



ETHA WIND



## VÄLKESELVITYS

Ponteman Tuulipuisto, 10.01.2023

# SISÄLLYSLUETTELO

1	YHTEENVETO .....	3
2	TAUSTA.....	4
3	VARJOVÄLKKEEN MUODOSTUMINEN .....	4
3.1	Ohje- ja raja-arvot.....	5
3.2	Varjovälkkeen lähtötiedot ja menetelmät .....	5
4	VÄLKEVAIKUTUKSET .....	8
4.1	Vaihtoehdon VE1 välkevaikutukset .....	8
4.2	Vaihtoehdon VE2 välkevaikutukset .....	9
4.3	Vaihtoehdon VE3 välkevaikutukset .....	12
4.4	Välkevaikutukset puuston suojaava vaikutus huomioiden .....	13
4.4.1	VAIHTOEHDON VE1 VÄLKEVAIKUTUKSET .....	14
4.4.2	VAIHTOEHDON VE2 VÄLKEVAIKUTUKSET .....	15
4.4.3	VAIHTOEHDON VE3 VÄLKEVAIKUTUKSET .....	17
4.5	Ponteman, Maaselän ja Pahkavaaran yhteisvaikutukset.....	18
4.5.1	VAIHTOEHDON VE1 VÄLKEVAIKUTUKSET .....	18
4.5.2	VAIHTOEHDON VE2 VÄLKEVAIKUTUKSET .....	20
4.5.3	VAIHTOEHDON VE3 VÄLKEVAIKUTUKSET .....	22
4.6	Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät .....	24
4.7	Haittojen ehkäiseminen ja seuranta .....	25
5	LÄHTEET .....	26
	Liite 1: Sijoitussuunnitelma .....	27

## VERSIOHISTORIA

Versio, Päivämäärä	Tekijä,	Tarkastettu	Hyväksytty	Tiivistelmä
Ver 1	Arina Makarova, 2021-07-05	Christian Granlund	Christian Granlund	Ponteman tuulivoimapuiston välkeselvitys.
Rev 1	Arina Makarova, 2021-09-01	Christian Granlund	Christian Granlund	Muotoilupäivitys.
Ver 2	Arina Makarova, 2021-12-02	Christian Granlund	Christian Granlund	Välkeselvitys, päivitetty sijoitussuunnitelma (VE1/VE2/VE3).
Ver3	Arina Makarova, 2023-01-10	Christian Granlund	Christian Granlund	Välkeselvitys, päivitetty sijoitussuunnitelma (VE3).

# 1 YHTEENVETO

## Tehtävä:

Välkeselvitys Ponteman tuulivoimapuiston vaikutusalueella.

## Työmenetelmät:

Välkeselvitykseen on kerätty ajantasaista tietoa tuulivoimaloiden varjon välkkeen ominaispiirteistä, välkkeen ohjearvoista, paikallisista olosuhteista sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty WindPRO Ver3.5 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 yhdessäkään Ponteman tuulivoimapuiston havainnointipisteessä vaihtoehtoissa VE1 (51 voimalaa), VE2 (45 voimalaa) ja VE3 (35 voimalaa). Vaihtoehtoissa VE1, VE2 ja VE3 teoreettisen maksimitilanteen suositukset 30 h/v ja 30 min/pv ylittyvät 2–3 havainnointipisteessä.

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	2	2	3
> 30 min/pv, teoreettinen maksimi	3	3	3

## 2 TAUSTA

Tämä välkeselvitys on tehty Ponteman tuulivoimapuistolle Utajärven kunnan alueella. Tässä selvityksessä on tarkistettu kolme eri sijoitussuunnitelman vaihtoehtoa, jotka on muodostettu ympäristövaikutusten arviointimenettelyä ja kaavoitusmenettelyä varten:

- VE1: 51 voimalaa. Roottorihalkaisija 200 m ja napakorkeus 200 m. Kokonaiskorkeus on 300 m.
- VE2: 45 voimalaa. Roottorihalkaisija 200 m ja napakorkeus 200 m. Kokonaiskorkeus on 300 m.
- VE3: 35 voimalaa. Roottorihalkaisija 200 m ja napakorkeus 200 m. Kokonaiskorkeus on 300 m.

Välkeselvitys on tehty WindPRO 3.5 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 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. 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 Ponteman 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 kahden metrin korkeusmallia ja säähavaintotietoina käytettiin Rovaniemen säähavaintoja. Rovaniemen havaintoasema sijaitsee noin 190 kilometrin päässä suunnitellusta tuulivoimapuistoalueesta. Laskelmissa oletetaan, että tuulivoimaloiden roottorit pyörivät vain tuulennopeuden ollessa sopiva. Varjovälkettä tarkasteltiin 2 metrin korkeudelta eli suunnilleen ihmisen havainnointikorkeudelta. Mallinuksissa käytetyt auringonpaisteajat sekä tuulivoimaloiden toiminta-aika on esitetty alla olevissa taulukoissa.

#### *Taulukko 2. Mallinuksessa käytetyt asetukset*

Asetus	Kuvaus
<b>Auringonpaisteajat</b>	Rovaniemen sääaseman havainnot, Ilmatieteen laitos (taulukko 3)
<b>Toiminta-aika</b>	EMD WRF Europe+ datan perusteella (taulukko 4)
<b>Asuntojen asetus</b>	Kasvihuone-asetus
<b>Mallinnus</b>	Välkemallinnus vakiintuneen menetelmän mukaisesti (LAI 2002)
<b>Lapaparametrit</b>	Voimalavalmistajien lapaparametrejä käytössä

<b>Vertailuarvot</b>	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
<b>Keskiarvo</b>	<b>4.57</b>

*Taulukko 4. Tuulivoimaloiden toiminta-aika*

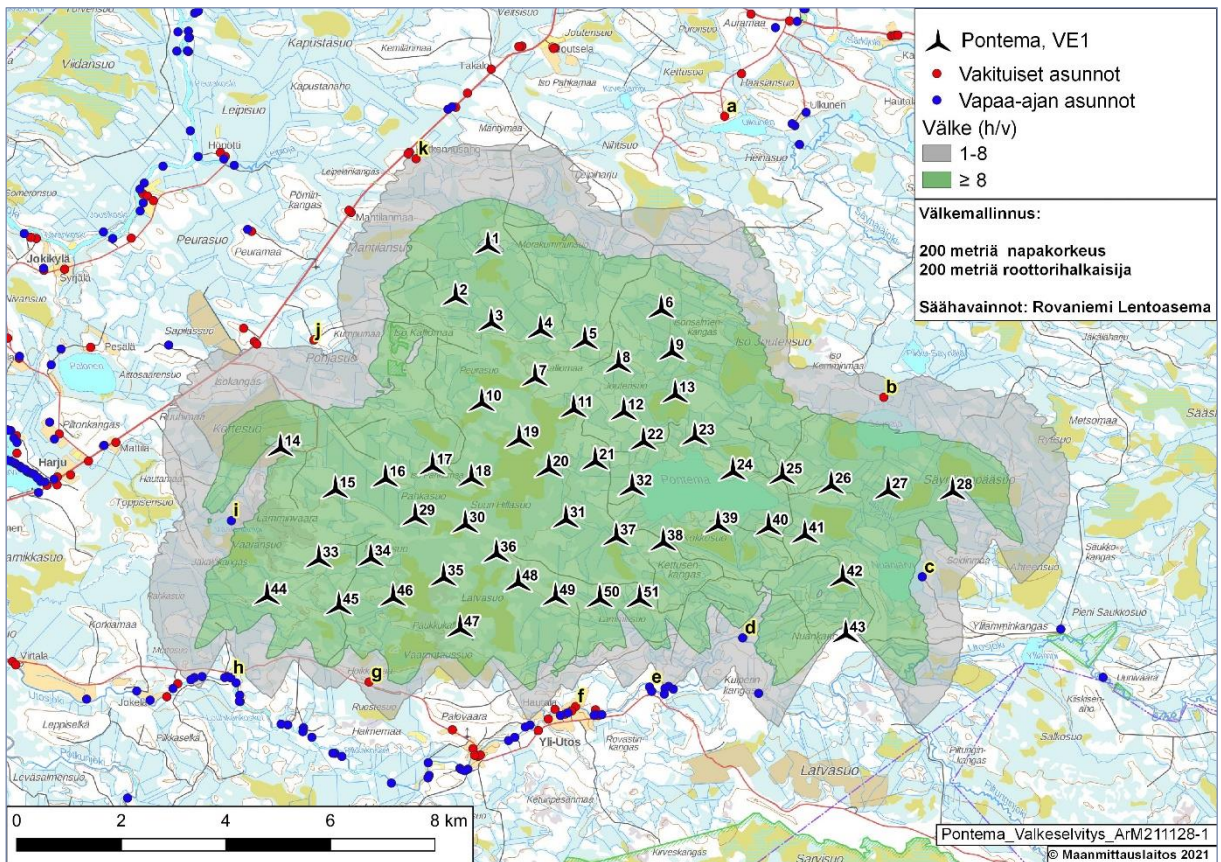
Tuulensuunta	Toiminta-aika (h/v)
Pohjoinen	509
Pohjoiskoillinen	453
Itäkoillinen	424
Itä	472
Itäkaakko	529
Eteläkaakko	744
Etelä	1017
Etelälounas	1056
Länsilounas	942
Länsi	790
Länsiluode	549
Pohjoisluode	475
<b>Summa</b>	<b>7960</b>



## 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 Ponteman alueella. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-k) 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. Teoreettisen maksimitilanteen vuotuinen 30 h/v ylitetään kahdessa havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 minuuttia päivässä ylitetään kolmessa havainnointipisteessä.

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

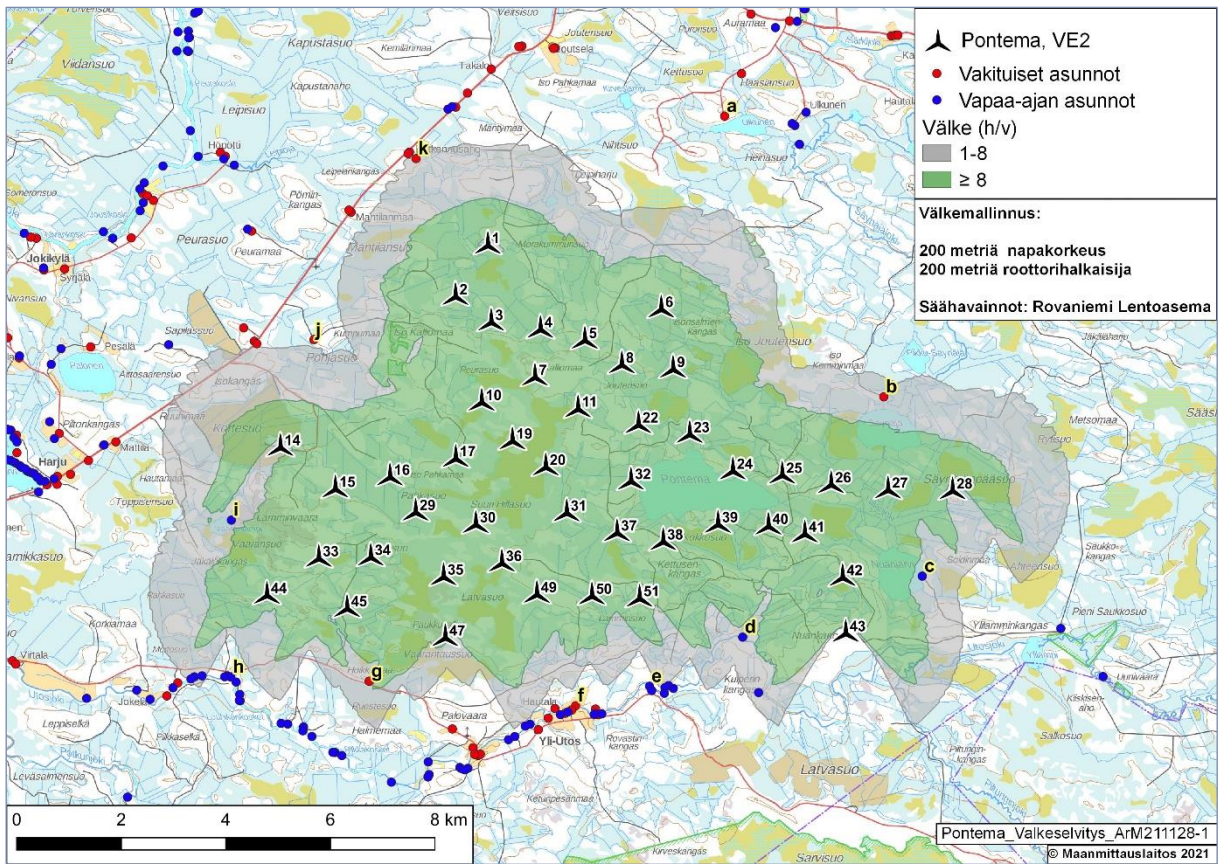
*Taulukko 5. Varjovälkelaskennan tulokset, Pontema VE1*

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	501272	7200559	0:00	0:00	0:00	Ei
b	Vakituinen asunto	504317	7195186	3:45	42:37	1:03	Osittain
c	Vapaa-ajan asunto	505053	7191755	6:03	27:55	0:31	Osittain
d	Vapaa-ajan asunto	501617	7190587	4:55	20:04	0:23	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	499835	7189647	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vakituinen asunto	498421	7189275	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vakituinen asunto	494471	7189743	3:25	14:41	0:24	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	491826	7189824	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	491836	7192827	6:36	41:04	0:32	Osittain
j	Vakituinen asunto	493420	7196286	0:52	13:14	0:24	Ei
k	Vakituinen asunto	495369	7199746	1:06	9:36	0:23	Ei

*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 Ponteman alueella. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-k) 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 vuotuinen välkemäärä 30 h/v ylitetään kahdessa havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 minuuttia päivässä ylitetään kolmessa havainnointipisteessä.

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

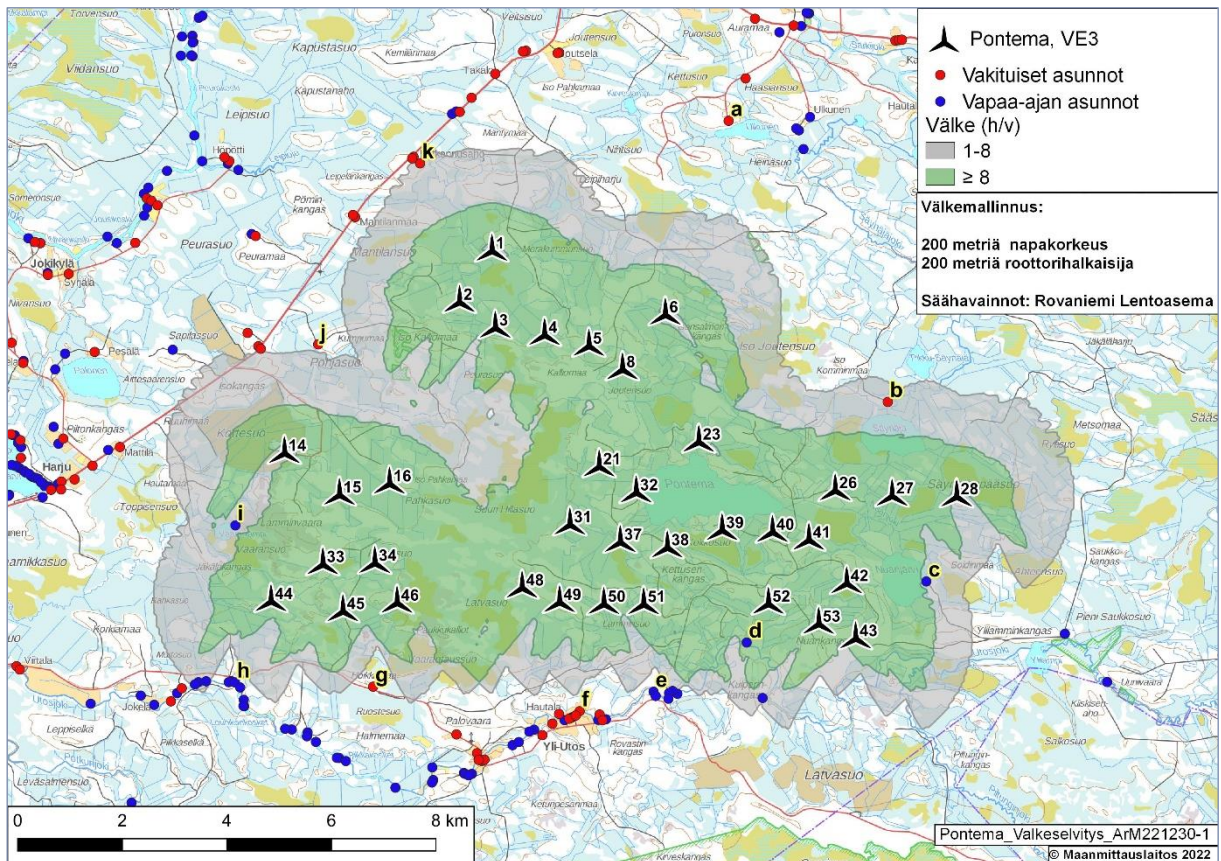
Taulukko 6. Varjovälkelaskennan tulokset, Pontema VE2

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	501272	7200559	0:00	0:00	0:00	Ei
b	Vakituinen asunto	504317	7195186	3:45	42:37	1:03	Osittain
c	Vapaa-ajan asunto	505053	7191755	6:03	27:55	0:31	Osittain
d	Vapaa-ajan asunto	501617	7190587	4:55	20:04	0:23	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	499835	7189647	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vakituinen asunto	498421	7189275	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vakituinen asunto	494471	7189743	5:46	24:22	0:29	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	491826	7189824	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	491836	7192827	6:36	41:04	0:32	Osittain
j	Vakituinen asunto	493420	7196286	0:52	13:14	0:24	Ei
k	Vakituinen asunto	495369	7199746	1:06	9:36	0:23	Ei

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

### 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 Ponteman alueella. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-k) 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 ei ylitetä yhdessäkään havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen mallinnuksessa suositukset (30 h/v ja 30 min/pv) ylitetään kolmessa havainnointipisteessä.

Vapaa-ajan asunnon d käyttötarkoitus tullaan muuttamaan vapaa-ajan asunnosta tyyppiin "muu rakennus", joten ylitystä ei huomioida tässä raportissa.

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

Taulukko 7. Varjovälkelaskennan tulokset, Pontema 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)	Suositusarvon ylitys
a	Vakituinen asunto	501272	7200559	0:00	0:00	0:00	Ei
b	Vakituinen asunto	504317	7195186	3:45	42:34	1:03	Osittain
c	Vapaa-ajan asunto	505053	7191755	7:38	36:29	0:31	Osittain
d*	Vapaa-ajan asunto	501617	7190587	9:38	42:13	0:56	Ei*
e	Vapaa-ajan asunto	499835	7189647	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vakituinen asunto	498421	7189275	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vakituinen asunto	494471	7189743	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	491826	7189824	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	491836	7192827	6:36	41:01	0:32	Osittain
j	Vakituinen asunto	493420	7196286	0:50	12:54	0:24	Ei
k	Vakituinen asunto	495369	7199746	1:06	9:34	0:23	Ei

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

\* Vapaa-ajan asunnon d käyttötarkoitus tullaan muuttamaan vapaa-ajan asunnosta tyyppiin "muu rakennus", joten ylitystä ei huomioida tässä raportissa.

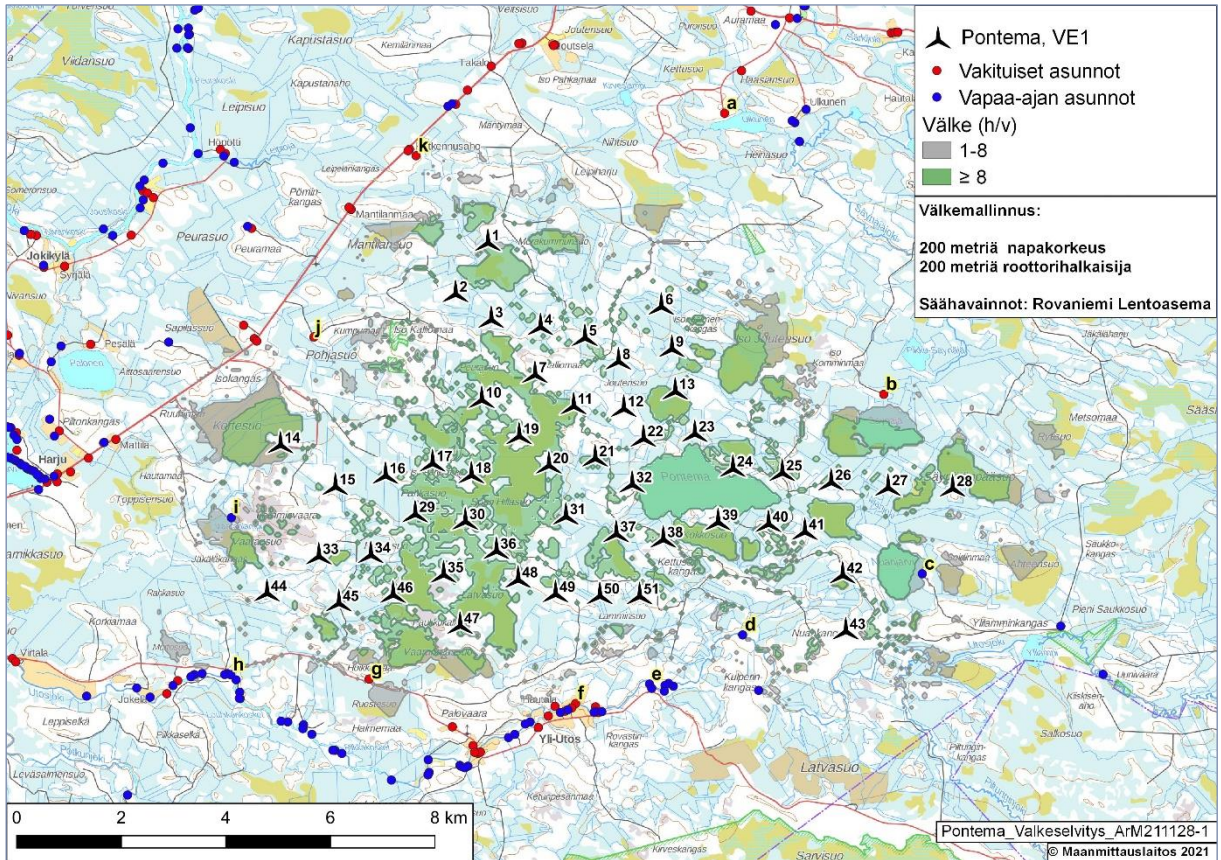
#### 4.4 VÄLKEVAIKUTUKSET PUUSTON SUOJAAVA VAIKUTUS HUOMIOIDEN

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, 2019).

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

#### 4.4.1 VAIHTOEHDON VE1 VÄLKEVAIKUTUKSET



Kuva 5. Varjovälkkeen muodostuminen Ponteman alueella puuston suojaava vaikutus huomioiden. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-k) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 8.

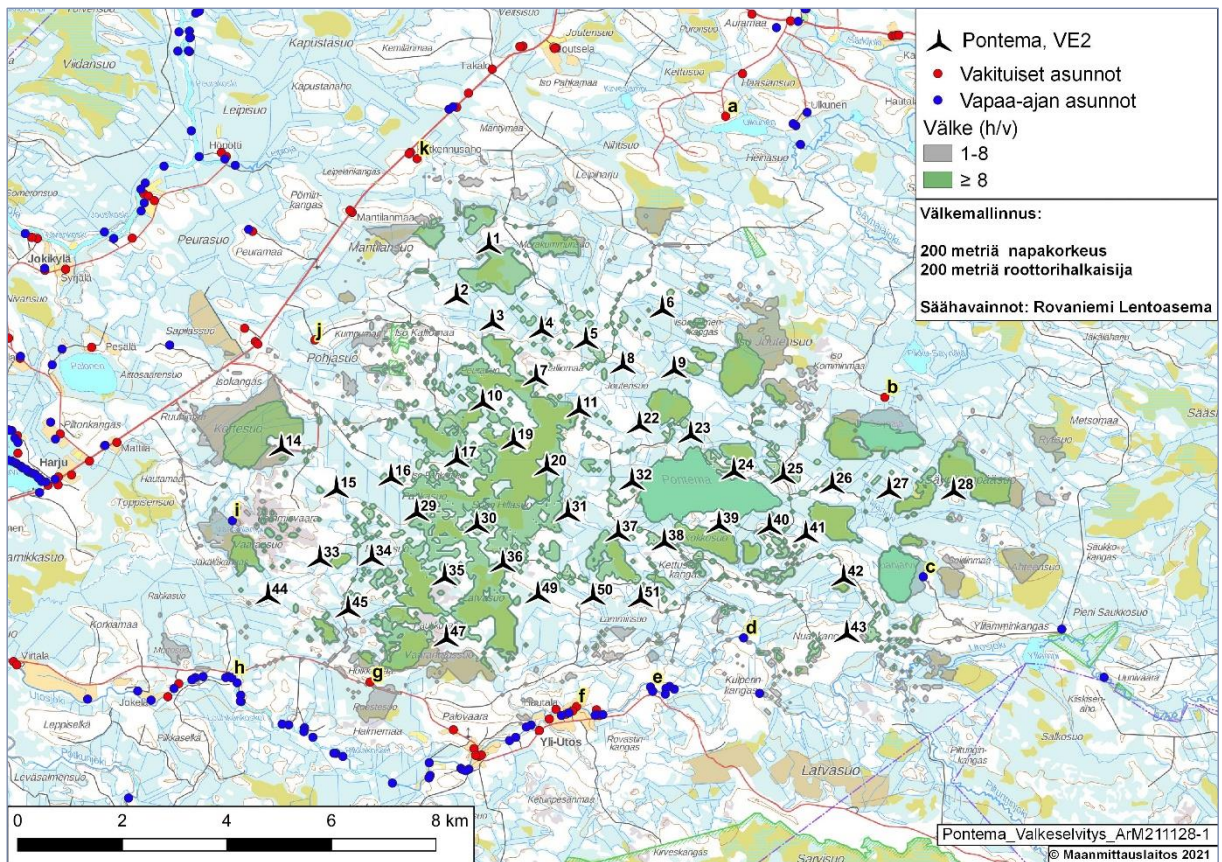
Kasvillisuuden suojaava vaikutus huomioitaessa välke aika on pienempi useassa havainnointipisteessä ja näistä kymmeneen välkettä ei kohdistu lainkaan. 8 tunnin vuotuisen varjovälkkeen määrä ei ylitetä. Teoreettiset maksimisuositukset ei myöskään ylitetä. Ponteman välkelaskennan tulokset, kun kasvillisuus on otettu huomioon, on raportoitu 11 havainnointipisteen osalta taulukossa 8.

Taulukko 8. Varjovälkelaskennan tulokset, puuston vaikutus huomioiden

Havainnointi piste	Asunnon luokka	Itäinen koord. (ETRS TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS TM35FIN)	Viikkumisen määrä (todellinen tilanne, h/v)	Viikkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/v)	Viikkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/pv)	Suositusarvon ylitys
a	Vakituinen asunto	501272	7200559	0:00	0:00	0:00	Ei

b	Vakituinen asunto	504317	7195186	0:00	0:00	0:00	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	505053	7191755	1:40	11:38	0:26	Ei
d	Vapaa-ajan asunto	501617	7190587	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	499835	7189647	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vakituinen asunto	498421	7189275	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vakituinen asunto	494471	7189743	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	491826	7189824	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	491836	7192827	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vakituinen asunto	493420	7196286	0:00	0:00	0:00	Ei
k	Vakituinen asunto	495369	7199746	0:00	0:00	0:00	Ei

#### 4.4.2 VAIHTOEHDON VE2 VÄLKEVAIKUTUKSET



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

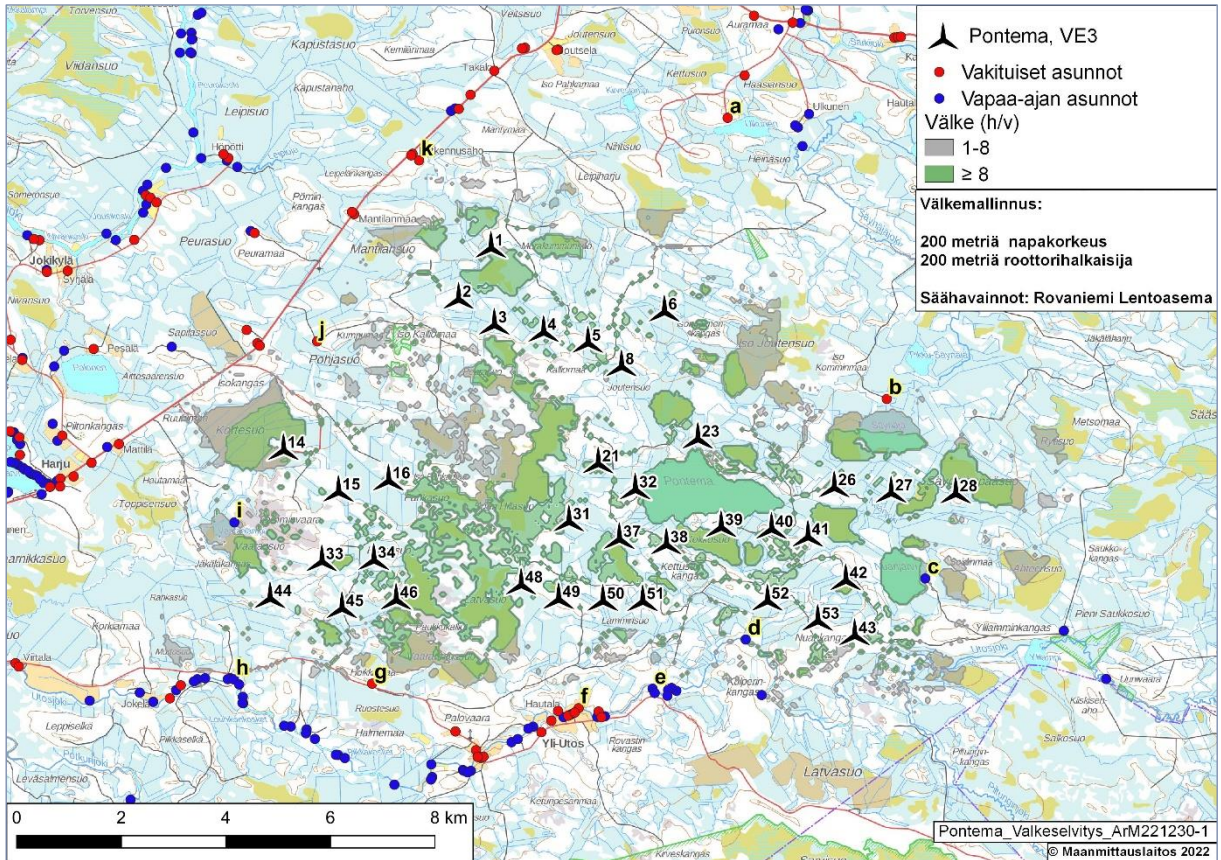


Kasvillisuuden suojaava vaikutus huomioitaessa välke aika on pienempi useassa havainnointipisteessä ja näistä kymmeneen välkettä ei kohdistu lainkaan. Kahdeksan tunnin vuotuisen varjovälkkeen määrä ei ylitetä. Teoreettiset maksimisuositukset ei myöskään ylitetä. Ponteman välkelaskennan tulokset, kun kasvillisuus on otettu huomioon, on raportoitu 11 havainnointipisteen osalta taulukossa 9.

*Taulukko 9. Varjovälkelaskennan tulokset, puuston vaikutus huomioiden*

Havainnointi piste	Asunnon luokka	Itäinen koord. (ETRS TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS TM35FIN)	Vilkkumisen määrä (todellinen tilanne, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/pv)	Suositusarvon ylitys
a	Vakituinen asunto	501272	7200559	0:00	0:00	0:00	Ei
b	Vakituinen asunto	504317	7195186	0:00	0:00	0:00	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	505053	7191755	1:40	11:38	0:26	Ei
d	Vapaa-ajan asunto	501617	7190587	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	499835	7189647	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vakituinen asunto	498421	7189275	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vakituinen asunto	494471	7189743	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	491826	7189824	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	491836	7192827	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vakituinen asunto	493420	7196286	0:00	0:00	0:00	Ei
k	Vakituinen asunto	495369	7199746	0:00	0:00	0:00	Ei

### 4.4.3 VAIHTOEHDON VE3 VÄLKEVAIKUTUKSET



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

Kasvillisuuden suojaava vaikutus huomioitaessa välke aika on pienempi useassa havainnointipisteessä ja näistä kymmeneen välkettä ei kohdistu lainkaan. Kahdeksan tunnin vuotuisen varjovälkkeen määrä ei ylitetä. Teoreettiset maksimisuositukset ei myöskään ylitetä. Ponteman välkelaskennan tulokset, kun kasvillisuus on otettu huomioon, on raportoitu 11 havainnointipisteen osalta taulukossa 10.

Taulukko 10. Varjovälkelaskennan tulokset, puuston vaikutus huomioiden

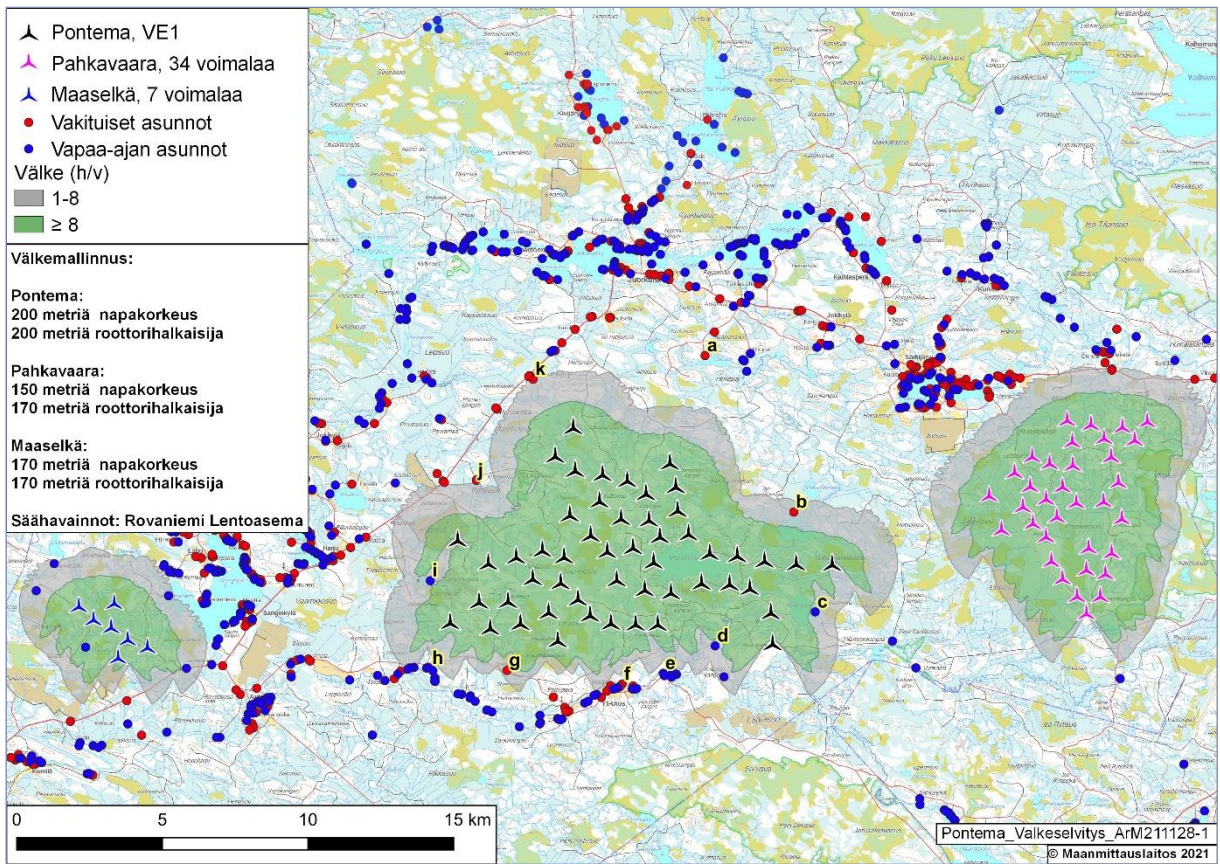
Havainnointi piste	Asunnon luokka	Itäinen koord. (ETRS TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS TM35FIN)	Viikkumisen määrä (todellinen tilanne, h/v)	Viikkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/v)	Viikkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/pv)	Suositusarvon ylitys
a	Vakituinen asunto	501272	7200559	0:00	0:00	0:00	Ei
b	Vakituinen asunto	504317	7195186	0:00	0:00	0:00	Ei

c	Vapaa-ajan asunto	505053	7191755	1:52	13:15	0:28	Ei
d	Vapaa-ajan asunto	501617	7190587	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	499835	7189647	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vakituinen asunto	498421	7189275	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vakituinen asunto	494471	7189743	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	491826	7189824	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	491836	7192827	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vakituinen asunto	493420	7196286	0:00	0:00	0:00	Ei
k	Vakituinen asunto	495369	7199746	0:00	0:00	0:00	Ei

## 4.5 PONTEMAN, MAASELÄN JA PAHKAVAARAN YHTEISVAIKUTUKSET

### 4.5.1 VAIHTOEHDON VE1 VÄLKEVAIKUTUKSET

Seuraavassa kuvassa on esitetty Ponteman, Pahkavaaran ja Maaselän välkemallinnuksien yhteisvaikutusten tulokset. Välkemallinnuksessa on käytetty Ponteman 51 voimalan sijoitussuunnitelmaa (VE1). Ponteman mallinnus on toteutettu voimalalla, jonka napakorkeus on 200 metriä ja roottorinhalkaisija 200 metriä. Pahkavaaran mallinnus on toteutettu SG 6.2-170 voimalalla, jonka napakorkeus on 150 metriä ja roottorinhalkaisija 170 metriä. Maaselän mallinnus on toteutettu SG 6.2-170 voimalalla, jonka napakorkeus on 170 metriä ja roottorinhalkaisija 170 metriä.



Kuva 8. Ponteman (VE1), Maaselän ja Pahkavaaran varjovälkkeen yhteisvaikutukset. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-k) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 11.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy mallinnuksen mukaan alle kahdeksan tuntia vuodessa ja harmaan viivan ulkopuolella välkettä esiintyy alle tunti vuodessa. Laskennan perusteella Ponteman, Pahkavaaran ja Maaselän hankkeilla ei ole varjovälkkeen osalta yhteisvaikutuksia. Yhteisvaikutusten laskentatuloksista (taulukko 11) on havaittavissa, että varjovälkkeen määrä ei lisääny yhdessäkään havainnointipisteessä.

Ponteman, Pahkavaaran ja Maaselän välkelaskennan tulokset on raportoitu 11 havainnointipisteen osalta taulukossa 11.

Taulukko 11. Varjovälkelaskennan tulokset, yhteisvaikutukset

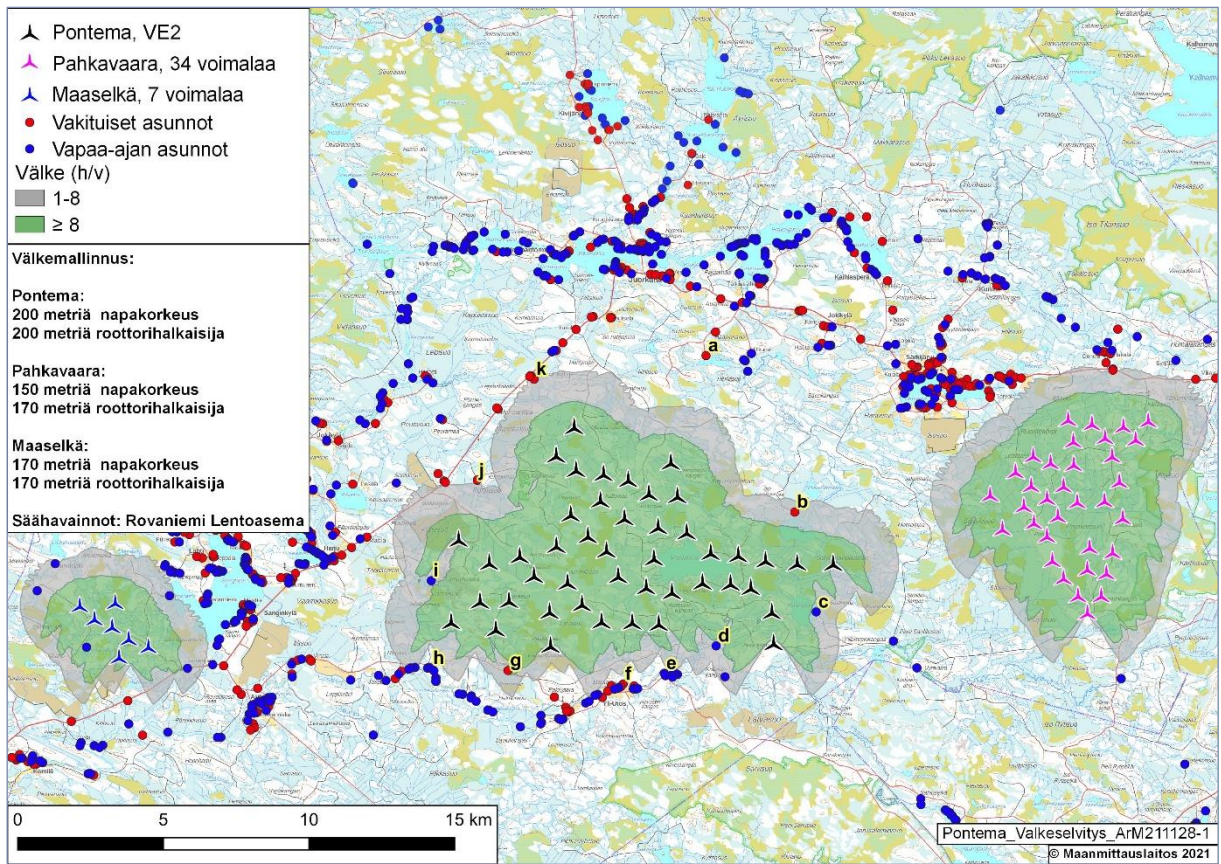
Havainnointi piste	Asunnon luokka	Itäinen koord. (ETRS TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS TM35FIN)	Vilkkumisen määrä (todellinen tilanne, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/pv)	Suositusarvon ylitys
a	Vakituinen asunto	501272	7200559	0:00	0:00	0:00	Ei

b	Vakituinen asunto	504317	7195186	3:45	42:37	1:03	Osittain
c	Vapaa-ajan asunto	505053	7191755	6:03	27:55	0:31	Osittain
d	Vapaa-ajan asunto	501617	7190587	4:55	20:04	0:23	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	499835	7189647	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vakituinen asunto	498421	7189275	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vakituinen asunto	494471	7189743	3:25	14:41	0:24	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	491826	7189824	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	491836	7192827	6:36	41:04	0:32	Osittain
j	Vakituinen asunto	493420	7196286	0:52	13:14	0:24	Ei
k	Vakituinen asunto	495369	7199746	1:06	9:36	0:23	Ei

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

#### 4.5.2 VAIHTOEHDON VE2 VÄLKEVAIKUTUKSET

Seuraavassa kuvassa on esitetty Ponteman, Pahkavaaran ja Maaselän välkemallinnuksien yhteisvaikutusten tulokset. Välkemallinnuksessa on käytetty Ponteman 45 voimalan sijoitussuunnitelmaa (VE2). Ponteman mallinnus on toteutettu voimalalla, jonka napakorkeus on 200 metriä ja roottorinhalkaisija 200 metriä. Pahkavaaran mallinnus on toteutettu SG 6.2-170 voimalalla, jonka napakorkeus on 150 metriä ja roottorinhalkaisija 170 metriä. Maaselän mallinnus on toteutettu SG 6.2-170 voimalalla, jonka napakorkeus on 170 metriä ja roottorinhalkaisija 170 metriä.



Kuva 9. Ponteman (VE2), Maaselän ja Pahkavaaran varjovälkkeen yhteisvaikutukset. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-k) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 12.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy mallinnuksen mukaan alle kahdeksan tuntia vuodessa ja harmaan viivan ulkopuolella välkettä esiintyy alle tunti vuodessa. Laskennan perusteella Ponteman, Pahkavaaran ja Maaselän hankkeilla ei ole varjovälkkeen osalta yhteisvaikutuksia. Yhteisvaikutusten laskentatuloksista (taulukko 12) on havaittavissa, että varjovälkkeen määrä ei lisääny yhdessäkään havainnointipisteessä.

Ponteman, Pahkavaaran ja Maaselän välkelaskennan tulokset on raportoitu 11 havainnointipisteen osalta taulukossa 12.

Taulukko 12. Varjovälkelaskennan tulokset, yhteisvaikutukset

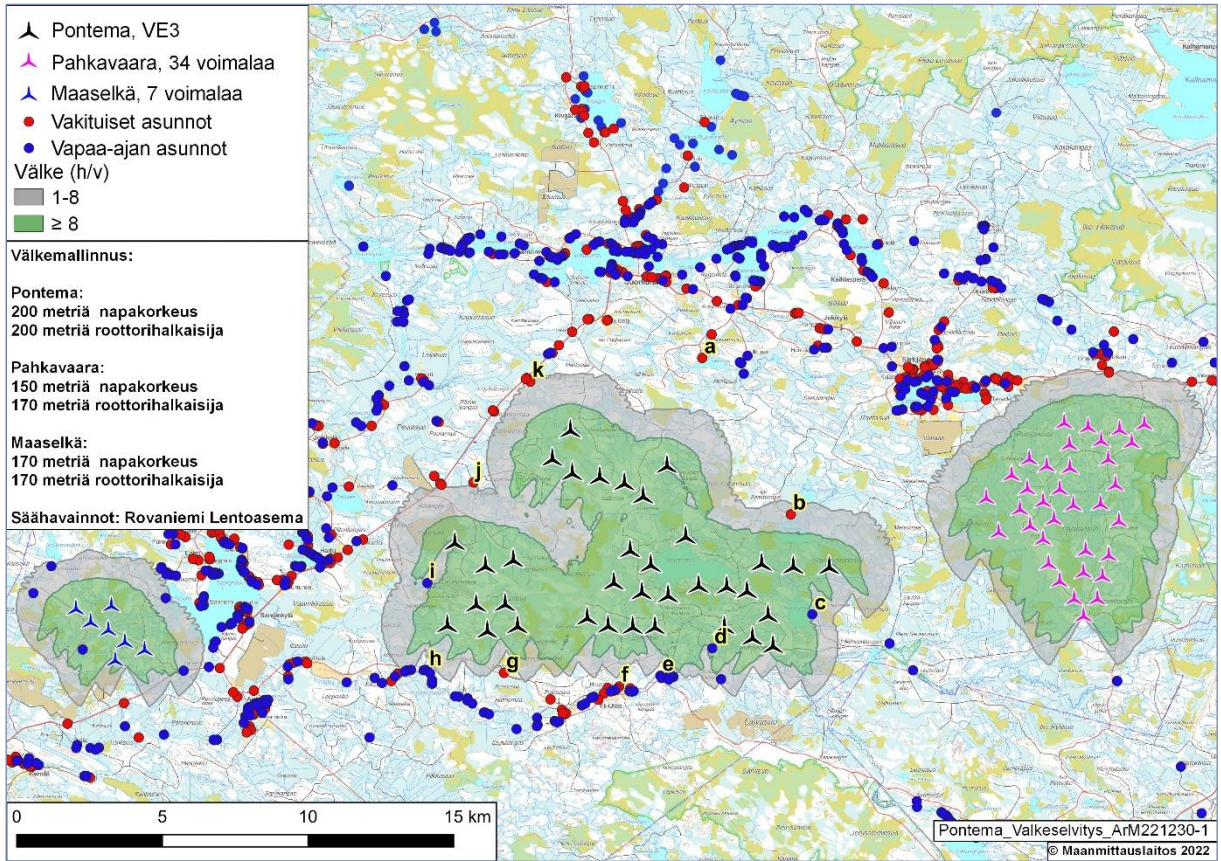
Havainnointi piste	Asunnon luokka	Itäinen koord. (ETRS TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS TM35FIN)	Vilkkumisen määrä (todellinen tilanne, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/pv)	Suositusarvon ylitys
a	Vakituinen asunto	501272	7200559	0:00	0:00	0:00	Ei

b	Vakituinen asunto	504317	7195186	3:45	42:37	1:03	Osittain
c	Vapaa-ajan asunto	505053	7191755	6:03	27:55	0:31	Osittain
d	Vapaa-ajan asunto	501617	7190587	4:55	20:04	0:23	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	499835	7189647	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vakituinen asunto	498421	7189275	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vakituinen asunto	494471	7189743	5:46	24:22	0:29	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	491826	7189824	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	491836	7192827	6:36	41:04	0:32	Osittain
j	Vakituinen asunto	493420	7196286	0:52	13:14	0:24	Ei
k	Vakituinen asunto	495369	7199746	1:06	9:36	0:23	Ei

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

### 4.5.3 VAIHTOEHDON VE3 VÄLKEVAIKUTUKSET

Seuraavassa kuvassa on esitetty Ponteman, Pahkavaaran ja Maaselän välkemallinnuksien yhteisvaikutusten tulokset. Välkemallinnuksessa on käytetty Ponteman 35 voimalan sijoitussuunnitelmaa (VE3). Ponteman mallinnus on toteutettu voimalalla, jonka napakorkeus on 200 metriä ja roottorinhalkaisija 200 metriä. Pahkavaaran mallinnus on toteutettu SG 6.2-170 voimalalla, jonka napakorkeus on 150 metriä ja roottorinhalkaisija 170 metriä. Maaselän mallinnus on toteutettu SG 6.2-170 voimalalla, jonka napakorkeus on 170 metriä ja roottorinhalkaisija 170 metriä.



Kuva 10. Ponteman (VE3), Maaselän ja Pahkavaaran varjovälkkeen yhteisvaikutukset. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-k) 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. Laskennan perusteella Ponteman, Pahkavaaran ja Maaselän hankkeilla ei ole varjovälkkeen osalta yhteisvaikutuksia. Yhteisvaikutusten laskentatuloksista (taulukko 13) on havaittavissa, että varjovälkkeen määrä ei lisääny yhdessäkään havainnointipisteessä.

Ponteman, Pahkavaaran ja Maaselän välkelaskennan tulokset on raportoitu 11 havainnointipisteen osalta taulukossa 13.

Vapaa-ajan asunnon d käyttötarkoitus tullaan muuttamaan vapaa-ajan asunnosta tyyppiin "muu rakennus", joten ylitystä ei huomioida tässä raportissa.



Taulukko 13. Varjoväkelaskennan tulokset, yhteisvaikutukset

Havainnointi piste	Asunnon luokka	Itäinen koord. (ETRS TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS TM35FIN)	Vilkkumisen määrä (todellinen tilanne, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/pv)	Suositusarvon ylitys
a	Vakituinen asunto	501272	7200559	0:00	0:00	0:00	Ei
b	Vakituinen asunto	504317	7195186	3:45	42:34	1:03	Osittain
c	Vapaa-ajan asunto	505053	7191755	7:38	36:29	0:31	Osittain
d*	Vapaa-ajan asunto	501617	7190587	9:38	42:13	0:56	Ei*
e	Vapaa-ajan asunto	499835	7189647	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vakituinen asunto	498421	7189275	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vakituinen asunto	494471	7189743	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	491826	7189824	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	491836	7192827	6:36	41:01	0:32	Osittain
j	Vakituinen asunto	493420	7196286	0:50	12:54	0:24	Ei
k	Vakituinen asunto	495369	7199746	1:06	9:34	0:23	Ei

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

\* Vapaa-ajan asunnon d käyttötarkoitus tullaan muuttamaan vapaa-ajan asunnosta tyyppiin "muu rakennus", joten ylitystä ei huomioida tässä raportissa.

## 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.

Useassa välkemallinnuksessa (luku 4.3 ja 4.5) 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).

## 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 14. Ponteman voimaloiden sijaintitiedot, VE1 (51 voimalaa)*

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	496741	7198147	200/200/300
2	496122	7197168	200/200/300
3	496805	7196676	200/200/300
4	497748	7196538	200/200/300
5	498596	7196330	200/200/300
6	500058	7196926	200/200/300
7	497642	7195624	200/200/300
8	499239	7195879	200/200/300
9	500261	7196119	200/200/300
10	496623	7195144	200/200/300
11	498381	7195025	200/200/300
12	499341	7194974	200/200/300
13	500324	7195305	200/200/300
14	492773	7194280	200/200/300
15	493824	7193483	200/200/300
16	494782	7193696	200/200/300
17	495682	7193930	200/200/300
18	496425	7193705	200/200/300
19	497339	7194451	200/200/300
20	497908	7193891	200/200/300
21	498793	7194025	200/200/300
22	499717	7194404	200/200/300
23	500699	7194496	200/200/300
24	501428	7193828	200/200/300
25	502372	7193749	200/200/300
26	503308	7193567	200/200/300
27	504396	7193465	200/200/300
28	505631	7193450	200/200/300
29	495350	7192959	200/200/300
30	496309	7192820	200/200/300
31	498233	7192915	200/200/300
32	499501	7193527	200/200/300
33	493507	7192155	200/200/300
34	494501	7192179	200/200/300

35	495894	7191804	200/200/300
36	496904	7192257	200/200/300
37	499196	7192580	200/200/300
38	500096	7192476	200/200/300
39	501144	7192807	200/200/300
40	502108	7192773	200/200/300
41	502804	7192623	200/200/300
42	503527	7191791	200/200/300
43	503587	7190721	200/200/300
44	492516	7191449	200/200/300
45	493890	7191257	200/200/300
46	494927	7191419	200/200/300
47	496209	7190827	200/200/300
48	497319	7191707	200/200/300
49	498035	7191431	200/200/300
50	498882	7191396	200/200/300
51	499643	7191391	200/200/300

Taulukko 15. Ponteman voimaloiden sijaintitiedot, VE2 (45 voimalaa)

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	496741	7198147	200/200/300
2	496122	7197168	200/200/300
3	496805	7196676	200/200/300
4	497748	7196538	200/200/300
5	498596	7196330	200/200/300
6	500058	7196926	200/200/300
7	497642	7195624	200/200/300
8	499304	7195860	200/200/300
9	500284	7195776	200/200/300
10	496623	7195144	200/200/300
11	498466	7195017	200/200/300
14	492773	7194280	200/200/300
15	493824	7193483	200/200/300
16	494869	7193713	200/200/300
17	496127	7194067	200/200/300
19	497211	7194404	200/200/300
20	497849	7193905	200/200/300
22	499622	7194714	200/200/300
23	500602	7194529	200/200/300
24	501428	7193828	200/200/300

25	502372	7193749	200/200/300
26	503308	7193567	200/200/300
27	504396	7193465	200/200/300
28	505631	7193450	200/200/300
29	495360	7193039	200/200/300
30	496511	7192804	200/200/300
31	498250	7193027	200/200/300
32	499479	7193633	200/200/300
33	493507	7192155	200/200/300
34	494501	7192179	200/200/300
35	495894	7191804	200/200/300
36	497009	7192065	200/200/300
37	499213	7192646	200/200/300
38	500096	7192476	200/200/300
39	501144	7192807	200/200/300
40	502108	7192773	200/200/300
41	502804	7192623	200/200/300
42	503527	7191791	200/200/300
43	503587	7190721	200/200/300
44	492516	7191449	200/200/300
45	494048	7191196	200/200/300
47	495927	7190637	200/200/300
49	497679	7191466	200/200/300
50	498732	7191437	200/200/300
51	499643	7191391	200/200/300

Taulukko 16. Ponteman voimaloiden sijaintitiedot, VE3 (35 voimalaa)

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	496741	7198147	200/200/300
2	496122	7197168	200/200/300
3	496805	7196676	200/200/300
4	497748	7196538	200/200/300
5	498596	7196330	200/200/300
6	500058	7196926	200/200/300
8	499239	7195879	200/200/300
14	492773	7194280	200/200/300
15	493824	7193483	200/200/300
16	494782	7193696	200/200/300
21	498793	7194025	200/200/300
23	500699	7194496	200/200/300

26	503308	7193567	200/200/300
27	504396	7193465	200/200/300
28	505631	7193450	200/200/300
31	498233	7192915	200/200/300
32	499501	7193527	200/200/300
33	493507	7192155	200/200/300
34	494501	7192179	200/200/300
37	499196	7192580	200/200/300
38	500096	7192476	200/200/300
39	501144	7192807	200/200/300
40	502108	7192773	200/200/300
41	502804	7192623	200/200/300
42	503527	7191791	200/200/300
43	503699	7190738	200/200/300
44	492516	7191449	200/200/300
45	493890	7191257	200/200/300
46	494927	7191419	200/200/300
48	497319	7191707	200/200/300
49	498035	7191431	200/200/300
50	498882	7191396	200/200/300
51	499643	7191391	200/200/300
52	502030	7191399	200/200/300
53	502992	7191016	200/200/300

Taulukko 17. Puhkavaaran voimaloiden sijaintitiedot

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
PAH.1010	511896	7196517	150/170/235
PAH.1023	511024	7195721	150/170/235
PAH.1032	511448	7194552	150/170/235
PAH.1042	512182	7195340	150/170/235
PAH.1050	512434	7196041	150/170/235
PAH.1060	512503	7197065	150/170/235
PAH.1082	513703	7198311	150/170/235
PAH.1092	514522	7198166	150/170/235
PAH.1102	513881	7197568	150/170/235
PAH.1112	513101	7196830	150/170/235
PAH.1121	513895	7196768	150/170/235
PAH.1130	513546	7196029	150/170/235
PAH.1142	512979	7195604	150/170/235
PAH.1152	512530	7194770	150/170/235

PAH.1162	512976	7194312	150/170/235
PAH.1172	513350	7194992	150/170/235
PAH.1182	514015	7195485	150/170/235
PAH.1190	515214	7197056	150/170/235
PAH.1202	514970	7197694	150/170/235
PAH.1212	515601	7198078	150/170/235
PAH.1222	516021	7197632	150/170/235
PAH.1233	516453	7198267	150/170/235
PAH.1250	515461	7196182	150/170/235
PAH.1263	514950	7195522	150/170/235
PAH.1272	515580	7194931	150/170/235
PAH.1293	515230	7193758	150/170/235
PAH.1302	514438	7193923	150/170/235
PAH.1312	514360	7193174	150/170/235
PAH.1322	515016	7193039	150/170/235
PAH.1332	514841	7192260	150/170/235
PAH.1342	514366	7191673	150/170/235
PAH.1352	514042	7192263	150/170/235
PAH.1361	513544	7192869	150/170/235
PAH.1370	513161	7193469	150/170/235

*Taulukko 18. Maaselän voimaloiden sijaintitiedot*

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
MAA.1010	480982	7192113	170/170/255
MAA.1020	479764	7192008	170/170/255
MAA.1030	480269	7191552	170/170/255
MAA.1040	480876	7191282	170/170/255
MAA.1050	481444	7190866	170/170/255
MAA.1060	482121	7190597	170/170/255
MAA.1070	481113	7190238	170/170/255