



VÄLKESELVITYS

Martimon Tuulipuisto

18.11.2025

SISÄLLYSLUETTELO

1	YHTEENVETO	2
2	TAUSTA	3
3	VARJOVÄLKKEEN MUODOSTUMINEN	4
3.1	Ohje- ja raja-arvot.....	4
3.2	Varjovälkkeen lähtötiedot ja menetelmät.....	5
4	VÄLKEVAIKUTUKSET	8
4.1	Martimon välkevaikutukset.....	8
4.2	Välkevaikutukset puuston suojaava vaikutus huomioiden.....	10
4.3	Yhteisvaikutusten Mallinnus.....	12
4.3.1	Martimon, Valkiavaaran ja Karhakkamaan yhteisvaikutukset	12
4.3.2	Kaikkien naapuripuistojen yhteisvaikutukset.....	14
4.4	Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät	16
4.5	Haittojen ehkäiseminen ja seuranta	17
5	LÄHTEET	18
	Liite 1: Sijoitussuunnitelma	19

VERSIONHISTORIA

Versio, Päivämäärä	Tekijä	Tarkastettu	Hyväksytty	Tiivistelmä
Ver 1, 2025-11-18	Jesper Smeds	Elina Sippola	Elina Sippola	Martimon tuulivoimapuiston välkeselvitys (kaavaehdotus, 45 voimalaa).

1 YHTEENVETO

Tehtävä:

Välkeselvitys Martimon tuulivoimapuiston vaikutusalueella. Selvityksessä on otettu huomioon myös viereiset suunnitteilla olevat tuulivoimapuistot Valkiavaara, Karhakkamaa, Haapamaa, Kolopetäjä, Kummunmaa ja Repojätkä. Martimoa on tarkasteltu erikseen, yhdessä Valkiavaaran ja Karhakkamaan kanssa sekä kaikkien edellä mainittujen naapuripuistojen kanssa.

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. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä Martimon tuulivoimapuiston yhdessäkään havainnointipisteessä, kun huomioidaan pelkästään Martimo. Myöskään teoreettisen maksimitilanteen suosituksia 30 h/v ja 30 min/pv ei ylitetä. Välketasot pysyvät raja-arvojen alapuolella myös silloin, kun Martimon lisäksi huomioidaan Karhakkamaa ja Valkiavaara.

Kun kaikki naapurituulipuistot otetaan huomioon, Ruotsissa ja Saksassa annettu maksimisuositus kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ylitetään kahdessa havainnointipisteessä. Myös teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 h/v ylitetään näissä kahdessa havainnointipisteessä ja teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 min/pv ylitetään neljässä havainnointipisteessä. Koska muut tarkastellut hankkeet (Haapamaa, Kolopetäjä, Kummunmaa ja Repojätkä) ovat vielä suunnittelun alkuvaiheessa ja etenevät Martimon hanketta jäljessä, on todennäköistä, että niiden

sijoitus suunnitelmat muuttuvat vielä, tai osa hankkeista ei toteudu. Yhteisvaikutuksia tullaan arvioimaan näiden hankkeiden osalta erikseen niiden edetessä.

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	Martimo, mallinnus ilman puustoa	Martimo, mallinnus puusto huomioiden	Martimo, Karhakkamaa ja Valkiavaara	Martimo ja kaikki naapuripuistot
> 10 h/v, todellinen tilanne	0	0	0	2
> 8 h/v, todellinen tilanne	0	0	0	2
> 30 h/v, teoreettinen maksimi	0	0	0	2
> 30 min/pv, teoreettinen maksimi	0	0	0	4

2 TAUSTA

Välkeselvitys on tehty Martimon tuulivoimapuistolle Tornion kaupungin alueella. Suunniteltu tuulivoimapuisto on kokonaisuudessaan 45 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.

Naapuripuistot Valkiavaara (45 voimalaa), Karhakkamaa (48 voimalaa), Haapamaa (56 voimalaa), Kolopetäjä (77 voimalaa) on mallinnettu voimalalla, jonka roottorihalkaisija on 200 metriä ja napakorkeus on 200 metriä, jolloin kokonaiskorkeus on 300 metriä. Kummunmaa ja Repojätkä (22 voimalaa) on mallinnettu voimalalla, jonka roottorihalkaisija on 260 metriä ja napakorkeus on 220 metriä, jolloin kokonaiskorkeus on 350 metriä.

Välkeselvitys on tehty windPRO 4.2 ohjelmiston SHADOW-moduulia käyttäen. Tulosten arvioinnissa on käytetty Saksan ja Ruotsin suositusarvoja (LAI, 2002; Boverket, 2009). 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. Suositusarvot ylittävä määrä varjovälkettä asuinalueella voi vaikuttaa asukkaiden viihtyvyyteen. Se havaitaanko varjovälkettä asuinalueella, loma-asunnolla tai työmaa-alueella, vaikuttaa ilmiön häiritsevyyteen. Myös eri hankkeiden varjovälikkeen 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. 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 havainnointi pisteeseen muodostu häiritsevään voimakkaita liikkuvia varjoja. Maksimivaikutusten arvioimiseksi

Martimon mallinnuksissa 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 kymmenen metrin korkeusmallia ja säähavaintotietoina käytettiin Rovaniemen säähavaintoja. Rovaniemen havaintoasema sijaitsee noin 70 kilometrin päässä suunnitellusta tuulivoimapuistoalueesta. Laskelmissa oletetaan, että tuulivoimaloiden roottorit pyörivät vain tuulennopeuden ollessa sopiva. Varjovälkettä tarkasteltiin kahden 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	Rovaniemen sääaseman havainnot, Ilmatieteen laitos (taulukko 3)
Toiminta-aika	EMD WRF Europe+ datan perusteella (taulukko 4)
Asuntojen asetus	Kasvihuone-asetus
Mallinnus	Välkemallinnus 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	0,48
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

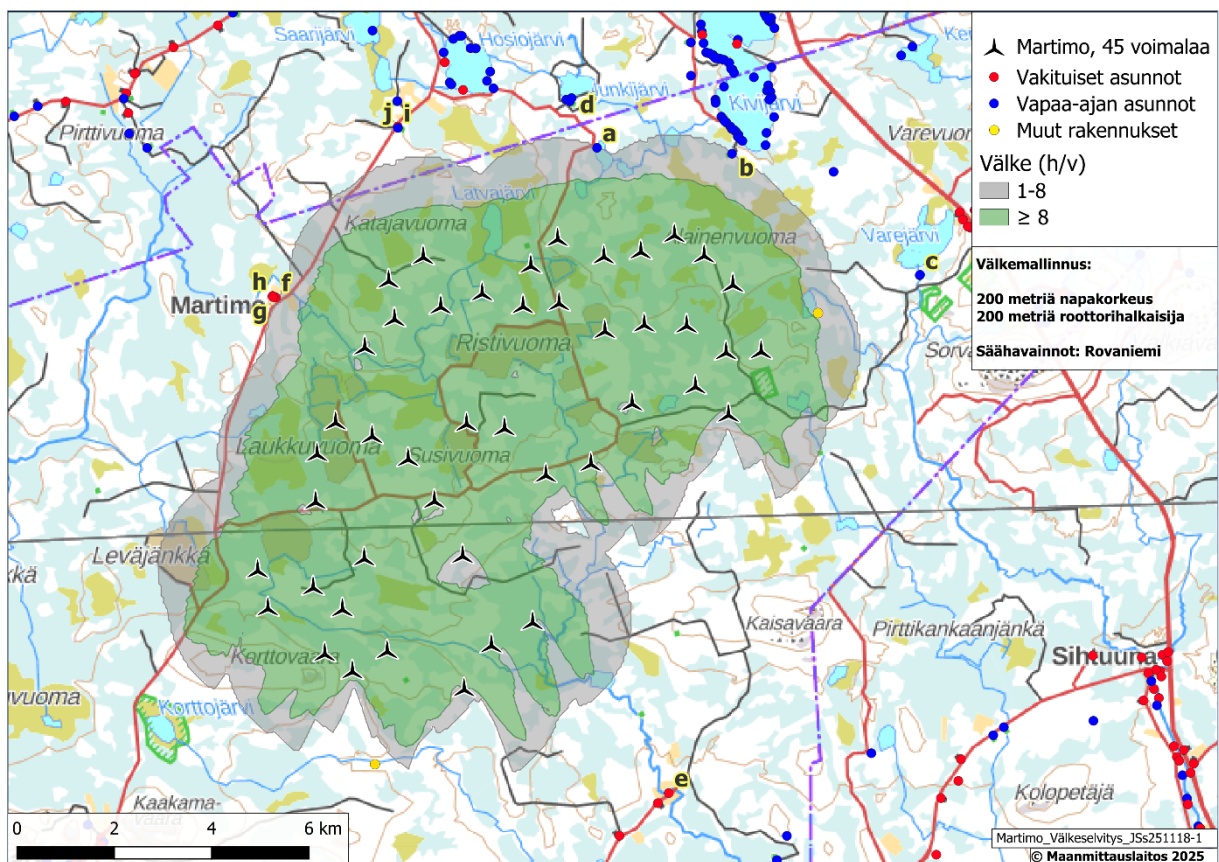
Taulukko 4. Tuulivoimaloiden toiminta-aika.

Tuulensuunta	Toiminta-aika (h/v)
Pohjoinen	710
Pohjoiskoillinen	619
Itäkoillinen	512
Itä	488
Itäkaakko	530
Eteläkaakko	713
Etelä	1124
Etelälounas	1113
Länsilounas	604
Länsi	478
Länsiluode	504
Pohjoisluode	579
Summa	7974

4 VÄLKEVAIKUTUKSET

4.1 MARTIMON 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 Martimon 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 yhdenkään asunnon kohdalla. Myöskään teoreettisen maksimitilanteen suositusta 30 h/v ja teoreettisen maksimitilanteen suositusta 30 min/pv ei ylitetä.

Kuvaan on merkitty keltaisella muut rakennukset, jotka sijaitsevat Martimon alueella lähellä voimaloita. Näitä rakennuksia ei ole huomioitu mallinnuksen tuloksissa.

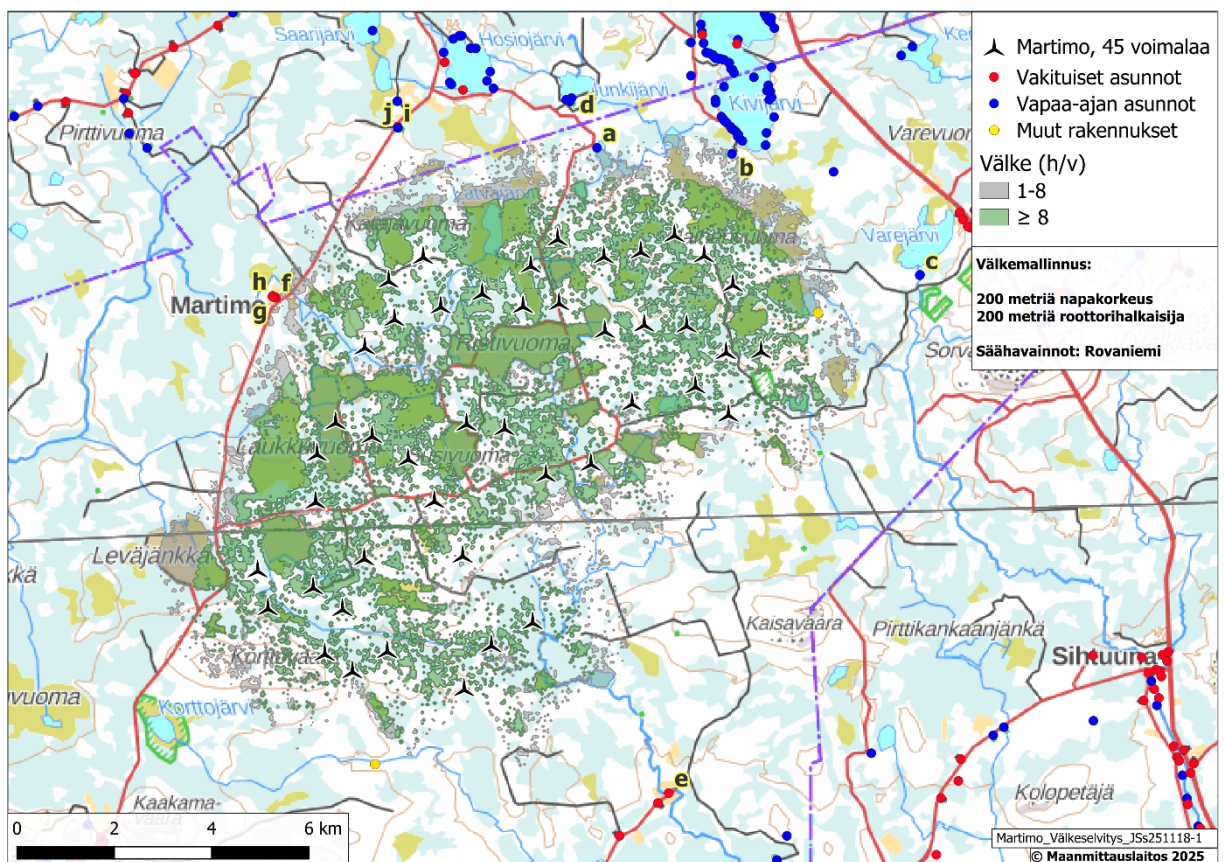
Laskennassa on tarkasteltu välkettä myös yksittäisissä havainnointipisteissä. Seuraavassa taulukossa on laskennasta saadut tulokset havainnointipisteille.

Taulukko 5. Varjovälkelaskennan tulokset, Martimo.

Havainnointipiste	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	382728	7352348	1:09	12:13	0:25	Ei
b	Vapaa-ajan asunto	385499	7352227	1:18	10:53	0:24	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	389356	7349730	0:00	0:00	0:00	Ei
d	Vapaa-ajan asunto	382169	7353304	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vakituinen asunto	384201	7339092	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vakituinen asunto	376132	7349272	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vakituinen asunto	376073	7349283	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vakituinen asunto	376066	7349305	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	378639	7352756	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vakituinen asunto	378634	7352785	0:00	0:00	0:00	Ei

4.2 VÄLKEVAIKUTUKSET PUUSTON SUOJAAVA VAIKUTUS HUOMIOIDEN

Korkean puuston peittäessä tuulivoimat, havainnointipisteeseen ei muodostu lainkaan varjovälkettä. Kasvillisuuden peittäessä tietyt tuulivoimat, havainnointipisteeseen muodostuva varjovälkkeen kokonaismäärä vähenee. Puuston korkeustiedot on poimittu Metsäkeskuksen latauspalvelusta (Metsäkeskus, 2024). Seuraavassa kuvassa on esitetty väkემallinnuksen tulokset kasvillisuuden korkeus huomioon ottaen ja jäljempänä tulokset on kuvailtu sanallisesti.



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

Kasvillisuuden suojaava vaikutus huomioitaessa välekaika on pienempi kahdessa havainnointipisteessä. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä yhdenkään asunnon kohdalla. Myöskään teoreettisen

maksimitilanteen suositusta 30 h/v ja teoreettisen maksimitilanteen suositusta 30 min/pv ei ylitetä.

Martimon välkelaskennan tulokset, kun kasvillisuus on otettu huomioon, on raportoitu kymmenen havainnointipisteen osalta taulukossa 6.

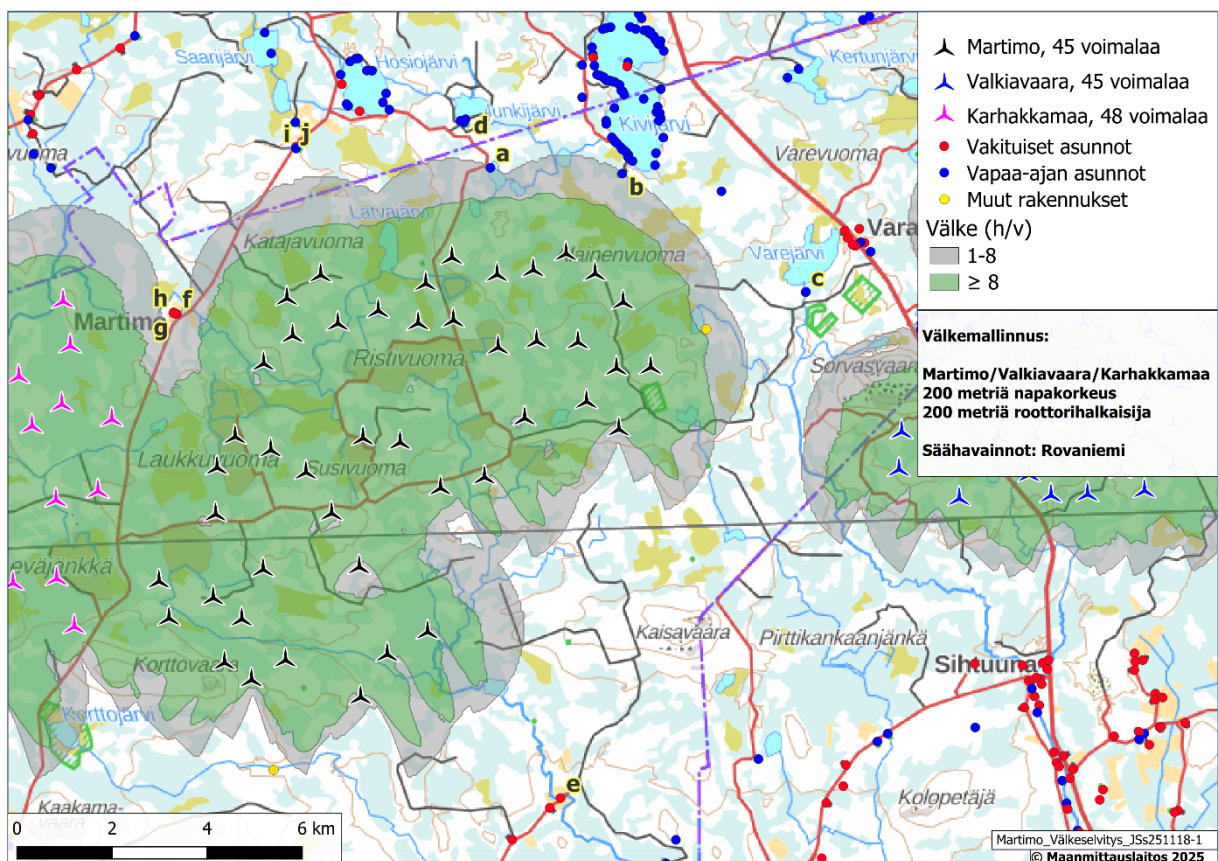
Taulukko 6. Varjovälkelaskennan tulokset, puuston vaikutus huomioiden.

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)	Suositus- arvon ylitys
a	Vapaa-ajan asunto	382728	7352348	0:00	0:00	0:00	Ei
b	Vapaa-ajan asunto	385499	7352227	0:00	0:00	0:00	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	389356	7349730	0:00	0:00	0:00	Ei
d	Vapaa-ajan asunto	382169	7353304	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vakituinen asunto	384201	7339092	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vakituinen asunto	376132	7349272	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vakituinen asunto	376073	7349283	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vakituinen asunto	376066	7349305	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	378639	7352756	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vakituinen asunto	378634	7352785	0:00	0:00	0:00	Ei

4.3 YHTEISVAIKUTUSTEN MALLINNUS

4.3.1 MARTIMON, VALKIAVAARAN JA KARHAKKAMAAN YHTEISVAIKUTUKSET

Seuraavassa kuvassa on esitetty Martimon, Valkiavaaran ja Karhakkamaan yhteisvaikutusten tulokset. Välikemallinnuksessa on käytetty Martimon 45 voimalan sijoitussuunnitelmaa. Martimon mallinnus on toteutettu voimalalla, jonka napakorkeus on 200 metriä ja roottorinhalkaisija 200 metriä. Myös naapuripuistot Valkiavaara (45 voimalaa) ja Karhakkamaa (48 voimalaa) on mallinnettu voimalalla, jonka roottorihalkaisija on 200 metriä ja napakorkeus on 200 metriä. Naapurihankkeiden tiedot löytyvät liitteestä 1.



Kuva 4. Varjovälkkeen muodostuminen Martimon alueella, naapuripuistot Valkiavaara ja Karhakkamaa huomioiden. 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. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitetä yhdenkään

asunnon kohdalla. Myöskään teoreettisen maksimitilanteen suositusta 30 h/v ja teoreettisen maksimitilanteen suositusta 30 min/pv ei ylitetä.

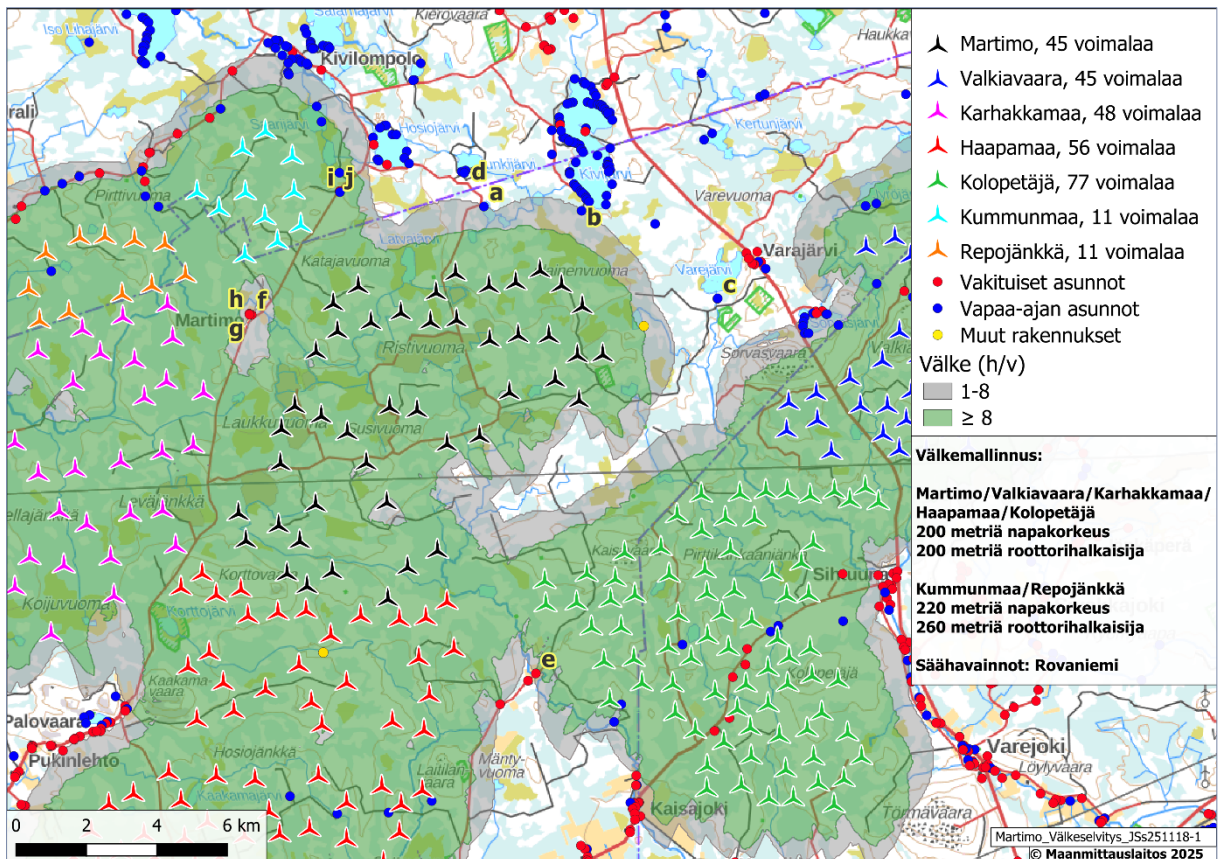
Varjovälkelaskennan tulokset naapuripuistot huomioiden on raportoitu kymmenen havainnointipisteen osalta taulukossa 7.

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)	Suositusarvon ylitys
a	Vapaa-ajan asunto	382728	7352348	1:09	12:13	0:25	Ei
b	Vapaa-ajan asunto	385499	7352227	1:18	10:53	0:24	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	389356	7349730	0:00	0:00	0:00	Ei
d	Vapaa-ajan asunto	382169	7353304	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vakituinen asunto	384201	7339092	0:00	0:00	0:00	Ei
f	Vakituinen asunto	376132	7349272	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vakituinen asunto	376073	7349283	0:00	0:00	0:00	Ei
h	Vakituinen asunto	376066	7349305	0:00	0:00	0:00	Ei
i	Vapaa-ajan asunto	378639	7352756	0:00	0:00	0:00	Ei
j	Vakituinen asunto	378634	7352785	0:00	0:00	0:00	Ei

4.3.2 KAIKKIEN NAAPURIPUISTOJEN YHTEISVAIKUTUKSET

Seuraavassa kuvassa on esitetty Martimon ja naapuripuistojen yhteisvaikutusten tulokset, kun on huomioitu Karhakkamaan ja Valkiavaaran lisäksi Haapamaa, Kolopetäjä, Kummunmaa ja Repojäntä. Välkemallinnuksessa on käytetty Martimon 45 voimalan sijoitussuunnitelmaa. Martimon mallinnus on toteutettu voimalalla, jonka napakorkeus on 200 metriä ja roottorihalkaisija 200 metriä. Myös naapuripuistot Valkiavaara (45 voimalaa), Karhakkamaa (48 voimalaa), Haapamaa (56 voimalaa) ja Kolopetäjä (77 voimalaa) on mallinnettu voimalalla, jonka roottorihalkaisija on 200 metriä ja napakorkeus on 200 metriä. Kummunmaa ja Repojäntä (22 voimalaa) on mallinnettu voimalalla, jonka roottorihalkaisija on 260 metriä ja napakorkeus on 220 metriä. Naapurihankkeiden tiedot löytyvät liitteestä 1.



Kuva 5. Varjovälkkeen muodostuminen Martimon alueella, kaikki naapuripuistot huomioiden. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-j) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 8.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy mallinnuksen mukaan alle kahdeksan tuntia vuodessa ja harmaan viivan ulkopuolella väkettä esiintyy alle tunti vuodessa. Kun kaikki naapurituulipuistot otetaan huomioon, Ruotsissa ja Saksassa annettu maksimisuositus kahdeksan

tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ylitetään kahdessa havainnointipisteessä (i ja j). Myös teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 h/v ylitetään näissä kahdessa havainnointipisteessä ja teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 min/pv ylitetään neljässä havainnointipisteessä. Kun tarkastellaan pelkästään Martimoa, suositusarvot eivät ylity, vaan ylitykset johtuvat naapuripuistoista. Koska osa hankkeista (Haapamaa, Kolopetäjä, Kummunmaa ja Repojätkä) on vielä suunnittelun alkuvaiheessa ja ne etenevät Martimon hanketta jäljessä, on todennäköistä, että niiden sijoitussuunnitelmat muuttuvat vielä, tai osa hankkeista ei toteudu. Yhteisvaikutuksia tullaan arvioimaan näiden hankkeiden osalta erikseen niiden edetessä.

Varjovälkelaskennan tulokset naapuripuistot huomioiden on raportoitu kymmenen havainnointipisteen osalta taulukossa 8.

Taulukko 8. 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	Vapaa-ajan asunto	382728	7352348	1:09	12:13	0:25	Ei
b	Vapaa-ajan asunto	385499	7352227	1:18	10:53	0:24	Ei
c	Vapaa-ajan asunto	389356	7349730	0:00	0:00	0:00	Ei
d	Vapaa-ajan asunto	382169	7353304	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vakituinen asunto	384201	7339092	2:12	10:38	0:24	Ei
f	Vakituinen asunto	376132	7349272	0:00	0:00	0:00	Ei
g	Vakituinen asunto	376073	7349283	3:59	18:25	0:30	Osittain
h	Vakituinen asunto	376066	7349305	4:00	18:35	0:30	Osittain
i	Vapaa-ajan asunto	378639	7352756	24:13	116:21	0:46	Kyllä
j	Vakituinen asunto	378634	7352785	24:17	116:33	0:47	Kyllä

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.

Yhteisvaikutusten mallinnuksessa (luku 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 metsäaluetta, 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 rottoreita, 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 (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*.

Metsäkeskus (2024). *Latvusmalli*. <https://avoin.metsakeskus.fi/aineistot/Latvusmalli/>

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. Martimon voimaloiden sijaintitiedot (45 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	385515	7349582	200/200/300
2	384925	7350182	200/200/300
3	384315	7350602	200/200/300
4	383625	7350262	200/200/300
5	382865	7350162	200/200/300
6	381915	7350522	200/200/300
7	381365	7349972	200/200/300
8	381945	7349202	200/200/300
9	382886	7348631	200/200/300
10	383695	7348762	200/200/300
11	384565	7348742	200/200/300
12	385375	7348192	200/200/300
13	386095	7348212	200/200/300
14	384745	7347492	200/200/300
15	385424	7346911	200/200/300
16	383445	7347142	200/200/300
17	382599	7345901	200/200/300
18	381675	7345672	200/200/300
19	380825	7346632	200/200/300
20	380045	7346722	200/200/300
21	381205	7349142	200/200/300
22	380365	7349402	200/200/300
23	379155	7350152	200/200/300
24	379515	7349132	200/200/300
25	378445	7349662	200/200/300
26	378564	7348877	200/200/300
27	377955	7348292	200/200/300
28	379384	7345139	200/200/300
29	378845	7346002	200/200/300
30	378105	7346472	200/200/300
31	376945	7345122	200/200/300
32	376975	7346102	200/200/300
33	377355	7346752	200/200/300
34	377944	7343958	200/200/300

35	377495	7342914	200/200/300
36	376895	7343362	200/200/300
37	375754	7343711	200/200/300
38	375965	7342932	200/200/300
39	377132	7341998	200/200/300
40	377700	7341637	200/200/300
41	378415	7342052	200/200/300
42	379995	7341272	200/200/300
43	380555	7342172	200/200/300
44	381402	7342644	200/200/300
45	379965	7344012	200/200/300

Taulukko 10. Valkiavaaran voimaloiden sijaintitiedot (45 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	396461	7351763	200/200/300
2	396978	7351468	200/200/300
3	391315	7346063	200/200/300
4	397054	7350748	200/200/300
5	396694	7350133	200/200/300
6	397568	7350397	200/200/300
7	397663	7349666	200/200/300
8	395868	7349587	200/200/300
9	395189	7349148	200/200/300
10	394517	7348868	200/200/300
11	393569	7351251	200/200/300
12	394387	7351538	200/200/300
13	395756	7348795	200/200/300
14	396598	7348997	200/200/300
15	396886	7348324	200/200/300
16	397238	7347823	200/200/300
17	397080	7347027	200/200/300
18	396471	7347605	200/200/300
19	396131	7348099	200/200/300
20	395061	7348178	200/200/300
21	395643	7347277	200/200/300
22	396289	7346820	200/200/300
23	395185	7351775	200/200/300
24	397086	7346156	200/200/300
25	396479	7345617	200/200/300
26	395978	7346033	200/200/300
27	395454	7346483	200/200/300
28	394858	7347160	200/200/300
29	394033	7348041	200/200/300
30	393111	7347547	200/200/300
31	394173	7346753	200/200/300
32	394054	7345954	200/200/300
33	394513	7345518	200/200/300
34	395691	7352506	200/200/300
35	395281	7345540	200/200/300
36	394711	7346364	200/200/300
37	391373	7346855	200/200/300
38	392156	7347118	200/200/300

39	392188	7346356	200/200/300
40	392584	7345451	200/200/300
41	395934	7352012	200/200/300
42	395658	7351303	200/200/300
43	394832	7351016	200/200/300
44	393407	7346761	200/200/300
45	396067	7350776	200/200/300

Taulukko 11. Karhakkamaan voimaloiden sijaintitiedot (48 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	374736	7347056	200/200/300
2	374474	7345543	200/200/300
3	373976	7342693	200/200/300
4	373891	7348597	200/200/300
5	373800	7347653	200/200/300
6	373740	7349537	200/200/300
7	373605	7343705	200/200/300
8	373590	7345355	200/200/300
9	373085	7346908	200/200/300
10	372686	7343607	200/200/300
11	372501	7347950	200/200/300
12	372474	7349193	200/200/300
13	372416	7345095	200/200/300
14	372224	7341280	200/200/300
15	372129	7342359	200/200/300
16	371510	7347845	200/200/300
17	371449	7343308	200/200/300
18	371324	7348843	200/200/300
19	371122	7344859	200/200/300
20	370804	7347007	200/200/300
21	370803	7342142	200/200/300
22	370676	7343674	200/200/300
23	370438	7340195	200/200/300
24	370074	7344743	200/200/300
25	370063	7348217	200/200/300
26	369832	7342375	200/200/300
27	369412	7341511	200/200/300
28	369411	7345627	200/200/300
29	368998	7342740	200/200/300
30	368589	7340453	200/200/300
31	368556	7344768	200/200/300
32	368479	7343561	200/200/300
33	368350	7341301	200/200/300
34	368028	7342514	200/200/300
35	367995	7346325	200/200/300
36	367789	7345321	200/200/300
37	367378	7341368	200/200/300
38	366959	7342448	200/200/300

39	366828	7347410	200/200/300
40	366724	7344893	200/200/300
41	366524	7346143	200/200/300
42	366148	7343226	200/200/300
43	365427	7344486	200/200/300
44	365365	7346806	200/200/300
45	365324	7345743	200/200/300
46	364479	7346544	200/200/300
47	364207	7345251	200/200/300
48	363310	7346166	200/200/300

Taulukko 12. Haapamaan voimaloiden sijaintitiedot (56 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	374727	7341905	200/200/300
2	371077	7333855	200/200/300
3	375827	7341455	200/200/300
4	373377	7333855	200/200/300
5	375927	7334455	200/200/300
6	380327	7334555	200/200/300
7	371777	7333705	200/200/300
8	377827	7338255	200/200/300
9	374877	7334855	200/200/300
10	375327	7338805	200/200/300
11	380377	7335355	200/200/300
12	372077	7335355	200/200/300
13	381077	7340655	200/200/300
14	376927	7334505	200/200/300
15	377477	7339305	200/200/300
16	374127	7341505	200/200/300
17	379877	7333705	200/200/300
18	375727	7333255	200/200/300
19	373777	7336255	200/200/300
20	376877	7340805	200/200/300
21	381877	7339755	200/200/300
22	377777	7334655	200/200/300
23	374527	7333705	200/200/300
24	380327	7340605	200/200/300
25	379827	7335855	200/200/300
26	372777	7335655	200/200/300
27	374327	7339255	200/200/300
28	378827	7338805	200/200/300
29	378827	7334355	200/200/300
30	375127	7341305	200/200/300
31	375127	7336155	200/200/300
32	371577	7334605	200/200/300
33	381677	7341105	200/200/300
34	380977	7335755	200/200/300
35	377677	7340855	200/200/300
36	372427	7334005	200/200/300
37	379227	7340705	200/200/300
38	376227	7336055	200/200/300

39	381027	7337455	200/200/300
40	374577	7337755	200/200/300
41	374227	7334405	200/200/300
42	380127	7337705	200/200/300
43	376027	7340705	200/200/300
44	375227	7333855	200/200/300
45	378027	7336155	200/200/300
46	376527	7338605	200/200/300
47	380877	7339505	200/200/300
48	378827	7335405	200/200/300
49	378377	7340155	200/200/300
50	376627	7335155	200/200/300
51	373077	7334505	200/200/300
52	374927	7339655	200/200/300
53	381177	7338455	200/200/300
54	378127	7337605	200/200/300
55	375627	7338005	200/200/300
56	374127	7335455	200/200/300

Taulukko 13. Kolopetäjän voimaloiden sijaintitiedot (77 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	393551	7344355	200/200/300
2	393115	7343985	200/200/300
3	391987	7344125	200/200/300
4	391343	7344239	200/200/300
5	390729	7344248	200/200/300
6	389992	7344178	200/200/300
7	388896	7344154	200/200/300
8	390405	7343466	200/200/300
9	389579	7343483	200/200/300
10	388908	7343127	200/200/300
11	389721	7342577	200/200/300
12	388998	7342004	200/200/300
13	389055	7341354	200/200/300
14	388241	7340747	200/200/300
15	386620	7340385	200/200/300
16	385780	7340379	200/200/300
17	385357	7341084	200/200/300
18	384482	7341037	200/200/300
19	384452	7341700	200/200/300
20	389071	7340129	200/200/300
21	387956	7339831	200/200/300
22	386982	7339490	200/200/300
23	386133	7339420	200/200/300
24	386300	7338308	200/200/300
25	387212	7338795	200/200/300
26	388086	7338768	200/200/300
27	388609	7339515	200/200/300
28	389286	7338536	200/200/300
29	388157	7337947	200/200/300
30	390163	7338763	200/200/300
31	389918	7338056	200/200/300
32	389538	7337123	200/200/300
33	390287	7337536	200/200/300
34	391347	7338774	200/200/300
35	392038	7339003	200/200/300
36	392777	7338873	200/200/300
37	392316	7337960	200/200/300
38	391902	7337489	200/200/300

39	391113	7337305	200/200/300
40	390313	7336714	200/200/300
41	389064	7336442	200/200/300
42	389052	7335787	200/200/300
43	390031	7335892	200/200/300
44	391291	7336343	200/200/300
45	392085	7336687	200/200/300
46	393047	7337372	200/200/300
47	393446	7336696	200/200/300
48	392947	7336072	200/200/300
49	392665	7335339	200/200/300
50	392215	7335952	200/200/300
51	391511	7335523	200/200/300
52	390814	7335529	200/200/300
53	388725	7337446	200/200/300
54	389667	7339792	200/200/300
55	390330	7340582	200/200/300
56	389834	7341425	200/200/300
57	391319	7341286	200/200/300
58	391944	7341315	200/200/300
59	392075	7342764	200/200/300
60	392676	7344247	200/200/300
61	391984	7339784	200/200/300
62	391389	7339539	200/200/300
63	390789	7339210	200/200/300
64	390908	7341916	200/200/300
65	391737	7342216	200/200/300
66	387983	7341877	200/200/300
67	387751	7342635	200/200/300
68	388209	7343565	200/200/300
69	386718	7342500	200/200/300
70	385648	7341898	200/200/300
71	386454	7341756	200/200/300
72	387010	7341303	200/200/300
73	391057	7340057	200/200/300
74	389482	7340773	200/200/300
75	390791	7338198	200/200/300
76	386321	7341167	200/200/300
77	393926	7343935	200/200/300

Taulukko 14. Kummunmaan voimaloiden sijaintitiedot (11 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	375874	7353964	220/260/350
2	377335	7352755	220/260/350
3	375953	7352730	220/260/350
4	374582	7352740	220/260/350
5	376522	7354462	220/260/350
6	377526	7351805	220/260/350
7	376865	7351332	220/260/350
8	375939	7350947	220/260/350
9	377288	7353747	220/260/350
10	376505	7352029	220/260/350
11	375208	7352258	220/260/350

Taulukko 15. Repojätkän voimaloiden sijaintitiedot (11 voimalaa).

Voimalan ID	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
1	373298	7350082	220/260/350
2	371253	7351459	220/260/350
3	372455	7349833	220/260/350
4	374251	7350385	220/260/350
5	370287	7351011	220/260/350
6	369805	7349986	220/260/350
7	372807	7351380	220/260/350
8	370113	7349091	220/260/350
9	370946	7349324	220/260/350
10	373668	7351265	220/260/350
11	371967	7351478	220/260/350