



# VÄLKESELVITYS

Kvarnbackenin Tuulipuisto

24.06.2024

## SISÄLLYSLUETTELO

1	YHTEENVETO .....	3
2	TAUSTA .....	5
3	VARJOVÄLKKEEN MUODOSTUMINEN .....	5
3.1	Ohje- ja raja-arvot.....	6
3.2	Varjovälkkeen lähtötiedot ja menetelmät .....	6
4	VÄLKEVAIKUTUKSET .....	10
4.1	Kvarnbackenin välkemallinnus .....	10
4.2	Välkevaikutukset puuston suojaava vaikutus huomioiden .....	12
4.3	Mallintaminen välkkeenhallintajärjestelmän kanssa.....	14
4.4	Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät .....	15
4.5	Haittojen ehkäiseminen ja seuranta .....	16
5	LÄHTEET .....	17
	Liite 1: Tuulivoimaloiden sijainnit.....	18

## VASTUUVAPAAUSLAUSEKE

Tämä välkeselvitysraportti on laadittu kahdella kieliversiolla: ruotsiksi ja suomeksi. Suurta huolellisuutta on noudatettu varmistettaessa, että molemmat versiot ovat johdonmukaisia ja tarkkoja. Mahdollisissa eroavaisuuksissa tai tulkintaeroissa näiden kahden version välillä ruotsinkielinen versio on kuitenkin määräävä ja sitä pidetään virallisena tekstinä kaikissa tämän raportin perusteella tehtävissä päätöksissä ja toimenpiteissä.

## VERSIONHISTORIA

Versio	Tekijä	Tarkastettu	Hyväksytty	Tiivistelmä
Ver 1	Christian Granlund, 2024-06-24	Alexander Ehrs 2024-08-16	Alexander Ehrs 2024-08-16	Kvarnbackenin tuulipuiston välkeselvitys.

# 1 YHTEENVETO

## **Tehtävä:**

Välkeselvitys Kvarnbackenin tuulivoimapuiston vaikutusalueella.

## **Työmenetelmät:**

Välkeselvitykseen on kerätty ajantasaista tietoa tuulivoimaloiden varjon välkkeen ominaispiirteistä, välkkeen ohjearvoista, paikallisista olosuhteista sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty windPRO Ver3.6 ohjelmiston SHADOW-moduulia. Mallinnuksessa ja raportoinnissa on käytetty ympäristöministeriön vuonna 2016 julkaisemia ohjeita raportista Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöministeriö, 2016). Vaikutusten arvioinnissa käytetyt laskentaparametrit on taulukoitu tässä raportissa.

## **Tulokset:**

Suomen lainsäädännössä ei ole määritelty välkevaikutukselle raja-arvoja tai suosituksia. Ympäristöhallinnon ohjeen OH 5/2016 mukaan Suomessa vaikutuksia arvioitaessa on suositeltavaa käyttää apuna muiden maiden ohjearvoja.

Välkemallinnuksen mukaan raja-arvo 8 h/vuosi (todellinen tilanne) ei ylity yhdelläkään lähistöllä sijaitsevalla vakituisessa- tai vapaa-ajan asunnossa. Teoreettinen maksimiarvo 30 h/vuosi, sekä teoreettinen maksimiarvo 30 min/päivä ylittyvät useissa asunnoissa (Taulukko 1).

Jos voimaloiden lopulliset mitat ovat sellaiset, että jokin suositelluista arvoista ylittyy, käytetään varjovaikutusten hallintajärjestelmää. Kohtuuton haitta varjovälkkeestä pystytään ehkäisemään pysäyttämällä välkettä aiheuttavat voimalat kriittiseksi ajaksi. Voimalat voidaan ohjelmoida pysähtymään automaattisesti vallitsevien sääolosuhteiden mukaisesti, kun välkettä muodostuisi herkälle alueelle.

*Taulukko 1. Yhteenveto vertailuarvojen ylityksistä. Taulukko kertoo kuinka monessa rakennuksessa (vakituinen tai vapaa-ajan asunto) kyseinen vertailuarvo ylitetään, sekä kuinka monessa asunnossa vertailuarvo ylittyy välkkeen hallintajärjestelmän kanssa. Mallinnuksessa ei huomioida puustoa.*

Vertailuarvo	Kvarnbacken	Kvarnbacken välkkeen hallintajärjestelmän kanssa
> 10 h/v, todellinen tilanne	0	0
> 8 h/v, todellinen tilanne	0	0
> 30 h/v, teoreettinen maksimi	8	0
> 30 min/pv, teoreettinen maksimi	6	0

*Taulukko 2. Yhteenveto vertailuarvojen ylityksistä, mallinnus puusto huomioiden. Taulukko kertoo kuinka monessa asunnossa (vakituinen tai vapaa-ajan asunto) kyseinen vertailuarvo ylitetään, kun puuston suojaava vaikutus on huomioitu.*

Vertailuarvo	Kvarnbacken
> 10 h/v, todellinen tilanne	0
> 8 h/v, todellinen tilanne	0
> 30 h/v, teoreettinen maksimi	4
> 30 min/pv, teoreettinen maksimi	2

## 2 TAUSTA

Tämä välkeselvitys on tehty Kvarnbackenin tuulivoimapuistolle Kruunupyyn kunnan alueella. Kvarnbackenin tuulivoimapuisto koostuu kuudesta voimalasta. Välkeselvityksessä on käytetty voimalamallia, jonka napakorkeus on 210 metriä ja roottorin halkaisija 180 metriä. Voimalan kokonaiskorkeus on 300 metriä.

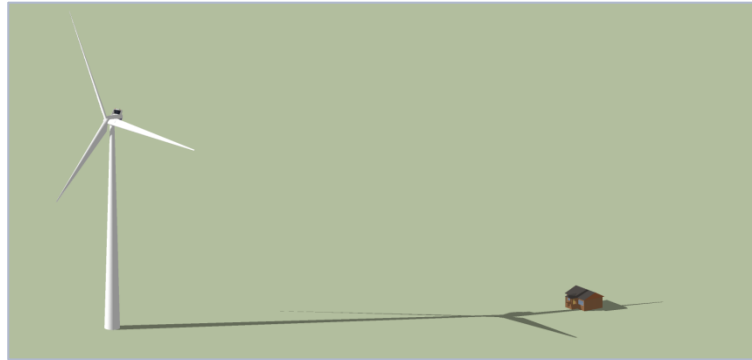
Välkeselvitys on tehty windPRO 3.6 ohjelmiston SHADOW-moduulia käyttäen. Tulosten arvioinnissa on käytetty Ympäristöministeriön raportissa Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (2016) suosittelemia ohjearvoja (LAI 2002; Boverket, 2009). Etha Oy on tarkistanut annetut tiedot ja vastaa laskelmien oikeellisuudesta.

## 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 väkkelähteeseen.

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 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 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 teoreettinen 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 mallinetaan 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, ja niissä otetaan huomioon auringonpaistetuntien määrä, tuulivoimaloiden korkeus, sijainti ja roottorin halkaisija sekä paikalliset, tilastolliset sääolosuhteet. Puita ja muuta kasvillisuutta ei oteta huomioon, mikä johtaa joissakin tapauksissa liiallisiin varjovaikutuksiin. Käyttöaste ja tuulensuunnat lasketaan käyttäen alueella EMD-WRF 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 arvioida muodostuvan häiritsevän voimakkaita liikkuvia varjoja.

Välkemallinnuksessa on käytetty nk. kasvihuoneasetusta eli välkettä lasketaan havaittavaksi aina, kun välkealue osuu rakennuksen kohdalle. Todellisuudessa varjovaikutuksia esiintyy vain huoneissa, joiden ikkunat ovat tuulivoimaloihin päin.

Maastotietokantana käytettiin Maanmittauslaitoksen kahden metrin korkeusmallia ja säähavaintotietoina käytettiin Seinäjoen säähavaintoja. Seinäjoen havaintoasema sijaitsee noin 75 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 3. Mallinnuksessa käytetyt asetukset.*

Asetus	Kuvaus
<b>Auringonpaisteajat</b>	Seinäjoen sääaseman havainnot, Ilmatieteen laitos (taulukko 3)
<b>Toiminta-aika</b>	Perustuu EMD-WRF dataan (taulukko 4)
<b>Asuntojen asetus</b>	Kasvihuone-asetus
<b>Mallinnus</b>	Välkemannus vakiintuneen menetelmän mukaisesti (LAI 2002)
<b>Lapaparametrit</b>	Voimalavalmistajien lapaparametrejä käytössä
<b>Vertailuarvot</b>	10 h/v todellinen tilanne
	8 h/v todellinen tilanne
	30 h/v teoreettinen tilanne
	30 min/pv teoreettinen tilanne

*Taulukko 4. 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
<b>Keskiarvo</b>	<b>4,76</b>

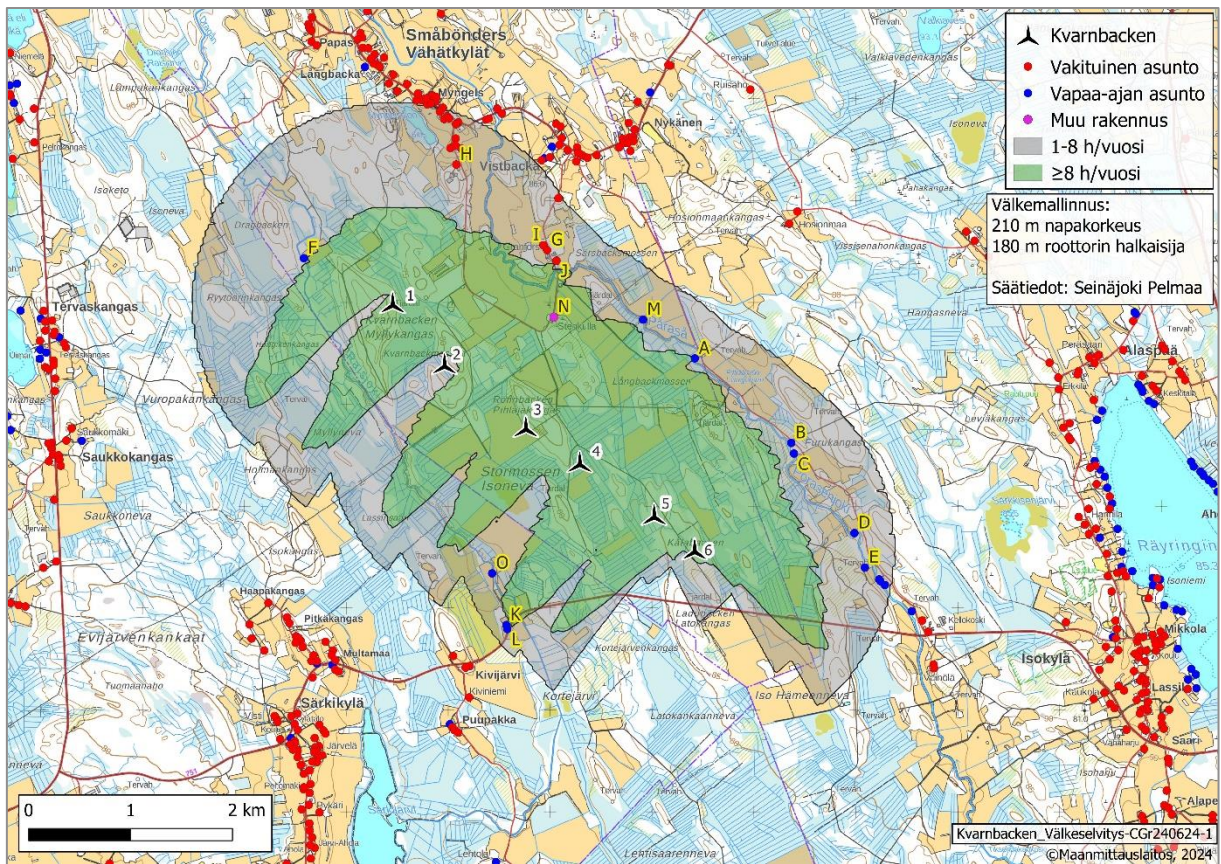
*Taulukko 5. Tuulivoimaloiden toiminta-aika.*

Tuulensuunta	Toiminta-aika (h/v)
Pohjoinen	619
Pohjoiskoillinen	443
Itäkoillinen	385
Itä	384
Itäkaakko	491
Eteläkaakko	690
Etelä	1017
Etelälounas	1196
Länsilounas	836
Länsi	743
Länsiluode	563
Pohjoisluode	572
<b>Summa</b>	<b>7939</b>

## 4 VÄLKEVAIKUTUKSET

### 4.1 KVARNBACKENIN VÄLKEMALLINNUS

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 Kvarnbackenin alueella. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (A-O) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 6.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy vuodessa alle kahdeksan tuntia. Ruotsissa ja Saksassa annettu maksimisuositus kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitä yhdessäkään havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 h/v ylitetään kahdeksassa havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 min/pv ylitetään kuudessa havainnointipisteessä.

Rakennus N luokitellaan tällä hetkellä asunnoksi, mutta sitä ei ole huomioitu vertailussa ohjearvoihin, koska on sovittu, että sen käyttötarkoitus muutetaan luokitukseen "muu rakennus" jos Kvarnbackenin tuulipuiston suunnitelma hyväksytään.

Seuraavassa taulukossa on laskennasta saadut tulokset lähistöllä oleville vakituksille ja vapaa-ajan asunnoille.

*Taulukko 6. Varjoväkelaskennan tulokset Kvarnbackenin tuulipuistossa*

Asunto	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	334421	7035450	7:58	57:40	0:50	Osittain
B	Vapaa-ajan asunto	335366	7034620	5:02	29:21	0:31	Osittain
C	Vapaa-ajan asunto	335393	7034516	5:17	30:14	0:32	Osittain
D	Vapaa-ajan asunto	335986	7033736	2:18	11:48	0:27	Ei
E	Vapaa-ajan asunto	336089	7033397	2:24	10:51	0:25	Ei
F**	Vapaa-ajan asunto	330584	7036433	7:33	39:56	0:43	Osittain
G	Vakituinen asunto	332971	7036513	6:40	44:28	0:29	Osittain
H	Vakituinen asunto	332080	7037352	4:12	34:47	0:41	Osittain
I	Vakituinen asunto	332935	7036561	6:35	44:27	0:29	Osittain
J	Vakituinen asunto	333062	7036409	6:38	43:25	0:29	Osittain
K	Vapaa-ajan asunto	332570	7032833	6:12	23:52	0:26	Ei
L	Vapaa-ajan asunto	332580	7032794	5:40	21:54	0:25	Ei
M	Vapaa-ajan asunto	333912	7035830	6:17	46:51	0:45	Osittain
N	Muu rakennus	333037	7035855	14:05	84:48	1:08	Ei*
O	Vapaa-ajan asunto	332431	7033340	3:48	15:12	0:26	Ei

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

*\*Rakennusta N ei ole huomioitu vertailussa ohjearvoihin, koska sen käyttötarkoitus tullaan muuttamaan luokitukseen "muu rakennus".*



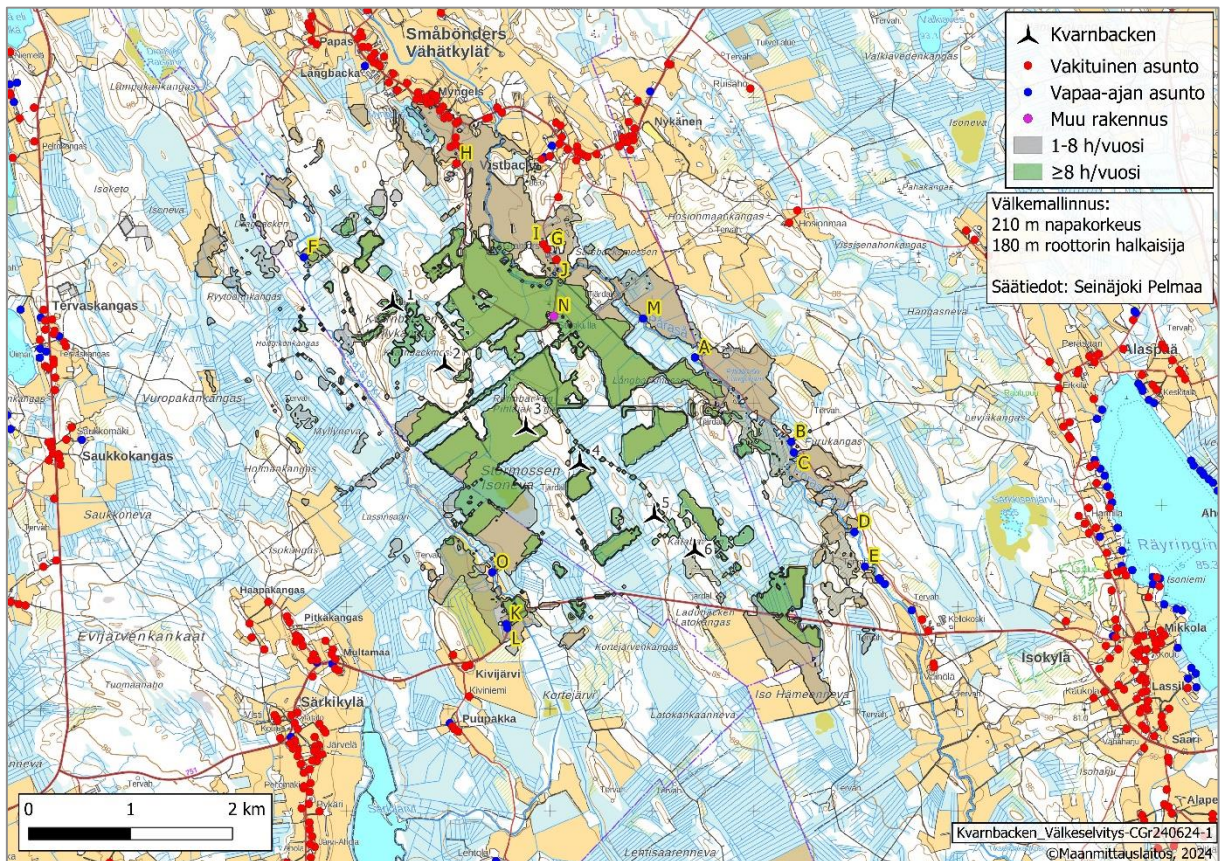
*\*\* Vapaa-ajan asunnolla F on rakennuslupa, mutta se on ollut pitkään keskeneräinen.*

## 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 välkemallinnuksen tulokset kasvillisuuden korkeus huomioon ottaen ja jäljempänä tulokset on kuvailtu sanallisesti.



*Kuva 3. Varjovälkkeen muodostuminen Kvarnbackenin alueella puuston suojaava vaikutus huomioiden. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (A-O) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 7.*

Kartasta on nähtävissä, että välkealue on huomattavasti pienempi, kun puuston vaikutus huomioidaan (vrt. kuva 2). Kasvillisuuden suojaava vaikutus huomioitaessa välke aika on merkittävästi pienempi useissa havainnointipisteissä. Ruotsissa ja Saksassa annettu

maksimisuositus kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ei ylitä yhtäkään vakituisen tai vapaa-ajan asunnon kohdalla. Teoreettisen maksimitilanteen vuotuinen 30 h/v ylitetään neljän asunnon (vakituinen tai vapaa-ajan) kohdalla. Teoreettisen maksimitilanteen suositus 30 minuuttia päivässä ylitetään kahden asunnon (vakituinen tai vapaa-ajan) kohdalla.

Kvarnbackenin väkelaskennan tulokset, kun kasvillisuus on otettu huomioon, on raportoitu viidentoista havainnointipisteen osalta taulukossa 7.

*Taulukko 7. Kvarnbackenin varjoväkelaskennan tulokset, puuston vaikutus huomioiden.*

Asunto	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	334421	7035450	0:00	00:00	0:00	Ei
B	Vapaa-ajan asunto	335366	7034620	5:02	29:21	0:31	Osittain
C	Vapaa-ajan asunto	335393	7034516	0:00	00:00	0:00	Ei
D	Vapaa-ajan asunto	335986	7033736	0:00	00:00	0:00	Ei
E	Vapaa-ajan asunto	336089	7033397	0:00	00:00	0:00	Ei
F**	Vapaa-ajan asunto	330584	7036433	7:33	39:56	0:43	Osittain
G	Vakituinen asunto	332971	7036513	6:40	44:28	0:29	Osittain
H	Vakituinen asunto	332080	7037352	0:00	00:00	0:00	Ei
I	Vakituinen asunto	332935	7036561	6:35	44:27	0:29	Osittain
J	Vakituinen asunto	333062	7036409	6:38	43:25	0:29	Osittain
K	Vapaa-ajan asunto	332570	7032833	6:12	23:52	0:26	Ei
L	Vapaa-ajan asunto	332580	7032794	5:40	21:54	0:25	Ei
M	Vapaa-ajan asunto	333912	7035830	0:00	00:00	0:00	Ei
N	Muu rakennus	333037	7035855	11:17	72:33	1:08	Ei *
O	Vapaa-ajan asunto	332431	7033340	0:00	00:00	0:00	Ei

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

*\*Rakennusta N ei ole huomioitu vertailussa ohjearvoihin, koska sen käyttötarkoitus tullaan muuttamaan luokitukseen "muu rakennus".*

*\*\* Vapaa-ajan asunnolla F on rakennuslupa, mutta se on ollut pitkään keskeneräinen.*

### 4.3 MALLINTAMINEN VÄLKKEENHALLINTAJÄRJESTELMÄN KANSSA

Jos lopullinen voimalatyyppi on sellainen, että jokin annetuista välkkeen ohjearvoista ylittyy, käytetään välkevaikutusten hallintajärjestelmää asuntoihin kohdistuvien vaikutusten vähentämiseksi. Myöhemmin raportissa esitetään tapa, jolla varmistetaan, ettei ohjearvoja ylitetä sekä mallinnetut tulokset, jos nämä toiminta-asetukset otettaisiin käyttöön. Välkemallinnus on tehty voimalatyyppillä, jonka napakorkeus on 210 metriä ja roottorin halkaisija 180 metriä.

Välkevaikutusten hallintajärjestelmän tarkoituksena on varmistaa, että välkkeen suositusarvoja ei ylitetä. Järjestelmää voidaan käyttää erilaisilla toiminta-asetuksilla, jotka antavat erilaisia tuloksia edellyttäen, että suositeltuja arvoja ei ylitetä. Myöhemmin esitettyjä tuloksia on tämän vuoksi pidettävä esimerkkinä asennetusta välkehallintajärjestelmästä.

Välkeanturi tulisi asentaa neljään voimalaan: 1, 3, 5 ja 6. Tällä kokoonpanolla voidaan varmistaa, että välkkeen vaikutus on alle suositusarvojen.

Seuraavassa taulukossa esitetään välkemallinnuksen tulokset, joissa välkevaikutusten hallintajärjestelmä on otettu huomioon. Tuulivoimaloiden aiheuttamat välkevaikutukset ovat voimakkaimmillaan keväällä ja syksyllä. Voimalat on tarpeen pysäyttää lyhyiksi ajoiksi keväällä ja syksyllä. Voimalat myös pysähtyvät automaattisesti tiettyinä aikoina, jos aurinko paistaa.

*Taulukko 8. Välkemallinnuksen tulokset, kun välkevaikutusten hallintajärjestelmä on käytössä. Puuston vaikutusta ei ole huomioitu mallinnuksessa.*

Asunto	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	334421	7035450	2:19	13:55	0:28	Ei
B	Vapaa-ajan asunto	335366	7034620	2:14	12:51	0:28	Ei
C	Vapaa-ajan asunto	335393	7034516	4:10	23:40	0:29	Ei

D	Vapaa-ajan asunto	335986	7033736	2:18	11:48	0:27	Ei
E	Vapaa-ajan asunto	336089	7033397	2:24	10:51	0:25	Ei
F	Vapaa-ajan asunto	330584	7036433	1:44	10:19	0:25	Ei
G	Vakituinen asunto	332971	7036513	2:42	16:39	0:29	Ei
H	Vakituinen asunto	332080	7037352	1:42	16:29	0:23	Ei
I	Vakituinen asunto	332935	7036561	3:20	19:43	0:29	Ei
J	Vakituinen asunto	333062	7036409	3:59	22:39	0:29	Ei
K	Vapaa-ajan asunto	332570	7032833	6:12	23:52	0:26	Ei
L	Vapaa-ajan asunto	332580	7032794	5:40	21:54	0:25	Ei
M	Vapaa-ajan asunto	333912	7035830	2:23	17:52	0:29	Ei
N	Muu rakennus	333037	7035855	13:27	79:46	1:06	Ei *
O	Vapaa-ajan asunto	332431	7033340	3:48	15:12	0:26	Ei

*\*Rakennusta N ei ole huomioitu vertailussa ohjearvoihin, koska sen käyttötarkoitus tullaan muuttamaan luokitukseen "muu rakennus".*

#### 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 erotessa olettamasta saattaa välkkeen määrä hieman poiketa yksittäisissä pisteissä. Myös epävarmuus oletetuissa tuulensuunnissa voi vaikuttaa laskentatulokseen.

Kasvillisuuden korkeuden huomioivat mallinnukset sisältävät epävarmuutta liittyen käytettyyn kasvillisuusdataan. Tämä koskee pääasiassa tilannetta, jossa metsää on kaadettu datan keräämisen jälkeen. Tässä tapauksessa mallinnus tulee paikoitellen näyttämään liian pieniä arvoja.



## 4.5 HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA SEURANTA

Tuulivoimaloiden varjovälkevaikutuksia pystytään ehkäisemään jo suunnitteluvaiheessa. Voimalat on pyritty sijoittaa siten, että ne aiheuttavat mahdollisimman vähän välkettä herkälle alueelle. Tornin korkeus, roottorin halkaisija ja lapojen leveys vaikuttavat välkkeen määrään. Mikäli rakennettava voimalamalli eroaa huomattavasti tässä selvityksessä käytetystä voimalamallista, tulee välkeselvitys päivittää rakennuslupavaiheessa.

Mikäli kohtuutonta haittaa varjovälkkeestä ilmenee, pystytään se ehkäisemään pysäyttämällä välkettä aiheuttavat voimalat kriittiseksi ajaksi. Voimalat voidaan ohjelmoida pysähtymään automaattisesti vallitsevien sääolosuhteiden mukaisesti, kun välkettä muodostuisi herkälle alueelle (niin kutsutulla välkkeenhallintajärjestelmällä).

## 5 LÄHTEET

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

Etha Wind (2022). *02\_Flicker\_Checklist\_ArM220711-1.* Sisäinen työohje.

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: TUULIVOIMALOIDEN SIJAINNIT

Voimaloiden sijainnit on esitetty alla olevassa taulukoissa.

*Taulukko 9. Kvarnbackenin voimaloiden sijaintitiedot (6 voimalaa).*

Tuulivoimala	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)
1	331454	7036001
2	331963	7035403
3	332761	7034784
4	333290	7034438
5	334020	7033922
6	334417	7033582