



# VÄLKESELVITYS

Juoleikonkankaan Tuulipuisto

26.09.2025

## SISÄLLYSLUETTELO

1	YHTEENVETO .....	2
2	TAUSTA .....	4
3	VARJOVÄLKKEEN MUODOSTUMINEN .....	5
3.1	Ohje- ja raja-arvot.....	6
3.2	Varjovälkkeen lähtötiedot ja menetelmät.....	6
4	VÄLKEVAIKUTUKSET.....	9
4.1	Vaihtoehdon VE1 välkevaikutukset .....	9
4.2	Vaihtoehdon VE2 välkevaikutukset .....	11
4.3	Välkevaikutukset puuston suojaava vaikutus huomioiden.....	13
4.3.1	Vaihtoehdon VE1 välkevaikutukset.....	13
4.3.2	Vaihtoehdon VE2 välkevaikutukset.....	15
4.4	Yhteisvaikutusten mallinnus.....	17
4.4.1	Vaihtoehdon VE1 välkevaikutukset.....	17
4.4.2	Vaihtoehdon VE2 välkevaikutukset.....	19
4.5	Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät.....	21
4.6	Haittojen ehkäiseminen ja seuranta .....	21
5	LÄHTEET .....	22
	Liite 1: Sijoitussuunnitelmat .....	23

## VERSIOHISTORIA

Versio	Tekijä, Päivämäärä	Tarkastettu	Hyväksytty	Tiivistelmä
Ver 1	Elina Sippola, 2025-09-26	Ilmari Katajamäki 2025-09-29	Ilmari Katajamäki 2025-09-29	Juoleikonkankaan tuulivoimapuiston välkeselvitys.

# 1 YHTEENVETO

## Tehtävä:

Välkeselvitys Juoleikonkankaan tuulivoimapuiston vaikutusalueella. Selvityksessä on otettu huomioon myös viereinen suunnitteilla oleva naapuripuisto Kimpilamminkangas sekä tuotannossa oleva Konttisuo.

## Työmenetelmät:

Välkeselvitykseen on kerätty ajantasaista tietoa tuulivoimaloiden varjon välkkeen ominaispiirteistä, välkkeen ohjearvoista, paikallisista olosuhteista sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty WindPRO Ver4.1 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 ei ylitetä Juoleikonkankaan tuulivoimapuiston havainnointipisteissä kummassakaan sijoitussuunnitelmavaihtoehdossa. Vaihtoehdossa VE1 teoreettisen maksimitilanteen suositukset 30 h/v ylitetään 5 havainnointipisteessä ja 30 min/pv ylitetään 8 havainnointipisteessä. Vaihtoehdossa VE2 teoreettisen maksimitilanteen suositukset 30 h/v ylitetään 5 havainnointipisteessä ja 30 min/pv ylitetään 6 havainnointipisteessä.

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, mallinnus ilman puustoa. Taulukko kertoo kuinka monessa rakennuksessa (vakituinen tai vapaa-ajan asunto) kyseinen vertailuarvo ylitetään, kun puuston suojaava vaikutusta ei ole huomioitu.*

Vertailuarvo	VE1	VE2	VE1 ja naapuripuistot	VE2 ja naapuripuistot
> 10 h/v, todellinen tilanne	0	0	0	0
> 8 h/v, todellinen tilanne	0	0	0	0
> 30 h/v, teoreettinen maksimi	5	5	5	5
> 30 min/pv, teoreettinen maksimi	8	6	8	6

*Taulukko 2. Yhteenveto vertailuarvojen ylityksistä, mallinnus puusto huomioiden. Taulukko kertoo kuinka monessa rakennuksessa (vakituinen tai vapaa-ajan asunto) kyseinen vertailuarvo ylitetään, kun puuston suojaava vaikutus on huomioitu.*

Vertailuarvo	VE1	VE2
> 10 h/v, todellinen tilanne	0	0
> 8 h/v, todellinen tilanne	0	0
> 30 h/v, teoreettinen maksimi	0	0
> 30 min/pv, teoreettinen maksimi	3	1

## 2 TAUSTA

Tämä välkeselvitys on tehty Juoleikonkankaan tuulivoimapuistolle Ähtärin kaupungin alueella. Tässä selvityksessä on tarkistettu kaksi eri sijoitussuunnitelman vaihtoehtoa, jotka on muodostettu ympäristövaikutusten arviointimenettelyä ja kaavoitusmenettelyä varten:

- VE1: 9 voimalaa. Roottorihalkaisija 200 m ja napakorkeus 200 m. Kokonaiskorkeus on 300 m.
- VE2: 7 voimalaa. Roottorihalkaisija 200 m ja napakorkeus 200 m. Kokonaiskorkeus on 300 m.

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 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 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 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 Juoleikonkankaan 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 Seinäjoen säähavaintoja. Seinäjoen havaintoasema sijaitsee noin 90 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	Seinäjoen 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	Arvioidut lapaparametrit käytössä / 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	0,97
Helmikuu	2,54
Maaliskuu	4,68
Huhtikuu	6,30
Toukokuu	8,61
Kesäkuu	9,20
Heinäkuu	8,65
Elokuu	6,68
Syyskuu	4,67
Lokakuu	2,58
Marraskuu	1,03
Joulukuu	0,55
Keskiarvo	4,71

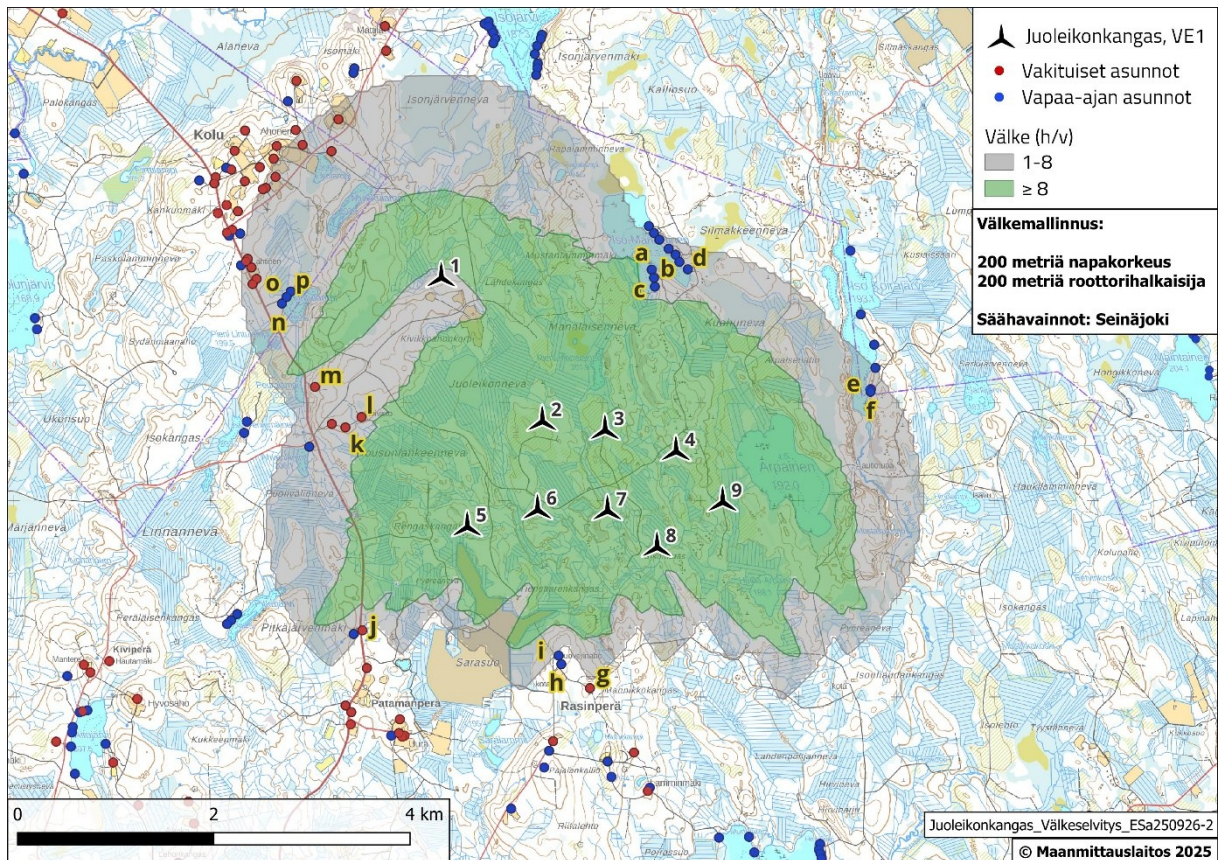
Taulukko 5. Tuulivoimaloiden toiminta-aika

Tuulensuunta	Toiminta-aika (h/v)
Pohjoinen	495
Pohjoiskoillinen	422
Itäkoillinen	415
Itä	446
Itäkaakko	494
Eteläkaakko	696
Etelä	920
Etelälounas	1078
Länsilounas	924
Länsi	814
Länsiluode	727
Pohjoisluode	641
Summa	8073

## 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 Juoleikonkankaan alueella (VE1). Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-p) 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. Teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 h/v ylitetään

viidessä havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 min/pv ylitetään kahdeksassa havainnointipisteessä.

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

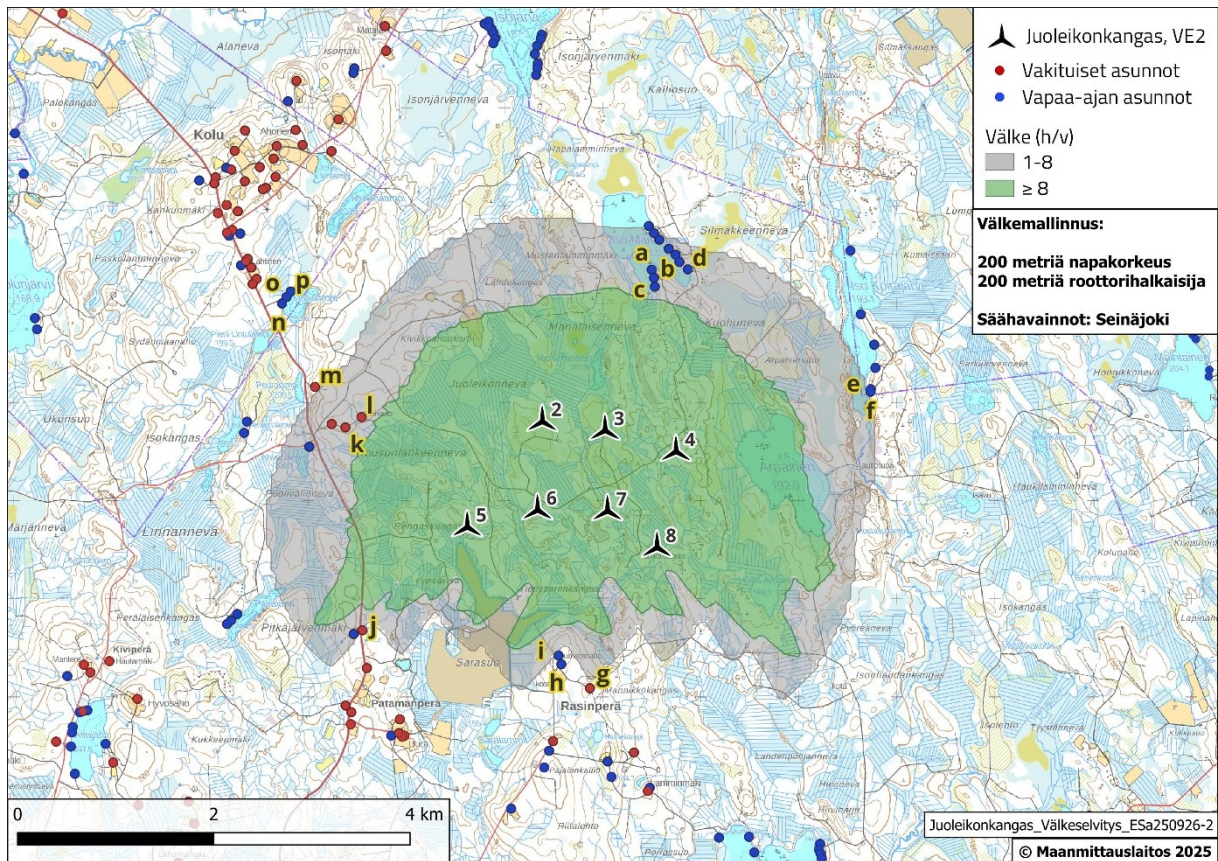
*Taulukko 6. Varjovälkelaskennan tulokset, Juoleikonkangas VE1.*

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)	Suositusarvon ylitys
a	Vakituinen asunto	363500	6956350	6:28	68:05	1:06	Osittain
b	Vakituinen asunto	363524	6956267	6:52	69:48	1:05	Osittain
c	Vakituinen asunto	363533	6956177	7:26	72:11	1:05	Osittain
d	Vakituinen asunto	363869	6956353	4:17	46:57	0:49	Osittain
e	Vakituinen asunto	365735	6955133	1:50	11:24	0:26	Ei
f	Vapaa-ajan asunto	365731	6955106	1:52	11:36	0:26	Ei
g	Vapaa-ajan asunto	362871	6952088	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	362580	6952332	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	362552	6952419	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vapaa-ajan asunto	360552	6952677	0:56	3:33	0:14	Ei
k	Vakituinen asunto	360379	6954743	4:41	24:36	0:30	Osittain
l	Vakituinen asunto	360542	6954849	6:39	36:31	0:31	Osittain
m	Vapaa-ajan asunto	360068	6955156	5:13	19:27	0:28	Ei
n	Vakituinen asunto	359733	6956005	3:47	15:51	0:29	Ei
o	Vapaa-ajan asunto	359780	6956072	3:58	16:38	0:30	Osittain
p	Vapaa-ajan asunto	359821	6956128	4:07	17:18	0:31	Osittain

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

## 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 Juoleikonkankaan alueella (VE2). Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-p) ja niiden väлкеtasot on esitetty taulukossa 7.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy vuodessa alle kahdeksan tuntia. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon väлкеestä ei ylitetä yhdessäkään havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 h/v ylitetään viidessä havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 min/pv ylitetään kuudessa havainnointipisteessä.

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

Taulukko 7. Varjovälkelaskennan tulokset, Juoleikonkangas 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)	Suositusarvon ylitys
a	Vakituinen asunto	363500	6956350	6:28	68:05	1:06	Osittain
b	Vakituinen asunto	363524	6956267	6:52	69:48	1:05	Osittain
c	Vakituinen asunto	363533	6956177	7:26	72:11	1:05	Osittain
d	Vakituinen asunto	363869	6956353	4:17	46:57	0:49	Osittain
e	Vakituinen asunto	365735	6955133	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vapaa-ajan asunto	365731	6955106	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vapaa-ajan asunto	362871	6952088	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	362580	6952332	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	362552	6952419	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vapaa-ajan asunto	360552	6952677	0:56	3:33	0:14	Ei
k	Vakituinen asunto	360379	6954743	4:41	24:36	0:30	Osittain
l	Vakituinen asunto	360542	6954849	6:39	36:31	0:31	Osittain
m	Vapaa-ajan asunto	360068	6955156	0:00	0:00	0:00	Ei
n	Vakituinen asunto	359733	6956005	0:00	0:00	0:00	Ei
o	Vapaa-ajan asunto	359780	6956072	0:00	0:00	0:00	Ei
p	Vapaa-ajan asunto	359821	6956128	0:00	0:00	0:00	Ei

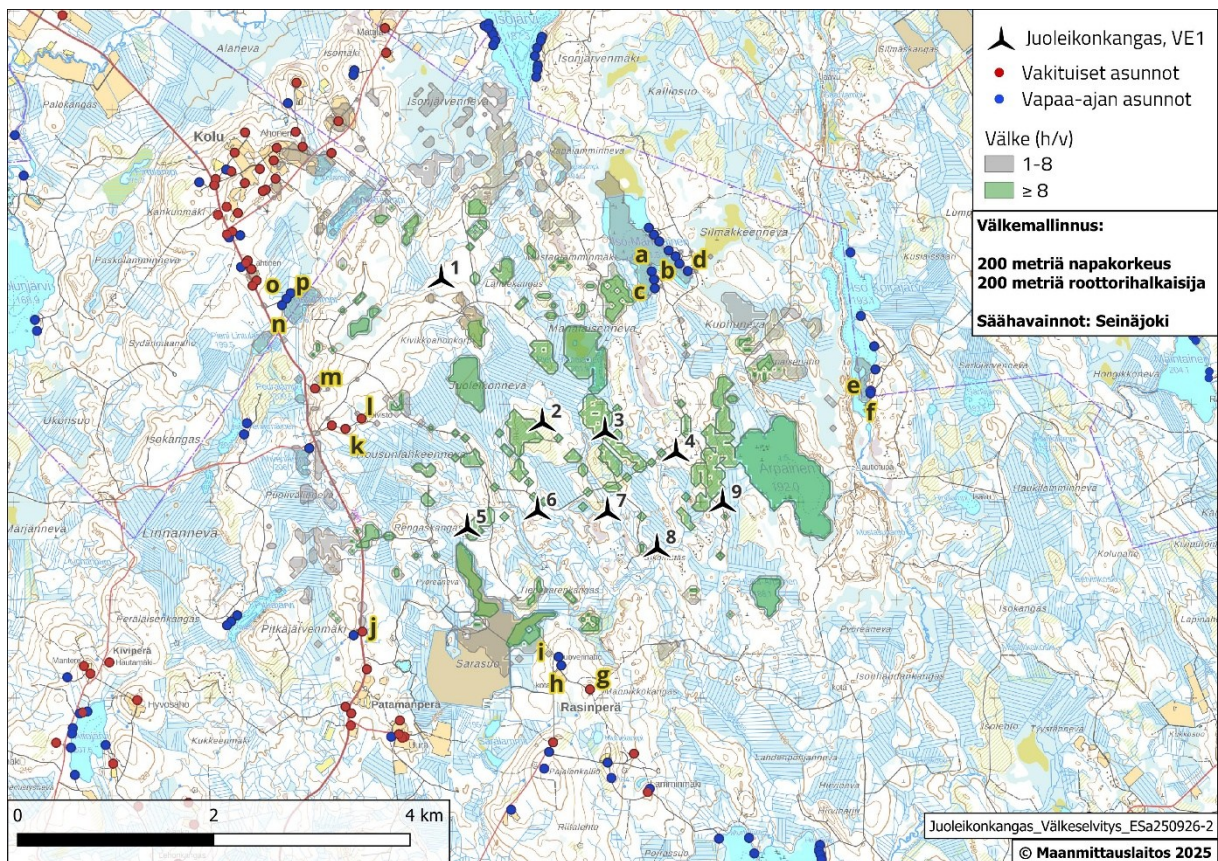
Suositusarvojen ylitys "Osittain" tarkoittaa tilannetta, jossa pelkästään teoreettisen maksimitilanteen vertailuarvoja ylitetään.

### 4.3 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 Luonnonvarakeskuksen latauspalvelusta (LUKE, 2021).

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

#### 4.3.1 VAIHTOEHDON VE1 VÄLKEVAIKUTUKSET



Kuva 4. Varjovälkkeen muodostuminen Juoleikonkankaan alueella puuston suojaava vaikutus huomioiden. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-p) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 8.

Kasvillisuuden suojaava vaikutus huomioitaessa välkeaika on pienempi useassa havainnointipisteessä ja näistä yhdeksään välkettä ei kohdistu lainkaan. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä

yhdessäkään havainnointipisteessä. Myöskään teoreettisen maksimitilanteen suositusta 30 h/v ei ylitetä yhdessäkään havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 min/pv ylitetään kolmessa havainnointipisteessä.

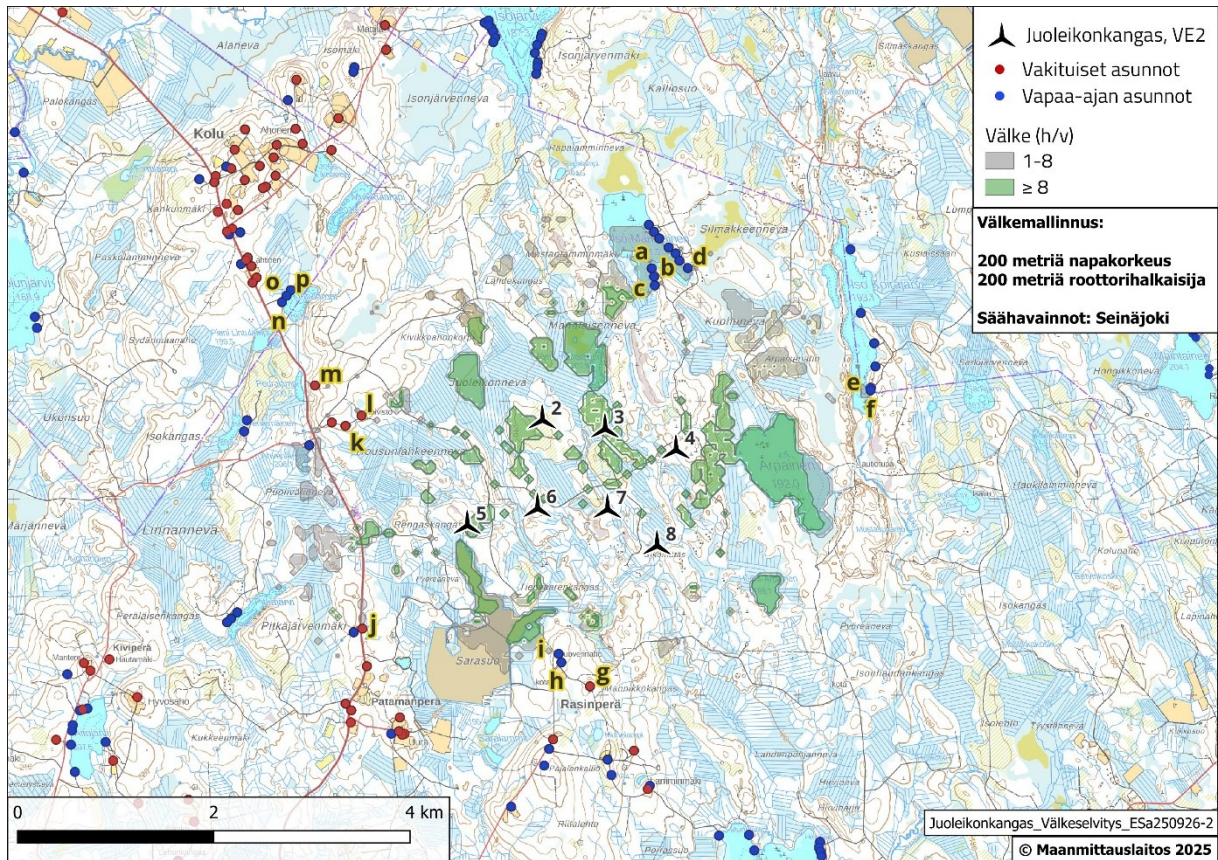
Juoleikonkankaan väkelaskennan tulokset, kun kasvillisuus on otettu huomioon, on raportoitu taulukossa 8.

*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)	Suositusarvon ylitys
a	Vakituinen asunto	363500	6956350	0:00	0:00	0:00	Ei
b	Vakituinen asunto	363524	6956267	0:00	0:00	0:00	Ei
c	Vakituinen asunto	363533	6956177	0:00	0:00	0:00	Ei
d	Vakituinen asunto	363869	6956353	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vakituinen asunto	365735	6955133	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vapaa-ajan asunto	365731	6955106	1:52	11:36	0:26	Ei
g	Vapaa-ajan asunto	362871	6952088	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	362580	6952332	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	362552	6952419	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vapaa-ajan asunto	360552	6952677	0:00	0:00	0:00	Ei
k	Vakituinen asunto	360379	6954743	4:41	24:36	0:30	Osittain
l	Vakituinen asunto	360542	6954849	0:00	0:00	0:00	Ei
m	Vapaa-ajan asunto	360068	6955156	5:13	19:27	0:28	Ei
n	Vakituinen asunto	359733	6956005	3:47	15:51	0:29	Ei
o	Vapaa-ajan asunto	359780	6956072	3:58	16:38	0:30	Osittain
p	Vapaa-ajan asunto	359821	6956128	4:07	17:18	0:31	Osittain

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

### 4.3.2 VAIHTOEHDON VE2 VÄLKEVAIKUTUKSET



Kuva 5. Varjovälkkeen muodostuminen Juoleikonkankaan alueella puuston suojaava vaikutus huomioiden. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-p) ja niiden väлкеtasot on esitetty taulukossa 9.

Kasvillisuuden suojaava vaikutus huomioitaessa väлкеaika on pienempi useassa havainnointipisteessä ja näistä seitsemään väлкеttä ei kohdistu lainkaan. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon väлкеestä ei ylitetä yhdessäkään havainnointipisteessä. Myöskään teoreettisen maksimitilanteen suositusta 30 h/v ei ylitetä yhdessäkään havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 min/pv ylitetään yhdessä havainnointipisteessä.

Juoleikonkankaan väлкеelaskennan tulokset, kun kasvillisuus on otettu huomioon, on raportoitu taulukossa 9.

Taulukko 9. Varjovälkelaskennan 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)	Suositusarvon ylitys
a	Vakituinen asunto	363500	6956350	0:00	0:00	0:00	Ei
b	Vakituinen asunto	363524	6956267	0:00	0:00	0:00	Ei
c	Vakituinen asunto	363533	6956177	0:00	0:00	0:00	Ei
d	Vakituinen asunto	363869	6956353	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vakituinen asunto	365735	6955133	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vapaa-ajan asunto	365731	6955106	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vapaa-ajan asunto	362871	6952088	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	362580	6952332	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	362552	6952419	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vapaa-ajan asunto	360552	6952677	0:00	0:00	0:00	Ei
k	Vakituinen asunto	360379	6954743	4:41	24:36	0:30	Osittain
l	Vakituinen asunto	360542	6954849	0:00	0:00	0:00	Ei
m	Vapaa-ajan asunto	360068	6955156	0:00	0:00	0:00	Ei
n	Vakituinen asunto	359733	6956005	0:00	0:00	0:00	Ei
o	Vapaa-ajan asunto	359780	6956072	0:00	0:00	0:00	Ei
p	Vapaa-ajan asunto	359821	6956128	0:00	0:00	0:00	Ei

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



osalta yhteisvaikutuksia. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä yhdenkään asunnon kohdalla Juoleikonkankaan alueella. Teoreettinen vuotuinen maksimisuositus (30 h/v) ylitetään viidessä havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 min/pv ylitetään kahdeksassa havainnointipisteessä.

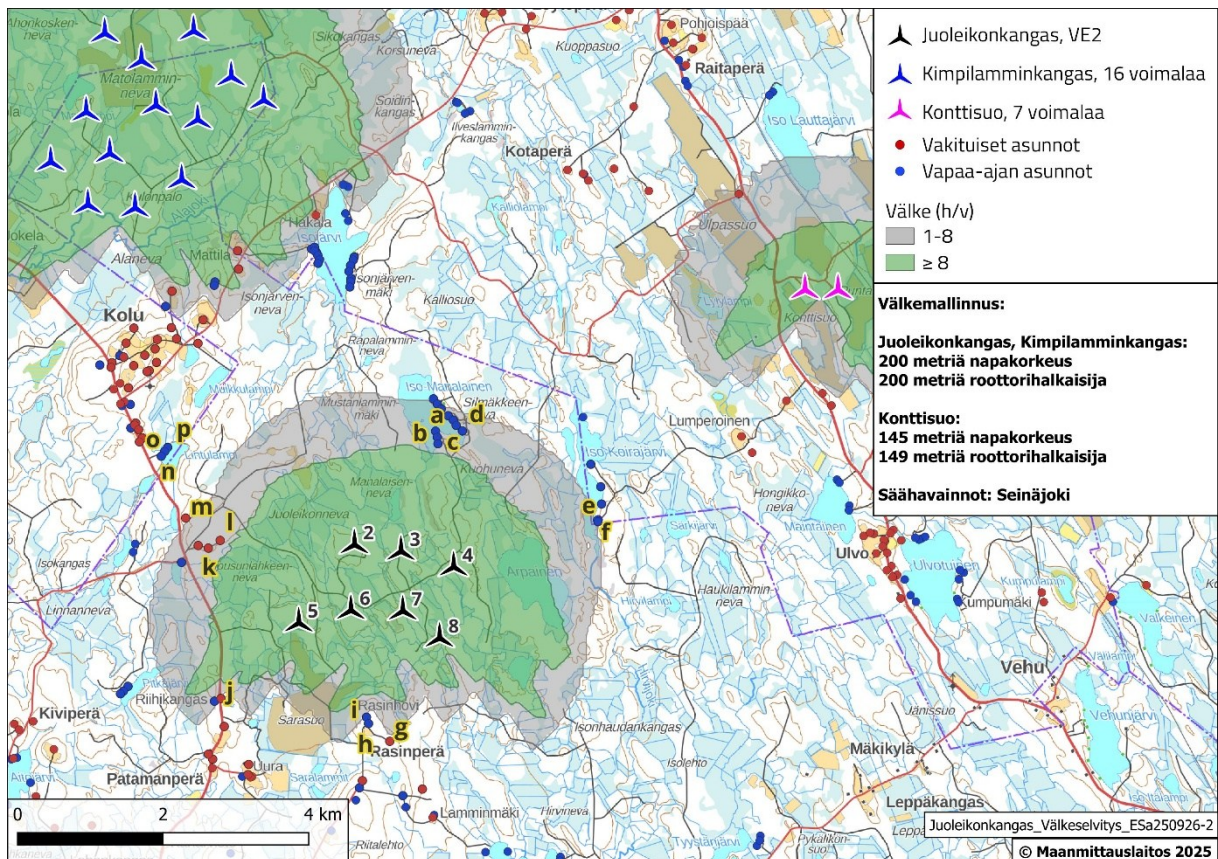
Laskennassa on tarkasteltu välkettä myös yksittäisissä havainnointipisteissä. Seuraavassa taulukossa on laskennasta saadut tulokset havainnointipisteille.

*Taulukko 10. Varjovälkelaskennan tulokset, yhteisvaikutukset, Juoleikonkangas (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)	Suositusarvon ylitys
a	Vakituinen asunto	363500	6956350	6:28	68:05	1:06	Osittain
b	Vakituinen asunto	363524	6956267	6:52	69:48	1:05	Osittain
c	Vakituinen asunto	363533	6956177	7:26	72:11	1:05	Osittain
d	Vakituinen asunto	363869	6956353	4:17	46:57	0:49	Osittain
e	Vakituinen asunto	365735	6955133	1:50	11:24	0:26	Ei
f	Vapaa-ajan asunto	365731	6955106	1:52	11:36	0:26	Ei
g	Vapaa-ajan asunto	362871	6952088	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	362580	6952332	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	362552	6952419	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vapaa-ajan asunto	360552	6952677	0:56	3:33	0:14	Ei
k	Vakituinen asunto	360379	6954743	4:41	24:36	0:30	Osittain
l	Vakituinen asunto	360542	6954849	6:39	36:31	0:31	Osittain
m	Vapaa-ajan asunto	360068	6955156	5:13	19:27	0:28	Ei
n	Vakituinen asunto	359733	6956005	3:47	15:51	0:29	Ei
o	Vapaa-ajan asunto	359780	6956072	3:58	16:38	0:30	Osittain
p	Vapaa-ajan asunto	359821	6956128	4:07	17:18	0:31	Osittain

#### 4.4.2 VAIHTOEHDON VE2 VÄLKEVAIKUTUKSET

Seuraavassa kuvassa on esitetty Juoleikonkankaan ja naapuripuistojen yhteisvaikutusten tulokset. Välkemallinnuksessa on käytetty Juoleikonkankaan 7 voimalan sijoitussuunnitelmaa (VE2). Juoleikonkankaan mallinnus on toteutettu voimalalla, jonka napakorkeus on 200 metriä ja roottorinhalkaisija 200 metriä. Myös naapuripuisto Kimpilamminkangas (16 voimalaa) on mallinnettu voimalalla, jonka napakorkeus on 200 metriä ja roottorinhalkaisija 200 metriä. Naapuripuisto Konttisuon (7 voimalaa) mallinnus on toteutettu voimalalla, jonka napakorkeus on 145 metriä ja roottorinhalkaisija 149 metriä.



Kuva 7. Juoleikonkankaan, Kimpilamminkankaan ja Konttisuon varjovälkkeen yhteisvaikutukset. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-p) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 11.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy mallinnuksen mukaan alle kahdeksan tuntia vuodessa ja harmaan viivan ulkopuolella väkettä esiintyy alle tunti vuodessa. Laskennan perusteella Juoleikonkankaan, Kimpilamminkankaan ja Konttisuon hankkeilla ei ole varjovälkkeen osalta yhteisvaikutuksia. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä yhdenkään asunnon kohdalla Juoleikonkankaan alueella.

Teoreettinen vuotuinen maksimisuositus (30 h/v) ylitetään viidessä havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 min/pv ylitetään kuudessa havainnointipisteessä.

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

*Taulukko 11. Varjovälkелaskennan tulokset, yhteisvaikutukset, Juoleikonkangas (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)	Suositusarvon ylitys
a	Vakituinen asunto	363500	6956350	6:28	68:05	1:06	Osittain
b	Vakituinen asunto	363524	6956267	6:52	69:48	1:05	Osittain
c	Vakituinen asunto	363533	6956177	7:26	72:11	1:05	Osittain
d	Vakituinen asunto	363869	6956353	4:17	46:57	0:49	Osittain
e	Vakituinen asunto	365735	6955133	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vapaa-ajan asunto	365731	6955106	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vapaa-ajan asunto	362871	6952088	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	362580	6952332	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	362552	6952419	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vapaa-ajan asunto	360552	6952677	0:56	3:33	0:14	Ei
k	Vakituinen asunto	360379	6954743	4:41	24:36	0:30	Osittain
l	Vakituinen asunto	360542	6954849	6:39	36:31	0:31	Osittain
m	Vapaa-ajan asunto	360068	6955156	0:00	0:00	0:00	Ei
n	Vakituinen asunto	359733	6956005	0:00	0:00	0:00	Ei
o	Vapaa-ajan asunto	359780	6956072	0:00	0:00	0:00	Ei
p	Vapaa-ajan asunto	359821	6956128	0:00	0:00	0:00	Ei

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

## 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 voimat pyörivät ja tuottavat sähköä, vaikuttaa merkittävästi välkkeen syntymiseen. Käyttöasteen pienentyessä saattaa välke yksittäisessä pisteessä vähentyä. Myös epävarmuus oletetuissa tuulensunnissa voi vaikuttaa laskentatulokseen.

## 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 rottoreita, 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 Oy (2022). *02\_Flicker\_Checklist\_ArM220711-1*. Internal work description.

## LIITE 1: SJOITUSSUUNNITELMAT

Voimaloiden sijainnit on esitetty alla olevissa taulukoissa.

*Taulukko 12. Juoleikonkankaan voimaloiden sijaintitiedot, VE1 (9 voimalaa).*

Voimala	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	361354	6956306	200 / 200 / 300
2	362384	6954843	200 / 200 / 300
3	363023	6954752	200 / 200 / 300
4	363746	6954537	200 / 200 / 300
5	361619	6953768	200 / 200 / 300
6	362335	6953941	200 / 200 / 300
7	362963	6953941	200 / 200 / 300
8	363473	6953660	200 / 200 / 300
9	364222	6954021	200 / 200 / 300

*Taulukko 13. Juoleikonkankaan voimaloiden sijaintitiedot, VE2 (7 voimalaa).*

Voimala	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
2	362384	6954843	200 / 200 / 300
3	363023	6954752	200 / 200 / 300
4	363746	6954537	200 / 200 / 300
5	361619	6953768	200 / 200 / 300
6	362335	6953941	200 / 200 / 300
7	362963	6953941	200 / 200 / 300
8	363473	6953660	200 / 200 / 300

*Taulukko 14. Kimpilamminkankaan voimaloiden sijaintitiedot, 16 voimalaa.*

Voimala	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	358211	6960103	200 / 200 / 300
2	358722	6959514	200 / 200 / 300
3	358699	6960788	200 / 200 / 300
4	359022	6960218	200 / 200 / 300
5	359370	6959470	200 / 200 / 300
6	359657	6960879	200 / 200 / 300
7	360010	6959858	200 / 200 / 300
8	360230	6960684	200 / 200 / 300

9	360691	6961272	200 / 200 / 300
10	361136	6960952	200 / 200 / 300
11	359458	6961494	200 / 200 / 300
12	358954	6961869	200 / 200 / 300
13	359131	6963633	200 / 200 / 300
14	359087	6962883	200 / 200 / 300
15	359560	6962296	200 / 200 / 300
16	360174	6961901	200 / 200 / 300

*Taulukko 15. Konttisuon voimaloiden sijaintitiedot, 7 voimalaa.*

Voimala	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	368575	6958287	145 / 149 / 220
2	369029	6958286	145 / 149 / 220
3	370268	6958132	145 / 149 / 220
4	370781	6958170	145 / 149 / 220
5	371321	6958153	145 / 149 / 220
6	371587	6957652	145 / 149 / 220
7	371359	6956711	145 / 149 / 220