



VÄLKESELVITYS

Ponteman Tuulipuisto

11.11.2025

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	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 sijoitus suunnitelma (VE1/VE2/VE3).
Ver3	Arina Makarova, 2023-01-10	Christian Granlund	Christian Granlund	Välkeselvitys, päivitetty sijoitus suunnitelma (VE3).
Ver4	Arina Makarova, 2024-06-26	Elina Sippola	Elina Sippola	Välkeselvitys, päivitetty sijoitus suunnitelma (Kaavaehdotus, 41 voimalaa).
Ver 5	Ilona Rämä 2024-09-16	Alexander Ehrs	Alexander Ehre	Välkeselvitys, päivitetty sijoitus suunnitelma (33 voimalaa).
Ver6	Arina Makarova 2025-03-12	Elina Sippola	Elina Sippola	Välkeselvitys, päivitetty sijoitus suunnitelma (Kaavaehdotus, 29 voimalaa).
Ver7	Arina Makarova 2025-06-23	Elina Sippola	Elina Sippola	Välkeselvitys (Kaavaehdotus, 29 voimalaa); naapurihankkeen päivitetty sijoitus suunnitelma (Tornikangas, 17 voimalaa).
Rev1	Elina Sippola, 2025-11-11	Christian Granlund	Christian Granlund	Välkeselvitys (Kaavaehdotus, 29 voimalaa); voimalaa 15 siirretty.

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 Ver4.2 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. Teoreettinen vuotuinen maksimisuositus (30 h/v) ylitetään yhdessä havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositusta 30 min/pv ei ylitetä.

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. Yhteenvedo 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	0	0

2 TAUSTA

Tämä välkeselvitys on tehty Ponteman tuulivoimapuistolle Utajärven kunnan alueella. Suunniteltu tuulivoimapuisto on kokonaisuudessaan 29 voimalan laajuinen. Välkeselvitys on osa hankkeen vaikutusten arviointia kaavoitusmenettelyssä. Välkemallinnus on tehty voimalalla, jonka napakorkeus on 205 metriä ja roottorin halkaisija 190 metriä, jolloin voimalan kokonaiskorkeus on 300 metriä.

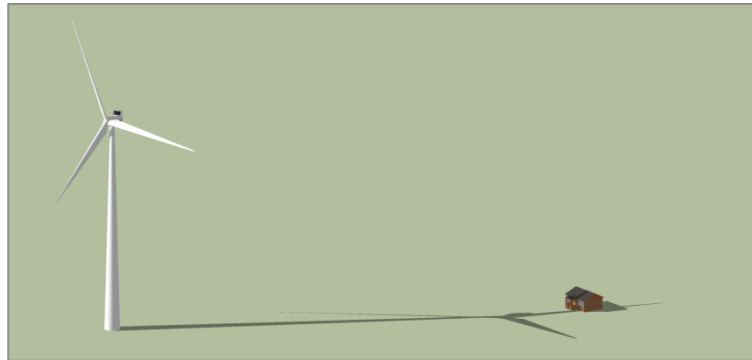
Välkeselvitys on tehty windPRO 4.2 ohjelmiston SHADOW-moduulia käyttäen. Ympäristöhallinnon ohjeen OH 5/2016 mukaan Suomessa vaikutuksia arvioitaessa on suositeltavaa käyttää apuna muiden maiden ohjearvoja. Tuloksia on verrattu Saksan, Ruotsin ja Tanskan suositularvoihin (LAI, 2002; Boverket, 2009; Miljöministeriet, 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 kesto aika vaihtelevat vuorokauden ja vuodenajan mukaan. Yhtäjaksoista välkettä esiintyy yleensä 0-30 minuuttia päivässä riippuen havainnointipaikan suhteesta väkelähteeseen.

Ihmiset kokevat välkevaikutukset, kuten muutkin vaikutukset, hyvin eri tavoin. Suositularvot 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 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 Oulun säähavaintoja. Oulun havaintoasema sijaitsee noin 72 kilometrin päässä suunnitellusta tuulivoimapuistoalueesta. Laskelmissa oletetaan, että tuulivoimaloiden roottorit pyörivät vain tuulennopeuden ollessa sopiva. Varjovälkettä tarkasteltiin

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

Taulukko 2. Mallinnuksessa käytetyt asetukset

Asetus	Kuvaus
Auringonpaisteajat	Oulun sääaseman havainnot, Ilmatieteen laitos (taulukko 3)
Toiminta-aika	EMD WRF Europe+ datan perusteella (taulukko 4)
Asuntojen asetus	Kasvihuone-asetus
Mallinnus	Välkemmaallinnus 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 3. Mallinnuksessa käytetyt auringonpaisteajat

Kuukausi	Keskimääräinen auringonpaisteen tuntimäärä päivässä
Tammikuu	0,77
Helmikuu	2,46
Maaliskuu	4,42
Huhtikuu	6,93
Toukokuu	8,81
Kesäkuu	9,87
Heinäkuu	9,13
Elokuu	6,84
Syyskuu	4,43
Lokakuu	2,23
Marraskuu	0,93
Joulukuu	0,26
Keskiarvo	4,76

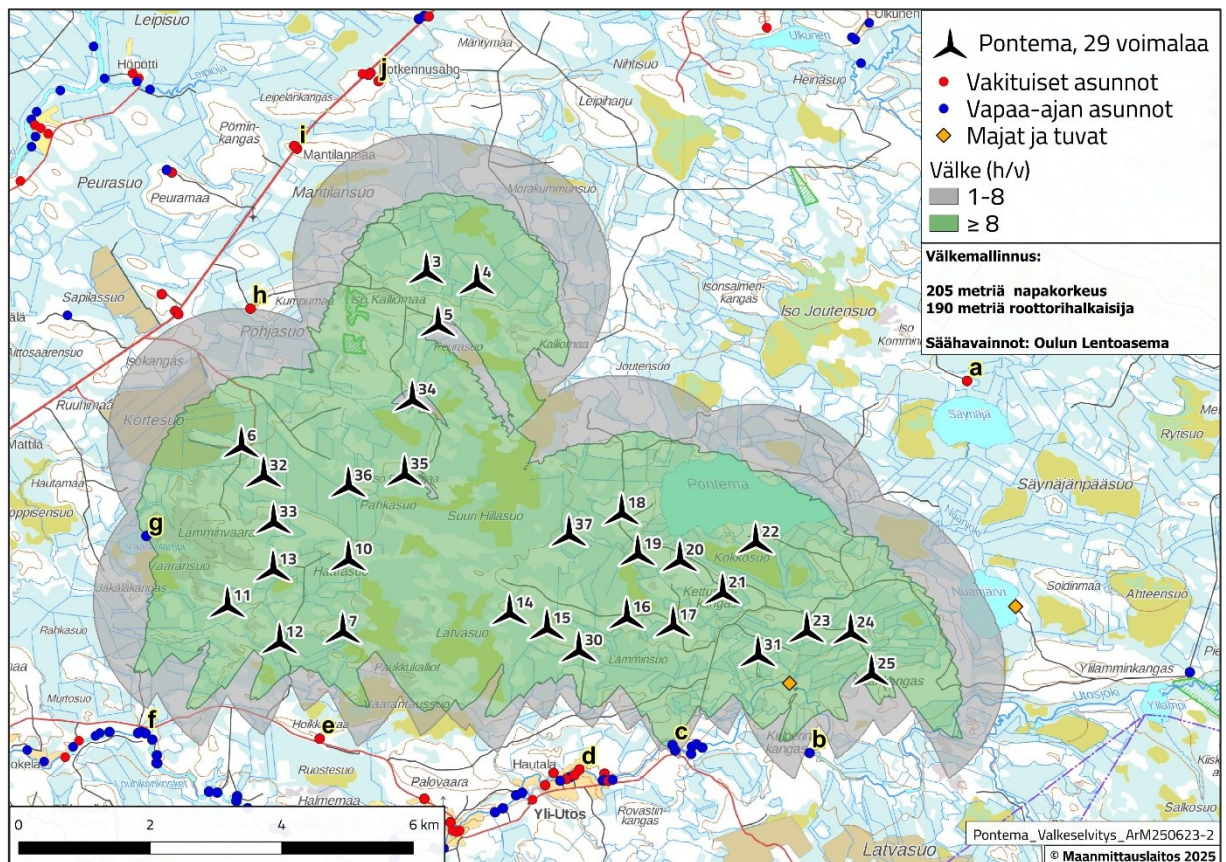
Taulukko 4. Tuulivoimaloiden toiminta-aika

Tuulensuunta	Toiminta-aika (h/v)
Pohjoinen	460
Pohjoiskoillinen	425
Itäkoillinen	431
Itä	468
Itäkaakko	556
Eteläkaakko	724
Etelä	1021
Etelälounas	1069
Länsilounas	971
Länsi	819
Länsiluode	564
Pohjoisluode	472
Summa	7980

4 VÄLKEVAIKUTUKSET

4.1 PONTEMAN VÄLKEVAIKUTUKSET

Välkemmaallinnuksen 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-i) ja niiden väliketasot 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. Teoreettinen vuotuinen maksimisuositus (30 h/v) ylitetään yhdessä havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositusta 30 min/pv ei ylitetä.

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

Taulukko 5. Varjoväkelaskennan tulokset, Pontema (29 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	0:00	0:00	0:00	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	499835	7189647	3:59	14:40	0:24	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	6:00	31:31	0:29	Osittain*
h	Vakituinen asunto	493420	7196286	1:18	14:17	0:23	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

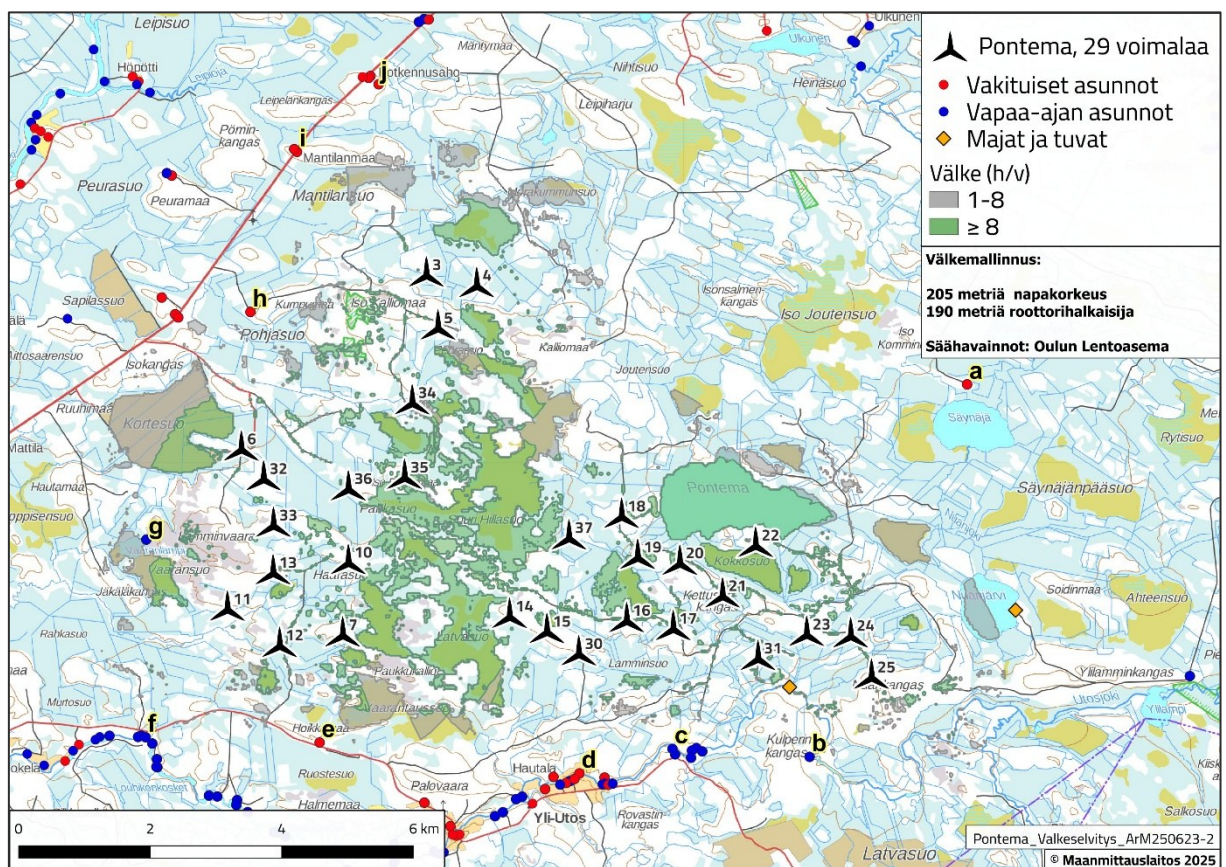
**Suositusarvojen ylitys "Osittain" tarkoittaa tilannetta, jossa pelkästään teoreettisen maksimitilanteen vertailuarvoja ylitetään.*

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 Luonnonvarakeskuksen latauspalvelusta (LUKE, 2021).

Seuraavassa kuvassa on esitetty väkemallinnuksen 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-j) ja niiden väketasot on esitetty taulukossa 6.

Kasvillisuuden suojaava vaikutus huomioitaessa välke aika on pienempi useassa havainnointipisteessä ja tässä mallinnuksessa väkettä ei kohdistu lainkaan yhteenkään havainnointipisteeseen. Kahdeksan tunnin vuotuisen varjovälkkeen määrää ei ylitetä. Teoreettisia maksimisuosituksia 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.

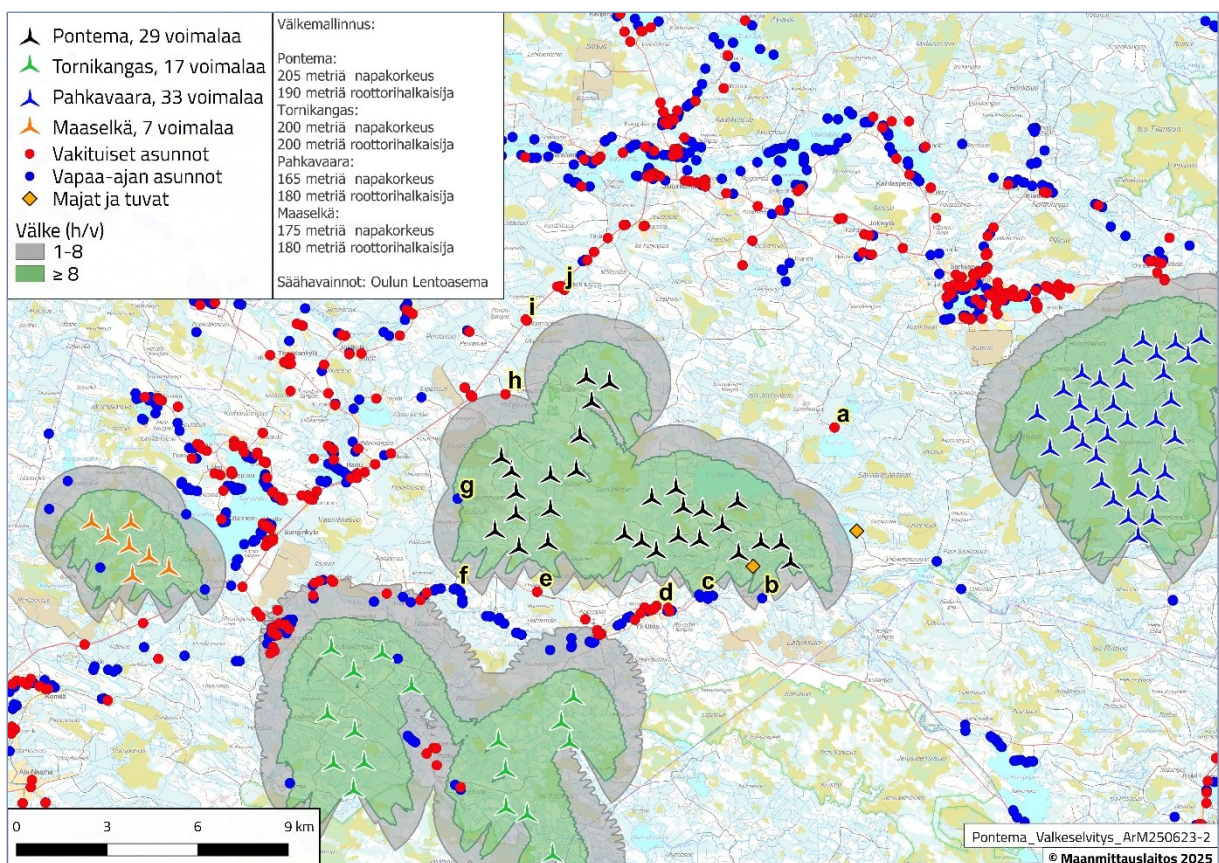
Ponteman väkelaskennan tulokset, kun kasvillisuus on otettu huomioon, on raportoitu 10 havainnointipisteen osalta taulukossa 6.

Taulukko 6. Varjoväkelaskennan 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)	Suositus- arvon 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 MALLINNUS

Seuraavassa kuvassa on esitetty Ponteman, Pahkavaaran, Tornikankaan ja Maaselän välkemallinnuksien yhteisvaikutusten tulokset. Välkemallinnuksessa on käytetty Ponteman 29 voimalan sijoitussuunnitelmaa. Ponteman mallinnus on toteutettu voimalalla, jonka napakorkeus on 205 metriä ja roottorinhalkaisija 190 metriä. Pahkavaaran mallinnus on toteutettu voimalalla, jonka napakorkeus on 165 metriä ja roottorinhalkaisija 180 metriä (SG 6.2-170 MW:n lapaprofiilia). Tornikankaan mallinnus on toteutettu voimalalla, jonka napakorkeus on 200 metriä ja roottorinhalkaisija 200 metriä (arvioitunut lapaparametrit). Maaselän mallinnus on toteutettu voimalalla, jonka napakorkeus on 175 metriä ja roottorinhalkaisija 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. Teoreettinen vuotuinen maksimisuositus (30 h/v) ylitetään yhdessä havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositusta 30 min/pv ei ylitetä.

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)	Vilkkumisen määrä (todellinen tilanne, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/pv)	Suositus- arvon 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	3:58	14:40	0:24	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	5:59	31:31	0:29	Osittain*
h	Vakituinen asunto	493420	7196286	1:18	14:17	0:23	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

**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, 29 voimalaa

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
3	496093	7196907	205/190/300
4	496858	7196745	205/190/300
5	496269	7196101	205/190/300
6	493279	7194261	205/190/300
7	494820	7191437	205/190/300
10	494906	7192537	205/190/300
11	493067	7191830	205/190/300
12	493861	7191278	205/190/300
13	493762	7192382	205/190/300
14	497358	7191719	205/190/300
15	497909	7191445	205/190/300
16	499138	7191655	205/190/300
17	499845	7191534	205/190/300
18	499061	7193240	205/190/300
19	499305	7192617	205/190/300
20	499946	7192527	205/190/300
21	500596	7192030	205/190/300
22	501098	7192799	205/190/300
23	501875	7191446	205/190/300
24	502544	7191423	205/190/300
25	502861	7190795	205/190/300
30	498410	7191151	205/190/300
31	501135	7191080	205/190/300
32	493618	7193810	205/190/300
33	493767	7193104	205/190/300
34	495877	7194964	205/190/300
35	495761	7193832	205/190/300
36	494907	7193657	205/190/300
37	498261	7192912	205/190/300

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, 17 voimalaa

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
TOR.1041	487521	7185648	200/200/300
TOR.1061	488741	7184049	200/200/300
TOR.1070	493184	7184762	200/200/300
TOR.1081	495671	7186219	200/200/300
TOR.1091	488396	7187073	200/200/300
TOR.1113	487720	7184025	200/200/300
TOR.1140	493423	7183801	200/200/300
TOR.1540	488429	7185090	200/200/300
TOR.1191	495266	7185384	200/200/300
TOR.1511	495540	7184725	200/200/300
TOR.1582	487655	7187830	200/200/300
TOR.1293	488388	7183151	200/200/300
TOR.1320	489337	7187678	200/200/300
TOR.1521	494978	7181004	200/200/300
TOR.1373	493439	7182561	200/200/300
TOR.1423	490308	7186565	200/200/300
TOR.1435	494138	7182336	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