



VÄLKESELVITYS

MAANINKA

Sisällysluettelo

1	Yhteenveto	4
2	Tausta.....	5
3	Varjovälkkeen muodostuminen	5
3.1	Ohje- ja raja-arvot	6
3.2	Varjovälkkeen lähtötiedot ja menetelmät.....	6
4	Välkevaikutukset.....	8
4.1	Maaninnan välkevaikutukset	8
4.2	Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät	10
4.3	Haittojen ehkäiseminen ja seuranta	12
5	Lähteet.....	13
	Liite 1: Sijoitussuunnitelma.....	13

Versiohistoria

Versio	Tekijä	Tarkastettu	Hyväksytty	Tiivistelmä
Ver 1, 2018-04-20	CGr	JRd	JRd	Maaninnan tuulivoimapuiston väikeselvitys
Rev1, 2018-04-26	CGr	JRd	JRd	Näkemäalueanalyysivertailu lisätty

1 Yhteenveto

Tehtävä:	Välkeselvitys Maaningan tuulivoimapuiston vaikutusalueella.
Työmenetelmät:	Välkeselvitykseen on kerätty ajantasaista tietoa tuulivoimaloiden varjon välkkeen ominaispiirteistä, välkkeen ohjearvoista, paikallisista olosuhteista sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty WindPRO Ver3.1 ohjelmiston SHADOW-moduulia. Mallinnuksessa ja raportoinnissa on käytetty ympäristöministeriön vuonna 2016 julkaisemia ohjeita raportista Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöministeriö, 2016). Vaikutusten arvioinnissa käytetyt laskentaparametrit on taulukoitu tässä raportissa.
Tulokset:	Laskennan perusteella, käytetyt suositusarvot (LAI, 2002; Boverket, 2009) eivät ylity.

2 Tausta

Tämä välkemallinnus on tehty Maaningan alueelle suunnitellulle tuulivoimapuistolle Kuusamossa. Suunniteltu tuulivoimapuisto on kokonaisuudessaan 54 voimalan laajuinen. Välkemallinnus on tehty voimalalla, jonka napakorkeus on 170 metriä ja roottorin halkaisija 160 metriä, jolloin kokonaiskorkeus on 250 metriä. Kyseinen voimala vastaa todennäköisesti rakennettavaa voimalatyyppeä.

Tämä selvitys on tehty WindPRO 3.1 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 kesto aika 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 ylittävää määrää 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

Suomessa ei ole määritelty välkevaikutukselle raja-arvoja tai suosituksia. Saksassa ja Ruotsissa on tuulivoimapuistojen viereiselle asutukselle annettu suositusarvo maksimissaan kahdeksan tuntia välkettä vuodessa (nk. todellinen tilanne, jossa huomioidaan auringonpaisteajat ja tuuliolosuhteet) ja 30 minuuttia päivässä sekä 30 tuntia vuodessa (teoreettisessa maksimitilanteessa). Tämän raportin tuloksia on verrattu edellä mainittuihin suositusarvoihin. Tanskassa sovelletaan yleensä kymmenen tunnin vuotuisen välkkeen raja-arvoa todellisessa tilanteessa.

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, mutta niitä ei ole laskennassa otettu huomioon eli todellisuudessa välkettä on paikoittain vähemmän kuin mallinnuksessa.

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.

Maastotietokantana käytettiin Maanmittauslaitoksen kahden metrin korkeusmallia ja säähavaintotietoina käytettiin Rovaniemen lentokentän säähavaintoja. Rovaniemen lentokenttä sijaitsee noin 125 km päässä suunnitellusta tuulivoimapuistoalueesta. Laskelmissa oletetaan, että tuulivoimaloiden roottorit pyörivät vain tuulennopeuden ollessa sopiva. Varjovälkettä tarkasteltiin 1,5 metrin korkeudelta eli suunnilleen ihmisen havainnointikorkeudelta. Mallinnuksessa käytetyt auringonpaisteajat sekä tuulivoimaloiden toiminta-aika on esitetty alla olevissa taulukoissa.

Taulukko 1. Mallinnuksessa käytetyt auringonpaisteajat

Kuukausi	Keskimääräinen auringonpaisteen tuntimäärä päivässä
Tammikuu	0,63
Helmikuu	2,38
Maaliskuu	5,50
Huhtikuu	8,46
Toukokuu	9,88
Kesäkuu	11,29
Heinäkuu	10,83
Elokuu	7,58
Syyskuu	4,67
Lokakuu	2,50
Marraskuu	0,75
Joulukuu	0,13
Keskiarvo	5,38

Taulukko 2. Tuulivoimaloiden toiminta-aika

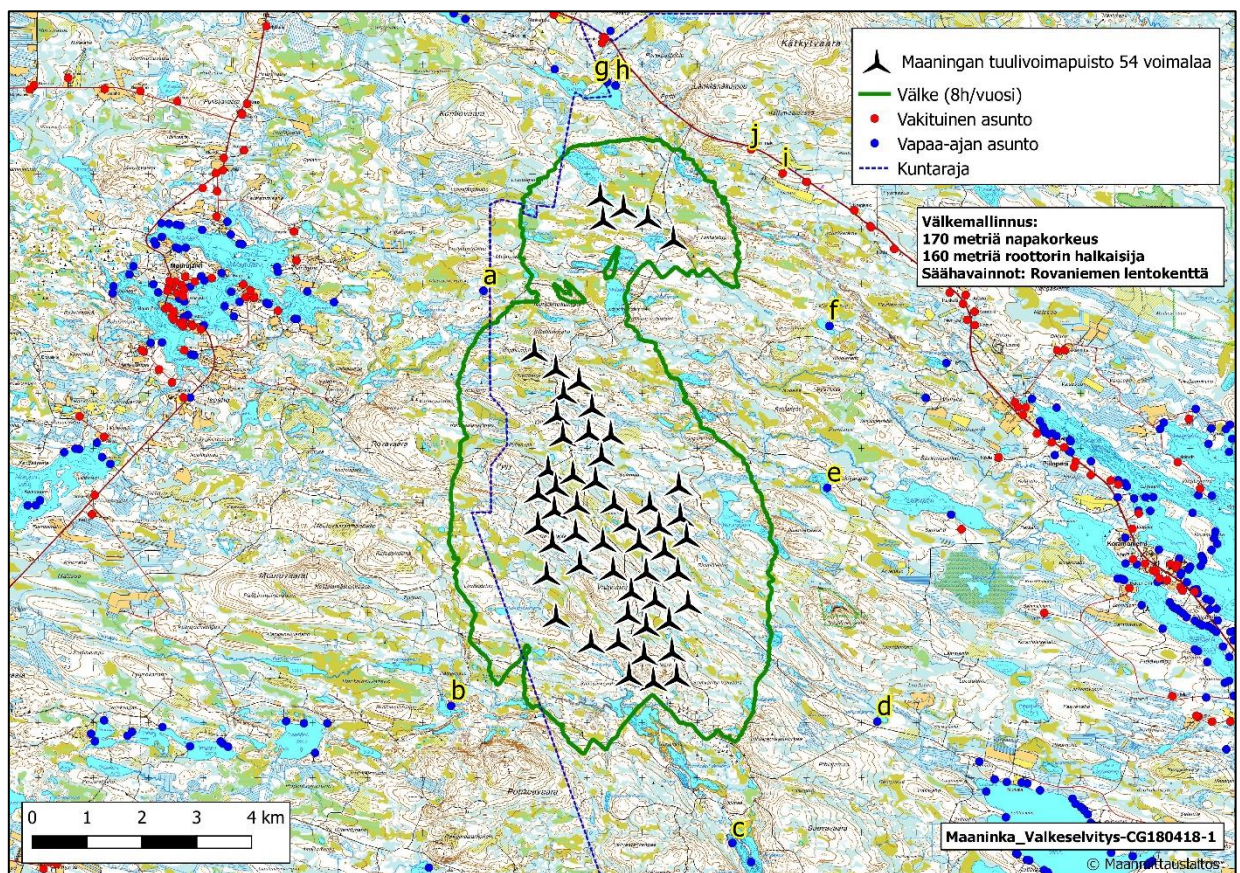
Tuulensuunta	Toiminta-aika (h/v)
Pohjoinen	499
Pohjoiskoillinen	335
Itäkoillinen	317
Itä	519
Itäkaakko	664
Eteläkaakko	594
Etelä	640
Etelälounas	830
Länsilounas	1549
Länsi	909
Länsiluode	616
Pohjoisluode	590
Summa	8062

4 Välkevaikutukset

Välkemallinnukset on suoritettu LAI 2002 mukaisesti, ottaen huomioon voimalan lapojen keskimääräiset leveydet, joiden avulla lasketaan maksimitarkasteluetaisyys voimaloista. Maksimitarkasteluetaisyys määritetään siten, että havainnointipisteessä voimalan lapa peittää vähintään 20 % auringosta.

4.1 Maaningan välkevaikutukset

Seuraavassa kuvassa on välkemallinnuksen tulokset esitettynä visuaalisesti ja sen jälkeen tuloksia on selostettu yksityiskohtaisesti sanallisesti.



Kuva 2. Varjovälkkeen muodostuminen Maaningan alueella. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-j) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 3.

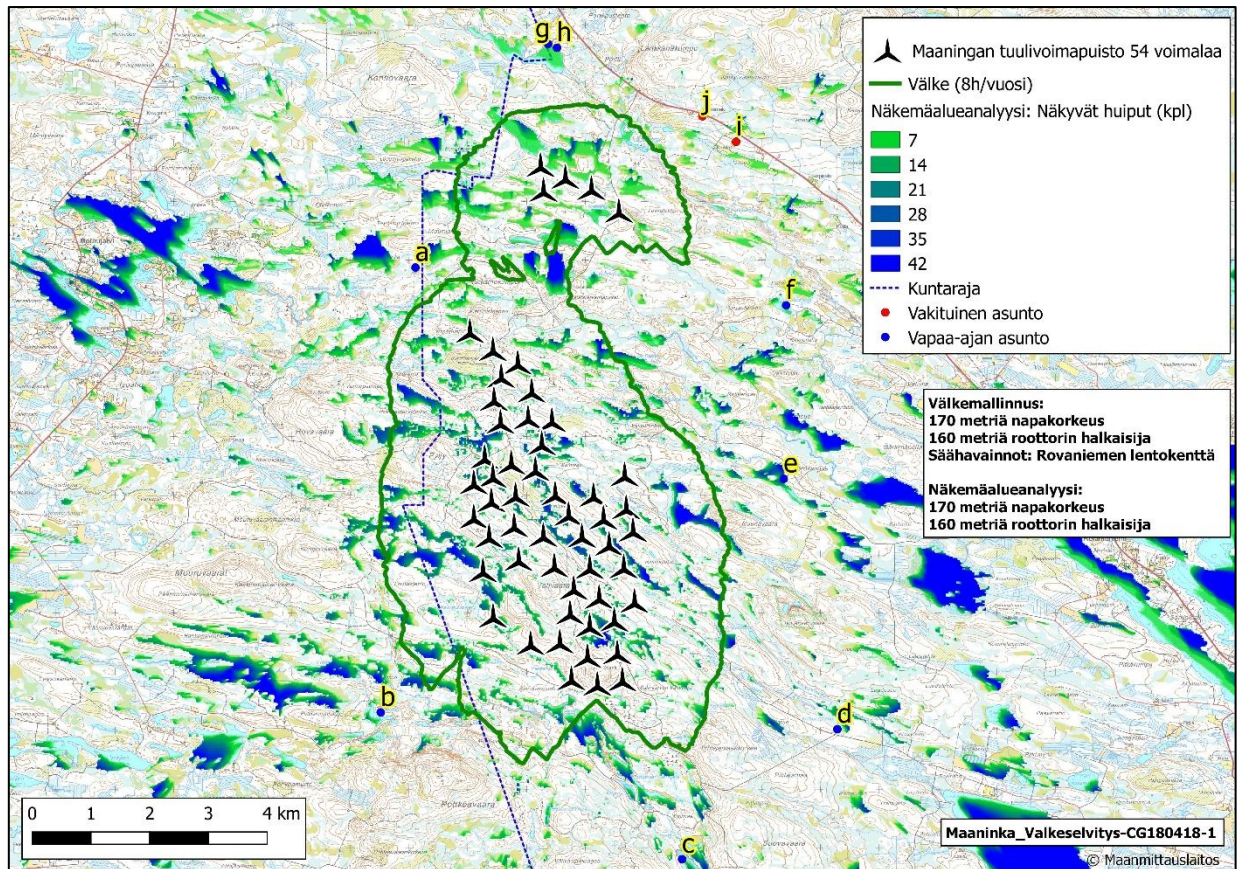
Vihreän linjan ulkopuolella varjovälkettä esiintyy vuodessa alle kahdeksan tuntia. Kahdeksan tunnin vuotuinen välke ei ylitä yhdessäkään havainnointipisteessä. Havainnointipiste a on ainoa kohde, jossa välkettä esiintyy.

Seuraavassa taulukossa on laskennasta saadut tulokset havainnointipisteille.

Taulukko 3. Varjoväkelaskennan tulokset, Maaninka

Havainnointipiste	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 -arvojen ylitys
a	Vapaa-ajan asunto	569111	7361875	1:59	13:38	0:28	Ei
b	Vapaa-ajan asunto	568519	7354304	0:00	0:00	0:00	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	573647	7351805	0:00	0:00	0:00	Ei
d	Vapaa-ajan asunto	576289	7354018	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	575377	7358278	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vapaa-ajan asunto	575417	7361230	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vapaa-ajan asunto	571367	7365677	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vapaa-ajan asunto	571518	7365614	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vakituinen asunto	574567	7364014	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vakituinen asunto	573993	7364450	0:00	0:00	0:00	Ei

Alla olevassa kartassa välkemallinnuksen tuloksia on verrattu näkemäalueanalyysin tuloksiin.



Kuva 3. Varjovälkkeen muodostuminen sekä näkemäalueanalyysin tulokset Maaningan alueella.

Näkemäalueanalyysin perusteella voimaloiden huiput eivät näy havainnointipisteeseen a, kasvillisuudesta johtuen. Tämän perusteella myöskään välkettä kyseisessä kohteessa ei havaita. Lisätietoa näkemäalueanalyysistä löytyy raportista Maaninka_Nakemaalueanalyysi-CG180425-1JR.

4.2 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.

Mallinnus tehtiin ilman kasvillisuuden huomioimista, jolloin kasvillisuuden vaikutus tulokseen on epävarmaa. 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.

Mallinnuksessa on käytetty nk. kasvihuone-asetusta, eli välkettä lasketaan havaittavaksi aina, kun välkealue osuu rakennuksen kohdalle. Todellisuudessa välkettä esiintyy ainoastaan ikkunallisissa huoneissa, jotka ovat tuulivoimaloiden suuntaan.

4.3 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.

5 Lähteet

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 Oy (2017). *02-Flicker and ZVI-CGYK150227-1-Rev7*. Internal work description.

Liite 1: Sijoitussuunnitelma

Tämä laskenta perustuu kaavaehdotusvaiheessa olevaan sijoitussuunnitelmaan (54 voimalaa). Maaningan voimaloiden sijainnit on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 4. Maaningan voimaloiden sijaintitiedot

Voimala	Itäinen Koord. (ETRS-TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS-TM35FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	571236	7363629	170/160/250
2	571286	7363205	170/160/250
3	571659	7363424	170/160/250
4	572102	7363235	170/160/250
5	572569	7362849	170/160/250
6	570034	7360804	170/160/250
7	570426	7360495	170/160/250
8	570848	7360267	170/160/250
9	570566	7360039	170/160/250
10	571085	7359788	170/160/250
11	570444	7359646	170/160/250
12	570554	7359259	170/160/250
13	571024	7359332	170/160/250
14	571429	7359290	170/160/250
15	571257	7358894	170/160/250
16	570285	7358660	170/160/250
17	570738	7358565	170/160/250
18	571148	7358456	170/160/250
19	570425	7358339	170/160/250
20	570100	7358228	170/160/250
21	570399	7357923	170/160/250
22	570811	7358017	170/160/250
23	571485	7358036	170/160/250
24	572137	7358014	170/160/250
25	572667	7358362	170/160/250

26	572694	7357803	170/160/250
27	572307	7357628	170/160/250
28	572809	7357419	170/160/250
29	571713	7357690	170/160/250
30	571940	7357320	170/160/250
31	572403	7357180	170/160/250
32	572652	7356797	170/160/250
33	570100	7357644	170/160/250
34	570361	7357313	170/160/250
35	570786	7357499	170/160/250
36	571283	7357334	170/160/250
37	570863	7356923	170/160/250
38	570256	7356732	170/160/250
39	570429	7355958	170/160/250
40	571470	7356815	170/160/250
41	572073	7356788	170/160/250
42	571800	7356432	170/160/250
43	572233	7356277	170/160/250
44	572835	7356210	170/160/250
45	572491	7355890	170/160/250
46	571738	7356012	170/160/250
47	572072	7355795	170/160/250
48	571564	7355519	170/160/250
49	571067	7355493	170/160/250
50	572034	7355273	170/160/250
51	572542	7355335	170/160/250
52	572628	7354875	170/160/250
53	572203	7354799	170/160/250
54	571761	7354893	170/160/250