinen asunto	390528	7331930	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vakituinen asunto	392111	7331114	1:12	11:59	0:24	Ei
f	Vakituinen asunto	386822	7325866	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vapaa-ajan asunto	386557	7326087	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	386056	7325979	4:43	20:00	0:27	Ei
i	Vakituinen asunto	382889	7326386	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vapaa-ajan asunto	382559	7329191	0:00	0:00	0:00	Ei
k	Vakituinen asunto	383557	7331903	0:00	0:00	0:00	Ei
l	Vakituinen asunto	385698	7333752	0:00	0:00	0:00	Ei
m	Vakituinen asunto	386873	7334580	0:00	0:00	0:00	Ei

4.3 VAIHTOEHDON VE3 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 Kuorinki-Vinsanmaan alueella. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-m) ja niiden väketaus on esitetty taulukossa 7.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy vuodessa alle kahdeksan tuntia. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä yhdessäkään havainnointipisteessä. Teoreettisia maksimisuosituksia ei myöskään ylitetä.

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

Taulukko 7. Varjovälkelaskennan tulokset, Kuorinki-Vinsanmaa VE3

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	Vakituinen asunto	389916	7332174	1:15	10:50	0:24	Ei
b	Vakituinen asunto	389979	7332146	1:13	10:22	0:24	Ei
c	Vakituinen asunto	390241	7332038	1:02	12:53	0:25	Ei
d	Vakituinen asunto	390528	7331930	1:06	11:41	0:24	Ei
e	Vakituinen asunto	392111	7331114	1:12	11:59	0:24	Ei
f	Vakituinen asunto	386822	7325866	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vapaa-ajan asunto	386557	7326087	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	386056	7325979	5:06	21:46	0:26	Ei
i	Vakituinen asunto	382889	7326386	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vapaa-ajan asunto	382559	7329191	0:00	0:00	0:00	Ei
k	Vakituinen asunto	383557	7331903	0:00	0:00	0:00	Ei
l	Vakituinen asunto	385698	7333752	0:00	0:00	0:00	Ei
m	Vakituinen asunto	386873	7334580	0:00	0:00	0:00	Ei

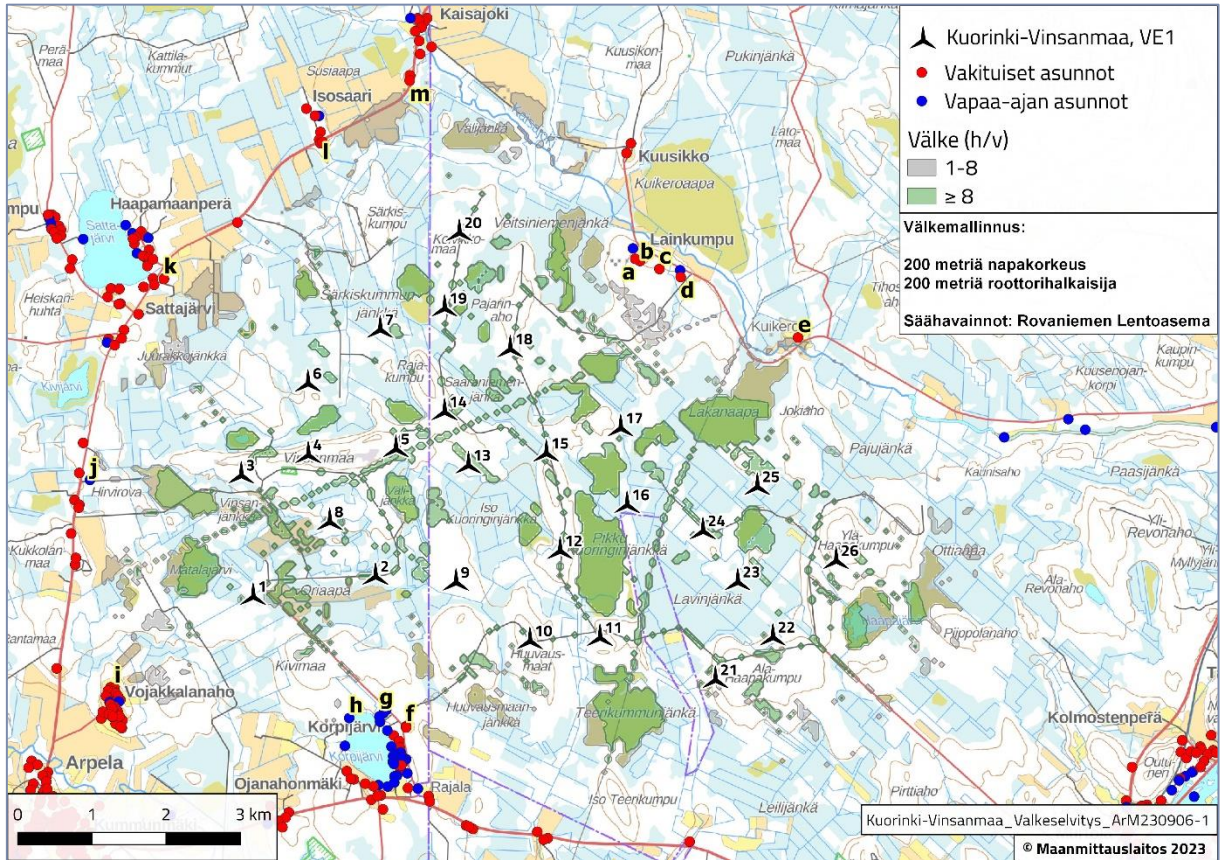
4.4 VÄLKEVAIKUTUKSET PUUSTON SUOJAAVA VAIKUTUS HUOMIOIDEN

Korkean puuston peittäessä tuulivoimalat, havainnointipisteeseen ei muodostu lainkaan varjovälkettä. Kasvillisuuden peittäessä tietyt tuulivoimalat, havainnointipisteeseen muodostuva varjovälkkeen kokonaismäärä vähenee.

Puuston korkeustiedot on poimittu metsäntutkimuslaitoksen latauspalvelusta (METLA, 2021).

Seuraavassa kuvassa on esitetty välkemallinnuksen tulokset kasvillisuuden korkeus huomioon ottaen ja jäljempänä tulokset on kuvailtu sanallisesti.

4.4.1 VAIHTOEHDON VE1 VÄLKEVAIKUTUKSET PUUSTON HUOMIOIDEN



Kuva 5. Varjovälkkeen muodostuminen Kuorinki-Vinsanmaan alueella puuston suojaava vaikutus huomioiden. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-m) ja niiden väketasot on esitetty taulukossa 8.

Puuston huomioiminen ei vaikuta VE1 välkemääriin havainnointipisteissä, koska mallinnuksessa ilman puustoa ei esiinny välkettä.

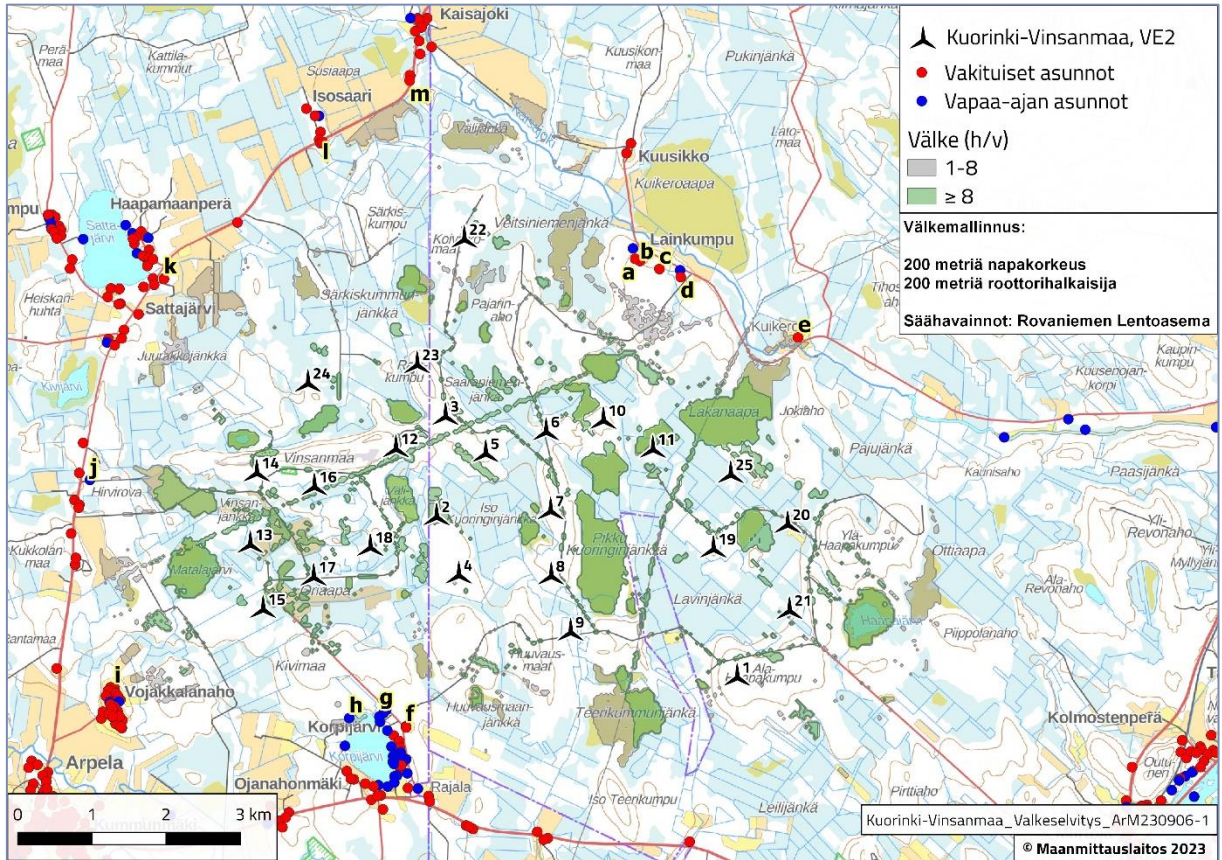
Kahdeksan tunnin vuotuisen varjovälkkeen määrä ei ylitetä. Teoreettiset maksimisuositukset ei myöskään ylitetä.

Kuorinki-Vinsanmaan väkelaskennan tulokset, kun kasvillisuus on otettu huomioon, on raportoitu 13 havainnointipisteen osalta taulukossa 8.

Taulukko 8. Varjoväkelaskennan tulokset, puuston vaikutus huomioiden, 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	Vakituinen asunto	389916	7332174	0:00	0:00	0:00	Ei
b	Vakituinen asunto	389979	7332146	0:00	0:00	0:00	Ei
c	Vakituinen asunto	390241	7332038	0:00	0:00	0:00	Ei
d	Vakituinen asunto	390528	7331930	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vakituinen asunto	392111	7331114	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vakituinen asunto	386822	7325866	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vapaa-ajan asunto	386557	7326087	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	386056	7325979	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vakituinen asunto	382889	7326386	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vapaa-ajan asunto	382559	7329191	0:00	0:00	0:00	Ei
k	Vakituinen asunto	383557	7331903	0:00	0:00	0:00	Ei
l	Vakituinen asunto	385698	7333752	0:00	0:00	0:00	Ei
m	Vakituinen asunto	386873	7334580	0:00	0:00	0:00	Ei

4.4.1 VAIHTOEHDON VE2 VÄLKEVAIKUTUKSET PUUSTON HUOMIOIDEN



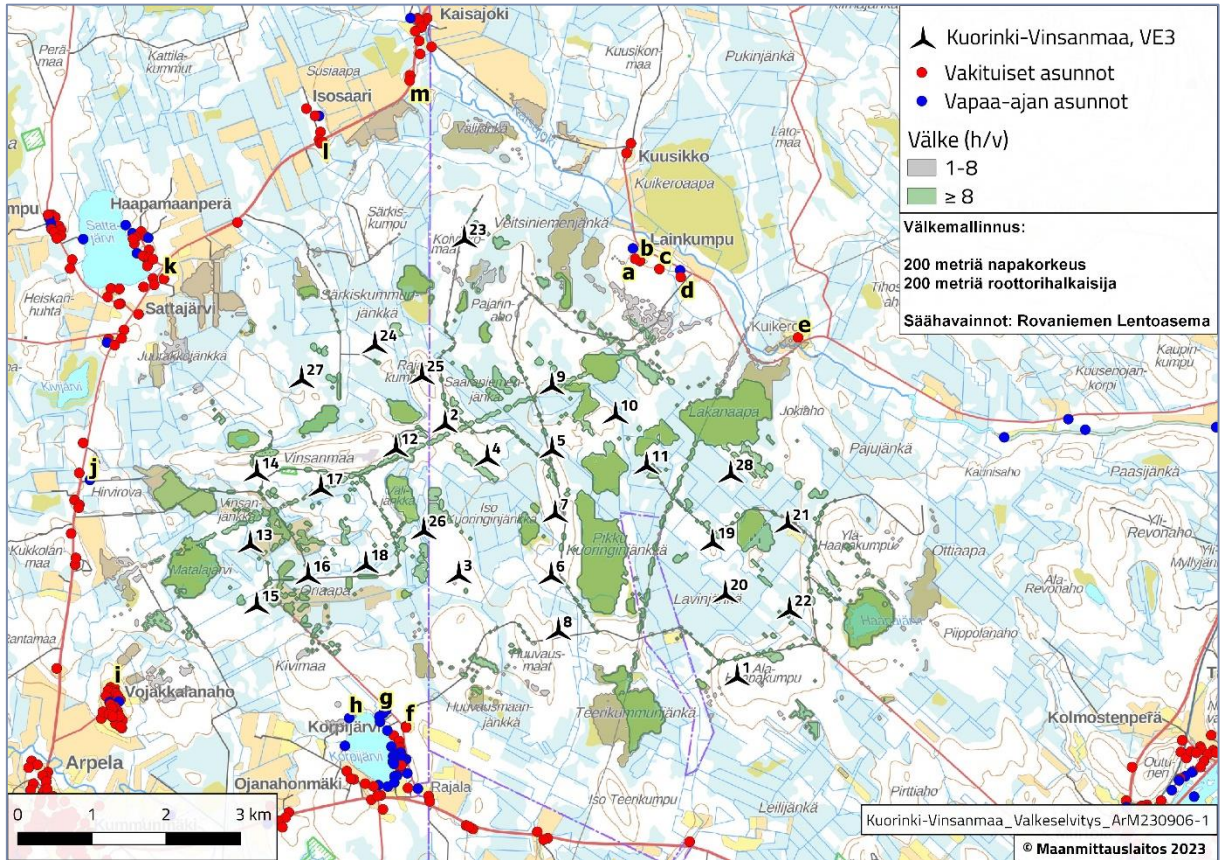
Kuva 6. Varjovälkkeen muodostuminen Kuorinki-Vinsanmaan alueella puuston suojaava vaikutus huomioiden. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-m) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 9.

Kasvillisuuden suojaava vaikutus huomioitaessa välke aika on pienempi yhdessä havainnointipisteessä. Kahdeksan tunnin vuotuisen varjovälkkeen määrä ei ylitetä. Teoreettiset maksimisuositukset ei myöskään ylitetä. Kuorinki-Vinsanmaan väkelaskennan tulokset, kun kasvillisuus on otettu huomioon, on raportoitu 13 havainnointipisteen osalta taulukossa 9.

Taulukko 9. Varjoväkelaskennan tulokset, puuston vaikutus huomioiden, 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	Vakituinen asunto	389916	7332174	0:00	0:00	0:00	Ei
b	Vakituinen asunto	389979	7332146	0:00	0:00	0:00	Ei
c	Vakituinen asunto	390241	7332038	0:00	0:00	0:00	Ei
d	Vakituinen asunto	390528	7331930	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vakituinen asunto	392111	7331114	1:12	11:59	0:24	Ei
f	Vakituinen asunto	386822	7325866	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vapaa-ajan asunto	386557	7326087	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	386056	7325979	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vakituinen asunto	382889	7326386	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vapaa-ajan asunto	382559	7329191	0:00	0:00	0:00	Ei
k	Vakituinen asunto	383557	7331903	0:00	0:00	0:00	Ei
l	Vakituinen asunto	385698	7333752	0:00	0:00	0:00	Ei
m	Vakituinen asunto	386873	7334580	0:00	0:00	0:00	Ei

4.4.2 VAIHTOEHDON VE3 VÄLKEVAIKUTUKSET PUUSTON HUOMIOIDEN



Kuva 7. Varjovälkkeen muodostuminen Kuorinki-Vinsanmaan alueella puuston suojaava vaikutus huomioiden. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-m) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 10.

Kasvillisuuden suojaava vaikutus huomioitaessa välke aika on pienempi useassa havainnointipisteessä ja näistä neljään välkettä ei kohdistu lainkaan. Kahdeksan tunnin vuotuisen varjovälkkeen määrä ei ylitetä. Teoreettiset maksimisuositukset ei myöskään ylitetä. Kuorinki-Vinsanmaan välkelaskennan tulokset, kun kasvillisuus on otettu huomioon, on raportoitu 13 havainnointipisteiden osalta taulukossa 10.

Taulukko 10. Varjoväkelaskennan tulokset, puuston vaikutus huomioiden, VE3

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	Vakituinen asunto	389916	7332174	1:15	10:50	0:24	Ei
b	Vakituinen asunto	389979	7332146	0:00	0:00	0:00	Ei
c	Vakituinen asunto	390241	7332038	0:00	0:00	0:00	Ei
d	Vakituinen asunto	390528	7331930	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vakituinen asunto	392111	7331114	1:12	11:59	0:24	Ei
f	Vakituinen asunto	386822	7325866	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vapaa-ajan asunto	386557	7326087	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	386056	7325979	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vakituinen asunto	382889	7326386	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vapaa-ajan asunto	382559	7329191	0:00	0:00	0:00	Ei
k	Vakituinen asunto	383557	7331903	0:00	0:00	0:00	Ei
l	Vakituinen asunto	385698	7333752	0:00	0:00	0:00	Ei
m	Vakituinen asunto	386873	7334580	0:00	0:00	0:00	Ei

4.5 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.

Useassa välkemallinnuksessa (luku 4.1, 4.2 ja 4.3) 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.

4.6 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 voimat kriittiseksi ajaksi. Voimat voidaan ohjelmoida pysähtymään automaattisesti vallitsevien sääolosuhteiden mukaisesti, kun välkettä muodostuisi herkälle alueelle (flicker control).

5 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 (2022). *02_Flicker_Checklist_ArM220711-1.* Internal work description.

LIITE 1: SJOITUSSUUNNITELMA

Voimaloiden sijainnit on esitetty alla olevissa taulukoissa.

Taulukko 11. Kuorinki-Vinsanmaa, voimaloiden sijaintitiedot, VE1 (26 voimalaa)

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	384759	7327661	200/200/300
2	386409	7327934	200/200/300
3	384599	7329300	200/200/300
4	385503	7329574	200/200/300
5	386685	7329654	200/200/300
6	385499	7330538	200/200/300
7	386473	7331266	200/200/300
8	385792	7328671	200/200/300
9	387496	7327855	200/200/300
10	388493	7327065	200/200/300
11	389438	7327108	200/200/300
12	388900	7328280	200/200/300
13	387663	7329435	200/200/300
14	387341	7330154	200/200/300
15	388714	7329595	200/200/300
16	389803	7328900	200/200/300
17	389717	7329936	200/200/300
18	388227	7331002	200/200/300
19	387341	7331553	200/200/300
20	387540	7332572	200/200/300
21	390994	7326538	200/200/300
22	391770	7327114	200/200/300
23	391296	7327859	200/200/300
24	390826	7328548	200/200/300
25	391560	7329145	200/200/300
26	392623	7328146	200/200/300

Taulukko 12. Kuorinki-Vinsanmaa, voimaloiden sijaintitiedot, VE2 (25 voimalaa)

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	391289	7326572	200/200/300
2	387233	7328738	200/200/300
3	387353	7330092	200/200/300
4	387534	7327951	200/200/300
5	387896	7329591	200/200/300
6	388711	7329884	200/200/300
7	388772	7328816	200/200/300
8	388780	7327938	200/200/300
9	389042	7327180	200/200/300
10	389484	7330038	200/200/300
11	390151	7329649	200/200/300
12	386685	7329654	200/200/300
13	384720	7328363	200/200/300
14	384808	7329329	200/200/300
15	384894	7327488	200/200/300
16	385585	7329142	200/200/300
17	385576	7327923	200/200/300
18	386340	7328325	200/200/300
19	390968	7328302	200/200/300
20	391969	7328633	200/200/300
21	391994	7327472	200/200/300
22	387607	7332482	200/200/300
23	386972	7330788	200/200/300
24	385499	7330538	200/200/300
25	391201	7329308	200/200/300

Taulukko 13. Kuorinki-Vinsanmaa, voimaloiden sijaintitiedot, VE3 (28 voimalaa)

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	391289	7326572	200/200/300
2	387349	7329983	200/200/300
3	387534	7327951	200/200/300
4	387918	7329530	200/200/300
5	388791	7329638	200/200/300
6	388780	7327938	200/200/300
7	388833	7328774	200/200/300
8	388877	7327188	200/200/300
9	388789	7330500	200/200/300
10	389647	7330107	200/200/300
11	390066	7329423	200/200/300
12	386685	7329654	200/200/300
13	384720	7328363	200/200/300
14	384808	7329329	200/200/300
15	384807	7327538	200/200/300
16	385500	7327938	200/200/300
17	385673	7329119	200/200/300
18	386279	7328088	200/200/300
19	390956	7328388	200/200/300
20	391129	7327688	200/200/300
21	391969	7328633	200/200/300
22	391994	7327472	200/200/300
23	387607	7332482	200/200/300
24	386401	7331052	200/200/300
25	387035	7330637	200/200/300
26	387060	7328545	200/200/300
27	385413	7330588	200/200/300
28	391201	7329308	200/200/300