



TUULIALFA OY

Turkkiselän tuulivoimahanke

Vilkuntaselvitys

Copyright © Pöyry Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman Pöyry Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

Sisäinen tarkistussivu

Asiakas Tuulialfa Oy
Otsikko Vilkkuntataseelvitys
Projekti Turkkiselän tuulivoimahanke

Piirustus/arkistointi/sarjanro. 101008653-001.SHADOW01

Tiedoston nimi Liite6_Tuulialfa_Turkkiselka_Vilkkuntaseelvitys_20190117.docx
Tiedoston sijainti
Järjestelmä Microsoft Word 14.0

Ulkoinen jakelu Tuulialfa Oy
Sisäinen jakelu Pöyry Finland Oy / Arkisto

Laatijat
Vastaava yksikkö Pöyry Finland Oy / EBG Thermal and Renewable Energy

Raportti

Alkuperäinen

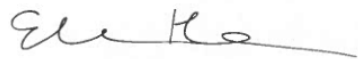
Dokumentin pvm
Laatija/asema/allekirj.

17.1.2019
Iida Sointu / Johtava tekninen konsultti



Dokumentin pvm
Tarkistaja/asema/allekirj.

17.1.2019
Elina Heinilä / Vilkkunta-asiantuntija



Esipuhe

Tämä raportti on Pöyryn laatima Turkkiselän tuulipuiston vilkuntaselvitys, jossa on selvitetty tuulipuiston aiheuttaman varjon vilkunnan vaikutukset sen lähiympäristöön. Yhteisvaikutuksissa on otettu huomioon myös Turkkiselän luoteispuolelle Kainuun maakuntakaavassa tuulivoima-alueeksi osoitettu Haarasuonkankaan tuulivoima-alue. Raportissa arvioidaan ilmiötä, jossa tuulivoimalan takaa paistaa aurinko, ja voimala aiheuttaa vilkkuvan varjon. Ilmiöstä käytetään tässä raportissa nimitystä varjon vilkunta. Muissa lähteissä näkyy näiden termien lisäksi käytössä termiä varjostus tai välke.

Yhteystiedot

Iida Sointu

PL 4 (Jaakonkatu 3)
FI-01621 Vantaa
Finland
Kotipaikka Vantaa
Y-tunnus 0625905-6
Puh. +358 10 3311
Faksi +358 10 33 21845
www.poyry.fi

Pöyry Finland Oy

Sisältö

1	YLEISTÄ	2
1.1	Varjon vilkkuminen	3
1.2	Sovellettavat raja- ja ohjearvot	3
2	ARVIOINTIMENETELMÄT JA ARVIOINNIN EPÄVARMUUDET	4
2.1	Arviointimenetelmät	4
2.2	Arvioinnin epävarmuudet	6
3	NYKYTILA	6
4	VAIKUTUSTEN ARVIOINTI	6
4.1	Vaihtoehtojen vertailu	11
5	VAIKUTUSTEN LIEVENTÄMINEN	11
6	YHTEENVETO	12
	KIRJALLISUUSVIITTEET	12

1 YLEISTÄ

Vaalaan suunnitteilla olevaan Turkkielän tuulipuistoon suunnitellaan joko 63 voimalaa (VE1) tai 49 voimalaa (VE2). Alla olevassa taulukossa on esitetty tuulivoimapuiston voimaloiden sijaintikoordinaatit.

Taulukko 1-1. Mallinnuksessa käytetyt Turkkielän voimaloiden sijainnit (ETRS-TM35FIN koordinaatistossa). Tähdellä merkityt voimalat kuuluvat vain suurempaan voimalasuunnitelmaan.

Voimala	Itäkoordinaatti	Pohjoiskoordinaatti	Voimala	Itäkoordinaatti	Pohjoiskoordinaatti
	(m)	(m)		(m)	(m)
1	514713	7160221	33*	512970	7166250
2	514322	7160594	34*	513555	7165910
3	515280	7160145	35*	514183	7165617
4	516065	7160095	36	511955	7162030
5	516500	7160400	37	512295	7161510
6	516865	7159975	38	512802	7161517
7	515555	7160600	39	513180	7160994
8	515027	7160620	40	513746	7161340
9	516272	7160833	41	512000	7162735
10	516762	7160950	42	512460	7162435
11	517250	7160639	43	512970	7162065
12	515843	7161100	44	513432	7162290
13	515455	7161460	45	513870	7162639
14	514954	7161538	46	514360	7162449
15	514251	7161482	47	514106	7161969
16	514587	7161973	48	512091	7163269
17	515348	7161954	49	511847	7163708
18	517777	7160229	50	512735	7162910
19	516095	7161880	51	513165	7162710
20	515968	7162365	52	512598	7163400
21	515445	7162447	53	512635	7164343
22*	516209	7163881	54	512075	7164156
23*	515620	7164230	55	511697	7164525
24*	515580	7164820	56	513002	7163956
25*	516025	7164550	57	513495	7164170
26*	516560	7164340	58	513130	7164618
27*	514920	7165135	59	514132	7163943
28*	514320	7165050	60	513644	7164765
29*	513780	7165310	61	514116	7164580
30*	513180	7165515	62	511430	7165541
31*	512525	7165835	63	512201	7165062
32*	512030	7166046	-	-	-

Alueen läheisyydessä sijaitsee asuin- ja lomarakennuksia, joihin tuulivoimalat mahdollisesti aiheuttavat varjon vilkuntaa. Tämän selvityksen tarkoituksena on selvittää Turkkielän tuulipuiston varjonvilkuntavaikutus lähimpiin rakennuksiin.

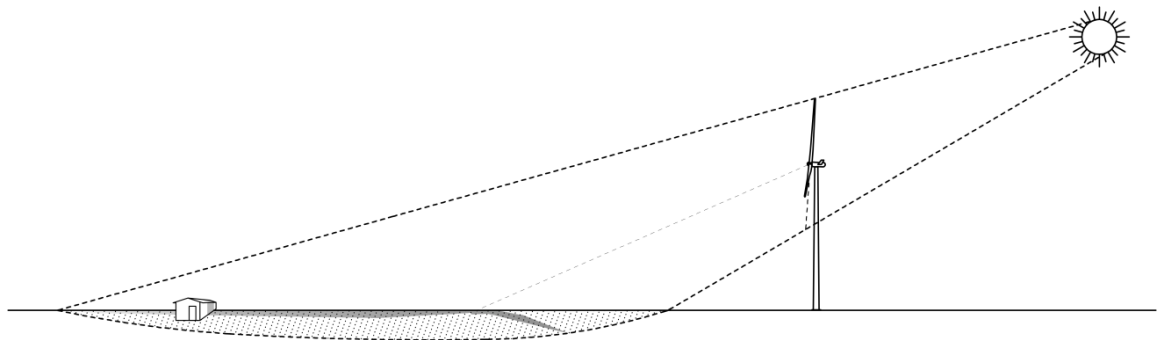
Maakuntakaavassa Turkkielän luoteispuolelle on kaavoitettu Haarasuonkankaan tuulivoima-alue, jonka yhteisvaikutukset varjon vilkunnan suhteen on myös mallinnettu tässä selvityksessä. Haarasuonkankaan tuulivoima-alueelle ei tiedetysti ole vielä suunnitteilla tuulivoimapuistoa, mutta se on huomioitu alueen läheisen sijainnin vuoksi.

Näin ollen Haarasuonkankaalle sijoitetut voimalat koordinaatteineen ovat ainoastaan havainnollistavia ja lähin niistä sijaitsee noin 800 m päässä lähimmästä Turkkiselän voimalasta.

Muiden alueella sijaitsevien maakuntakaavoissa osoitettujen tuulivoima-alueiden ja tiedossa olevien tuulivoimahankkeiden etäisyydet Turkkiselän hankkeeseen ovat tarpeeksi pitkiä (yli 8 km päässä lähimmistä voimaloista) eivätkä ne täten aiheuta yhteisvaikutuksia varjon vilkunnan osalta.

1.1 Varjon vilkkuminen

Tuulivoimala voi aiheuttaa lähiympäristöönsä varjon vilkkuntaa, kun auringon valo osuu käynnissä olevan tuulivoimalan pyöriviin lapoihin. Tällöin lapojen pyöriminen aiheuttaa liikkuvan varjon, joka voi ulottua jopa 1–3 kilometrin päähän. Vilkkunnan kantama ja kesto riippuvat siitä, missä kulmassa auringon valo osuu lapoihin, lapojen pituudesta ja paksuudesta, tornin korkeudesta, maaston muodoista, ajankohdasta sekä näkyvyyttä vähentävistä tekijöistä kuten kasvillisuudesta ja pilvisyydestä. Tuulivoimapuistojen lähiympäristöön leviävä varjon vilkunta tapahtuu usein juuri auringonnousun jälkeen tai auringonlaskua ennen, jolloin voimaloiden varjot ylettyvät pisimmälle. Muulloin varjot jäävät lyhyiksi voimaloiden läheisyyteen. Tuulivoimalan aiheuttama varjon vilkunta saattaa aiheuttaa häiriötä esimerkiksi voimaloiden läheisyydessä asuville ihmisille. Ilmiötä on havainnollistettu seuraavassa kuvassa (Kuva 1-1).



Kuva 1-1. Havainnollistus varjon vilkkunnasta. Tuulivoimala voi aiheuttaa lähiympäristöönsä varjon vilkkuntaa, kun auringon valo paistaa tuulivoimalan takaa ja osuu käynnissä olevan tuulivoimalan pyöriviin lapoihin.

1.2 Sovellettavat raja- ja ohjearvot

Suomessa ei ole raja-arvoja koskien tuulivoimaloista aiheutuvaa vilkkumisvaikutusta tai olemassa olevia suosituksia sen mallintamisesta. Ympäristöhallinnon ohjeen (*Ympäristöministeriö 2016*) mukaan Suomessa vilkkunnan vaikutusten arvioinnissa on suositeltavaa käyttää apuna muiden maiden suosituksia. Samassa oppaassa mainitaan asutuskohdeiden lisäksi muut häiriintyvät kohteet, mutta näidenkään vilkkuntamääriä ei käsitellä tarkemmin, vaan viitataan muiden maiden ohjeistuksiin. Vilkkumisvaikutusten arvioinnin taustaksi esitellään seuraavassa Saksassa, Ruotsissa ja Tanskassa käytössä olevia raja-arvoja, ohjeita ja suosituksia.

Ohjeistus Saksassa

Saksassa on annettu yksityiskohtaiset ohjeet vilkkumisvaikutuksen raja-arvoista ja mallinnuksesta (*WEA-Shcattenwurf-Hinweise 2002*). Saksan ohjeistuksessa annetaan

kolme erilaista raja-arvoa suurimmalle sallitulle tuulipuistosta syntyvälle vilkuntavaikutukselle:

- korkeintaan 30 tuntia vuodessa niin sanotussa teoreettisessa maksimitilanteessa
- korkeintaan 30 minuuttia päivässä niin sanotussa teoreettisessa maksimitilanteessa
- mikäli voimalan automaattinen säätely on käytössä, niin sanottu realistinen vilkkumisvaikutus tulee rajoittaa korkeintaan kahdeksaan tuntiin vuodessa.

Ohjeistus Ruotsissa

Ruotsissa ei ole virallisia raja-arvoja vilkkumisvaikutukselle, vaan ainoastaan suositukset (*Vindlov 2015*), jotka perustuvat Saksassa olevaan ohjeistukseen. Näiden mukaan niin sanotussa teoreettisessa maksimitilanteessa vilkkumisvaikutusta saa syntyä korkeintaan 30 tuntia vuodessa. Niin sanottu realistinen vilkkumisvaikutus saa suositusten mukaan olla asutuskohteissa korkeintaan 8 tuntia vuodessa ja 30 minuuttia päivässä.

Ohjeistus Tanskassa

Tanskassa on suositus (*Danish Government 2015*), että niin sanotussa realistisessa tilanteessa vilkkumisvaikutusta saa syntyä korkeintaan 10 tuntia vuodessa.

2 ARVIOINTIMENETELMÄT JA ARVIOINNIN EPÄVARMUUDET

2.1 Arviointimenetelmät

Tuulivoimapuiston aiheuttaman varjon vilkunna vaikutuksia arvioitiin laskennallisilla menetelmin käyttäen tähän tarkoitukseen kehitettyä windPRO-ohjelmiston SHADOW-mallinnusmoduulia. Tuulivoimapuistoa ja sovellettua tuulivoimalamallia koskevat parametrit olivat:

- 63 ja 49 voimalan sijoitussuunnitelmat (Taulukko 1-1)
- Tuulivoimaloiden napakorkeus on 190 metriä
- Tuulivoimaloiden roottorin halkaisija 180 metriä (voimaloiden kokonaiskorkeus tällöin 280 metriä)

Lisäksi yhteisvaikutusten mallinnuksessa huomioitiin hankkeen luoteispuolella sijaitseva Haarasuonkankaan tuulivoima-alue seuraavin parametrein:

- 12 voimalan sijoitussuunnitelma
- Tuulivoimaloiden napakorkeus on 155 metriä
- Tuulivoimaloiden roottorin halkaisija 150 metriä (voimaloiden kokonaiskorkeus tällöin 230 metriä)

Laskentamalli huomioi hankealueen sijainnin (aurionpaistekulma ja päivittäinen valoisa aika), tuulivoimaloiden sijoitussuunnitelman, voimaloiden aiheuttaman vilkunna yhteisvaikutuksen, tuulivoimaloiden mittasuhteet (napakorkeus, roottorin halkaisija ja lapaprofiili), maaston korkeuskäyrät sekä valitut laskentaparametrit (Taulukko 2-1).

Taulukko 2-1. windPRO-ohjelmiston SHADOW-mallinnuksessa sovelletut laskentaparametrit.

Laskennan aikaresoluutio	1 minuutti
Laskentasäde tuulivoimalan ympärillä	Etäisyys, jolla vähintään 20 prosenttia auringosta on tuulivoimalan lavan peittämä huomioidulla minimikulmalla. Laskentasäde tarkasteltavilla Turkkiselän voimaloilla on 2158 metriä . Laskentasäde Haarasuonkankaan voimaloilla on 1902 metriä .
Auringon korkeus merenpinnasta – huomioitu minimikulma	3 astetta (Mikäli auringonpaistekulma on alle 3 astetta, auringon valon oletetaan siroavan ilmakehässä niin paljon, ettei se aiheuta havaittavia varjoja.)
Maaston korkeusvaihteluiden vaikutus näkemiseen	Huomioitu Vilkuntaa ei voi mallinnuksessa aiheutua havaintopisteeseen, mikäli maaston korkeusvaihtelut estäisivät näköyhteyden tuulivoimalaan.
Puuston vaikutus näkemiseen	Ei huomioitu
Havaintokorkeus	1,5 metriä

Määritellyillä laskentaparametreilla sekä oletuksella, että voimalan roottorin oletetaan pyörivän jatkuvasti ja olevan kohtisuorassa auringonsäteitä vastaan, saadaan arvio aiheutuvasta vilkunnan **teoreettisesta maksimimäärästä**.

Laskentamenetelmä ei automaattisesti huomioi varjon vilkuntaan vaikuttavia ylimääräisiä tekijöitä, kuten pilvisyyttä. Jotta saataisiin parempi kuva odotettavissa olevasta vilkunnan todellisesta määrästä, on laskettu myös **realistinen arvio** vilkunnan määrästä. Realistinen arvio ottaa huomioon paikallisen tuulijakauman sekä auringonpaistehavainnot (verrannollinen alueen leveyspiiriin ja pilvisyyshavaintoihin). Tuulennopeusjakaumasta saadaan laskettua osuus ajasta, jolloin voimala ei pyöri, koska tuulennopeus on joko liian alhainen tai liian korkea suhteessa voimalatyyppin käyntiväliin. Paikallinen tuulensuuntajakauma sen sijaan vaikuttaa roottorin suuntaukseen ja edelleen mallinnuksen laskentasäteeseen valittujen laskentaparametrien mukaisesti (Taulukko 2-1).

Tuulijakauma on saatu hankekehittäjän suorittamista paikanpäällisistä tuulimittauksista, jotka on korreloitu edustamaan pitkän aikavälin olosuhteita. Mallinnuksessa käytetyt auringonpaistetilastot on saatu Siilinjärvi Kuopion lentoasemalla toimivan sääaseman auringonpaistehavainnoista (kuukausitason keskiarvot) vuosilta 1981–2010 (*Pirinen ym. 2012*).

Tulosten havainnollistamista varten määritettiin niin kutsuttuja reseptoripisteitä (lähellä tuulivoimaloita sijaitsevia loma- tai asuinrakennuksia), joille laskettiin yksityiskohtaisemmat tulokset. Reseptoripisteiden oletettiin olevan ”kasvihuonetyyppisiä”, jolloin joka suunnasta tuleva vilkunta otetaan huomioon. Reseptoripisteiden leveys on 2 m, korkeus 2 m ja korkeus maanpinnasta 1 m. Reseptoripisteitä valittiin hankealueen ympäriltä 7 kappaletta (nimetty R1–R7), joista reseptoripiste R1 on asuinrakennus ja muut lomarakennuksia.

Vilkuntamallinnuksen tuloksena saadaan varjon vilkunnan esiintymisen määrä ja ajankohta tarkastellulle tuulivoimapuiston sijoitus suunnitelmalle. Mallinnuksen tulokset saadaan karttakuvina sekä reseptoripistekohtaisina numeerisina arvoina.

2.2 Arvioinnin epävarmuudet

Varjon vilkunnan teoreettista maksimimäärää mallinnettaessa lapojen oletetaan pyörivän jatkuvasti ja roottorin olevan kohtisuorassa aurinkoon nähden aiheuttaen maksimaalisen varjon. Todellisuudessa tuuliturbiineilla on tuulennopeudesta riippuvainen käyntiväli, jolloin liian alhaisilla tai korkeilla tuulennopeuksilla lavat eivät pyöri. Lisäksi todellisuudessa roottorin suuntaus määräytyy havaitun tuulensuunnan perusteella, eikä varjon muodostuminen ole näin ollen aina taattua (lavan on havait sijasta nähden peitettävä auringosta yli 20 prosenttia, jotta havaittava varjo syntyy). Teoreettinen maksimimäärä edustaa siis selkeästi konservatiivista arviota tuulivoimaloiden aiheuttamasta vilkunnan määrästä.

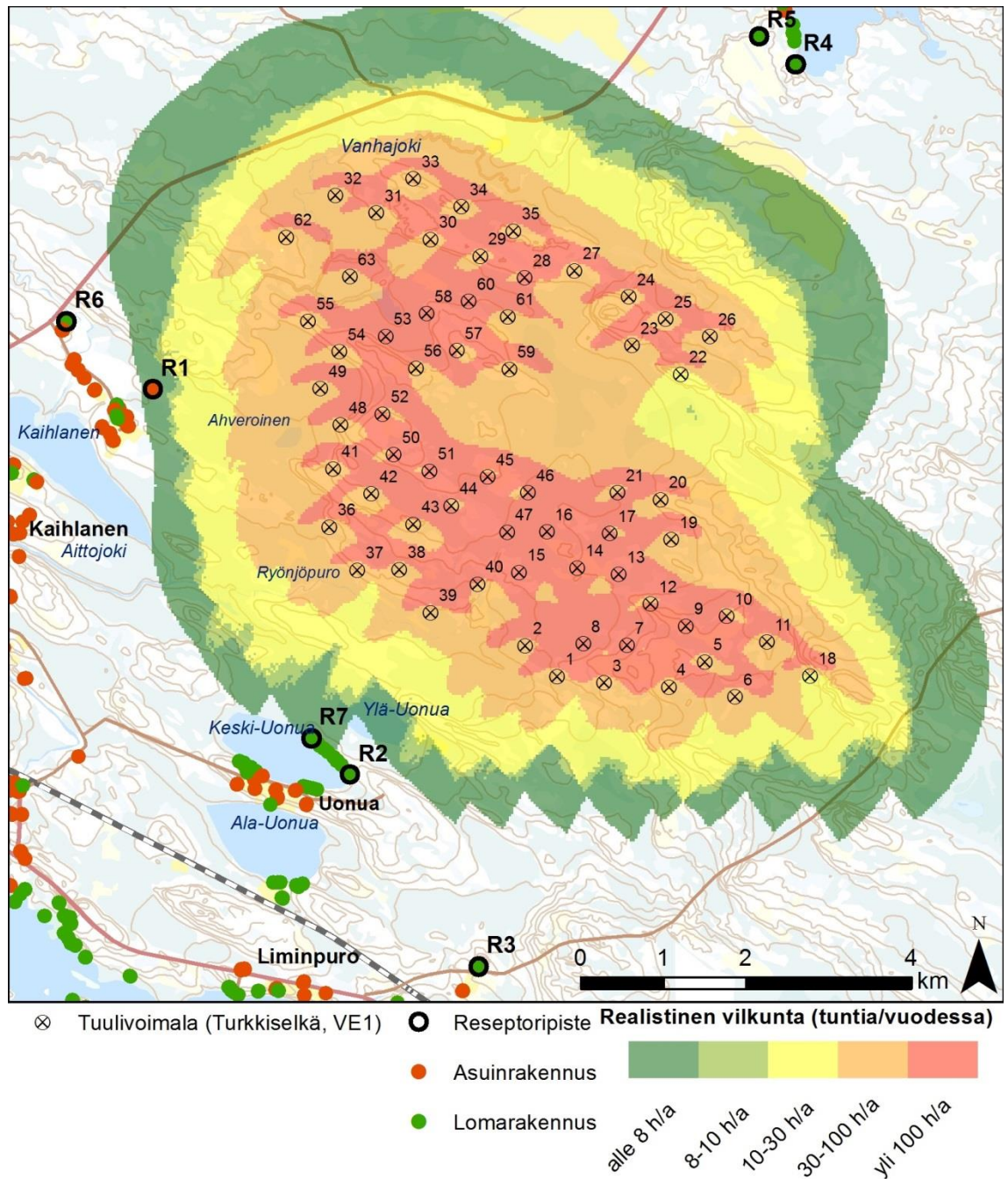
Auringonpaistehavaintojen käyttö lisää hieman epävarmuutta, sillä hankealueen etäisyys Siilijärvi Kuopion lentokentän sääasemalle on noin 175 kilometriä. Kuopion lentokentän sääasema on kuitenkin lähin auringonpaistemittauksia tekevä sääasema, jonka auringonpaisteolosuhteet ovat verrannollisia Vaalan olosuhteisiin. Mallinuksissa ei ole huomioitu kasvillisuuden vähentävää vaikutusta vilkunnan havaitsemiseen, jolloin etenkin kesäaikainen vilkunnan määrä yliarvioidaan.

3 NYKYTILA

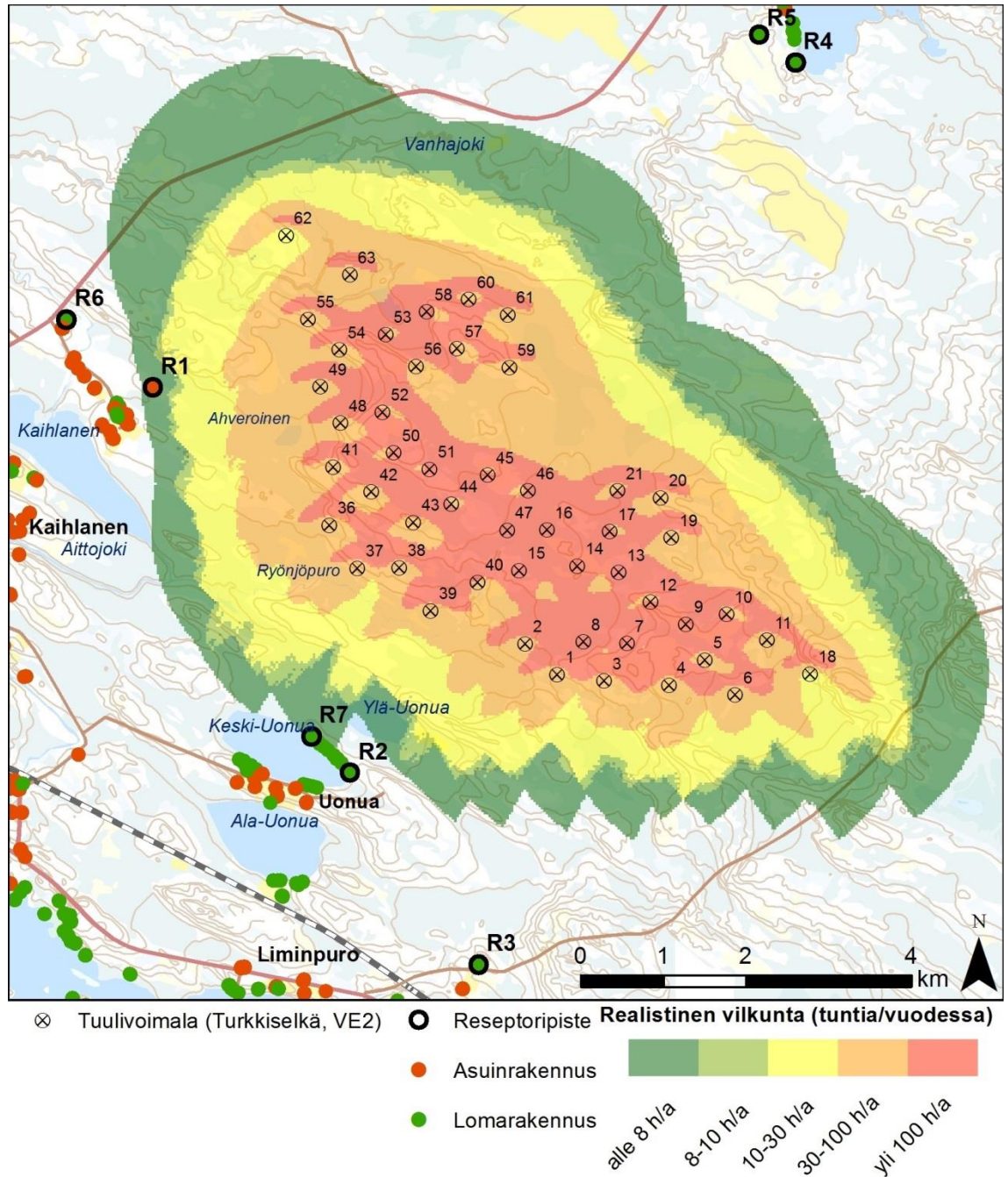
Hankealueella ja sen ympäristössä ei tällä hetkellä ole tuulivoimaloista aiheutuvaa varjon vilkuntaa.

4 VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

Mallinnuksen tuloksena saadut kartat realistisille vilkuntamäärille molemmilla Turkkiselän tuulipuiston sijoitus suunnitelmilla (VE1 ja VE2) on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 4-1 ja Kuva 4-2). Kuvista nähdään, että varjon vilkunnan määrä on suurta tuulivoimaloiden välittömässä läheisyydessä olevilla asumattomilla alueilla, mutta se vähenee voimakkaasti etäisyyden kasvaessa.



Kuva 4-1. Varjon vilkunnan realistinen määrä tunteina vuodessa (auringonpaistehavainnot otettu huomioon) Turkkiselän 63 voimalan toteutusvaihtoehdolla (VE1). Mallinnus on tehty tuulivoimaloilla, joiden napakorkeus on 190 m ja roottorin halkaisija 180 m.



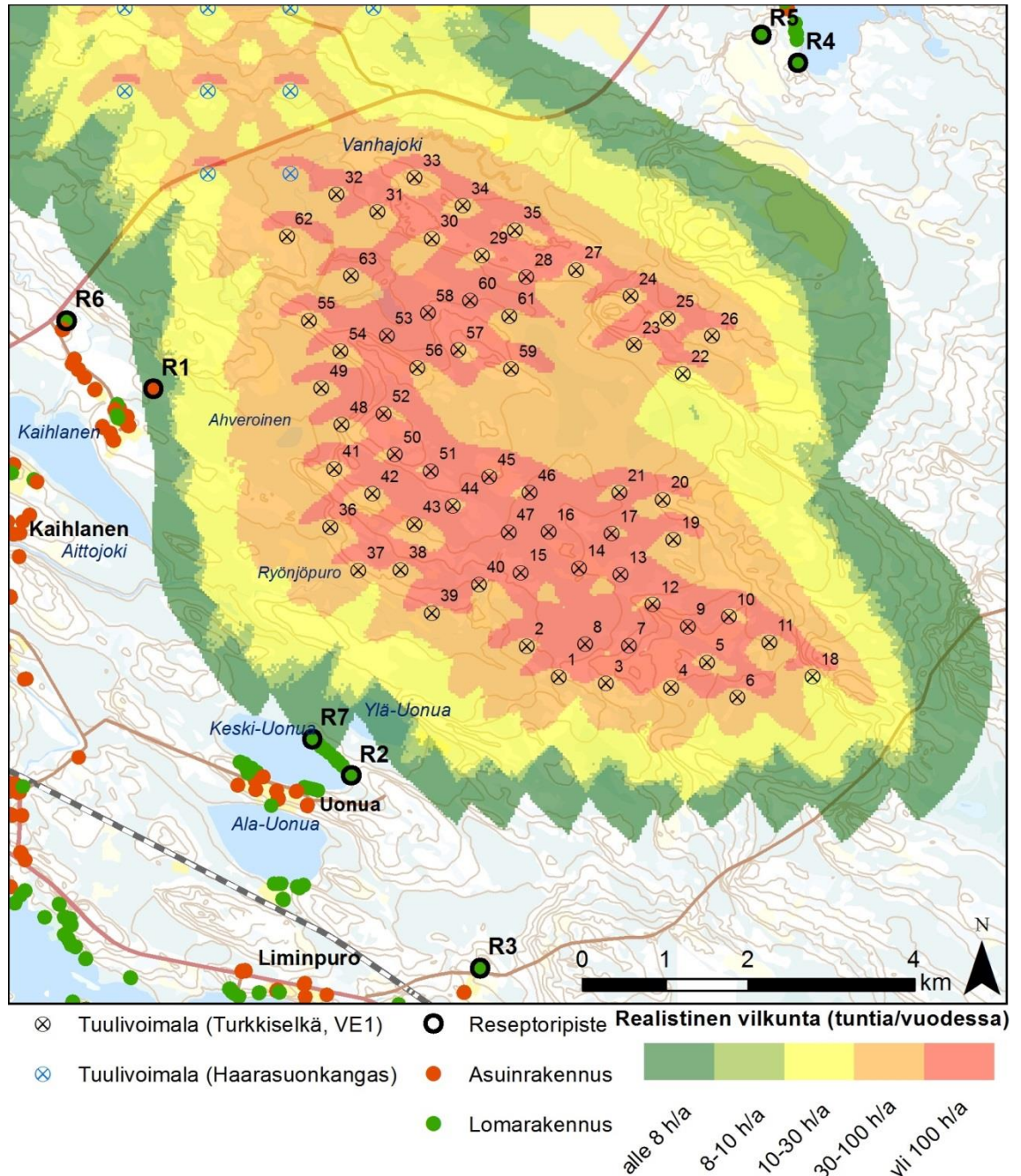
Kuva 4-2. Varjon vilkunnan realistinen määrä tunteina vuodessa (aurionpaistehavainnot otettu huomioon) Turkkiselän 49 voimalan toteutusvaihtoehdolla (VE2). Mallinnus on tehty tuulivoimaloilla, joiden napakorkeus on 190 m ja roottorin halkaisija 180 m.

Kuvista nähdään, että käytettyjen mallinnusparametrien puitteissa, lopullisesta voimalamäärästä huolimatta, vilkunta ulottuu ainoastaan kahteen Turkkiselän ympäristössä olevaan rakennukseen, asuinrakennukseen R1 ja lomarakennukseen R7. Rakennukset jäävät kuitenkin alle kahdeksan tunnin vyöhykkeelle, mikä täyttää muissa maissa käytettävät ohje- ja raja-arvot.

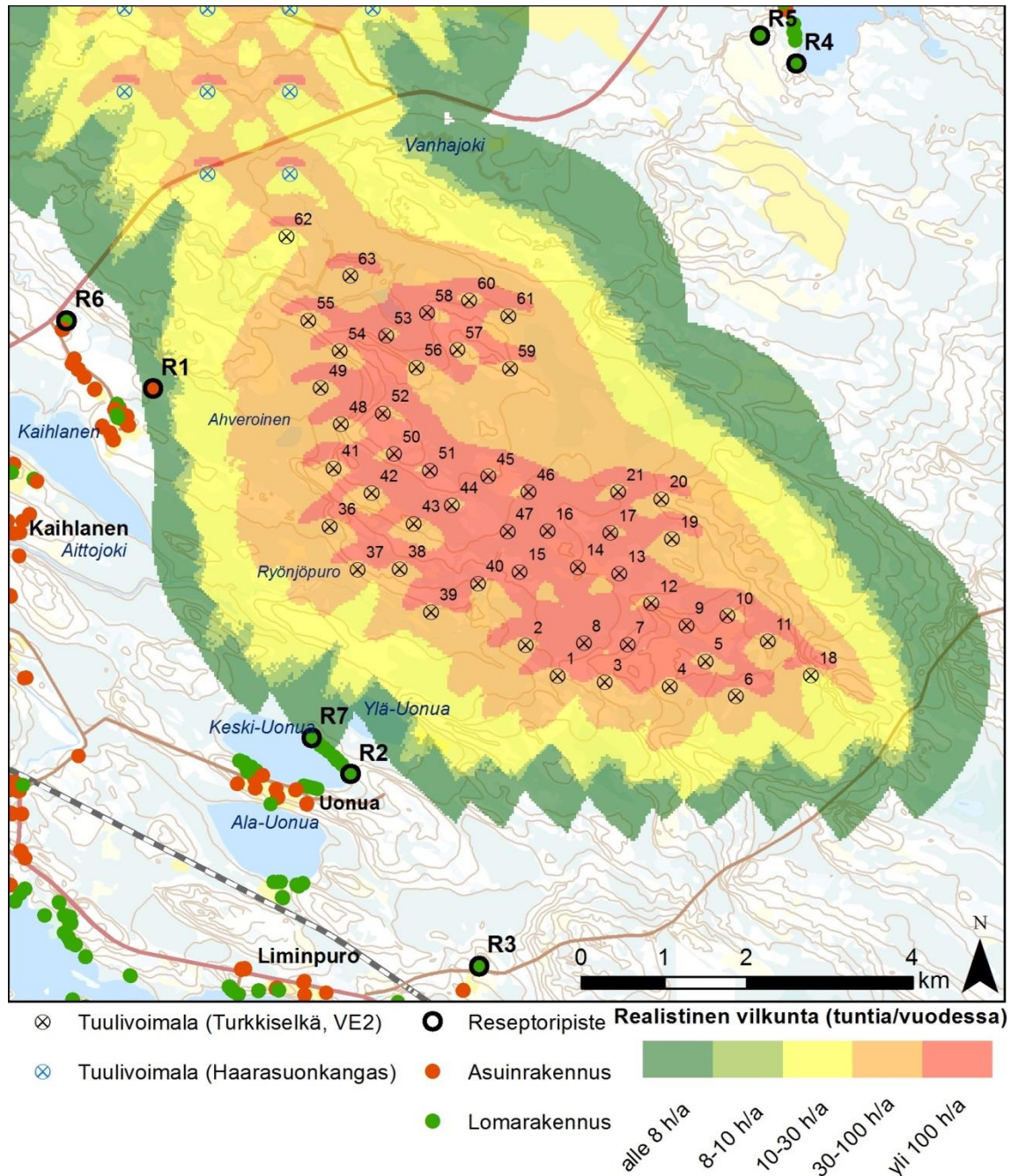
Reseptoripistekohtaiset tulokset on esitetty myöhemmin (Taulukko 4-1).

Turkkiselän luoteispuolella sijaitsevan Haarasuonkankaan mahdolliset yhteisvaikutukset huomioitiin erillisessä vilkuntamallinnuksessa. Mallinnuksessa huomioitiin Haarasuonkankaalle havainnollisesti sijoitettua 12 kokonaiskorkeudeltaan 230 m voimalaa yhdessä Turkkiselälle suunniteltujen 63 ja 49 voimalan sijoitussuunnitelman kanssa.

Mallinnuksen tuloksena saadut yhteisvaikutuskartat realistisille vilkuntamäärille molemmilla Turkkiselän tuulipuiston sijoitussuunnitelmissa (VE1 ja VE2) on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 4-3 ja Kuva 4-4).



Kuva 4-3. Varjon vilkunnan realistinen määrä tunteina vuodessa (aurionpaistehavainnot otettu huomioon) Turkkiselän tuulivoimapaiston 63 voimalan toteutusvaihtoehdossa VE1, huomioiden puiston luoteispuolelle sijoitettua 12 Haarasuonkankaan voimalaa. Turkkiselän voimaloiden napakorkeus on 190 m ja roottorin halkaisija 180 m. Haarasuonkankaan voimaloiden napakorkeus on 155 m ja roottorin halkaisija 150 m.



Kuva 4-4. Varjon vilkunnan realistinen määrä tunteina vuodessa (aurionpaistehavainnot otettu huomioon) Turkkielän tuulivoimapuiston 49 voimalan toteutusvaihtoehdossa VE2, huomioiden puiston luoteispuolelle sijoitettujen 12 Haarasuonkankaan voimalaa. Turkkielän voimaloiden napakorkeus on 190 m ja roottorin halkaisija 180 m. Haarasuonkankaan voimaloiden napakorkeus on 155 m ja roottorin halkaisija 150 m.

Kuten kuvista nähdään, huomioimalla yhteisvaikutuksen Haarasuonkankaan tuulivoimaluueen kanssa, varjon vilkunta ulottuu ainoastaan Turkkielän tuulipuiston luoteispuolella laajemmalle alueelle. Turkkielän hankealueen luoteispuolella ei kuitenkaan sijaitse asuin- tai lomarakennuksia, joita varjon vilkunta voisi häiritä.

Mallinnusten tulokset reseptoripisteille on seuraavassa taulukossa (Taulukko 4-1). Taulukossa on esitetty varjon vilkunnan esiintymisen teoreettinen maksimikesto (vuodessa ja vuorokaudessa), sekä vilkunnan realistinen kokonaiskesto (vuodessa). Realistisessa kokonaiskestoissa on huomioitu auringonpaistetilastot sekä paikallinen

tuulensuuntajakauma. Reseptoripisteissä mallinnetut varjon vilkunnan kestot olivat yhtäläiset Turkkielän eri toteutusvaihtoehtojen välillä. Tämä selittyy sillä, että toteutusvaihtoehdot eroavat sijoitussuunnitelman pohjois- ja koillisosaltaan, jonne suunniteltavien voimaloiden vilkunta ei yletä tarkasteltuihin reseptoripisteisiin. Myös yhteisvaikutustarkastelussa Haarasuonkankaan tuulivoima-alueen kanssa tarkasteltuihin reseptoripisteisiin ei aiheudu ylimääräistä vaikutusta verrattuna tilanteeseen, jossa ainoastaan Turkkielän tuulipuisto toteutuu. Reseptoripisteissä havaittava vilkunta ei ylitä muiden maiden sovellettuja raja-arvoja missään tutkitussa toteutusvaihtoehdossa.

Taulukko 4-1. Mallinnusten mukaiset vilkuntamäärät reseptoripisteittäin eri tarkasteluissa. Vilkuntamäärät olivat yhtäläiset Turkkielän VE1 ja VE2 toteutusvaihtoehtojen välillä. Reseptoripistekohtaiset tulokset pysyivät samoina riippumatta siitä huomioitiinko Haarasuonkankaan tuulivoima-alue. Reseptoripisteiden koordinaatit on esitetty ETRS-TM35FIN koordinaatistossa. Vilkuntamäärien yksiköt ovat tuntia vuodessa (h/a) ja tuntia päivässä (h/d).

	Itä- koordinaatti	Pohjois- koordinaatti	Turkkielkä VE1 / VE2		Turkkielkä VE1 / VE2 + Haarasuonkangas (12 voimalaa)			
			Teoreettinen maksimitilanne		Realistinen tilanne		Teoreettinen maksimitilanne	
			(h/a)	(h/d)	(h/a)	(h/a)	(h/d)	(h/a)
R1	509820	7163702	16:13	0:21	3:51	16:13	0:21	3:51
R2	512206	7159032	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
R3	513764	7156713	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
R4	517599	7167633	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
R5	517158	7167974	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
R6	508771	7164525	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
R7	511733	7159478	18:46	0:22	5:11	18:46	0:22	5:11

Reseptoripisteissä R1–R7 (lähimmät asuin- ja lomarakennukset) havaittu vilkuntamäärä ei siis ylitä aiemmin esiteltyjä muiden maiden raja-arvoja. Varjon vilkuntamallinnuksen tulosten perusteella hankealueen läheisyydessä sijaitseviin asutus- ja lomarakennuksiin kohdistuva varjon vilkunta on vähäistä tarkastelluilla sijoitussuunnitelmilla, voimalatyyppillä ja napakorkeudella. Hankkeesta syntyvän varjon vilkunnan vaikutukset lähialueen asutuskohteissa arvioidaan vähäisiksi mallinnusepävarmuuksien puitteissa.

4.1 Vaihtoehtojen vertailu

Esitettyjen tulosten mukaisesti Turkkielän tuulipuiston aiheuttama varjon vilkuntavaikutus tarkastelluissa asutuskohteissa ei eroa eri toteutusvaihtoehtojen (VE1 ja VE2) välillä. VE2 kuitenkin aiheuttaa hieman enemmän vilkuntaa puiston pohjois- ja koillisosassa asuttamattomilla alueilla.

5 VAIKUTUSTEN LIEVENTÄMINEN

Tuulipuiston suunnitteluvaiheessa mallinnettuja vaikutuksia on mahdollista lieventää vähentämällä voimalalukumäärää tai rakentamalla voimalat kauemmas herkistä kohteista, alentamalla napakorkeutta ja pienentämällä voimaloiden roottorinhalkaisijaa.

Myös rakennetun tuulipuiston aiheuttaman varjon vilkunnan vaikutuksia voidaan lieventää.

Ajat, jolloin varjon vilkunta tietyssä kohteessa on mahdollista, voidaan laskea voimaloiden sijoitussuunnitelman ja voimaloiden mittojen avulla. Näin ollen vilkuntavaikutuksia tarkastellussa kohteessa on tarvittaessa mahdollista vähentää muun

muassa ennakoimalla pysäyttää vilkuntaa aiheuttavat voimat vilkunnan syntymisen kannalta kriittiseen aikaan. On kuitenkin huomioitava, että vilkuntaa ei synny pilvisellä säällä, tuulivoimaloiden ollessa auringon suhteen sivuttain tai jos kohteen ja voimalan välillä on suojaavaa puustoa.

Lisäksi osalla voimalavalmistajista on tarjolla varjon vilkunnan havaitsemisjärjestelmiä, jotka havaitsevat tietyn raja-arvon ylittävän vilkunnan ja pysäyttävät voimat tarvittaessa. Esimerkiksi voimalavalmistaja Vestas esittelee kotisivuillaan kyseistä järjestelmää¹.

6

YHTEENVETO

Tuulialfa Oy suunnittelee Vaalaan joko 63 tai 49 voimalan Turkkiselän tuulivoimahanketta. Tässä selvityksessä on arvioitu Turkkiselän tuulipuiston aiheuttamia varjon vilkunnan vaikutuksia lähialueilla. Selvityksessä Turkkiselän voimaloille on käytetty 190 m napakorkeutta ja 180 m roottorin halkaisijaa (voimalan kokonaiskorkeus 280 metriä). Lisäksi selvityksessä on huomioitu hankealueen luoteispuolella sijaitsevan Haarasuonkankaan mahdolliset yhteisvaikutukset varjon vilkunnassa. Muita hankkeita ei huomioitu pitkien välimatkojen vuoksi.

Vilkuntamallinnuksen mukaan hankealueen läheisyydessä oleviin asuin- ja lomarakennuksiin kohdistuva varjon vilkunta on vähäistä tarkasteltujen sijoitussuunnitelmien, voimalatyyppin ja napakorkeuden mukaisesti. Teoreettisen maksimitilanteen raja (Saksan ja Ruotsin vuosittainen 30 tunnin vilkuntaraja) tai realistisen tilanteen raja (Ruotsin vuosittainen 8 tunnin vilkuntaraja) eivät ylity yhdessäkään asuin- tai lomakohteessa. Haarasuonkankaan yhteisvaikutusten huomioiminen ei muuta tuloksia. Hankkeesta syntyvän varjon vilkunnan vaikutukset lähialueen asutuskohdeissa voidaan siis arvioida vähäisiksi mallinnusepävarmuuksien puitteissa.

Mallinnuksissa ei ole huomioitu kasvillisuuden vähentävää vaikutusta vilkunnan havaitsemiseen, jolloin esitetty malli yliarvioi varjon vilkunnan määrän erityisesti kesäaikaan. Varjon vilkuntaa voidaan tarvittaessa ehkäistä pysäyttämällä vilkuntaa aiheuttavat turbiinit kriittiseen aikaan.

KIRJALLISUUSVIITTEET

Danish Government 2015. Miljöministeriet Naturstyrelsen. Vejledning om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller.

Pirinen ym. 2012. Tilastoja Suomen ilmastosta 1981–2010, Raportteja No. 2012:1, Ilmatieteen laitos.

Vindlov 2015. Skuggor, reflexer och ljud. [<http://www.vindlov.se/sv/steg-for-steg/stora-anlaggningar/inledande-skede/halsa-och-sakerhet/skuggor-reflexer-och-ljud/>] (haettu 17.1.2019)

Ympäristöministeriö 2016. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys 2016. Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016.

WEA-Shcattenwurf-Hinweise 2002. Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windnergianlagen.

¹ https://www.vestas.com/en/products/options_and_solutions#!shadow-detection-system (haettu 17.1.2019)