

Leppämäki Wind Farm Oy

Leppämäen tuulivoimapuisto

Välkesselvitys



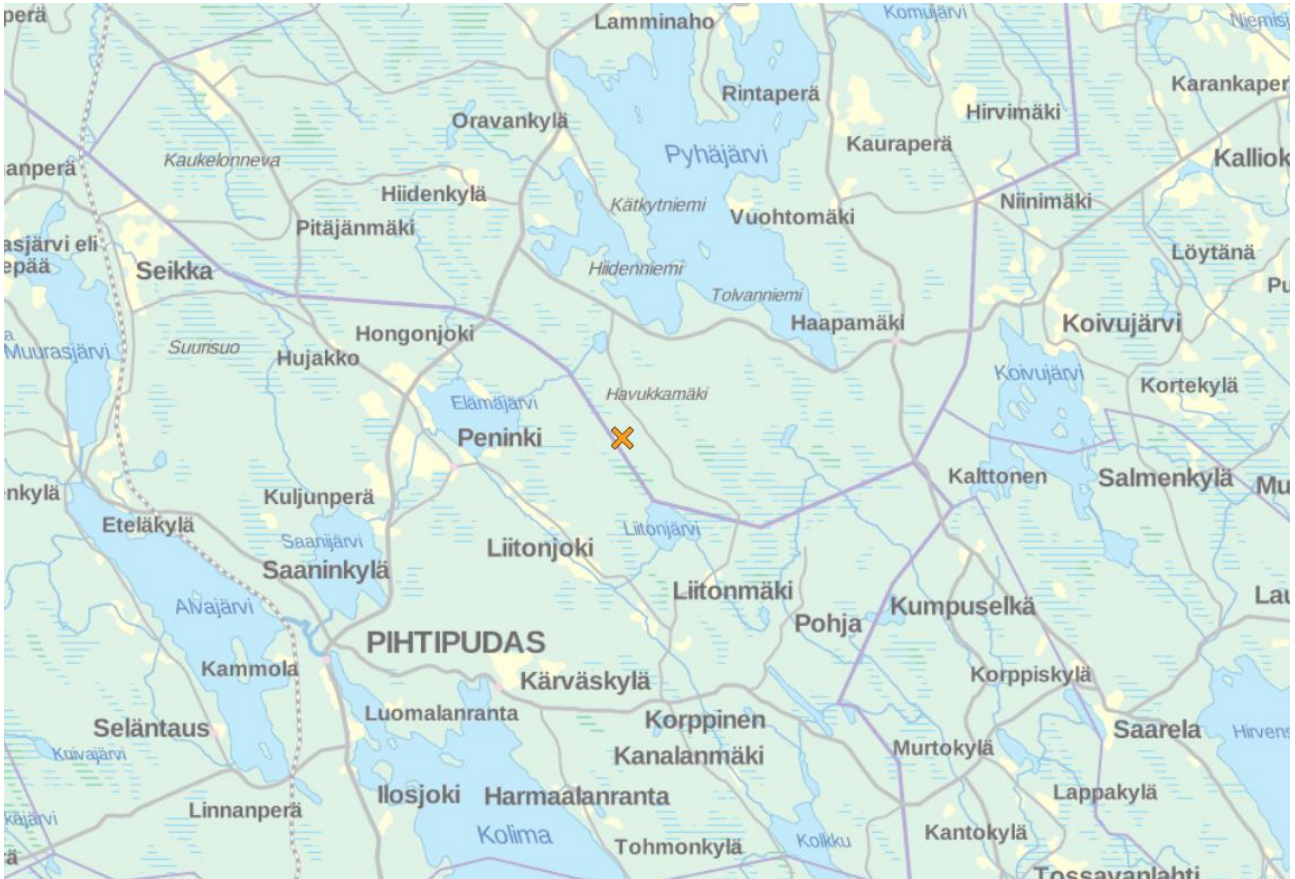
Projekti: Leppämäki tuulipuiston välkemallinnus
Työnumero: 25006501-011
Asiakas: Leppämäki Wind Farm Oy
Päiväys: 30.4.2023
Tekijä: Tuomo Pynnönen

Sisältö

1.	JOHDANTO	4
2.	VÄLKE	7
3.	VÄLKEEN OHJEARVOT	7
4.	LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT	8
4.1	Lähtötiedot	8
4.2	Menetelmät	10
5.	VÄLKEVAIKUTUKSET	10
5.1	Toiminnan aikaiset vaikutukset	10
5.1.1	VE1	10
5.1.2	VE2	15
5.1.3	Välkemannustulosten yhteenveto	20
5.2	Yhteisvaikutukset Leppäkankaan tuulivoimapuiston kanssa	21
6.	JOHTOPÄÄTÖKSET	24
7.	LÄHTEET	25
8.	LIITTEET	25

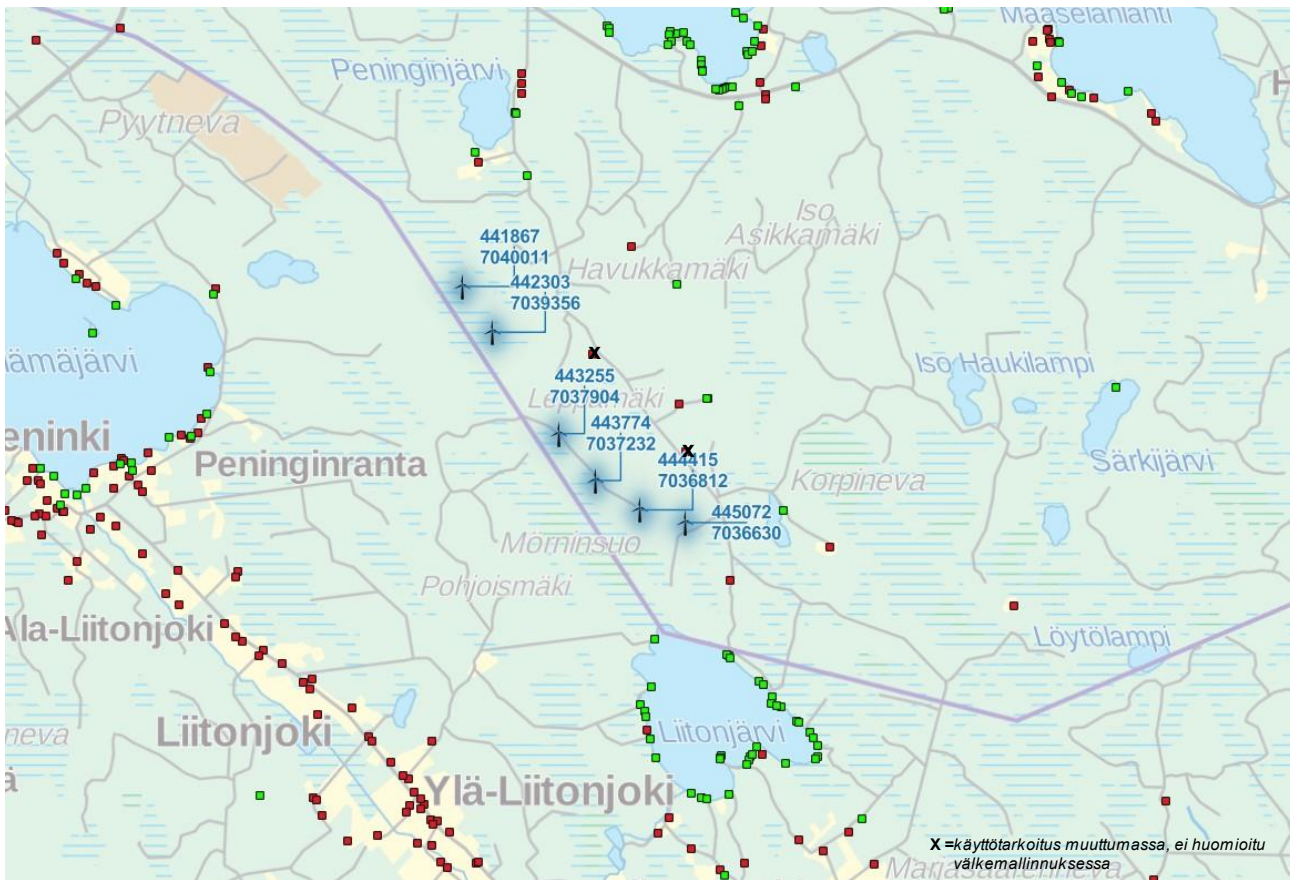
1. Johdanto

Välkeselvitys on tehty Leppämäki Wind Farm Oy:n Leppämäen tuulivoimapuistolle Pyhäjärven kunnassa. Alueen suuntaa antava sijainti on esitetty kuvan 1 kartalla.

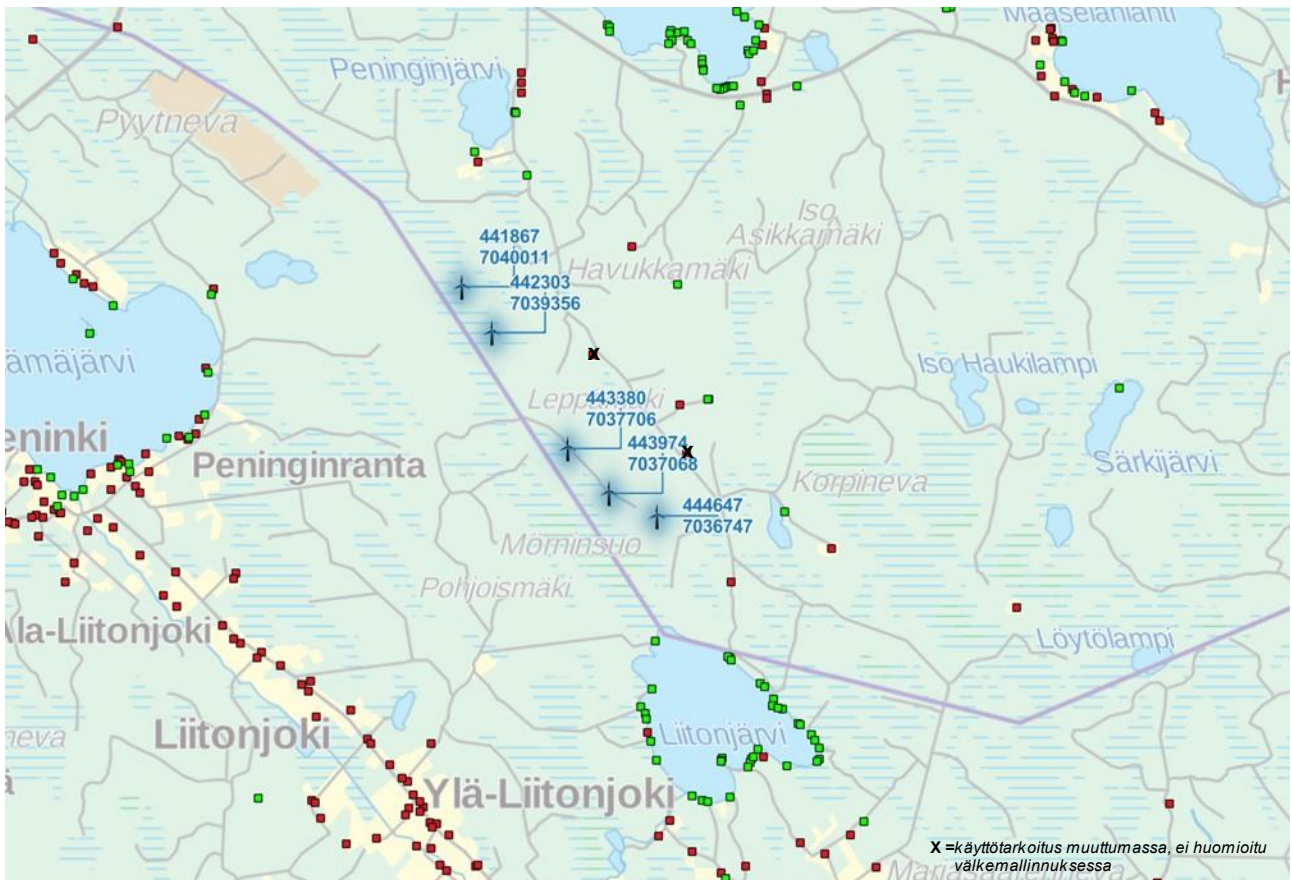


Kuva 1. Leppämäen tuulivoimapuiston sijainti (LÄHTEET: Taustakartta MML).

Välkemallinnus on tehty kahdelle eri toteutusvaihtoehdolle. Vaihtoehdossa 1 alueelle sijoitetaan kuusi tuulivoimalaa ja vaihtoehdossa 2 viisi tuulivoimalaa. Näiden lisäksi vaihtoehtojen tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen yhteisvaikutuksia on arvioitu hankealueen itäpuolelle suunnitellun Leppäkankaan tuulivoimapuiston (Tuulikolmio Oy) voimaloiden kanssa. Kuvissa 2 ja 3 on esitetty voimaloiden sijaintitiedot kartalle merkittynä vaihtoehtoin.



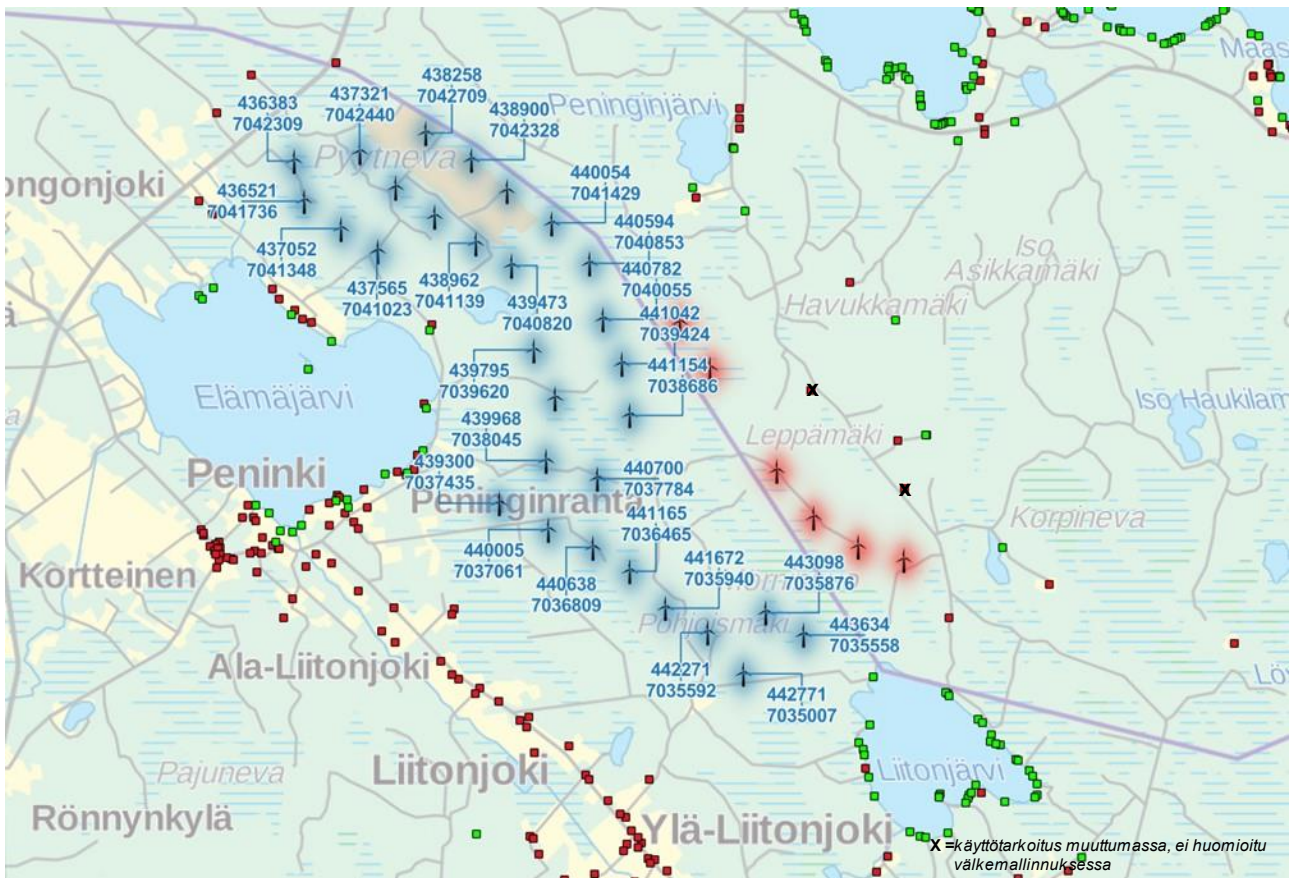
Kuva 2. Leppämäen tuulivoimapuiston voimaloiden sijainti vaihtoehdossa 1. Voimaloiden koordinaattitiedot on esitetty koordinaatistossa ETRS-TM35FIN. Asuinrakennukset on merkitty karttaan punaisella symbolilla ja lomarakennukset vihreällä symbolilla (LÄHTEET: Taustakartta MML, asuin- ja lomarakennukset MML).



Kuva 3. Leppämäen tuulivoimapuiston voimaloiden sijainti vaihtoehdossa 2. Voimaloiden koordinaattitiedot on esitetty koordinaatistossa ETRS-TM35FIN. Asuinrakennukset on merkitty karttaan punaisella symbolilla ja lomarakennukset vihreällä symbolilla (LÄHTEET: Taustakartta MML, asuin- ja lomarakennukset MML).

Välkemallinnus on tehty tuulivoimaloiden melu-, välke- ja näkyvyysvaikutusten arviointiin kehitetyn WindPRO 3.6 -ohjelmiston avulla. Mallinnus on laadittu ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti (Ympäristöministeriö, 2016). Välkemallinnuksessa on käytetty Nordex N163/6.X 6800 -voimalan lähtötietoja. Mallinnuksessa välkevaikutuksia on tarkasteltu napakorkeuksilla 200 m ja 180 m ja roottorin halkaisijana on käytetty 200 m.

Yhteisvälkevaikutusten arvioinnissa Leppäkankaan tuulivoimapuiston voimalatyypinä on käytetty Vestas V172 7.2 MW -voimalan lähtötietoja. Välkemallinnuksessa voimalan napakorkeutena on käytetty 190 m ja roottorin halkaisijana 220 m. Leppäkankaan tuulivoimaloiden (30 kpl) sijaintitiedot on esitetty Kuvan 4 kartalla.



Kuva 4. Leppäkankaan tuulivoimapuiston voimaloiden sijanti yhteisvälketarkastelussa. Voimaloiden koordinaattitiedot on esitetty koordinaatistossa ETRS-TM35FIN. Asuinrakennukset on merkitty karttaan punaisella symbolilla ja lomarakennukset vihreällä symbolilla. Leppämäen VE1 mukaiset tuulivoimalat näkyvät kuvassa punaisella värillä korostettuna (LÄHTEET: Taustakartta MML, asuin- ja lomarakennukset MML).

2. Välke

Auringon paistaessa tuulivoimalan takaa aiheutuu valon ja varjon vilkkumista eli välkettä. Roottorin lapojen pyöriminen aiheuttaa liikkuvan varjon, joka voi tuulivoimalan koosta, sijainnista ja auringon kulmasta riippuen ulottua jopa 1–3 kilometrin päähän tuulivoimalasta. (Ympäristöministeriö, 2016)

Välkevaikutus riippuu sääoloista. Välkettä on havaittavissa vain aurinkoisina päivinä ja tiettyinä aikoina vuorokaudesta. Vaikutuksen lieventämiseksi tuulivoimalat voidaan ohjelmoida pysähtymään välkkeen kannalta kriittisiksi ajoiksi. (Ympäristöministeriö, 2016)

3. Välkkeen ohjearvot

Suomessa ei ole määritelty välkevaikutuksille raja-arvoa tai suositusarvoa. Ympäristöhallinnon ohjeen (Ympäristöministeriö, 2016) mukaan Suomessa välkemallinnusten tuloksia voidaan verrata muiden maiden vastaaviin ohjearvoihin.

Saksassa raja-arvo ja Ruotsissa suositusarvo on maksimissaan kahdeksan tuntia välkettä vuodessa todellisessa tilanteessa (real case). Lisäksi näissä maissa on suositusarvo 30 minuuttia päivässä sekä 30 tuntia vuodessa teoreettisessa maksimitilanteessa (worst case). Tanskassa sovelletaan kymmenen tunnin vuotuisen välkkeen raja-arvoa todellisessa tilanteessa (Ympäristöministeriö, 2016).

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 ei vuositasolla. Todellisessa tilanteessa on huomioitu keskimääräiset auringon paistetunnit sekä tuulen suunnan jakauma.

4. Lähtötiedot ja menetelmät

4.1 Lähtötiedot

Tuulivoimaloiden aiheuttamien välkevaikutuksen laskennassa varjot huomioidaan, jos aurinko on yli 3 astetta horisontin yläpuolella ja varjoksi lasketaan, kun siipi peittää vähintään 20 % auringosta. Mallinnuksessa on käytetty voimalaa, jonka napakorkeus on 200 m tai 180 m ja roottorin halkaisija on 200 m.

Välkkeen mallinnuksessa on huomioitu hankealueen korkeustiedot, jotka perustuvat Maanmittauslaitoksen maastotietokannan aineistoon. Mallinnus on tehty sekä puuston vaikutus huomioiden että ilman puustoa. Välkemallinnuksessa huomioitujen puuston korkeustiedot perustuvat Luonnonvarakeskuksen vuonna 2019 julkaisemaan tilastoon.

Auringon keskimääräiset paistetunnit perustuvat Pelmaan sääaseman pitkäaikaisiin säätietoihin 1991–2020 (Taulukko 1) (Ilmatieteen laitos, 2021). Laskentojen tuulen suuntana ja nopeusjakamana käytettiin Ilmatieteen laitoksen Tuuliatlaksen dataa (Taulukko 2) (Ilmatieteen laitos 2009) hankealueelta. Laskennan tuotantotappioarviona käytettiin tuulidatassa esitettyä 7,29 %.

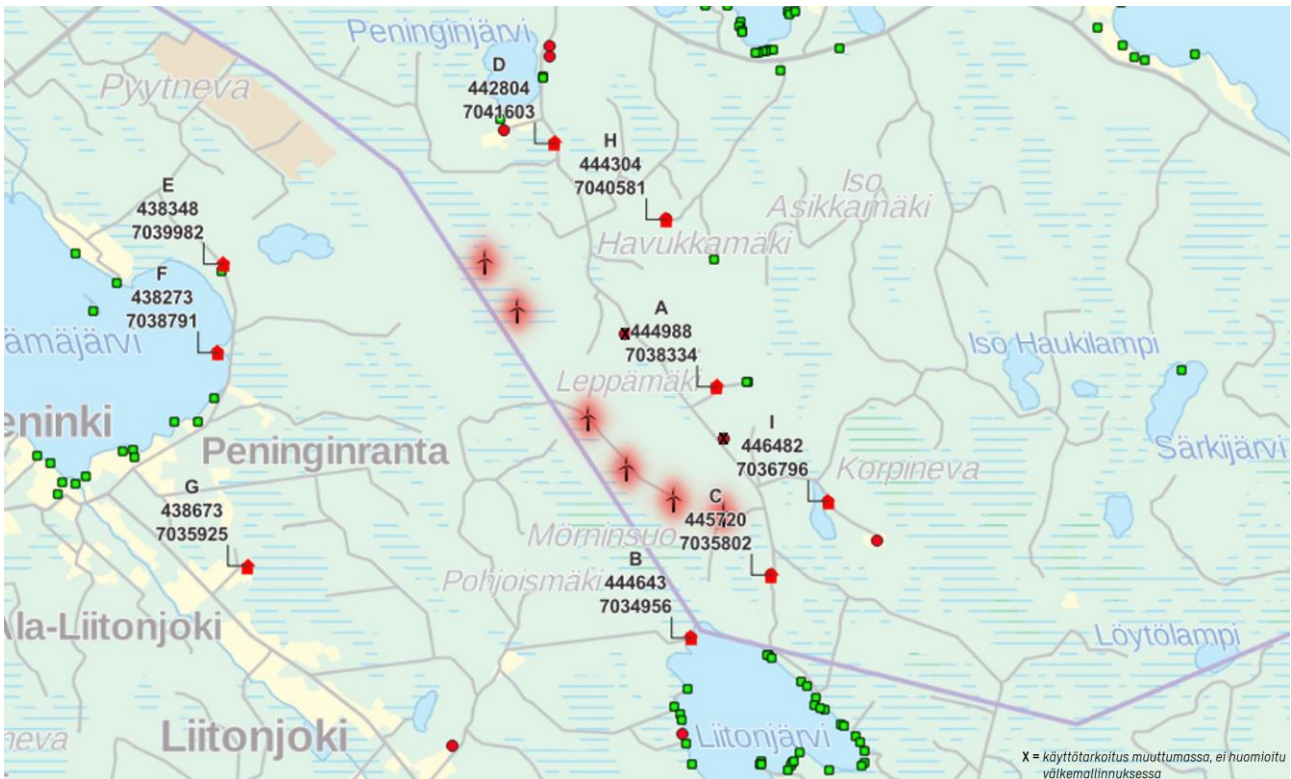
Kuvassa 5 on esitetty reseptoripisteiden sijainnit sekä niiden koordinaatit (ETRS-TM35FIN).

Taulukko 1. Auringopaistetunnit Pelmaan sääasemalla (Ilmatieteenlaitos, 2021)

Kuukausi	Auringonpaistetunnit/kk	Auringonpaistetunnit/pv
Tammikuu	30	0,97
Helmikuu	71	2,54
Maaliskuu	145	4,68
Huhtikuu	189	6,30
Toukokuu	267	8,61
Kesäkuu	276	9,20
Heinäkuu	268	8,65
Elokuu	207	6,68
Syyskuu	140	4,67
Lokakuu	80	2,58
Marraskuu	31	1,03
Joulukuu	17	0,55

Taulukko 2. Mallinnuksessa käytetty tuulisuusdata (Ilmatieteen laitos 2009).

Ilmansuunta	Frekvenssi koko aineistolle (%)	Tuulisuus tuotantotappio huomioiden (h)
N	7,33	595
NNE	6,08	494
ENE	3,94	320
E	3,91	318
ESE	5,72	465
SSE	8,99	730
S	11,71	951
SSW	13,57	1102
WSW	13,21	1073
W	10,62	862
WNW	7,69	625
NNW	7,23	587



Kuva 5. Välkemallinnuksen reseptoripisteet. Reseptoripiste merkitty punaisella talosymbolilla. Symbolin yhteydessä ilmoitettu koordinaattitiedot on esitetty koordinaatistossa ETRS-TM35FIN. Asuinrakennukset on merkitty karttaan punaisella symbolilla ja lomarakennukset vihreällä symbolilla. Leppämäen VE1 mukaiset tuulivoimalat näkyvät kuvassa punaisella värillä korostettuna (LÄHTEET: Taustakartta MML, asuin- ja lomarakennukset MML).

Leppämäen välkeselvityksen reseptoripisteen A etelä- ja luoteispuolella sijaitsevien rakennusten kohdalla vireillä on käyttötarkoituksen muutosprosessi. Prosessin keskeneräisyydestä johtuen kyseisiä rakennuksia ei ole huomioitu välkeanalyysin reseptoripisteinä.

4.2 Menetelmät

Tuulivoimaloiden aiheuttama välke on mallinnettu WindPPro 3.6 -ohjelmalla. Tarkastelukorkeutena laskennassa on käytetty 1,6 m korkeutta. Mallinnus tehtiin ns. kasvihuone-tilassa, jossa rakennukseen kohdistuvaa väkettä huomioidaan ilmansuunnasta riippumatta. Maaston korkeusaineistona mallinnuksessa on käytetty Maanmittauslaitoksen kymmenen metrin korkeusmallia.

5. Välkevaikutukset

5.1 Toiminnan aikaiset vaikutukset

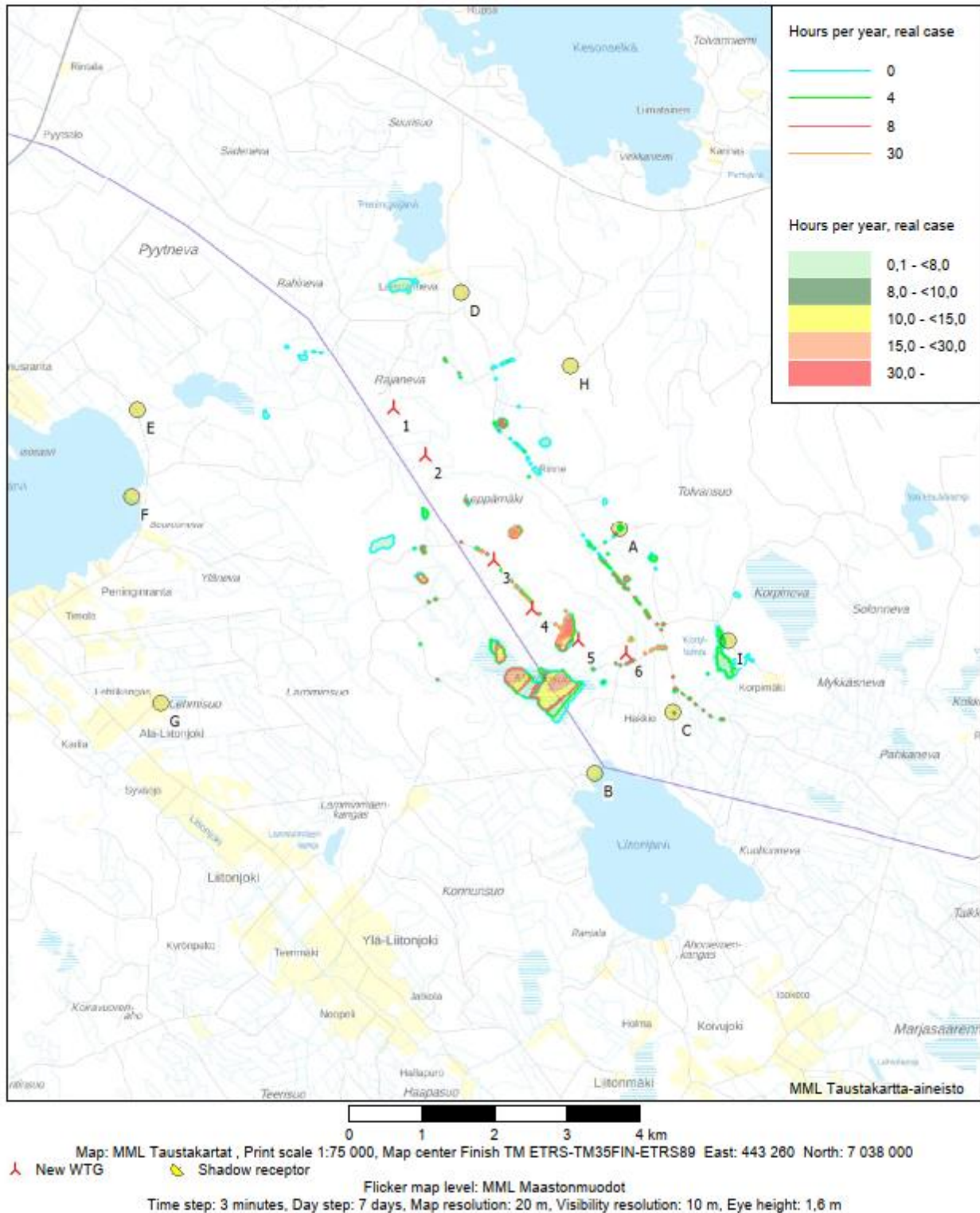
5.1.1 VE1

Kuvassa 6 on esitetty välkemallinnuksen mallinnuskartta voimalan napakorkeudella 200 m, kun puuston vaikutus huomioidaan. Kuvassa 7 on esitetty välkemallinnuksen mallinnuskartta voimalan napakorkeudella 200 m, kun puuston vaikutusta ei huomioida.

Kuvassa 8 on esitetty välkemallinnuksen mallinnuskartta voimalan napakorkeudella 180 m, kun puuston vaikutusta ei huomioida. Kuvassa 9 on esitetty välkemallinnuksen mallinnuskartta voimalan napakorkeudella 180 m, kun puuston vaikutusta ei huomioida.

SHADOW - Map

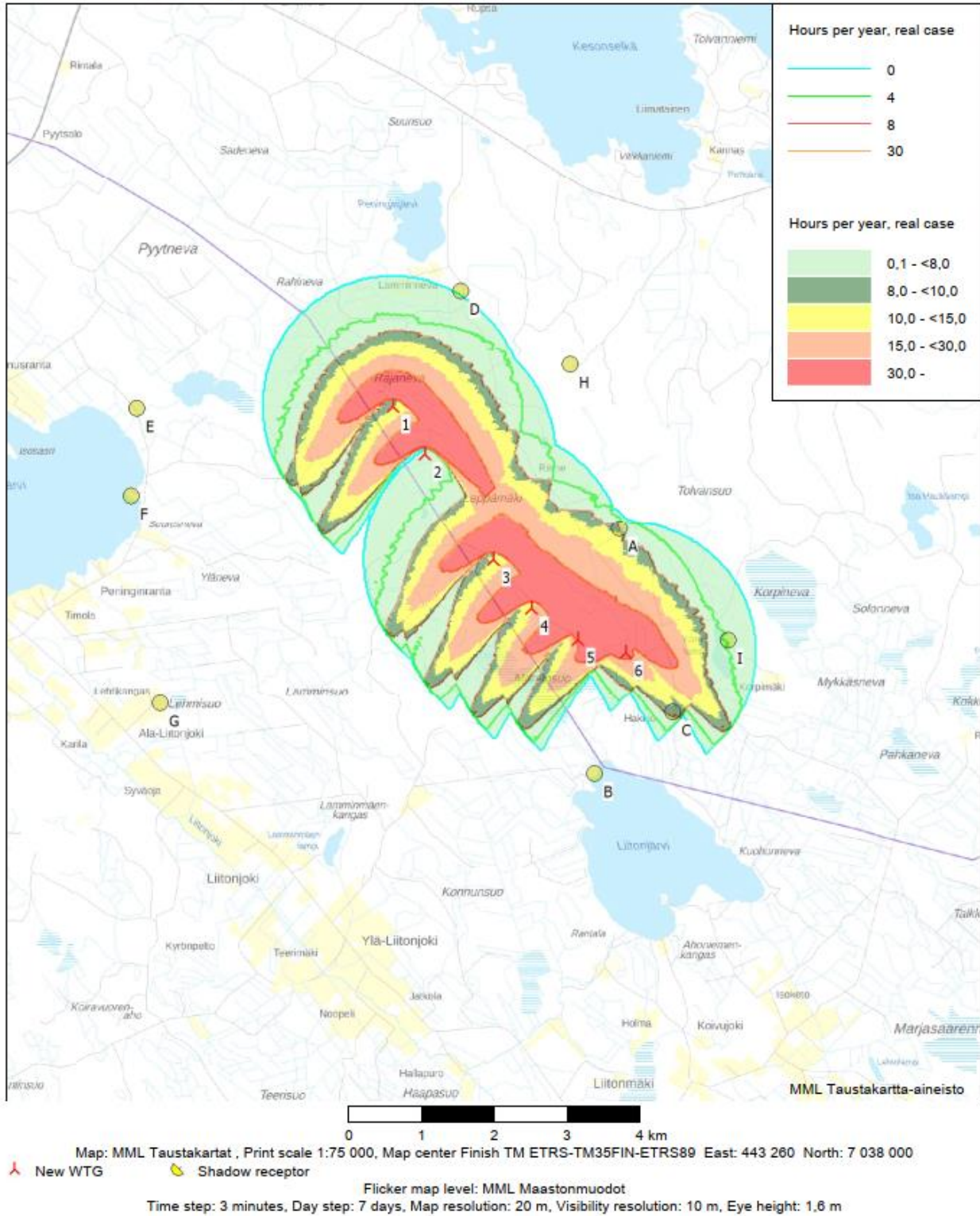
Calculation: VE1 [HH 200m]



Kuva 6. Välkemallinnustulos VE1, napakorkeus 200 m, puuston vaikutus huomioitu.

SHADOW - Map

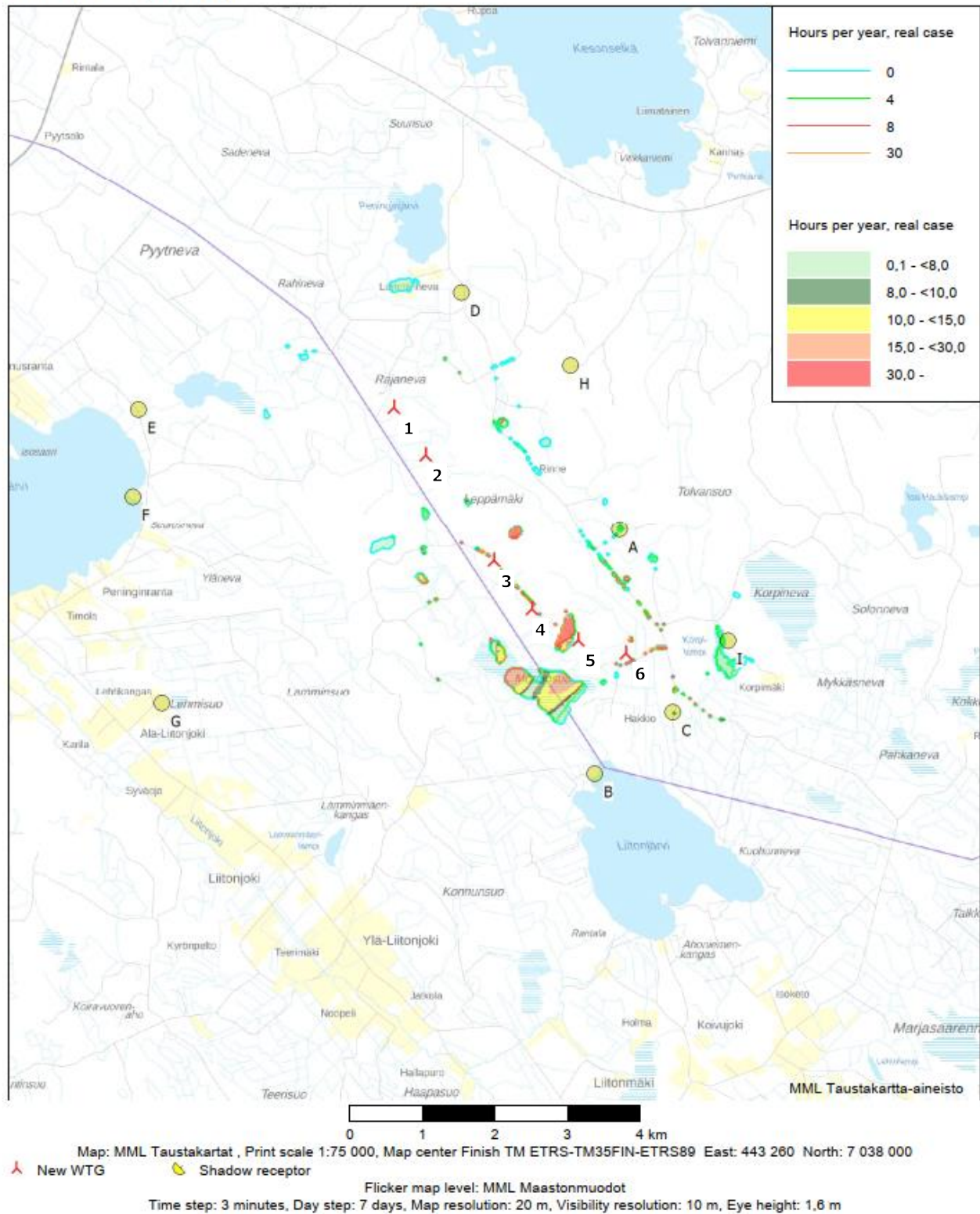
Calculation: VE1 [HH 200m] - ei puustoa



Kuva 7. Välkemallinnustulos VE1, napakorkeus 200 m, puuston vaikutusta ei huomioitu.

SHADOW - Map

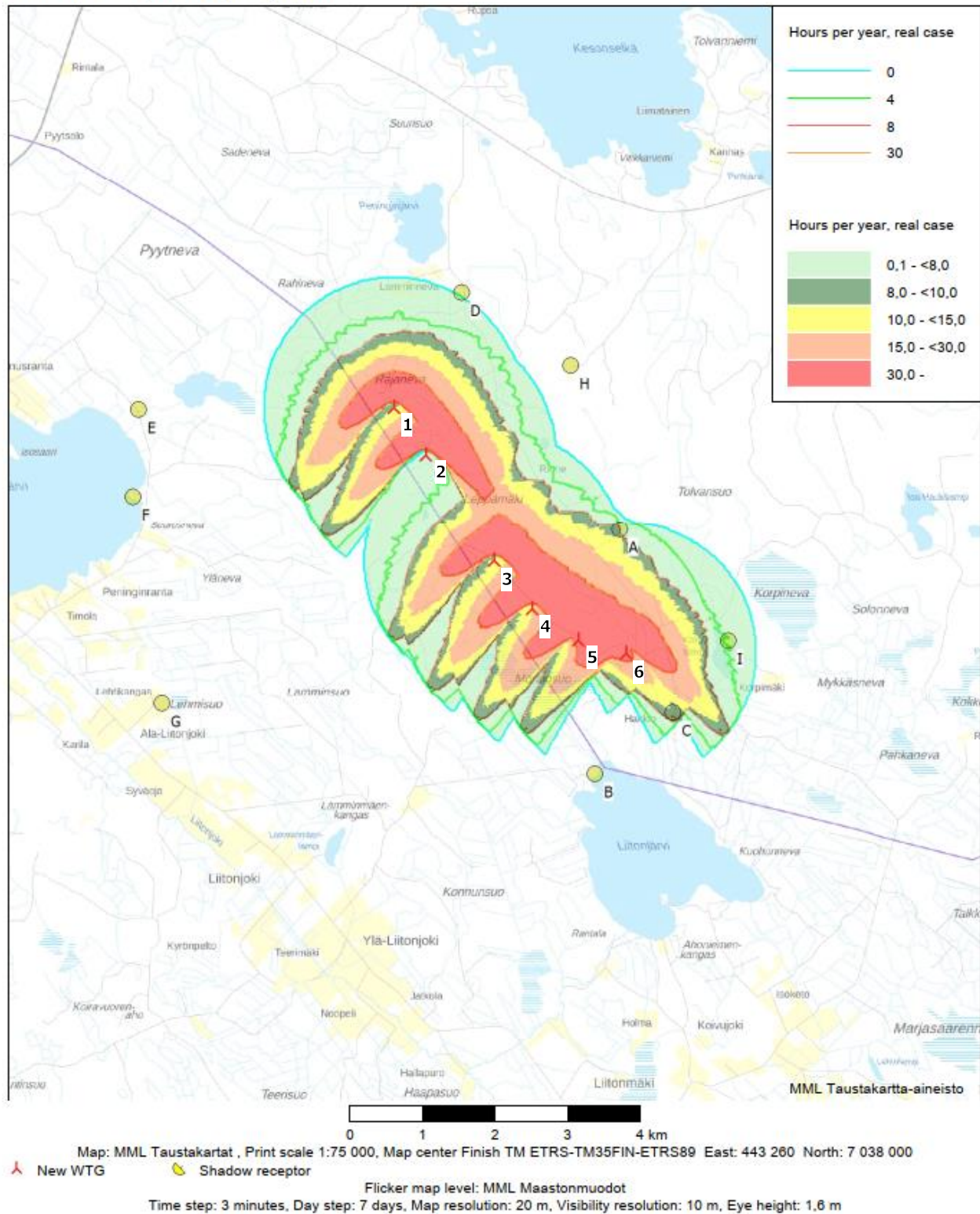
Calculation: VE1 [HH 180m]



Kuva 8. Välkemallinnustulos VE1, napakorkeus 180 m, puuston vaikutus huomioitu.

SHADOW - Map

Calculation: VE1 [HH 180m] - ei puustoa



Kuva 9. Välkemallinnustulos VE1, napakorkeus 180 m, puuston vaikutusta ei huomioitu.

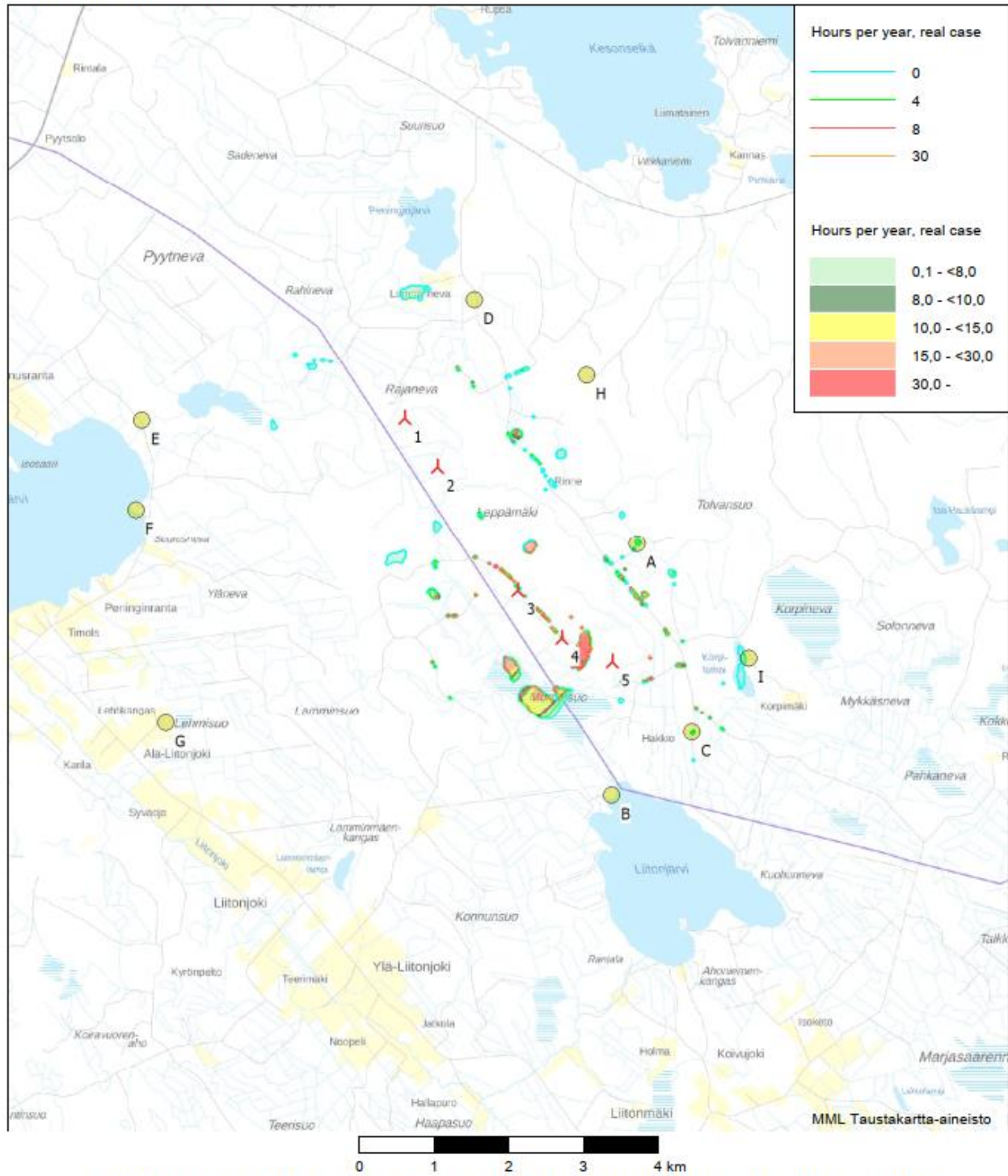
5.1.2 VE2

Kuvassa 10 on esitetty välkemallinnuksen mallinnuskartta voimalan napakorkeudella 200 m, kun puuston vaikutus huomioidaan. Kuvassa 11 on esitetty välkemallinnuksen mallinnuskartta voimalan napakorkeudella 200 m, kun puuston vaikutusta ei huomioida.

Kuvassa 12 on esitetty välkemallinnuksen mallinnuskartta voimalan napakorkeudella 180 m, kun puuston vaikutusta ei huomioida. Kuvassa 13 on esitetty välkemallinnuksen mallinnuskartta voimalan napakorkeudella 180 m, kun puuston vaikutusta ei huomioida.

SHADOW - Map

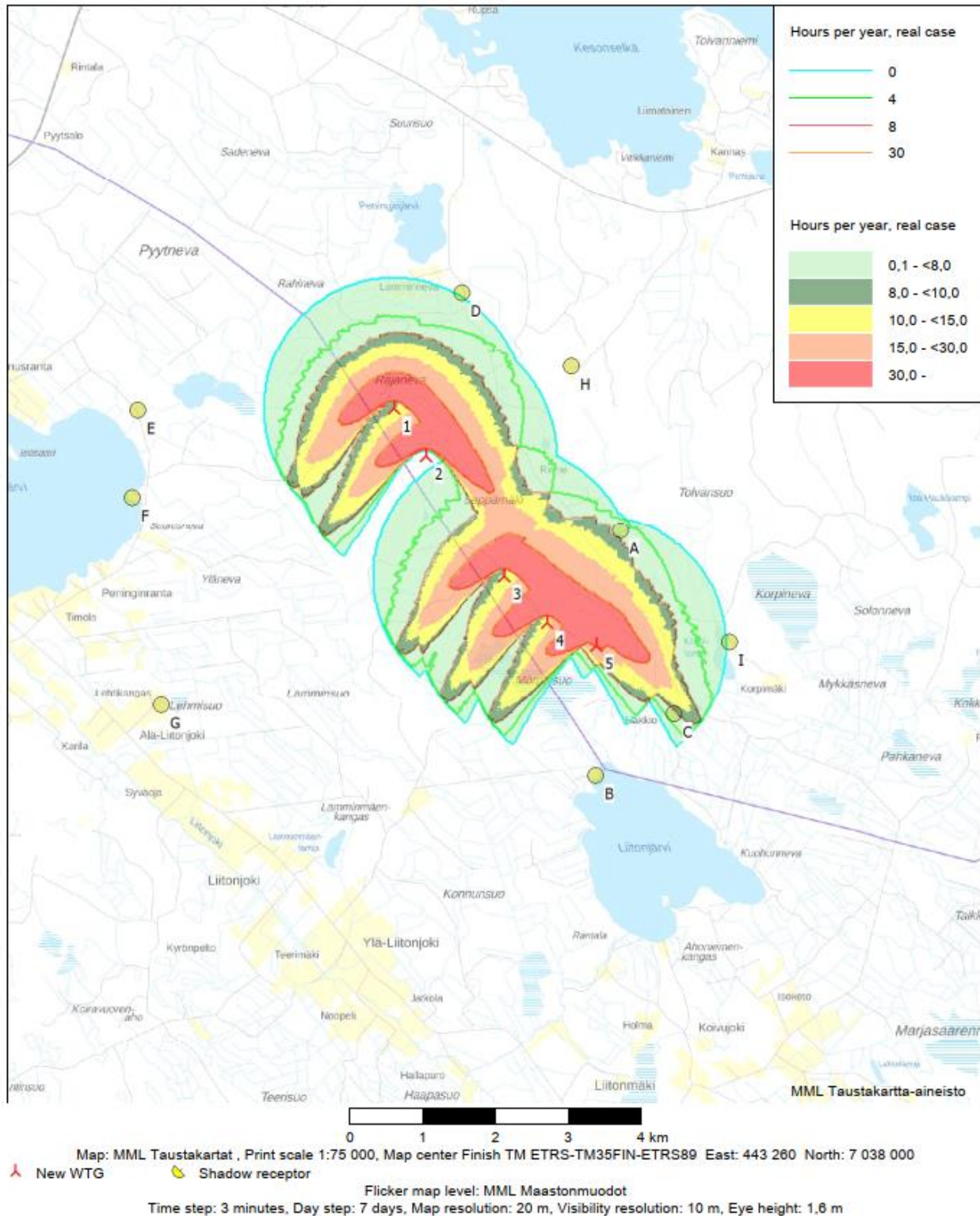
Calculation: VE2 [HH 200m]



Kuva 10. Välikemallinnustulos VE2, napakorkeus 200 m, puuston vaikutus huomioitu.

SHADOW - Map

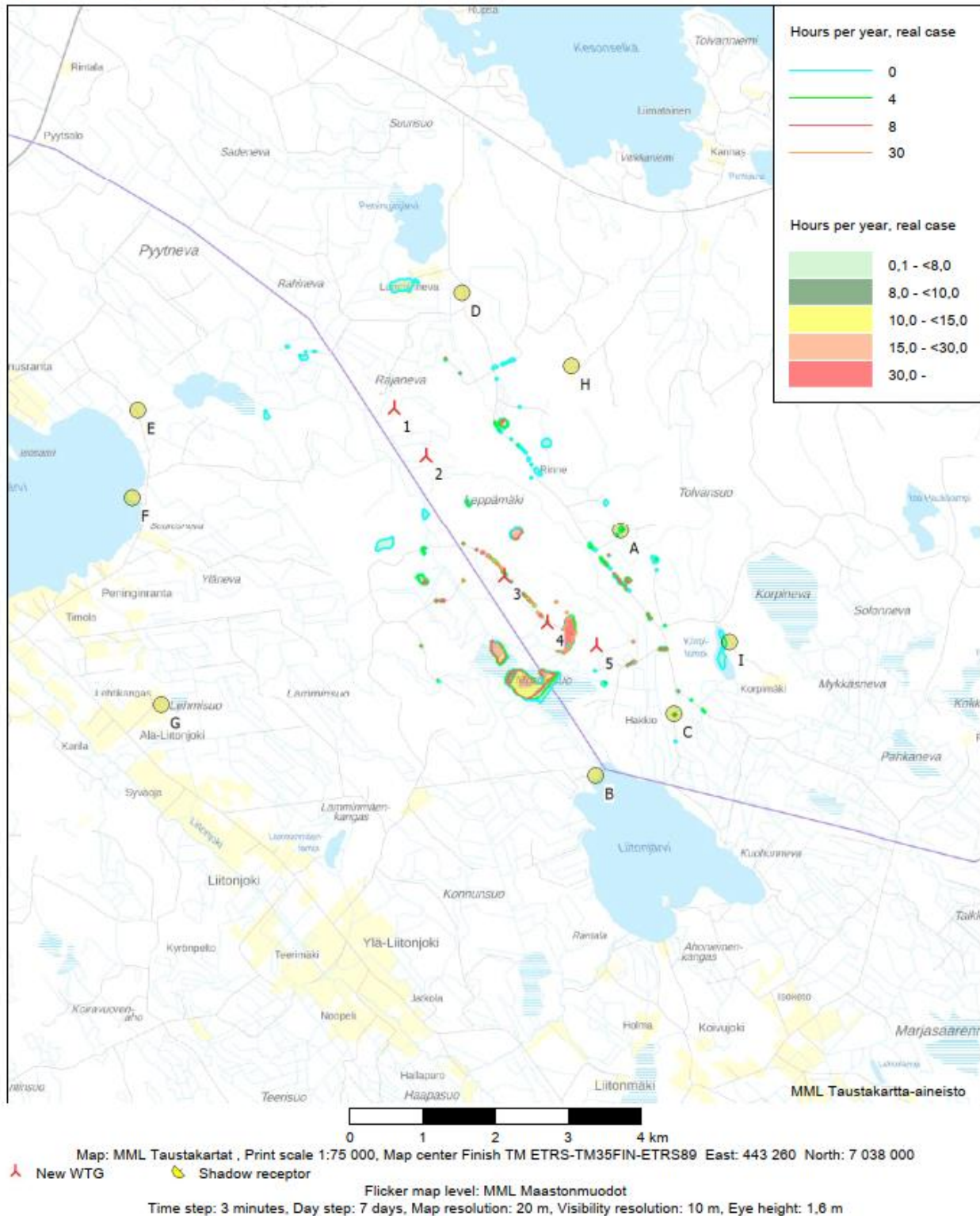
Calculation: VE2 [HH 200m] - ei puustoa



Kuva 11. Välkemallinnustulos VE2, napakorkeus 200 m, puuston vaikutusta ei huomioitu.

SHADOW - Map

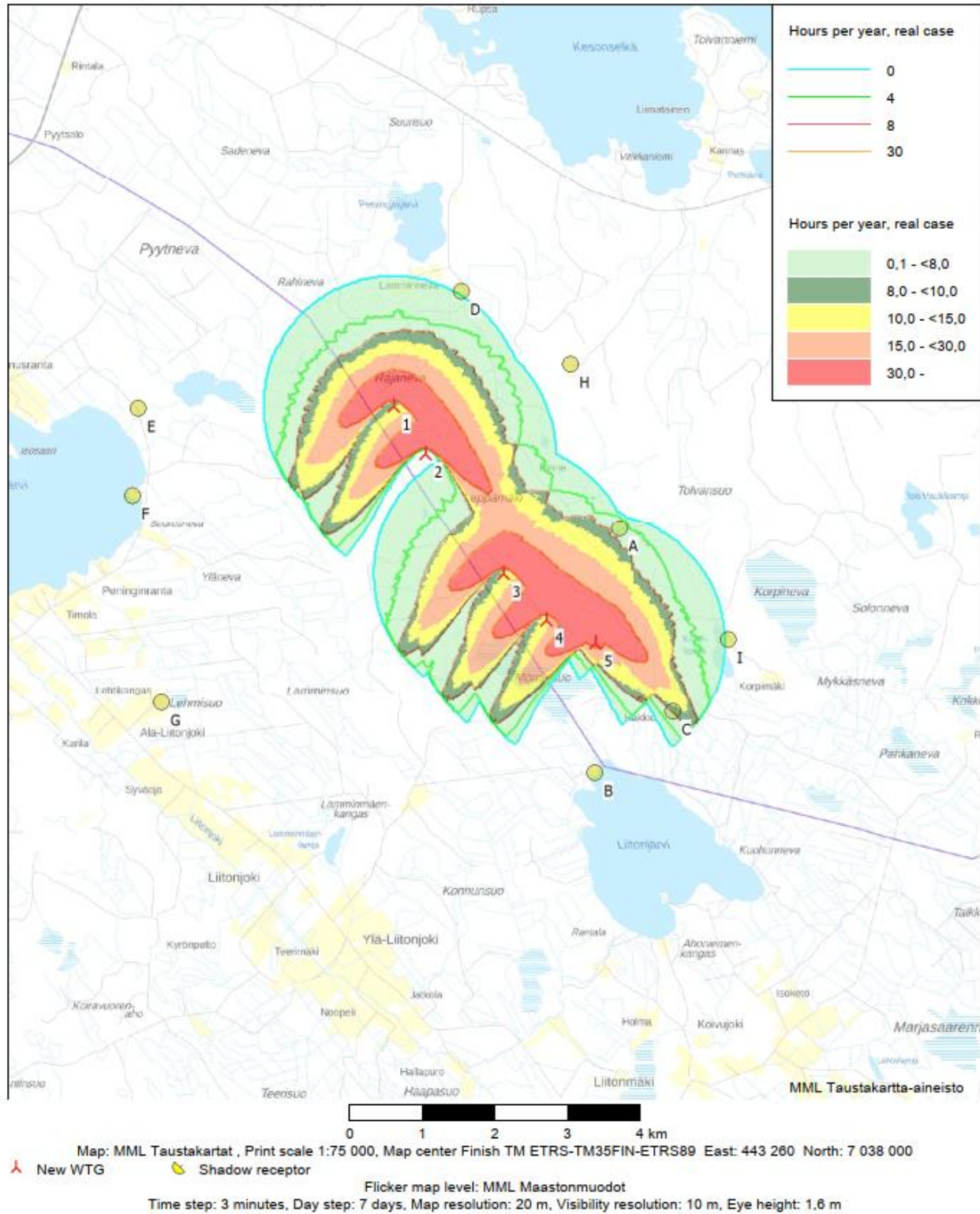
Calculation: VE2 [HH 180m]



Kuva 12. Väikemallinnustulos VE2, napakorkeus 180 m, puuston vaikutus huomioitu.

SHADOW - Map

Calculation: VE2 [HH 180m] - ei puustoa



Kuva 13. Välikemallinnustulos VE2, napakorkeus 180 m, puuston vaikutusta ei huomioitu.

5.1.3 Välkemallinnustulosten yhteenveto

Taulukossa 3 on esitetty välkemallinnuksen tulokset tutkittujen skenaarioiden osalta, kun puuston vaikutus on huomioitu. Taulukkoon on koottu sekä vaihtoehdon 1 että vaihtoehdon 2 mallinnustulokset.

Taulukko 3. Välkemallinnuksen tulokset (puuston vaikutus huomioitu).

Reseptoripiste	Teoreettinen maksimivälke (h:min/v)				Teoreettisen maksimivälkkeen päiväkohtainen maksimivälke (h:min/pv)				Todellinen välkemäärä (h:min/v)			
	<i>Suositusarvo 30 h / v</i>				<i>Suositusarvo 30 min / pv</i>				<i>Suositusarvo 8 h / v</i>			
	VE1 HH200	VE2 HH200	VE1 HH180	VE2 HH180	VE1 HH200	VE2 HH200	VE1 HH180	VE2 HH180	VE1 HH200	VE2 HH200	VE1 HH180	VE2 HH180
A	53:17	27:06	52:11	26:34	0:57	0:30	0:58	0:30	5:12	2:38	4:58	2:32
B	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
C	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
D	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
E	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
F	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
G	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
H	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
I	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00

Taulukossa 4 on esitetty välkemallinnuksen tulokset tutkittujen skenaarioiden osalta, kun puuston vaikutusta ei ole huomioitu. Taulukkoon on koottu sekä vaihtoehdon 1 että vaihtoehdon 2 mallinnustulokset.

Mallinnustulosten perusteella väkettä on havaittavissa reseptoripisteessä A, kun puuston vaikutus huomioidaan. Pisteessä A teoreettisen maksimivälkkeen vuotuinen suositusarvo ylittyy vaihtoehdon 1 molemmilla napakorkeuksilla. Teoreettisen maksimivälkkeen vuorokausikohtainen suositusarvo ylittyy vaihtoehdon 1 molemmilla napakorkeuksilla. Vaihtoehdon 2 mukaisessa tilanteessa vuorokausikohtainen välkemäärä on sama kuin suositusarvo. Lasketun mukainen todellinen välkemäärä ei ylitä suositusarvoa reseptoripisteessä A vaihtoehdossa 1 tai vaihtoehdossa 2.

Taulukko 4. Välkemallinnuksen tulokset (puuston vaikutusta ei huomioitu).

Reseptoripiste	Teoreettinen maksimivälke (h:min/v)				Teoreettisen maksimivälkkeen päiväkohtainen maksimivälke (h:min/pv)				Todellinen välkemäärä (h:min/v)			
	<i>Suositusarvo 30 h / v</i>				<i>Suositusarvo 30 min / pv</i>				<i>Suositusarvo 8 h / v</i>			
	VE1 HH200	VE2 HH200	VE1 HH180	VE2 HH180	VE1 HH200	VE2 HH200	VE1 HH180	VE2 HH180	VE1 HH200	VE2 HH200	VE1 HH180	VE2 HH180
A	67:34	54:35	65:17	51:43	0:57	0:41	0:58	0:32	7:32	7:11	7:05	6:35
B	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
C	34:05	28:06	35:16	33:14	0:30	0:34	0:30	0:35	8:56	7:18	9:16	8:39
D	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
E	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
F	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
G	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
H	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
I	17:37	0:00	17:31	0:00	0:33	0:00	0:32	0:00	3:46	0:00	3:44	0:00

Mallinnustulosten perusteella väkettä on havaittavissa kolmessa reseptoripisteessä (A, C, I) tilanteessa, kun puuston vaikutusta ei huomioida.

Vaihtoehdossa 1 teoreettisen maksimivälkkeen vuotuinen suositusarvo ylittyy pisteessä A ja pisteessä C molemmilla tutkituilla napakorkeuksilla. Teoreettisen maksimivälkkeen vuorokausikohtainen suositusarvo ylittyy pisteissä A ja I molemmilla tutkituilla napakorkeuksilla. Pisteessä C välkemäärä on sama kuin suositusarvo molemmissa napakorkeusvaihtoehdoissa. Todellinen välkemäärä ylittää suositusarvon pisteessä C molemmilla tutkituilla napakorkeuksilla.

Vaihtoehdossa 2 teoreettisen maksimivälkkeen vuotuinen suositusarvo ylittyy pisteessä A molemmilla tutkituilla napakorkeuksilla ja pisteessä C napakorkeudella 180 m. Teoreettisen maksimivälkkeen vuorokausikohtainen suositusarvo ylittyy pisteessä A ja pisteessä C molemmilla tutkituilla napakorkeuksilla. Todellisen välkemäärän osalta suositusarvo ylittyy pisteessä C napakorkeuden ollessa 180 m.

5.2 Yhteisvaikutukset Leppäkankaan tuulivoimapuiston kanssa

Taulukossa 5 on esitetty yhteisvälkemallinnuksen tulokset tilanteessa, kun puuston vaikutus on huomioitu. Taulukossa 6 puolestaan on esitetty yhteisvälkemallinnuksen tulokset tilanteessa, kun puuston vaikutusta ei ole huomioitu.

Taulukko 5. Yhteisvälkemallinnuksen tulokset (puuston vaikutus huomioitu). Mallinnus tehty Leppämäen vaihtoehdoilla VE1 ja VE2 sekä Leppäkankaan tuulivoimapuiston vaihtoehdolla 1.

Reseptoripiste	Teoreettinen maksimivälke (h:min/v)		Teoreettisen maksimivälkkeen päiväkohtainen maksimivälke (h:min/pv)		Todellinen välkemäärä (h:min/v)	
	Suositusarvo 30 h / v		Suositusarvo 30 min / pv		Suositusarvo 8 h / v	
	VE1 HH200	VE2 HH200	VE1 HH200	VE2 HH200	VE1 HH200	VE2 HH200
A	53:17	27:06	0:57	0:30	5:12	2:38
B	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
C	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
D	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
E	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
F	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
G	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
H	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
I	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00

Mallinnustulosten perusteella välkettä on havaittavissa reseptoripisteessä A tilanteessa, kun puuston vaikutusta huomioidaan.

Vaihtoehdossa 1 teoreettinen maksimivälke ylittää suositusarvon vuositasolla sekä vuorokausitasolla. Vaihtoehdossa 2 vuosittainen suositusarvo ei ylity. Vuorokausikohtainen maksimivälke on laskentojen mukaan sama kuin suositusarvo. Todellinen välkemäärä ei laskentojen perusteella ylitä suositusarvoa kummassakaan vaihtoehdossa.

Taulukko 6. Yhteisvälkemallinnuksen tulokset (puuston vaikutusta ei huomioitu). Mallinnus tehty Leppämäen vaihtoehdoilla VE1 ja VE2 sekä Leppäkankaan tuulivoimapuiston vaihtoehdolla 1.

Reseptoripiste	Teoreettinen maksimivälke (h:min/v)		Teoreettisen maksimivälkkeen päiväkohtainen maksimivälke (h:min/pv)		Todellinen välkemäärä (h:min/v)	
	<i>Suositusarvo 30 h / v</i>		<i>Suositusarvo 30 min / pv</i>		<i>Suositusarvo 8 h / v</i>	
	VE1 HH200	VE2 HH200	VE1 HH200	VE2 HH200	VE1 HH200	VE2 HH200
A	67:34	54:35	0:57	0:41	7:32	7:11
B	87:38	87:38	0:46	0:46	22:03	22:03
C	42:42	36:43	0:30	0:34	10:45	9:07
D	6:05	6:05	0:22	0:22	1:08	1:08
E	122:48	122:48	1:18	1:18	29:57	29:57
F	78:02	78:02	0:52	0:52	16:12	16:12
G	43:21	43:21	0:32	0:32	11:23	11:23
H	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
I	17:37	0:00	0:33	0:00	3:46	0:00

Yhteisvälkemallinnuksen tulosten perusteella on todettavissa, että väkettä on havaittavissa kaikissa reseptoripisteissä pistettä H lukuun ottamatta. Mallinnuksen mukaan:

- Pisteessä A teoreettinen vuotuinen maksimivälke ja teoreettinen vuorokausittainen maksimivälke ylittää suositusarvon.
- Pisteessä B välkemäärä ylittyi kaikkien suositusarvojen osalta
- Pisteessä C välkemäärä ylittyi kaikkien suositusarvojen osalta lukuun ottamatta vuorokausikohtaista teoreettista maksimivälkettä vaihtoehdossa 1, missä välkemäärä on sama kuin suositusarvo
- Pisteessä D mikään suositusarvo ei ylity
- Pisteessä E välkemäärä ylittyi kaikkien suositusarvojen osalta
- Pisteessä F välkemäärä ylittyi kaikkien suositusarvojen osalta
- Pisteessä G välkemäärä ylittyi kaikkien suositusarvojen osalta
- Pisteessä I teoreettisen maksimivälkkeen määrä vuorokausitasolla ylittää suositusarvon vaihtoehdossa 1.

6. Johtopäätökset

Välkemallinnus on tehty Leppämäki Wind Farm Oy:n Leppämäen tuulivoimapuistolle kahdelle eri toteutusvaihtoehdolle. Vaihtoehdossa 1 alueelle sijoitetaan kuusi tuulivoimalaa ja vaihtoehdossa 2 viisi tuulivoimalaa. Näiden lisäksi vaihtoehtojen tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen yhteisvaikutuksia on arvioitu hankealueen itäpuolelle suunnitellun Leppäkankaan tuulivoimapuiston (Tuulikolmio Oy) voimaloiden kanssa.

Vaihtoehdot 1 ja 2

Mallinnuksen perusteella välkettä on havaittavissa yhdessä reseptoripisteessä (piste A) tilanteessa, kun puuston vaikutus huomioidaan mallinnuksessa. Pisteessä A teoreettisen maksimivälkkeen vuotuinen suositusarvo ylittyy vaihtoehdon 1 molemmilla napakorkeuksilla. Teoreettisen maksimivälkkeen vuorokausikohtainen suositusarvo ylittyy vaihtoehdon 1 molemmilla napakorkeuksilla. Vaihtoehdon 2 mukaisessa tilanteessa vuorokausikohtainen välkemäärä on sama kuin suositusarvo. Lasketun mukainen todellinen välkemäärä ei kuitenkaan ylitä suositusarvoa reseptoripisteessä A vaihtoehdossa 1 tai vaihtoehdossa 2.

Mallinnustulosten perusteella välkettä on havaittavissa kolmessa reseptoripisteessä (A, C, I) tilanteessa, kun puuston vaikutusta ei huomioida. Vaihtoehdossa 1 teoreettisen maksimivälkkeen vuotuinen suositusarvo ylittyy pisteessä A ja pisteessä C molemmilla tutkituilla napakorkeuksilla. Teoreettisen maksimivälkkeen vuorokausikohtainen suositusarvo ylittyy pisteissä A ja I molemmilla tutkituilla napakorkeuksilla. Pisteessä C välkemäärä on sama kuin suositusarvo molemmissa napakorkeusvaihtoehdoissa. Todellinen välkemäärä ylittää suositusarvon pisteessä C molemmilla tutkituilla napakorkeuksilla.

Vaihtoehdossa 2 teoreettisen maksimivälkkeen vuotuinen suositusarvo ylittyy pisteessä A molemmilla tutkituilla napakorkeuksilla ja pisteessä C napakorkeudella 180 m. Teoreettisen maksimivälkkeen vuorokausikohtainen suositusarvo ylittyy pisteessä A ja pisteessä C molemmilla tutkituilla napakorkeuksilla. Todellisen välkemäärän osalta suositusarvo ylittyy pisteessä C napakorkeuden ollessa 180 m.

Yhteisvaikutukset Leppäkankaan tuulivoimapuiston kanssa

Yhteisvälkemallinnuksen tulosten perusteella on todettavissa, että välkettä on havaittavissa kaikissa reseptoripisteissä pistettä H lukuun ottamatta. Mallinnuksen mukaan:

- Pisteessä A teoreettinen vuotuinen maksimivälke ja teoreettinen vuorokausittainen maksimivälke ylittävät suositusarvon.
- Pisteessä B välkemäärä ylittyy kaikkien suositusarvojen osalta
- Pisteessä C välkemäärä ylittyy kaikkien suositusarvojen osalta lukuun ottamatta vuorokausikohtaista teoreettista maksimivälkettä voimalavaihtoehdossa 1, missä välkemäärä on sama kuin suositusarvo
- Pisteessä D mikään suositusarvo ei ylity
- Pisteessä E välkemäärä ylittyy kaikkien suositusarvojen osalta
- Pisteessä F välkemäärä ylittyy kaikkien suositusarvojen osalta
- Pisteessä G välkemäärä ylittyy kaikkien suositusarvojen osalta
- Pisteessä I teoreettisen maksimivälkkeen määrä vuorokausitasolla ylittää suositusarvon Leppämäen voimalavaihtoehdossa 1.

Välkevaikutus muodostuu tilanteessa, kun aurinko paistaa havaintopisteestä katsottuna tuulivoimalan takapuolelta. Roottorin lapojen pyöriminen aiheuttaa liikkuvan varjon, joka voi tuulivoimalan sijainnista, koosta ja auringon korkeusasemasta riippuen ulottua jopa 1–3 kilometrin päähän tuulivoimalasta. Koska sääolosuhteet ja auringon korkeusasematiedot ovat yksityiskohtaisesti selvitettävissä ja ennustettavissa, voidaan vaikutusten lieventämiseksi tuulivoimalat ohjelmoida pysähtymään välkkeen kannalta kriittisiksi ajankohdiksi.

7. Lähteet

Ilmatieteen laitos, 2021. Tilastoja Suomen ilmastosta ja merestä 1991–2020. Raportteja 8/2021.

Ilmatieteen laitos, 2009. Suomen tuuliatlas (viitattu 9.12.2022).

Ympäristöministeriö, 2016. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu Päivitys 2016. Ympäristöministeriö, Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4634-3>.

8. Liitteet

- | | |
|---------|---|
| Liite 1 | Välkemannuskartat ja mallinnusohjelmiston tulostietolomakkeet, VE1 |
| Liite 2 | Välkemannuskartat ja mallinnusohjelmiston tulostietolomakkeet, VE2 |
| Liite 3 | Välkemannuskartat mallinnusohjelmiston tulostietolomakkeet, yhteisvaikutukset Leppäkankaan tuulivoimapuiston kanssa |