



VÄLKESELVITYS

Ponteman Tuulipuisto

16.09.2024

SISÄLLYSLUETTELO

1	YHTEENVETO	3
2	TAUSTA	5
3	VARJOVÄLKKEEN MUODOSTUMINEN	5
3.1	Ohje- ja raja-arvot.....	6
3.2	Varjovälkkeen lähtötiedot ja menetelmät.....	6
4	VÄLKEVAIKUTUKSET	9
4.1	Ponteman välkevaikutukset	9
4.2	Välkevaikutukset puuston suojaava vaikutus huomioiden.....	11
4.3	YHTEISVAIKUTUSTEN MALLINNUS	13
4.4	Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät.....	15
4.5	Haittojen ehkäiseminen ja seuranta	15
5	LÄHTEET	16
	Liite 1: Sijoitussuunnitelma	17

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).
Ver4	Arina Makarova, 2024-06-26	Elina Sippola	Elina Sippola	Välkeselvitys, päivitetty sijoitussuunnitelma (Kaavaehdotus, 41 voimalaa).
Ver 5	Ilona Rämä 2024-09-16	Alexander Ehrs	Alexander Ehrs	Välkeselvitys, päivitetty sijoitussuunnitelma (33 voimalaa).

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 Ver3.6 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. Tällöin Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä yhdessäkään Ponteman tuulivoimapuiston havainnointipisteessä. Teoreettiset maksimisuositukset (30 h/v ja 30 min/pv) ylitetään yhden asunnon kohdalla.

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

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

Vertailuarvo	Vertailuarvon ylityksiä, mallinnus ilman puustoa	Yhteisvaikutusten mallinnuksen ylityksiä, mallinnus ilman puustoa
> 10 h/v, todellinen tilanne	0	0
> 8 h/v, todellinen tilanne	0	0
> 30 h/v, teoreettinen maksimi	1	1
> 30 min/pv, teoreettinen maksimi	1	1

2 TAUSTA

Tämä välkeselvitys on tehty Ponteman tuulivoimapuistolle Utajärven kunnan alueella. Suunniteltu tuulivoimapuisto on kokonaisuudessaan 33 voimalan laajuinen. Välkeselvitys on osa hankkeen vaikutusten arviointia kaavoitusmenettelyssä. Välkemallinnus on tehty voimalalla, jonka napakorkeus on 200 metriä ja roottorin halkaisija 200 metriä, jolloin voimalan kokonaiskorkeus on 300 metriä.

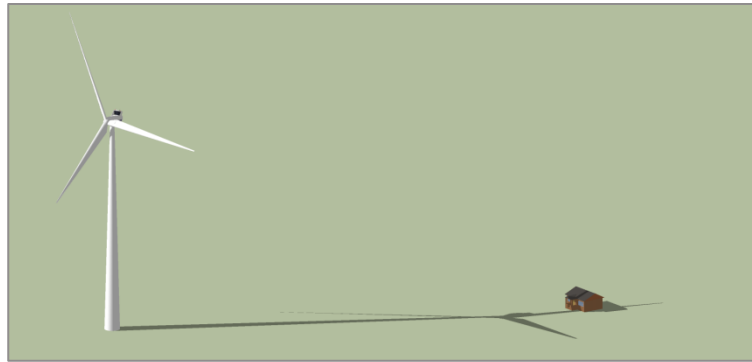
Välkeselvitys on tehty windPRO 3.6 ohjelmiston SHADOW-moduulia käyttäen. Ympäristöhallinnon ohjeen OH 5/2016 mukaan Suomessa vaikutuksia arvioitaessa on suositeltavaa käyttää apuna muiden maiden ohjearvoja. Tuloksia on verrattu Saksan, Ruotsin ja Tanskan suositusarvoihin (LAI, 2002; Boverket, 2009; Miljøministeriet, 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 väkelahteeseen.

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 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 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. 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	Välkემallinnus 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

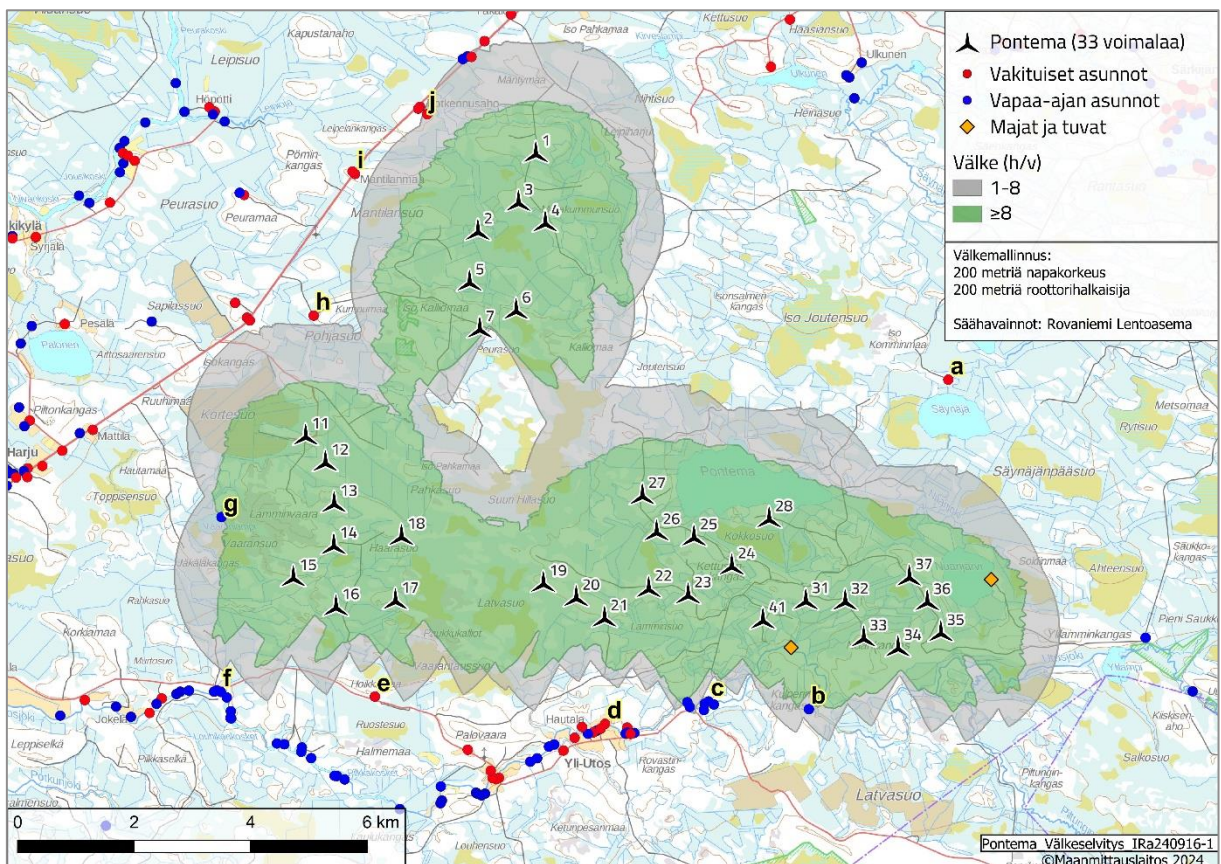
Tuulensuunta	Toiminta-aika (h/v)
Pohjoinen	503
Pohjoiskoillinen	450
Itäkoillinen	419
Itä	475
Itäkaakko	530

Eteläkaakko	729
Etelä	1042
Etelälounas	1090
Länsilounas	950
Länsi	795
Länsiluode	554
Pohjoisluode	479
Summa	8016

4 VÄLKEVAIKUTUKSET

4.1 PONTEMAN 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-j) 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. Teoreettiset maksimisuositukset vuotuinen (30 h/v ja 30 min/pv) ylitetään yhdessä havainnointipisteessä.

Kaakkoispuolella kahden vapaa-ajan asunnon (merkitty karttaan oranssilla) käyttötarkoitus muutettiin majoiksi ja tuviksi (2023). Näitä rakennuksia ei ole otettu huomioon mallinnuksen tuloksissa.

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

Taulukko 5. Varjovälkelaskennan tulokset, Pontema (41 voimalaa)

Havainnointi piste	Asunnon luokka	Itäinen koord. (ETRS TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS TM35FIN)	Vilkkumisen määrä (todellinen tilanne, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/pv)	Suositusarvon ylitys
a	Vakituinen asunto	504317	7195186	0:00	0:00	0:00	Ei
b	Vapaa-ajan asunto	501922	7189527	5:56	24:23	0:27	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	499835	7189647	4:02	16:12	0:25	Ei
d	Vakituinen asunto	498421	7189275	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vakituinen asunto	494471	7189743	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vapaa-ajan asunto	491826	7189824	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vapaa-ajan asunto	491836	7192827	6:59	34:45	0:30	Osittain*
h	Vakituinen asunto	493420	7196286	0:56	15:57	0:25	Ei
i	Vakituinen asunto	494128	7198719	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vakituinen asunto	495369	7199746	2:01	9:16	0:24	Ei

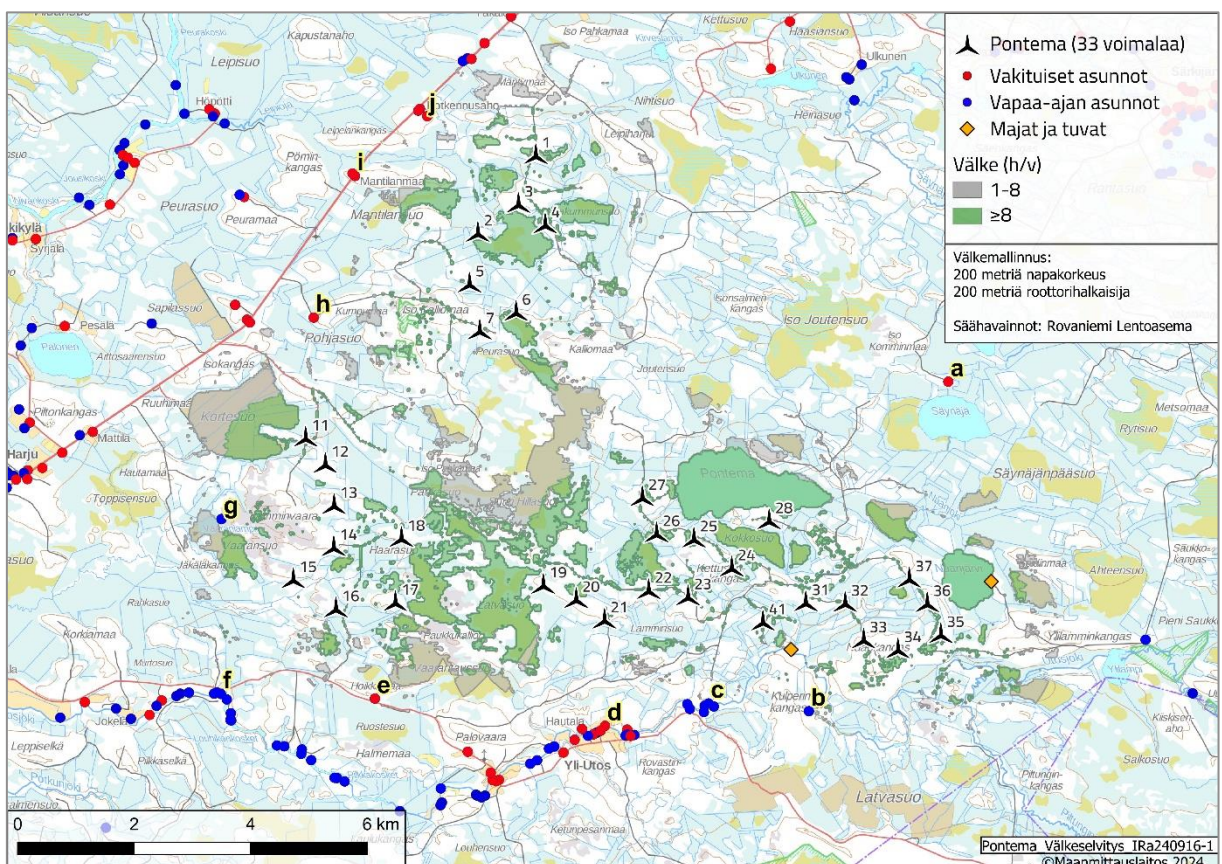
**Suositusarvojen ylitys "Osittain" tarkoittaa tilannetta, jossa pelkästään teoreettisen maksimitilanteen vertailuarvoja ylitetään.*

4.2 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 (LUKE, 2021).

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



Kuva 3. Varjovälkkeen muodostuminen Ponteman alueella puuston suojaava vaikutus huomioiden. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-i) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 6.

Kasvillisuuden suojaava vaikutus huomioitaessa välke aika on pienempi useassa havainnointipisteessä ja kaikissa havaintopisteissä välkettä ei kohdistu lainkaan. Kahdeksan tunnin vuotuisen varjovälkkeen määrä ei ylitetä. Teoreettiset maksimisuositukset ei myöskään ylitetä.

Kaakkoispuolella kahden vapaa-ajan asunnon (merkitty karttaan oranssilla) käyttötarkoitus muutettiin majoiksi ja tuviksi (2023). Näitä rakennuksia ei ole otettu huomioon mallinnuksen tuloksissa.

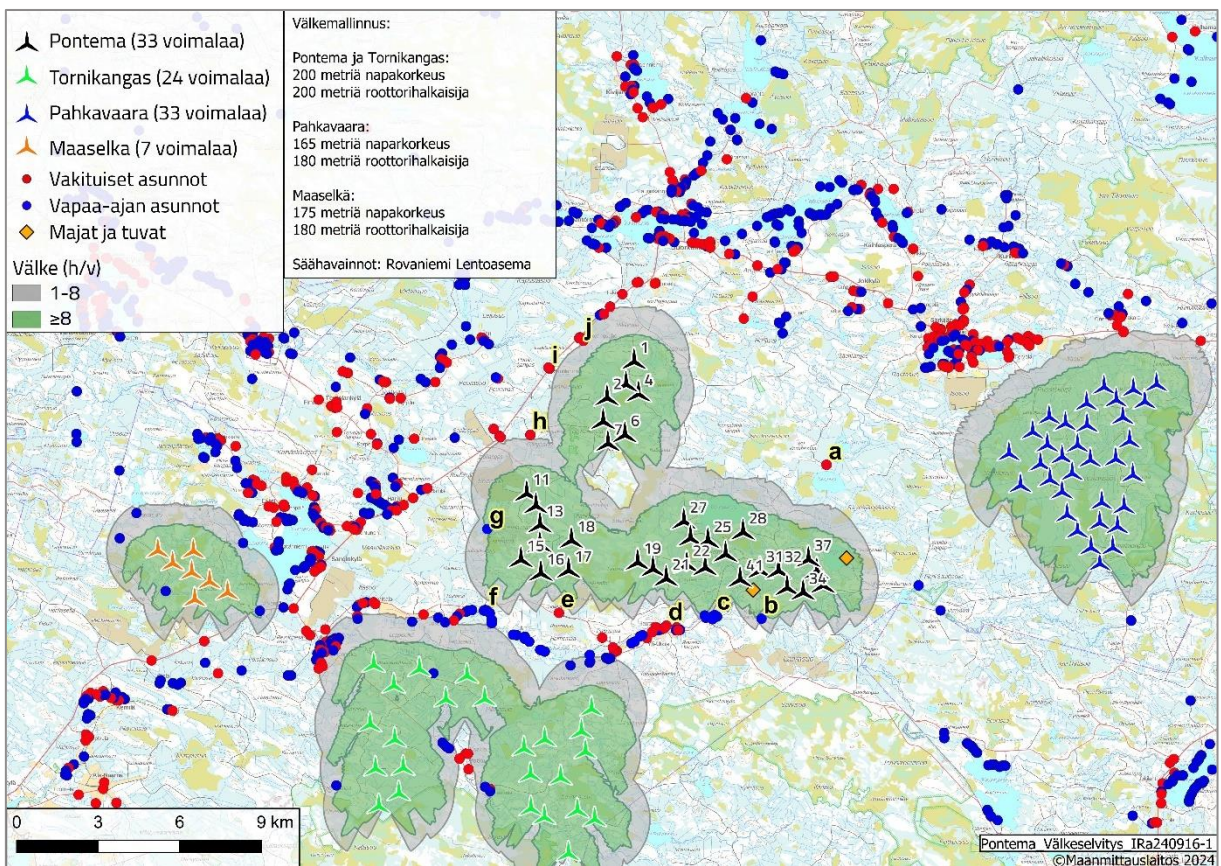
Ponteman välkelaskennan tulokset, kun kasvillisuus on otettu huomioon, on raportoitu 10 havainnointipisteen osalta taulukossa 6.

Taulukko 6. 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	504317	7195186	0:00	0:00	0:00	Ei
b	Vapaa-ajan asunto	501922	7189527	0:00	0:00	0:00	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	499835	7189647	0:00	0:00	0:00	Ei
d	Vakituinen asunto	498421	7189275	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vakituinen asunto	494471	7189743	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vapaa-ajan asunto	491826	7189824	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vapaa-ajan asunto	491836	7192827	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vakituinen asunto	493420	7196286	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vakituinen asunto	494128	7198719	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vakituinen asunto	495369	7199746	0:00	0:00	0:00	Ei

4.3 YHTEISVAIKUTUSTEN MALLINNUKSEEN

Seuraavassa kuvassa on esitetty Ponteman, Pahkavaaran, Tornikankaan ja Maaselän välkemallinnuksien yhteisvaikutusten tulokset. Välkemallinnuksessa on käytetty Ponteman 33 voimalan sijoitussuunnitelmaa. Ponteman mallinnus on toteutettu voimalalla, jonka napakorkeus on 200 metriä ja roottorihalkaisija 200 metriä. Pahkavaaran mallinnus on toteutettu voimalalla, jonka napakorkeus on 165 metriä ja roottorihalkaisija 180 metriä (SG 6.2-170 MW:n lapaprofiilia). Tornikankaan mallinnus on toteutettu voimalalla, jonka napakorkeus on 200 metriä ja roottorihalkaisija 200 metriä (SG 6.6-170 MW:n lapaprofiilia). Maaselän mallinnus on toteutettu voimalalla, jonka napakorkeus on 175 metriä ja roottorihalkaisija 180 metriä (V172-7.2 MW:n lapaprofiilia). Läheisissä hankkeissa käytettävät turbiinien sijainnit ja turbiinityypit saatiin tuulipuistojen hankekehittäjältä.



Kuva 4. Ponteman, Pahkavaaran, Tornikankaan ja Maaselän varjovälkkeen yhteisvaikutukset. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-j) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 7.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy mallinnuksen mukaan alle kahdeksan tuntia vuodessa ja harmaan viivan ulkopuolella välkettä esiintyy alle tunti vuodessa. Laskennan

perusteella Ponteman, Pahkavaaran, Tornikankaan ja Maaselän hankkeilla ei ole varjovälkkeen osalta yhteisvaikutuksia. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä yhdenkään asunnon kohdalla Ponteman alueella. Teoreettiset maksimisuositukset vuotuinen (30 h/v ja 30 min/pv) ylitetään yhdessä havainnointipisteessä.

Kaakkoispuolella kahden vapaa-ajan asunnon (merkitty karttaan oranssilla) käyttötarkoitus muutettiin majoiksi ja tuviksi (2023). Näitä rakennuksia ei ole otettu huomioon mallinnuksen tuloksissa.

Ponteman, Pahkavaaran, Tornikankaan ja Maaselän välkelaskennan tulokset on raportoitu 10 havainnointipisteen osalta taulukossa 7.

Taulukko 7. Varjovälkelaskennan tulokset, yhteisvaikutukset

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	504317	7195186	0:00	0:00	0:00	Ei
b	Vapaa-ajan asunto	501922	7189527	5:54	24:23	0:27	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	499835	7189647	4:02	16:12	0:25	Ei
d	Vakituinen asunto	498421	7189275	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vakituinen asunto	494471	7189743	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vapaa-ajan asunto	491826	7189824	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vapaa-ajan asunto	491836	7192827	6:58	34:45	0:30	Osittain*
h	Vakituinen asunto	493420	7196286	0:56	15:57	0:25	Ei
i	Vakituinen asunto	494128	7198719	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vakituinen asunto	495369	7199746	2:01	9:16	0:24	Ei

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

4.4 VAIKUTUSTEN ARVIOINNIN EPÄVARMUUSTEKIJÄT

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

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

Useassa välkemallinnuksessa (luku 4.1 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.

4.5 HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA SEURANTA

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

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

5 LÄHTEET

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

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

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

LUKE (2024). Luonnonvarakeskus, Puuston keskipituus (2021) dm. Saatavilla:
<https://kartta.luke.fi/opendata/valinta.html>

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

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

Utajärven kunta (2023). Katselmuksen pöytäkirja LP-889-2023-00056 07.09.2023 13.46.

Utajärven kunta (2023). Katselmuksen pöytäkirja LP-889-2023-00085 10.11.2023 13.39.

LIITE 1: SJOITUSSUUNNITELMA

Voimaloiden sijainnit on esitetty alla olevissa taulukoissa.

Taulukko 8. Ponteman voimaloiden sijaintitiedot, 33 voimalaa

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	497231	7199114	200/200/300
2	496237	7197778	200/200/300
3	496933	7198276	200/200/300
4	497393	7197923	200/200/300
5	496093	7196907	200/200/300
6	496893	7196420	200/200/300
7	496269	7196101	200/200/300
11	493279	7194261	200/200/300
12	493618	7193810	200/200/300
13	493767	7193104	200/200/300
14	493762	7192382	200/200/300
15	493067	7191830	200/200/300
16	493799	7191327	200/200/300
17	494820	7191437	200/200/300
18	494924	7192539	200/200/300
19	497361	7191733	200/200/300
20	497925	7191489	200/200/300
21	498411	7191135	200/200/300
22	499169	7191643	200/200/300
23	499845	7191534	200/200/300
24	500596	7192030	200/200/300
25	499946	7192527	200/200/300
26	499305	7192617	200/200/300
27	499061	7193240	200/200/300
28	501238	7192840	200/200/300
31	501867	7191433	200/200/300
32	502544	7191423	200/200/300
33	502861	7190795	200/200/300
34	503450	7190626	200/200/300
35	504186	7190886	200/200/300
36	503953	7191417	200/200/300
37	503644	7191841	200/200/300
41	501131	7191102	200/200/300

Taulukko 9. Pahkavaaran voimaloiden sijaintitiedot, 33 voimalaa

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
PAH.1010	511896	7196517	165/180/255
PAH.1023	511024	7195721	165/180/255
PAH.1032	511448	7194552	165/180/255
PAH.1042	512182	7195340	165/180/255
PAH.1050	512434	7196041	165/180/255
PAH.1060	512503	7197065	165/180/255
PAH.1092	514522	7198166	165/180/255
PAH.1102	513881	7197568	165/180/255
PAH.1112	513101	7196830	165/180/255
PAH.1121	513895	7196768	165/180/255
PAH.1130	513546	7196029	165/180/255
PAH.1142	512979	7195604	165/180/255
PAH.1152	512530	7194770	165/180/255
PAH.1162	512976	7194312	165/180/255
PAH.1172	513350	7194992	165/180/255
PAH.1182	514015	7195485	165/180/255
PAH.1190	515214	7197056	165/180/255
PAH.1202	514970	7197694	165/180/255
PAH.1212	515601	7198078	165/180/255
PAH.1222	516021	7197632	165/180/255
PAH.1233	516453	7198267	165/180/255
PAH.1250	515461	7196182	165/180/255
PAH.1263	514950	7195522	165/180/255
PAH.1272	515580	7194931	165/180/255
PAH.1293	515256	7193765	165/180/255
PAH.1302	514438	7193923	165/180/255
PAH.1312	514360	7193174	165/180/255
PAH.1322	515016	7193039	165/180/255
PAH.1332	514841	7192260	165/180/255
PAH.1342	514366	7191673	165/180/255
PAH.1352	514042	7192263	165/180/255
PAH.1361	513544	7192869	165/180/255
PAH.1370	513161	7193469	165/180/255

Taulukko 10. Tornikankaan voimaloiden sijaintitiedot, 24 voimalaa (VE2)

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	495446	7184648	200/200/300
2	487842	7182641	200/200/300
3	493935	7182240	200/200/300
4	493946	7185098	200/200/300
5	494819	7180899	200/200/300
6	491738	7186583	200/200/300
7	495150	7182485	200/200/300
8	488429	7185090	200/200/300
9	488579	7183112	200/200/300
10	490308	7186565	200/200/300
11	495785	7182162	200/200/300
12	493184	7184762	200/200/300
13	488396	7187073	200/200/300
14	493423	7183801	200/200/300
15	494533	7183693	200/200/300
16	493439	7182561	200/200/300
17	495671	7186219	200/200/300
18	487655	7187830	200/200/300
19	487720	7184025	200/200/300
20	487521	7185648	200/200/300
21	495300	7185390	200/200/300
22	489337	7187678	200/200/300
23	488741	7184049	200/200/300
24	491087	7187434	200/200/300

Taulukko 11. Maaselän voimaloiden sijaintitiedot, 7 voimalaa

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	481017	7192017	175/180/265
2	479714	7192035	175/180/265
3	480256	7191573	175/180/265
4	480957	7191237	175/180/265
5	481616	7190897	175/180/265
6	482277	7190490	175/180/265
7	481069	7190241	175/180/265