



ETHA WIND



VÄLKESELVITYS

Tevaniemen Tuulipuisto, 11.01.2022

SISÄLLYSLUETTELO

1	YHTEENVETO	2
2	TAUSTA.....	3
3	VARJOVÄLKKEEN MUODOSTUMINEN	3
3.1	Ohje- ja raja-arvot.....	4
3.2	Varjovälkkeen lähtötiedot ja menetelmät	5
4	VÄLKEVAIKUTUKSET	8
4.1	Vaihtoehdon VE1 välkevaikutukset	8
4.2	Vaihtoehdon VE2 välkevaikutukset	10
4.3	Välkevaikutukset puuston suojaava vaikutus huomioiden	12
4.3.1	VAIHTOEHDON VE1 VÄLKEVAIKUTUKSET	12
4.3.2	VAIHTOEHDON VE2 VÄLKEVAIKUTUKSET	14
4.4	Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät	16
4.5	Haittojen ehkäiseminen ja seuranta	16
5	LÄHTEET	17
	Liite 1: Sijoitussuunnitelma	18

VERSIOHISTORIA

Versio, Päivämäärä	Tekijä,	Tarkastettu	Hyväksytty	Tiivistelmä
Ver 1	Arina Makarova, 2022-01-11	Christian Granlund 2022-01-11	Christian Granlund 2022-01-11	Tevaniemen tuulivoimapuiston välkeselvitys.

1 YHTEENVETO

Tehtävä:

Välkeselvitys Tevaniemen tuulivoimapuiston vaikutusalueella.

Työmenetelmät:

Välkeselvitykseen on kerätty ajantasaista tietoa tuulivoimaloiden varjon välkkeen ominaispiirteistä, välkkeen ohjearvoista, paikallisista olosuhteista sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty WindPRO Ver3.4 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.

Tässä selvityksessä on tarkasteltu kahta eri hankevaihtoehtoa ja niiden välkevaikutuksia (VE1 ja VE2). Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä yhdessäkään Tevaniemen tuulivoimapuiston havainnointipisteessä vaihtoehdossa VE1 (9 voimalaa) eikä vaihtoehdossa VE2 (8 voimalaa). Teoreettisen maksimitilanteen mallinnuksessa suosituksia (30 h/v ja 30 min/p) ylitetään usean lähellä sijaitsevan asunnon kohdalla.

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
> 10 h/v, todellinen tilanne	0	0
> 8 h/v, todellinen tilanne	0	0
> 30 h/v, teoreettinen maksimi	13	8
> 30 min/pv, teoreettinen maksimi	7	8

2 TAUSTA

Tämä välkeselvitys on tehty Tevaniemen tuulivoimapuistolle Ikaalisten kunnan alueella. Tässä selvityksessä on tarkistettu kaksi eri sijoitussuunnitelman vaihtoehtoa, jotka on muodostettu ympäristövaikutusten arviointimenettelyä ja kaavoitusmenettelyä varten:

- VE1: 9 voimalaa. Roottorihalkaisija 180 m ja napakorkeus 190 m. Kokonaiskorkeus on 280 m.
- VE2: 8 voimalaa. Roottorihalkaisija 180 m ja napakorkeus 190 m. Kokonaiskorkeus on 280 m.

Välkeselvitys on tehty WindPRO 3.4 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.

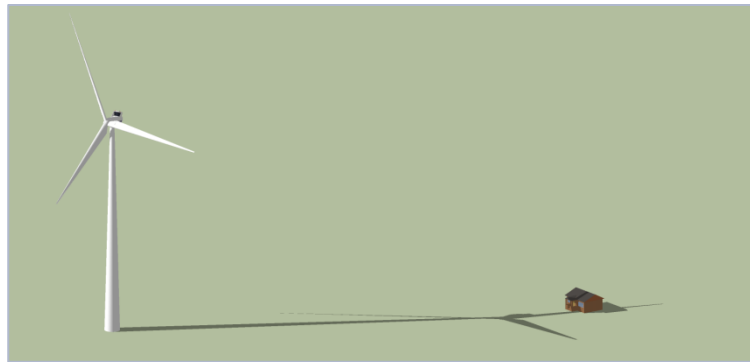
3 VARJOVÄLKKEEN MUODOSTUMINEN

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 havainnointi pisteeseen muodostu häiritsevän voimakkaita liikkuvia varjoja. Maksimivaikutusten arvioimiseksi Tevaniemen mallinuksissa on käytetty nykyistä suurempaa voimalamallia, jonka lapojen paksuus on arvioitu nykyisten voimalamallien perusteella.

Välkemallinuksessa on käytetty nk. kasvihuoneasetusta, eli välkettä lasketaan havaittavaksi aina, kun välkealue osuu rakennuksen kohdalle.

Maastotietokantana käytettiin Maanmittauslaitoksen kahden metrin korkeusmallia ja säähavaintotietoina käytettiin Seinäjoen säähavaintoja. Seinäjoen havaintoasema sijaitsee noin

120 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	Seinäjoen sääaseman havainnot, Ilmatieteen laitos (taulukko 3)
Toiminta-aika	Laskettu tuulisuustietojen perusteella (EWS22, 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	1,00
Helmikuu	2,82
Maaliskuu	4,23
Huhtikuu	6,60
Toukokuu	8,78
Kesäkuu	9,10
Heinäkuu	8,87
Elokuu	6,81
Syyskuu	4,67
Lokakuu	2,52
Marraskuu	1,17
Joulukuu	0,58
Keskiarvo	4,76

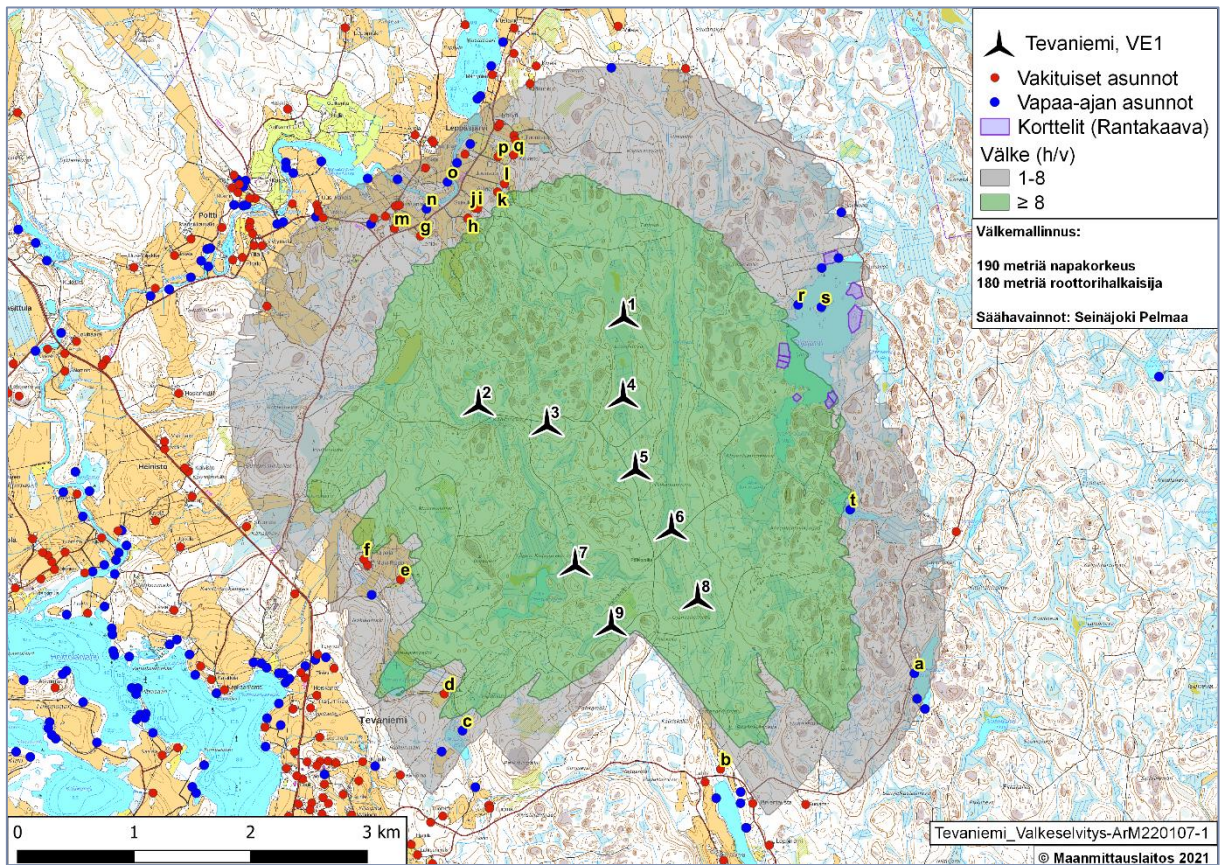
Taulukko 4. Tuulivoimaloiden toiminta-aika

Tuulensuunta	Toiminta-aika (h/v)
Pohjoinen	620
Pohjoiskoillinen	481
Itäkoillinen	441
Itä	462
Itäkaakko	580
Eteläkaakko	776
Etelä	941
Etelälounas	1054
Länsilounas	838
Länsi	695
Länsiluode	598
Pohjoisluode	572
Summa	8058

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 Tevaniemen alueella. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-t) ja niiden väлкеtasot on esitetty taulukossa 5.

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 vuotuinen 30 h/v ylitetään kolmessatoista havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 minuuttia päivässä ylitetään kahdeksassa havainnointipisteessä.

Väлкеkalkennan tulokset on raportoitu yhdeksän havainnointipisteen osalta taulukossa 5.

Rantakaavassa vapaa-ajan asunnoille osoitetuilla rakentamattomilla tonteilla (Rantakaavalla muodostetut korttelit) vilkkumisen määrä todellisessa tilanteessa on välillä 8-14 h/v.

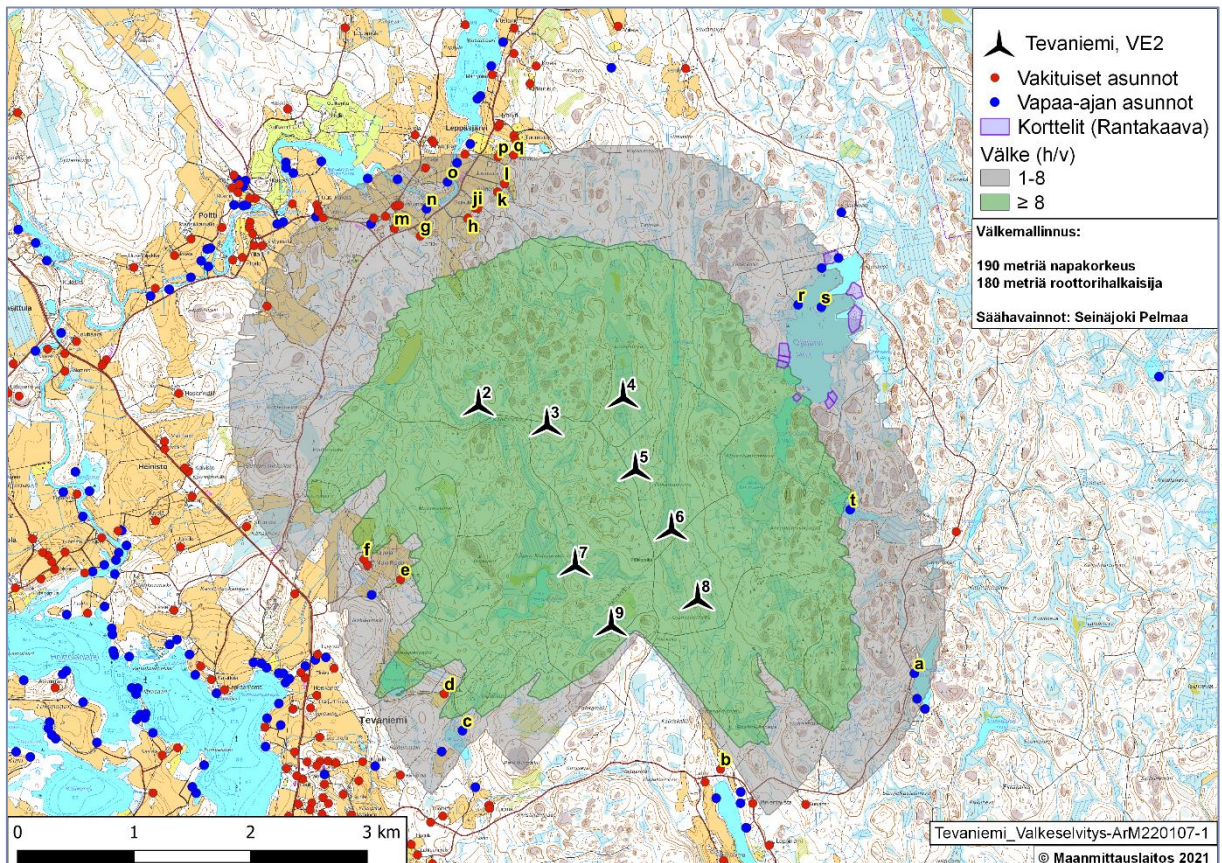
Taulukko 5. Varjovälkelaskennan tulokset, Tevaniemi VE1

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	Vapaa-ajan asunto	297445	6864932	2 :01	8 :31	0 :22	Ei
b	Vakituinen asunto	295781	6864110	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	293566	6864440	4 :52	18 :02	0 :27	Ei
d	Vakituinen asunto	293409	6864755	6 :23	23 :15	0 :29	Ei
e	Vakituinen asunto	293034	6865737	5 :16	23 :24	0 :29	Ei
f	Vakituinen asunto	292720	6865909	7 :03	27 :37	0 :24	Ei
g	Vakituinen asunto	293204	6868683	5 :24	40 :00	0 :49	Osittain
h	Vakituinen asunto	293612	6868837	7 :41	65 :20	0 :51	Osittain
i	Vakituinen asunto	293697	6868921	7 :33	65 :41	0 :50	Osittain
j	Vakituinen asunto	293675	6868920	7 :29	64 :44	0 :49	Osittain
k	Vakituinen asunto	293867	6869061	7 :32	69 :34	0 :48	Osittain
l	Vakituinen asunto	293926	6869130	7 :16	69 :21	0 :47	Osittain
m	Vakituinen asunto	292982	6868747	4 :25	31 :44	0 :44	Osittain
n	Vapaa-ajan asunto	293257	6868916	4 :30	37 :35	0 :44	Osittain
o	Vapaa-ajan asunto	293437	6869146	3 :25	31 :18	0 :24	Osittain
p	Vakituinen asunto	293871	6869363	3 :24	30 :52	0 :25	Osittain
q	Vakituinen asunto	294004	6869377	3 :32	32 :19	0 :27	Osittain
r	Vapaa-ajan asunto	296447	6868093	5 :49	33 :17	0 :28	Osittain
s	Vapaa-ajan asunto	296645	6868073	4 :42	26 :30	0 :25	Ei
t	Vapaa-ajan asunto	296893	6866336	6 :41	34 :16	0 :28	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 Tevaniemen alueella. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-t) ja niiden väлкеtasot on esitetty taulukossa 6.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy vuodessa alle kahdeksan tuntia. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta väлкеajasta ei ylitetä yhdessäkään havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen vuotuinen 30 h/v ylitetään seitsemässä havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 minuuttia päivässä ylitetään kahdeksassa havainnointipisteessä.

Väлкеlaskennan tulokset on raportoitu yhdeksän havainnointipisteen osalta taulukossa 6.

Rantakaavassa vapaa-ajan asunnoille osoitetuilla rakentamattomilla tonteilla (Rantakaavalla muodostetut korttelit) vilkkumisen määrä todellisessa tilanteessa on välillä 9-10 h/v.

Taulukko 6. Varjovälkelaskennan tulokset, Tevaniemi VE2

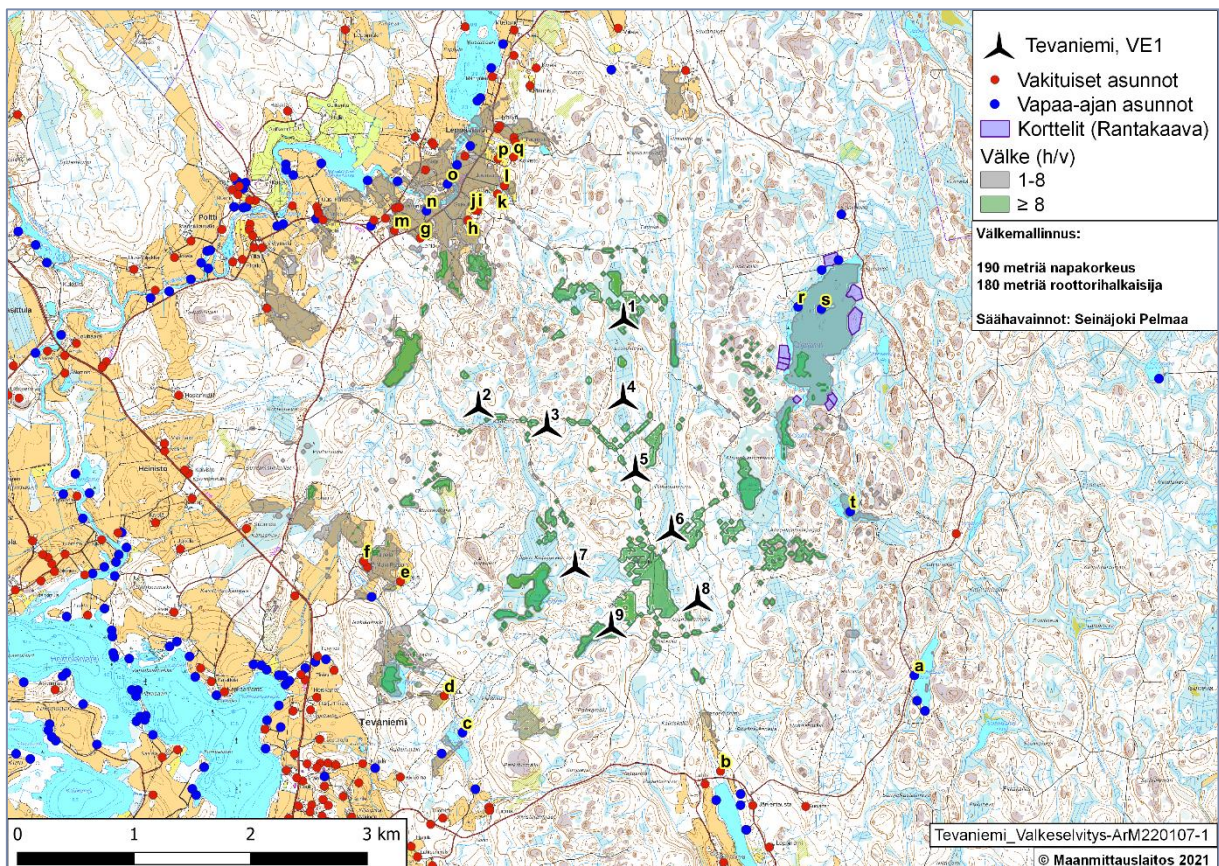
Havainnointi piste	Asunnon luokka	Itäinen koord. (ETRS TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS TM35FIN)	Vilkkumisen määrä (todellinen tilanne, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/pv)	Suositusarvon ylitys
a	Vapaa-ajan asunto	297445	6864932	2 :01	8 :31	0 :22	Ei
b	Vakituinen asunto	295781	6864110	0:00	0:00	0:00	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	293566	6864440	4 :52	18 :02	0 :27	Ei
d	Vakituinen asunto	293409	6864755	6 :23	23 :15	0 :29	Ei
e	Vakituinen asunto	293034	6865737	5 :16	23 :24	0 :29	Ei
f	Vakituinen asunto	292720	6865909	7 :03	27 :37	0 :24	Ei
g	Vakituinen asunto	293204	6868683	3 :47	31 :38	0 :49	Osittain
h	Vakituinen asunto	293612	6868837	5 :32	53 :15	0 :51	Osittain
i	Vakituinen asunto	293697	6868921	5 :20	53 :01	0 :50	Osittain
j	Vakituinen asunto	293675	6868920	5 :18	52 :23	0 :49	Osittain
k	Vakituinen asunto	293867	6869061	5 :07	55 :21	0 :48	Osittain
l	Vakituinen asunto	293926	6869130	4 :52	54 :49	0 :47	Osittain
m	Vakituinen asunto	292982	6868747	3 :09	25 :02	0 :44	Osittain
n	Vapaa-ajan asunto	293257	6868916	3 :03	29 :26	0 :44	Osittain
o	Vapaa-ajan asunto	293437	6869146	1 :56	22 :38	0 :24	Ei
p	Vakituinen asunto	293871	6869363	1 :31	18 :49	0 :22	Ei
q	Vakituinen asunto	294004	6869377	1 :29	18 :34	0 :22	Ei
r	Vapaa-ajan asunto	296447	6868093	3 :08	20 :18	0 :25	Ei
s	Vapaa-ajan asunto	296645	6868073	2 :34	16 :08	0 :23	Ei
t	Vapaa-ajan asunto	296893	6866336	6 :41	34 :16	0 :28	Osittain

Suositusarvojen ylistys "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 metsäntutkimuslaitoksen latauspalvelusta (METLA, 2019). 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 Tevaniemen alueella puuston suojaava vaikutus huomioiden. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-t) ja niiden väлketasot on esitetty taulukossa 7.

Kasvillisuuden suojaava vaikutus huomioitaessa väлкеaika on pienempi useassa havainnointipisteessä ja näistä neljääntoista väлкеä ei kohdistu lainkaan. 8 tunnin vuotuisen varjovälkkeen määrä ei ylitetä. Teoreettiset maksimisuositukset ylitetään kahdessa

havainnointipisteessä. Tevaniemen väkelaskennan tulokset, kun kasvillisuus on otettu huomioon, on raportoitu taulukossa 7.

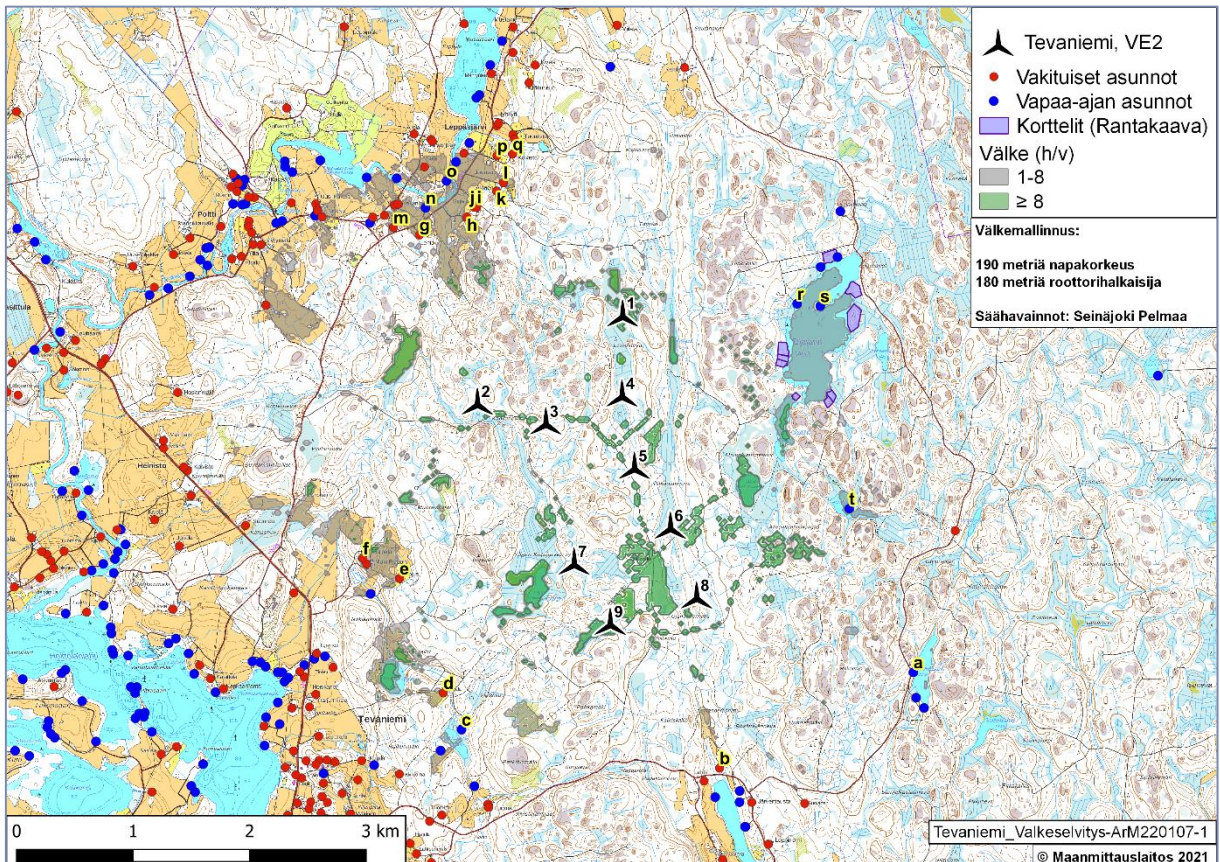
Kun kasvillisuus on otettu huomioon, väkettä ei odoteta syntyvän rantakaavassa vapaa-ajan asunnoille osoitetuille rakentamattomille tonteille.

Taulukko 7. Varjoväkelaskennan tulokset, puuston vaikutus huomioiden, Tevaniemi 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	Vapaa-ajan asunto	297445	6864932	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
b	Vakituinen asunto	295781	6864110	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	293566	6864440	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
d	Vakituinen asunto	293409	6864755	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
e	Vakituinen asunto	293034	6865737	3 :32	14 :51	0 :29	Ei
f	Vakituinen asunto	292720	6865909	4 :57	18 :19	0 :24	Ei
g	Vakituinen asunto	293204	6868683	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
h	Vakituinen asunto	293612	6868837	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
i	Vakituinen asunto	293697	6868921	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
j	Vakituinen asunto	293675	6868920	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
k	Vakituinen asunto	293867	6869061	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
l	Vakituinen asunto	293926	6869130	7 :16	69 :21	0 :47	Osittain
m	Vakituinen asunto	292982	6868747	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
n	Vapaa-ajan asunto	293257	6868916	4 :30	37 :35	0 :44	Osittain
o	Vapaa-ajan asunto	293437	6869146	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
p	Vakituinen asunto	293871	6869363	1 :31	18 :49	0 :22	Ei
q	Vakituinen asunto	294004	6869377	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
r	Vapaa-ajan asunto	296447	6868093	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
s	Vapaa-ajan asunto	296645	6868073	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
t	Vapaa-ajan asunto	296893	6866336	0 :00	0 :00	0 :00	Ei

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

4.3.2 VAIHTOEHDON VE2 VÄLKEVAIKUTUKSET



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

Kasvillisuuden suojaava vaikutus huomioitaessa välke aika on pienempi useassa havainnointipisteessä ja näistä neljäntoista välkettä ei kohdistu lainkaan. Kahdeksan tunnin vuotuisen varjovälkkeen määrä ei ylitetä. Teoreettiset maksimisuositukset ylitetään kahdessa havainnointipisteessä. Tevaniemen väkелaskennan tulokset, kun kasvillisuus on otettu huomioon, on raportoitu taulukossa 8.

Kun kasvillisuus on otettu huomioon, välkettä ei odoteta syntyvän rantakaavassa vapaa-ajan asunnoille osoitetuille rakentamattomille tonteille.

Taulukko 8. Varjoväkelaskennan tulokset, puuston vaikutus huomioiden, Tevaniemi 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	Vapaa-ajan asunto	297445	6864932	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
b	Vakituinen asunto	295781	6864110	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	293566	6864440	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
d	Vakituinen asunto	293409	6864755	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
e	Vakituinen asunto	293034	6865737	3 :32	14 :51	0 :29	Ei
f	Vakituinen asunto	292720	6865909	4 :57	18 :19	0 :24	Ei
g	Vakituinen asunto	293204	6868683	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
h	Vakituinen asunto	293612	6868837	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
i	Vakituinen asunto	293697	6868921	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
j	Vakituinen asunto	293675	6868920	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
k	Vakituinen asunto	293867	6869061	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
l	Vakituinen asunto	293926	6869130	4 :52	54 :49	0 :47	Osittain
m	Vakituinen asunto	292982	6868747	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
n	Vapaa-ajan asunto	293257	6868916	3 :03	29 :26	0 :44	Osittain
o	Vapaa-ajan asunto	293437	6869146	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
p	Vakituinen asunto	293871	6869363	1 :31	18 :49	0 :22	Ei
q	Vakituinen asunto	294004	6869377	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
r	Vapaa-ajan asunto	296447	6868093	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
s	Vapaa-ajan asunto	296645	6868073	0 :00	0 :00	0 :00	Ei
t	Vapaa-ajan asunto	296893	6866336	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.

Välkemallinnuksessa 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).

Tämän välkeselvityksen perusteella Tevaniemen tuulivoimaloiden muodostama varjovälke ei aiheuta kohtuutonta haittaa alueen loma- tai vakituisille asunnoille. Näin ollen välkkeen hallintajärjestelmälle ei nähdä tarvetta Tevaniemen tuulivoimaloiden osalta.

5 LÄHTEET

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

Etha Wind Oy (2019). *02-Flicker and ZVI-CGYK150227-1-Rev12* Internal work description.

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

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

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

LIITE 1: SJOITUSSUUNNITELMA

Voimaloiden sijainnit on esitetty alla olevissa taulukoissa.

Taulukko 9. Tevaniemen voimaloiden sijaintitiedot, VE1

Voimala	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	294948	6868017	190/180/280
2	293701	6867262	190/180/280
3	294289	6867092	190/180/280
4	294942	6867331	190/180/280
5	295049	6866710	190/180/280
6	295358	6866197	190/180/280
7	294532	6865889	190/180/280
8	295583	6865599	190/180/280
9	294841	6865373	190/180/280

Taulukko 10. Tevaniemen voimaloiden sijaintitiedot, VE2

Voimala	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
2	293701	6867262	190/180/280
3	294289	6867092	190/180/280
4	294942	6867331	190/180/280
5	295049	6866710	190/180/280
6	295358	6866197	190/180/280
7	294532	6865889	190/180/280
8	295583	6865599	190/180/280
9	294841	6865373	190/180/280