

Pyhäjärven Lauluräme tuulivoimapuisto

Välkeseelvitys



Muutosluettelo

Versio:	Päiväys:	Muutoksen kuvaus	Tarkastettu	Hyväksyjä
01	09.12.2025		Tiina Mönkäre	Tiina Mönkäre

Projekti: Pyhäjärven Laulurämeen tuulivoimapuiston välkeselvitys, kaavaehdotus
Työnumero: 25018130-003
Asiakas: Winda Energy Oy
Päiväys: 09.12.2025
Tekijä: Juho Ali-Tolppa

Sisältö

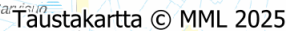
1.	JOHDANTO	4
2.	VÄLKE	6
3.	VÄLKKEEN OHJEARVOT	7
4.	LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT	7
4.1	Lähtötiedot	7
4.2	Menetelmät	9
5.	VÄLKEVAIKUTUKSET	9
5.1	Laulurämeen Pyhäjärven voimalat	9
5.2	Yhteisvaikutukset	11
5.3	Mallinnuksen epävarmuustekijät	13
6.	YHTEENVETO	14
7.	LÄHTEET	14
	LIITE 1. PYHÄJÄRVEN LAULURÄMEEN VOIMALOIDEN MALLINNUSTULOSTEITA	15
	LIITE 2. VÄLKKEEN YHTEISVAIKUTUSMALLINNUSTEN MALLINNUSTULOSTEITA	16

1. Johdanto

Tässä välkeselvityksessä on arvioitu mallintaen Laulurämeen tuulivoimapuiston Pyhäjärven kaupunkiin suunniteltujen voimaloiden välkevaikutuksia. Laulurämeen hankkeessa Pyhäjärven kaupungin puolelle suunnitellaan 11 tuulivoimalaa. Välkemallinnukset on tehty windPRO 4.1 -ohjelmiston SHADOW-moduulilla ja tulosten raportoinnissa on seurattu ympäristöministeriön ohjeistusta (Ympäristöministeriö, 2016).

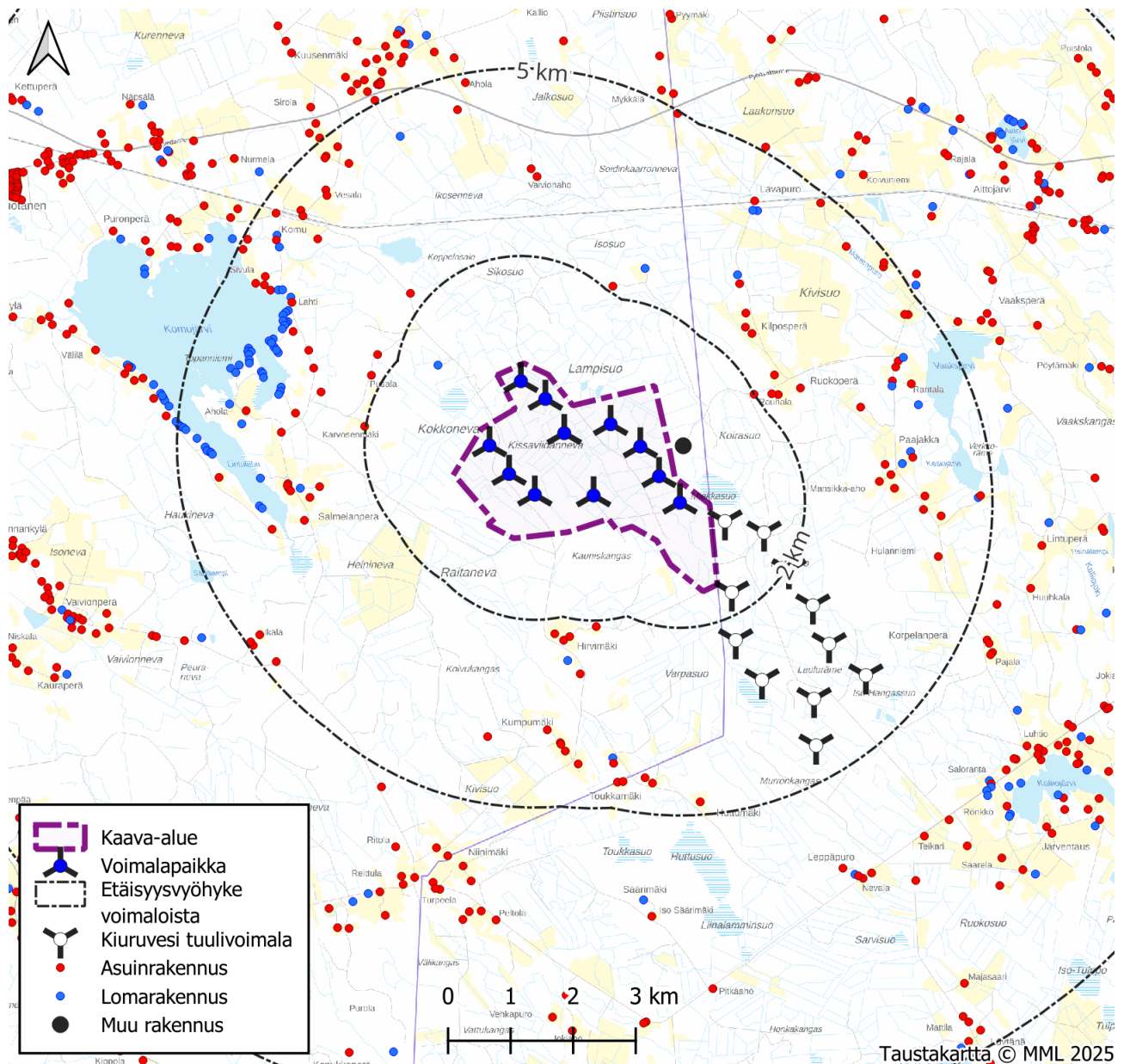
Välkemallinnuksissa on käytetty Laulurämeen voimaloissa Nordex N163/6.X -voimalamallin lähtötietoja. Pyhäjärven Laulurämeen kaavaehdotuksen voimaloiden napakorkeus on 220 metriä ja roottorin halkaisija on 200 metriä välkemallinnuksissa. Välkevaikutukset on mallinnettu ilman puuston vaikutuksen huomioimista sekä puuston suojaavan vaikutuksen kanssa.

Pyhäjärven Laulurämeen kaavaehdotuksessa tarkasteltujen voimaloiden sijainnit on esitetty karttakuvassa 1. Voimaloiden koordinaatit on esitetty liitteiden mallinnustulosteissa.



Kuva 1. Pyhäjärven Laulurämeen suunniteltujen voimaloiden sijainnit.

Tässä välkeselvityksessä on lisäksi arvioitu mallintaen välkkeen yhteisvaikutuksia. Välkkeen yhteisvaikutusmallinnuksessa on huomioitu Pyhäjärven Laulurämeen lisäksi Laulurämeen Kiuruveden puolelle suunnitellut tuulivoimalat. Yhteisvaikutusmallinnuksen voimaloiden sijainnit on esitetty alla olevalla kartalla. Yhteisvaikutusmallinnuksen voimaloiden sijaintikoordinaatit on esitetty mallinnustulosteissa.



Kuva 2. Yhteisvaikutusmallinnuksessa tarkasteltujen Laulurämeen Pyhäjärven sekä Laulurämeen Kiuruveden voimat.

2. Välke

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

Välkevaikutus riippuu sääoloista. Välkettä on usein 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 virallisia raja- tai ohjearvoja. Ympäristöhallinnon ohjeen (Ympäristöministeriö, 2016) mukaan on suositeltavaa käyttää apuna muiden maiden suosituksia välkkeen rajoittamisesta. Esimerkiksi Saksassa on rajoitettava maksimissaan kahdeksaan tuntiin vuodessa välkkeen määrä ns. todellisessa tilanteessa. Tanskassa sovelletaan tyypillisesti todellisen tilanteen raja-arvona kymmenentä tuntia vuodessa. Ruotsissa vastaava suositus on enintään 8 tuntia vuodessa ja 30 minuuttia päivässä. (Ympäristöministeriö, 2016) Niin sanotun todellisen tilanteen mallinnuksessa huomioidaan tilastoidut arvot auringonpaistetunneista sekä tuulen suunnan jakaumasta.

Lisäksi Saksassa on raja-arvo 30 minuuttia välkettä päivässä sekä 30 tuntia välkettä vuodessa teoreettisessa maksimitilanteessa (Ympäristöministeriö, 2016). Teoreettisella maksimitilanteen mallinnuksella tarkoitetaan tilannetta, jossa oletetaan auringon paistavan aina (auringonnoususta auringonlaskuun), turbiinien olevan aina käynnissä ja roottorin olevan kohtisuorassa rakennuksia kohti.

Tässä välkeselvityksessä mallinnettiin ns. todellisen tilanteen välkevaikutusaikoja (h:min/v), teoreettisen maksimivälkkeen vuotuisia välkevaikutusaikoja (h:min/v) ja teoreettisen maksimivälkkeen päiväkohtaisia maksimivälkeajoja (h:min/pv).

4. Lähtötiedot ja menetelmät

4.1 Lähtötiedot

Tuulivoimaloiden aiheuttamien välkevaikutusten laskennassa varjovälkettä huomioidaan, jos aurinko on vähintään yli 3 astetta horisontin yläpuolella. Tuulivoimalan lapaleveysmittojen (lavan maksimileveys ja lavan leveys 90 % etäisyydellä lavan tyvestä) keskiarvon avulla ohjelmisto laskee maksimietäisyyden voimalasta, johon välkevaikutukset lasketaan. Maksimitarkasteluetaisyys määritetään niin, että voimalan lapa peittää vähintään 20 % auringosta.

Mallinuksissa Laulurämeen voimaloissa on käytetty napakorkeutena 220 metriä ja roottorin halkaisijana 200 metriä. Laulurämeen voimaloissa on käytetty lähtötietona Nordexin N163/6.X -voimalan lapaleveystietoja, joita on arvioimalla kasvatettu, jotta laskennassa käytetyt lapaleveysmitat vastaisivat enemmän arvioinnissa tarkasteltavan tuulivoimalan kokoa. Mallinnuksessa käytetyt Laulurämeen voimaloiden lapaleveysmitat ovat:

Lavan maksimileveys: 4,52 m

Lavan leveys 90% etäisyydellä tyvestä: 1,48 m

Auringon keskimääräiset paistetunnit perustuvat Jyväskylän lentoaseman pitkäaikaisiin säätietoihin 1991-2020 (Ilmatieteen laitos, 2021). Laskentojen tuulen suuntana ja nopeusjakaumana käytettiin Ilmatieteen laitoksen Tuuliatlaksen dataa hankealueelta. Alla olevissa taulukoissa on esitetty ns. todellisen tilanteen välkevaikutusajan mallinuksissa käytetyt auringonpaistetunnit (Taulukko 1) ja tuulisuusdata (Taulukko 2). Taulukossa 2 esitetyissä tuulisuusarvoissa on huomioitu aineistossa esitetty tuotantotappioarvio (6,98 %).

Taulukko 1. Auringopaistetunnit Jyväskylän lentoasemalla (Ilmatieteenlaitos, 2021)

Kuukausi	Auringonpaistetunnit/kk (keskiarvo)	Auringonpaistetunnit/pv (keskiarvo)
Tammikuu	25	0,81
Helmikuu	63	2,25
Maaliskuu	136	4,39
Huhtikuu	179	5,97
Toukokuu	252	8,13
Kesäkuu	244	8,13
Heinäkuu	261	8,42
Elokuu	208	6,71
Syyskuu	123	4,10
Lokakuu	59	1,90
Marraskuu	20	0,67
Joulukuu	10	0,32

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

Ilmansuunta	Frekvenssi koko aineistolle (%)	Tuulisuus tuotantotappio huomioiden (h/v)
N	6,69	545
NNE	4,83	394
ENE	4,10	334
E	4,45	363
ESE	5,74	468
SSE	8,95	729
S	11,82	963
SSW	12,19	993
WSW	12,01	979
W	12,10	986
WNW	9,42	768
NNW	7,69	627

Voimaloista aiheutuvaa välkettä tarkasteltiin 10 reseptoripisteen (asuin- ja lomarakennukset) kohdalla Laulurämeen tuulivoimaloiden lähistöllä yksityiskohtaisemmin. Selvityksessä tarkasteltujen reseptoripisteiden koordinaatit ja rakennusluokitus on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Välkeselvityksessä tarkastellut reseptoripisteet (ETRS-TM35FIN)

Reseptoripisteen tunnus	Rakennusluokitus	Itä	Pohjoinen
R1	Asuinrakennus	463 088,4	7 058 697,4
R2	Asuinrakennus	465 344,3	7 056 970,5
R3	Asuinrakennus	467 349,0	7 055 579,1
R4	Asuinrakennus	468 290,4	7 054 379,2
R5	Asuinrakennus	469 126,4	7 052 810,3
R6	Asuinrakennus	466 765,7	7 049 400,6
R7	Asuinrakennus	462 822,4	7 053 259,5
R8	Asuinrakennus	462 159,2	7 053 144,8
R9	Asuinrakennus	459 119,7	7 056 458,1
R10	Lomarakennus	460 291,8	7 057 435,7

Maanmittauslaitoksen maastotietokannan (katsottu 18.11.2025) tietojen perusteella kaava-alueen itäpuolella, noin 680 metriä voimalasta 7 itään, sijaitsee lomarakennus. Kyseisestä rakennuksesta on tehty käyttötarkoituksen muutos luokkaan ”muu rakennus”, mikä on hyväksytty 12.3.2025. Tästä syystä kyseistä rakennusta ei ole huomioitu melumallinuksissa tarkastelupisteenä eikä meluvaikutusten arvioinnissa. Kyseinen rakennus on esitetty meluvyöhykekartalla ”muu rakennus”-selitteellä. Lisäksi kaava-alueen luoteispuolella, noin 1350 metriä länteen Laulurämeen Pyhäjärven voimalasta 5, sijaitsee maastotietokannan perusteella lomarakennus. Kyseinen rakennus on mallinuksissa tarkastelurakennus R10. Kyseisen rakennuksen osalta käyttötarkoituksen muutos on vireillä.

4.2 Menetelmät

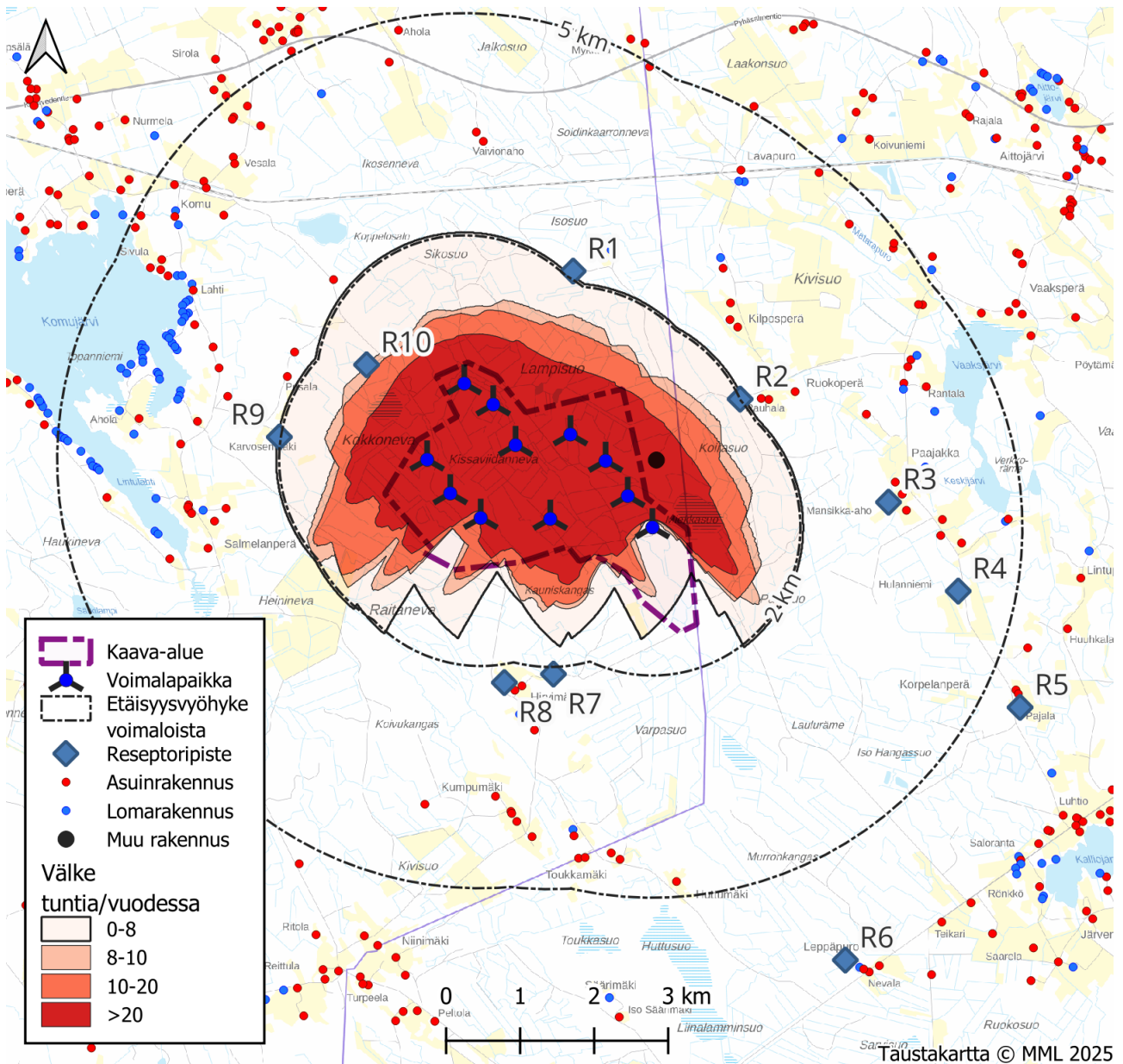
Tuulivoimaloiden aiheuttama välke on mallinnettu windPRO 4.1 -ohjelman SHADOW-moduulilla. Välkkeen havaintokorkeutena käytettiin 1,5 metriä. Välkevaikutuksen laskentaikkunan leveys on 1 m, korkeus 1 m ja ikkunan oletetaan sijaitsevan 1 metrin korkeudella maanpinnasta. Mallinnukset tehtiin reseptoripisteiden ollessa ns. kasvihuone-tilassa, jossa rakennukseen kohdistuvaa välkettä huomioidaan ilmansuunnasta riippumatta.

Maaston korkeusaineistona mallinuksissa on käytetty Maanmittauslaitoksen kymmenen metrin korkeusmallia. Mallinnukset tehtiin ilman puuston suojaavan vaikutuksen huomioimista.

5. Välkevaikutukset

5.1 Laulurämeen Pyhäjärven voimalat

Laulurämeen Pyhäjärven tuulivoimaloiden välkemallinnuksen tulokset ns. todellisen tilanteen välkevaikutusajalle (h:min/v), teoreettiselle vuotuiselle maksimivälkeajalle (h:min/v) sekä teoreettisen maksimivälkkeen päiväkohtaiselle maksimivälkeajalle (h:min/pv) reseptoripisteiden kohdilla on esitetty taulukossa 4. Laulurämeen Pyhäjärven tuulivoimaloiden mallinnustulosten mukainen välkevyöhykekartta ns. todellisen tilanteen välkevaikutusajalle on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Laulurämeen Pyhäjärven voimaloiden ns. todellisen tilanteen välkevaikutuksen (h/v) mallinnuksen tuloksien mukainen välkevyöhykekartta. Mallinnus tehty ilman puuston suojaavan vaikutuksen huomioimista.

Mallinnustuloksien perusteella ns. todellisen tilanteen välkevaikutusaika ylittää Saksan raja-arvon (8 h/v) ja Ruotsissa käytetyn suositusarvon (8 h/v) yhden tarkastelurakennuksen kohdalla (R10). Mallinnustulosten perusteella myös teoreettinen vuotuinen maksimivälkeäika ja teoreettisen maksimivälkkeen päiväkohtainen maksimivälkeäika ylittää Saksan raja-arvon (30 h/v ja 30 min/pv) yhden tarkastelurakennuksen kohdalla (R10). (Taulukko 4) Kyseisen lomarakennuksen (R10) osalta käyttötarkoituksen muutos on vireillä.

Taulukko 4. Laulurämeen Pyhäjärven voimaloiden välkemallinnuksen ns. todellisen tilanteen välkevaikutuksen (h:min/v), teoreettisen vuotuisen maksimivälkevaikutuksen (h:min/v) ja teoreettisen maksimivälkkeen päiväkohtaisen maksimivälkevaikutuksen (h:min/pv) mallinnustulokset tarkastelurakennusten R1-R10 kohdilla.

Reseptoripiste	Ns. todellisen tilanteen välkevaikutus (h:min/v)	Teoreettinen vuotuinen maksimivälkevaikutus (h:min/v)	Teoreettisen maksimivälkkeen päiväkohtainen maksimivälkevaikutus (h:min/pv)
R1	0:00	0:00	0:00
R2	2:47	18:47	0:24
R3	0:00	0:00	0:00
R4	0:00	0:00	0:00
R5	0:00	0:00	0:00
R6	0:00	0:00	0:00
R7	0:00	0:00	0:00
R8	0:00	0:00	0:00
R9	1:44	8:41	0:23
R10	8:08	48:04	0:42

5.2 Yhteisvaikutukset

Laulurämeen Pyhäjärven voimaloiden välkevaikutusten lisäksi tässä selvityksessä arvioitiin välkkeen yhteisvaikutuksia mallintaen Laulurämeen Kiuruveden voimaloiden kanssa. Välkkeen yhteisvaikutusten arvioinnissa välkevaikutuksia mallinnettiin luvussa 4 esitetyin lähtötiedoin sekä menetelmin ja tarkastelurakennuksina käytettiin taulukossa 3 esitettyjä tarkastelurakennuksia. Yhteisvaikutusmallinnusten voimaloiden sijaintikoordinaatit on esitetty liitteen 2 mallinnustulosteissa. Yhteisvaikutusmallinnuksessa Laulurämeen Kiuruveden voimaloissa on käytetty samoja lähtötietoja kuin Laulurämeen Pyhäjärven voimaloissa. Yhteisvaikutusmallinnuksessa käytettyjen tuulivoimapuistojen tuulivoimalamäärät, napakorkeudet, roottorin halkaisijat, voimalatyyppit, lavan maksimileveydet sekä lavan leveydet 90 % etäisyydellä tyvestä on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Tuulivoimaloiden lähtötietoja yhteisvaikutusmallinnuksessa.

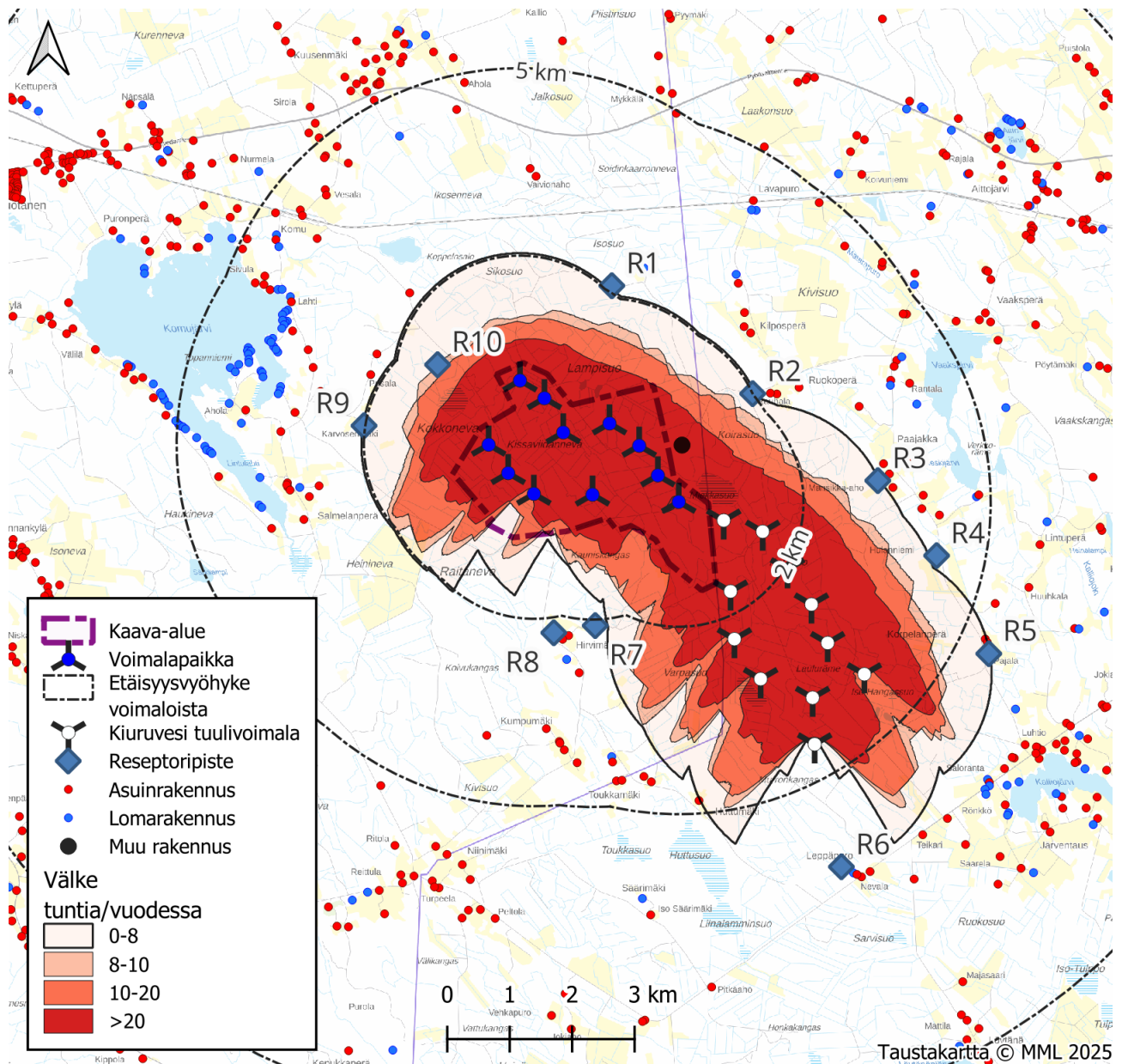
Tuulivoimapuisto	Tuulivoimaloiden määrä	Napakorkeus (m)	Roottorin halkaisija (m)	Voimalatyyppi	Lavan maksimileveys (m)	Lavan leveys 90 % etäisyydellä tyvestä (m)
Lauluräme-Pyhäjärvi	11	220	200	Nordex N163/6.X	4,52	1,48
Lauluräme-Kiuruvesi	11	220	200	Nordex N163/6.X	4,52	1,48

Laulurämeen yhteisvaikutusvälkemallinnuksen tulokset ns. todellisen tilanteen välkevaikutusajalle (h:min/v), teoreettiselle maksimivälkeajalle (h:min/v) sekä teoreettisen maksimivälkkeen päiväkohtaiselle maksimivälkeajalle (h:min/pv) reseptoripisteiden kohdilla on esitetty taulukossa 6. Laulurämeen yhteisvaikutusmallinnuksen ns. todellisen tilanteen välkevaikutusajan (h/v) välkevyöhykekartta on esitetty kuvassa 4.

Sweco | Pyhäjärven Laulurämeen kaavaehdotus, välkeselvitys

Työnumero: 250128130-003

Päiväys: 09.12.2025 Versio: 01



Kuva 4. Lulurämeen yhteisvaikutusmallinnustulosten mukainen ns. todellisen tilanteen välkevyöhykekartta (h/v). Mallinnus tehty ilman puuston suojaavan vaikutuksen huomioimista.

Mallinnustulosten perusteella Lulurämeen Pyhäjärven ja Lulurämeen Kiuruveden voimaloista arvioidaan aiheutuvan välkkeen yhteisvaikutuksia, koska Kiuruveden voimaloiden välkevyöhykkeet yhdistyvät Pyhäjärven voimaloiden välkevyöhykkeisiin kiinni mallinnustulosten perusteella ja näin ollen kasvattavat välkevaikutuksia (Kuva 4).

Mallinnustulosten perusteella vuotuinen ns. todellisen tilanteen välkevaikutus ylittää Saksan raja-arvon ja Ruotsin suositusarvon (8 h/v) yhden tarkastelurakennuksen (lomarakennus R10) kohdalla, mutta tulosten perusteella mallinnettu välkemäärä tarkastelurakennuksen kohdalla ei kasva yhteisvaikutusmallinnuksessa verrattuna pelkän Pyhäjärven Lulurämeen voimaloiden välkemallinnukseen.

Teoreettisen maksimivälkkeen yhteisvaikutusmallinnustulosten perusteella yhden tarkastelurakennuksen kohdalla (Iomarakenus R10) ylittyy Saksan vuotuinen raja-arvo (30 h/v), mutta tulosten perusteella mallinnettu välkemäärä kyseisen tarkastelurakennuksen kohdalla ei kasva yhteisvaikutusmallinnuksessa verrattuna pelkän Pyhäjärven Laulurämeen voimaloiden välkemallinnukseen. Yhteisvaikutusmallinnustulosten perusteella myös teoreettisen maksimivälkkeen päiväkohtainen maksimivälkemäärä ylittää Saksan raja-arvon (30 min/pv) yhden tarkastelurakennuksen (Iomarakenus R10) kohdalla, mutta tulosten perusteella mallinnettu välkemäärä tarkastelurakennuksen kohdalla ei kasva yhteisvaikutusmallinnuksessa verrattuna pelkän Pyhäjärven Laulurämeen voimaloiden välkemallinnukseen. Kyseisen rakennuksen (R10) osalta käyttötarkoituksen muutos on vireillä.

Taulukko 6. Laulurämeen yhteisvaikutusmallinnuksen ns. todellisen tilanteen välkevaikutuksen (h:min/v), teoreettisen maksimivälkkeen (h:min/v) sekä teoreettisen maksimivälkkeen päiväkohtaisen maksimivälkeajan (h:min/pv) mallinnustulokset reseptoripisteiden A-M kohdilla.

Reseptoripiste	Ns. todellisen tilanteen välkevaikutus (h:min/v)	Teoreettinen vuotuinen maksimivälkevaikutus (h:min/v)	Teoreettisen maksimitilanteen päiväkohtainen maksimivälkevaikutus (h:min/pv)
R1	0:00	0:00	0:00
R2	2:47	18:47	0:24
R3	2:45	18:31	0:23
R4	0:00	0:00	0:00
R5	1:41	8:32	0:23
R6	0:00	0:00	0:00
R7	0:00	0:00	0:00
R8	0:00	0:00	0:00
R9	1:44	8:41	0:23
R10	8:08	48:04	0:42

5.3 Mallinnuksen epävarmuustekijät

Niin sanotun todellisen tilanteen välkevaikutuksen mallinnustulos perustuu tuulisuuden ja auringonpaisteen tilastolliseen dataan, jolla pyritään kuvastamaan todennäköistä tilannetta. Välkkeen määrä saattaa poiketa mallinnetuista arvoista, mikäli sääolosuhteet eroavat merkittävästi mallinnuksessa käytetyistä tilastoiduista 30 vuoden auringonpaisteen keskiarvoista. Mallinnuksessa käytetyt auringonpaistetunnit ovat Jyväskylän lentoaseman sääasemalla mitattuja. Välkkeen muodostumiseen vaikuttaa tuulivoimaloiden käyttöaste, jonka pienentyessä välke yksittäisessä pisteessä saattaa pienentyä.

Mallinnuksissa reseptoripisteissä käytettiin niin sanottua kasvihuoneoletusta, jossa reseptoripisteisiin kohdistuvaa välkettä tarkastellaan ilmansuunnasta riippumatta. Todellisessa tilanteessa välkevaikutusten suuruus rakennuksen sisällä riippuu ikkunoiden suunnasta ja koosta.

Välkemallinnukset on tehty ilman puuston vaikutuksen huomioimista. Puusto vähentää näkyvyyttä voimaloille huomattavasti ja vähentää välkevaikutusta, mutta puuston peittävyys vaihtelee vuodenaikojen ja vuosien välillä, minkä takia mallinnukset on tehty ilman puuston suojaavan vaikutuksen huomioimista.

Mallinnuksessa on arvioitu Laulurämeen voimaloiden lavan leveysmittoja suuremmiksi kuin Nordexin N163/6.X:n osalta on windPRO:n mallinnusohjelmiston voimalakirjastossa ilmoitettu, koska voimalakirjastossa saatavilla olevat voimalamitat perustuvat pienemmän roottorin halkaisijan voimalan mittoihin. Suurempi lavan leveys kasvattaa välkkeen muodostumisen maksimietäisyyttä ja välkemäärää. Lavan pituuden ja leveysmittojen pienentyessä välkkeen määrä tarkastelupisteessä pienenee. Välkemallinnukset tulee päivittää viimeistään rakentamislupavaiheessa toteutukseen valittavan voimalamallin napakorkeuden, roottorin halkaisijan sekä lapaleveysmittojen mukaisiksi.

6. Yhteenvedo

Tässä välkeselvityksessä on mallinnusten avulla arvioitu suunnitellun Laulurämeen Pyhäjärven tuulivoimaloiden välkevaikutusaikoja. Välkemallinnukset tehtiin Laulurämeen Pyhäjärven 11 voimalan sijoitussuunnitelmalle. Välkemallinnukset tehtiin ilman puuston vaikutusten huomioimista. Mallinuksissa Laulurämeen voimaloiden napakorkeus oli 220 metriä ja roottorin halkaisija 200 metriä.

Laulurämeen Pyhäjärven 11 voimalan sijoitussuunnitelman mallinnustulosten perusteella ns. todellisen tilanteen välkevaikutus ylittää Saksan raja-arvon ja Ruotsin suositusarvon (8 h/v) yhden mallinnuksen tarkastelurakennuksen (lomarakenus R10) kohdalla. Mallinnustulosten perusteella myös vuotuinen teoreettisen maksimivälkkeen Saksan raja-arvo (30 h/v) ja teoreettisen maksimivälkkeen päiväkohtaisen maksimivälkeajan Saksan raja-arvo (30 min/pv) ylittyvät yhden mallinnuksen tarkastelurakennuksen kohdalla (lomarakenus R10). Kyseisen lomarakenuksen R10 käyttötarkoituksen muutos on vireillä.

Lisäksi tässä välkeselvityksessä arvioitiin mallintaen Laulurämeen Pyhäjärven voimaloiden välkkeen yhteisvaikutuksia Laulurämeen Kiuruveden voimaloiden kanssa. Myös välkkeen yhteisvaikutusmallinnukset tehtiin ilman puuston suojaavan vaikutuksen huomioimista.

Laulurämeen Pyhäjärven yhteisvaikutusmallinnustuloksien perusteella Laulurämeen Kiuruveden tuulivoimaloista arvioidaan aiheutuvan välkkeen yhteisvaikutuksia, koska Kiuruveden ja Pyhäjärven tuulivoimaloiden ns. todellisen tilanteen välkevaikutuksen välkeytyshykkeet yhdistyvät keskenään.

Niin sanotun todellisen tilanteen välkevaikutuksen yhteisvaikutusmallinnustulosten Saksan raja-arvo ja Ruotsin suositusarvo (8 h/v) ylittyy yhden tarkastelurakennuksen (lomarakenus R10) kohdalla. Teoreettisen vuotuisen maksimivälkkeen ja teoreettisen maksimivälkkeen päiväkohtaisen maksimivälkeajan yhteisvaikutusmallinnuksen tuloksien perusteella yhden tarkastelurakennuksen (lomarakenus R10) kohdalla ylittyy Saksan raja-arvot (30 h/v) ja (30 min/pv). Mallinnustulosten perusteella kyseisen tarkastelurakennuksen (R10) kohdalla yhteisvaikutusmallinnuksessa välkeajat eivät kasva verrattuna pelkän Laulurämeen Pyhäjärven voimaloiden välkemallinnustuloksiin.

7. Lähteet

Ilmatieteen laitos, 2009. Suomen Tuuliatlas. Tuulisuustiedot koordinaattipisteessä Lat. 63.63765 Long. 26.24757. <http://tuuliatlas.fmi.fi/> (Luettu 20.11.2025).

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

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

LIITE 1. Pyhäjärven Laulurämeen voimaloiden mallinnustulosteita

SHADOW - Main Result

Calculation: Lauluräme_välkemallinnus_08122025

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade
Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence 3 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
0,81 2,25 4,39 5,97 8,13 8,13 8,42 6,71 4,10 1,90 0,67 0,32

Operational time
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum
545 394 334 363 468 729 963 993 979 986 768 627 8 149

Monthly aggregation of real case reduction
A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
DHM: Korkeusmalli 10m
Receptor grid resolution: 1,0 m
Topographic shadow included in calculation

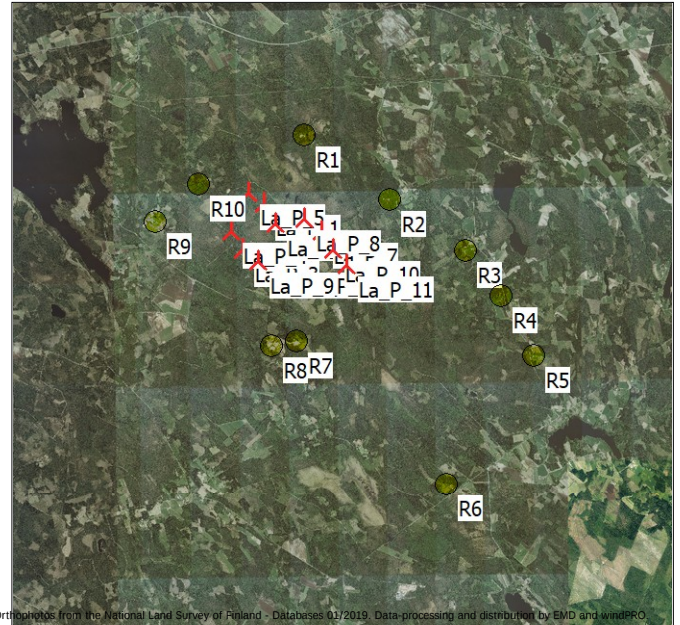
All coordinates are in
Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTGs

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM
			[m]									[RPM]
La_P_1	462 008,7	7 056 897,2	155,8	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	220,0	2 032	10,7
La_P_10	463 826,0	7 055 662,4	164,6	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	220,0	2 032	10,7
La_P_11	464 159,9	7 055 239,1	167,2	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	220,0	2 032	10,7
La_P_2	462 779,4	7 055 354,5	161,1	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	220,0	2 032	10,7
La_P_3	461 428,5	7 055 698,5	171,2	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	220,0	2 032	10,7
La_P_4	461 115,5	7 056 153,6	161,3	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	220,0	2 032	10,7
La_P_5	461 617,5	7 057 180,7	155,9	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	220,0	2 032	10,7
La_P_6	462 310,5	7 056 349,7	157,6	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	220,0	2 032	10,7
La_P_7	463 526,9	7 056 136,9	162,0	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	220,0	2 032	10,7
La_P_8	463 051,5	7 056 493,5	159,5	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	220,0	2 032	10,7
La_P_9	461 839,8	7 055 366,9	175,3	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	220,0	2 032	10,7

Shadow receptor-Input

No.	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
R1	463 088,4	7 058 697,4	167,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R10	460 291,8	7 057 435,7	161,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R2	465 344,3	7 056 970,5	167,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R3	467 349,0	7 055 579,1	143,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R4	468 290,4	7 054 379,2	148,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R5	469 126,4	7 052 810,3	152,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R6	466 765,7	7 049 400,6	163,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R7	462 822,4	7 053 259,5	189,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R8	462 159,2	7 053 144,8	194,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R9	459 119,7	7 056 458,1	168,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0



SHADOW - Main Result

Calculation: Lauluräme_välkemallinnus_08122025

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case		Shadow, expected values	
	Shadow hours	Shadow days	Max shadow	Shadow hours
	per year	per year	hours per day	per year
	[h/year]	[days/year]	[h/day]	[h/year]
R1	0:00	0	0:00	0:00
R10	48:04	109	0:42	8:08
R2	18:47	63	0:24	2:47
R3	0:00	0	0:00	0:00
R4	0:00	0	0:00	0:00
R5	0:00	0	0:00	0:00
R6	0:00	0	0:00	0:00
R7	0:00	0	0:00	0:00
R8	0:00	0	0:00	0:00
R9	8:41	30	0:23	1:44

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case	Expected
		[h/year]	[h/year]
La_P_1	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (34)	10:46	2:04
La_P_10	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (43)	9:50	1:18
La_P_11	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (44)	0:00	0:00
La_P_2	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (35)	0:00	0:00
La_P_3	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (36)	0:00	0:00
La_P_4	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (37)	27:08	4:01
La_P_5	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (38)	19:14	3:52
La_P_6	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (39)	0:00	0:00
La_P_7	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (40)	8:57	1:28
La_P_8	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (41)	0:00	0:00
La_P_9	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (42)	0:00	0:00

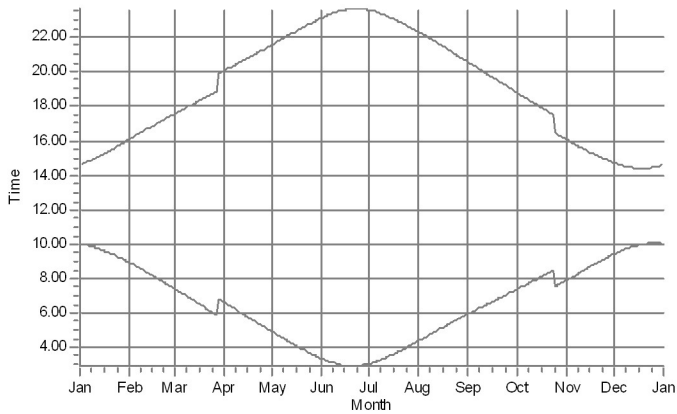
Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

The calculation of the total expected values for a given receptor assumes a weighted average directional reduction for all WTGs contributing to shadow flicker within the same day. In the case where shadow flicker from different WTGs is not concurrent within the day, the total expected time at a given receptor may deviate marginally from the individual flicker time caused by each turbine separately.

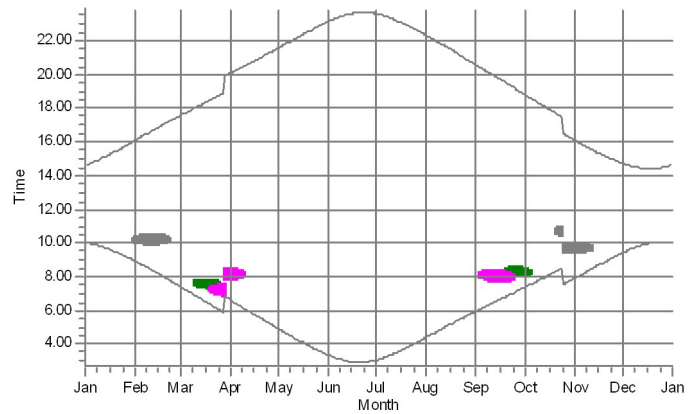
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Lauluräme_välkemaalinnus_08122025

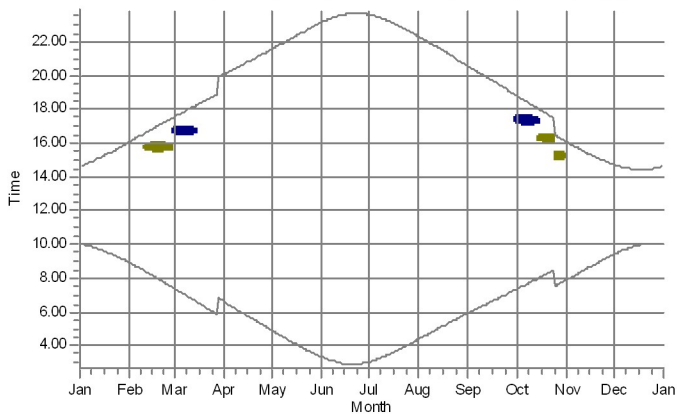
R1: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (3)



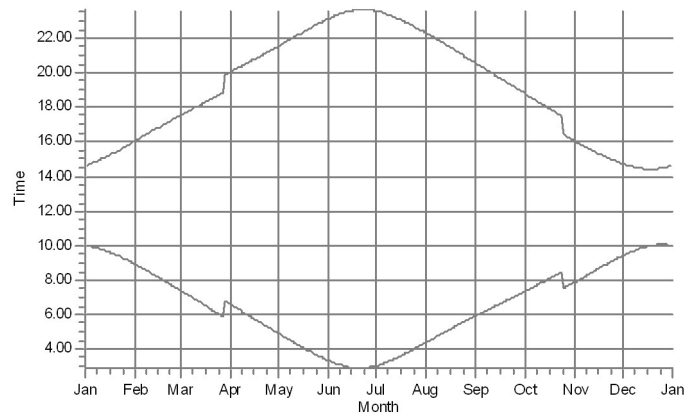
R10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (2)



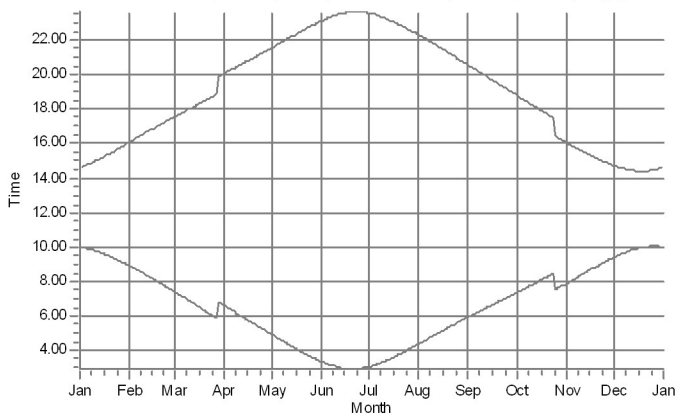
R2: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (4)



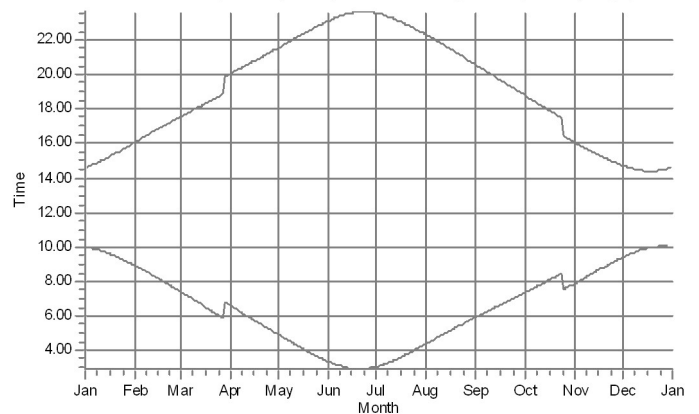
R3: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (5)



R4: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (6)



R5: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (7)

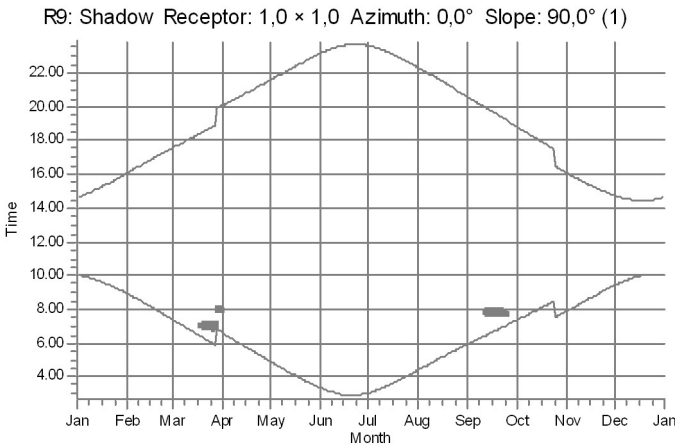
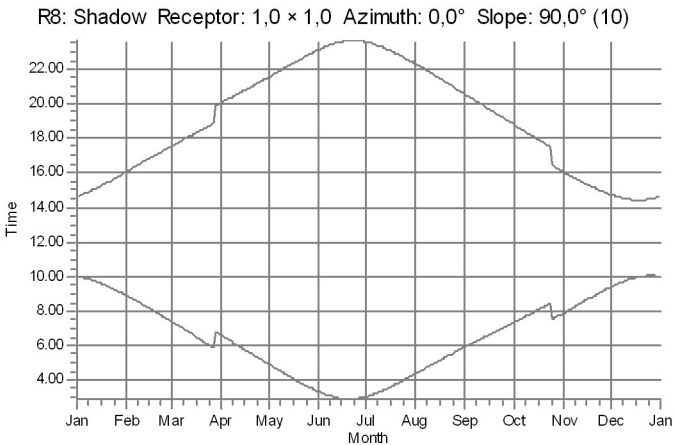
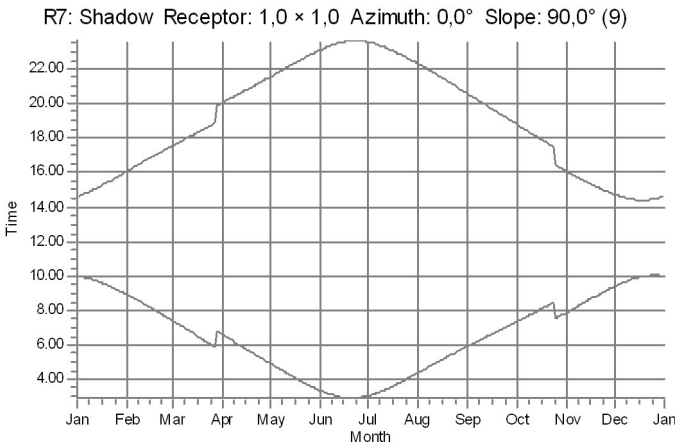
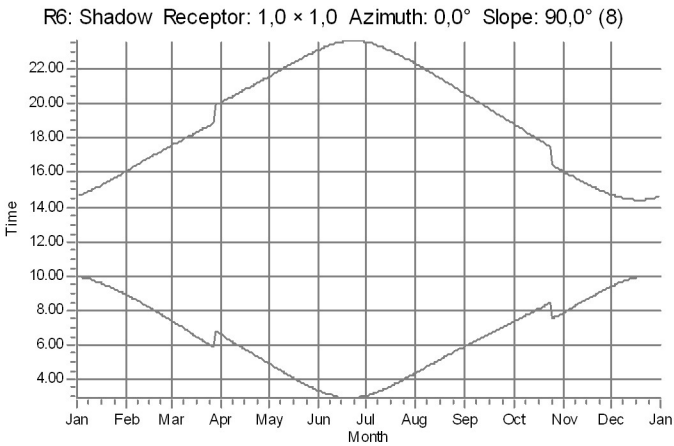


WTGs

	La_P_1: NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (34)
	La_P_4: NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (37)
	La_P_5: NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (38)

	La_P_7: NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (40)
	La_P_10: NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (43)

SHADOW - Calendar, graphical
Calculation: Lauluräme_välkemaalinnus_08122025



WTGs

La_P_4: NORDEX N163/6.X 6800 200.0 IO! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (37)

LIITE 2. Väkkeen yhteisvaikutusmallinnusten mallinnustulosteita

Project:

Lauluräme

Licensed user:

Sweco Finland Oy
Ilmalanportti 2
FI-00240 Helsinki

Juho Ali-Tolppa / juho.ali-tolppa@sweco.fi

Calculated:

8.12.2025 21.26/4.1.292

SHADOW - Main Result

Calculation: Lauluräme_yhteisvaikutukset_valkemallinnus_08122025

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence

Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade

Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence

3 °

Day step for calculation

1 days

Time step for calculation

1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,81	2,25	4,39	5,97	8,13	8,13	8,42	6,71	4,10	1,90	0,67	0,32

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
545	394	334	363	468	729	963	993	979	986	768	627	8 149

Monthly aggregation of real case reduction

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:

DHM: Korkeusmalli 10m

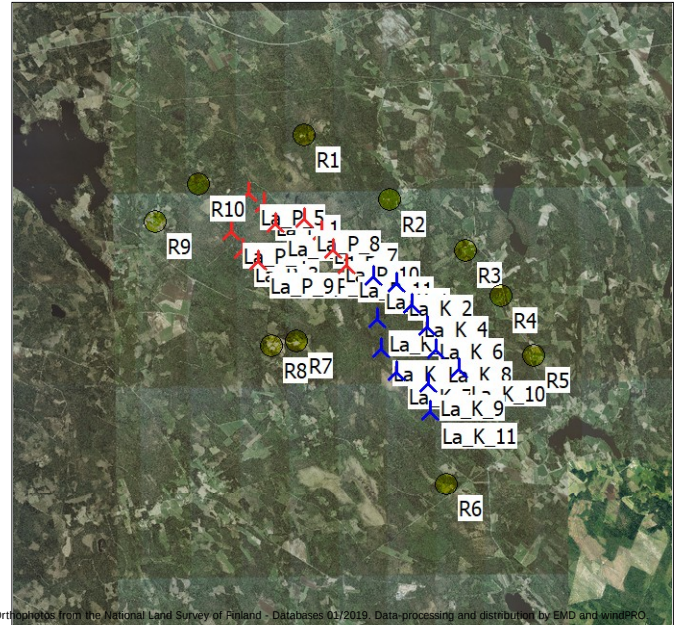
Receptor grid resolution: 1,0 m

Topographic shadow included in calculation

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTGs



Orthophotographs from the National Land Survey of Finland - Databases 01/2019. Data-processing and distribution by EMD and windPRO.

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type		Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.				Calculation distance [m]	RPM
			[m]								[RPM]
La_K_1	464 883,1	7 054 937,0	167,5	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_K_10	467 133,8	7 052 477,1	159,6	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_K_11	466 333,1	7 051 362,0	173,1	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_K_2	465 508,1	7 054 762,0	165,2	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_K_3	464 985,2	7 053 810,2	175,7	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_K_4	465 903,4	7 054 162,5	162,0	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_K_5	465 058,8	7 053 039,9	171,9	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_K_6	466 287,3	7 053 596,9	164,9	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_K_7	465 473,4	7 052 410,5	174,3	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_K_8	466 547,1	7 052 982,6	166,9	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_K_9	466 302,0	7 052 105,8	174,1	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_P_1	462 008,7	7 056 897,2	155,8	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_P_10	463 826,0	7 055 662,4	164,6	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_P_11	464 159,9	7 055 239,1	167,2	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_P_2	462 779,4	7 055 354,5	161,1	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_P_3	461 428,5	7 055 698,5	171,2	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_P_4	461 115,5	7 056 153,6	161,3	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_P_5	461 617,5	7 057 180,7	155,9	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_P_6	462 310,5	7 056 349,7	157,6	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_P_7	463 526,9	7 056 136,9	162,0	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_P_8	463 051,5	7 056 493,5	159,5	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7
La_P_9	461 839,8	7 055 366,9	175,3	NORDEX N163/6.X 6800...	Yes	NORDEX	N163/6.X-6 800	6 800	200,0	2 032	10,7

Shadow receptor-Input

No.	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
R1	463 088,4	7 058 697,4	167,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R10	460 291,8	7 057 435,7	161,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R2	465 344,3	7 056 970,5	167,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R3	467 349,0	7 055 579,1	143,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R4	468 290,4	7 054 379,2	148,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R5	469 126,4	7 052 810,3	152,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R6	466 765,7	7 049 400,6	163,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Lauluräme_yhteisvaikutukset_välkemaalinnus_08122025

...continued from previous page

No.	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
R7	462 822,4	7 053 259,5	189,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R8	462 159,2	7 053 144,8	194,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R9	459 119,7	7 056 458,1	168,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	
R1	0:00	0	0:00	0:00	
R10	48:04	109	0:42	8:08	
R2	18:47	63	0:24	2:47	
R3	18:31	63	0:23	2:45	
R4	0:00	0	0:00	0:00	
R5	8:32	28	0:23	1:41	
R6	0:00	0	0:00	0:00	
R7	0:00	0	0:00	0:00	
R8	0:00	0	0:00	0:00	
R9	8:41	30	0:23	1:44	

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
La_K_1	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (56)	0:00	0:00
La_K_10	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (64)	8:32	1:41
La_K_11	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (66)	0:00	0:00
La_K_2	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (57)	8:40	1:29
La_K_3	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (58)	0:00	0:00
La_K_4	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (59)	9:51	1:16
La_K_5	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (60)	0:00	0:00
La_K_6	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (61)	0:00	0:00
La_K_7	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (63)	0:00	0:00
La_K_8	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (62)	0:00	0:00
La_K_9	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (65)	0:00	0:00
La_P_1	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (34)	10:46	2:04
La_P_10	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (43)	9:50	1:18
La_P_11	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (44)	0:00	0:00
La_P_2	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (35)	0:00	0:00
La_P_3	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (36)	0:00	0:00
La_P_4	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (37)	27:08	4:01
La_P_5	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (38)	19:14	3:52
La_P_6	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (39)	0:00	0:00
La_P_7	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (40)	8:57	1:28
La_P_8	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (41)	0:00	0:00
La_P_9	NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !O! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (42)	0:00	0:00

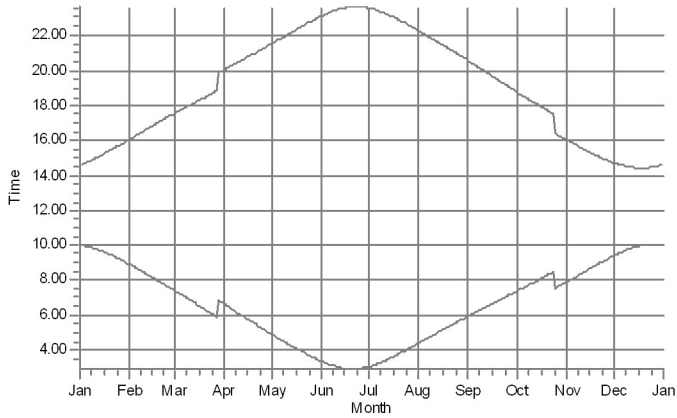
Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

The calculation of the total expected values for a given receptor assumes a weighted average directional reduction for all WTGs contributing to shadow flicker within the same day. In the case where shadow flicker from different WTGs is not concurrent within the day, the total expected time at a given receptor may deviate marginally from the individual flicker time caused by each turbine separately.

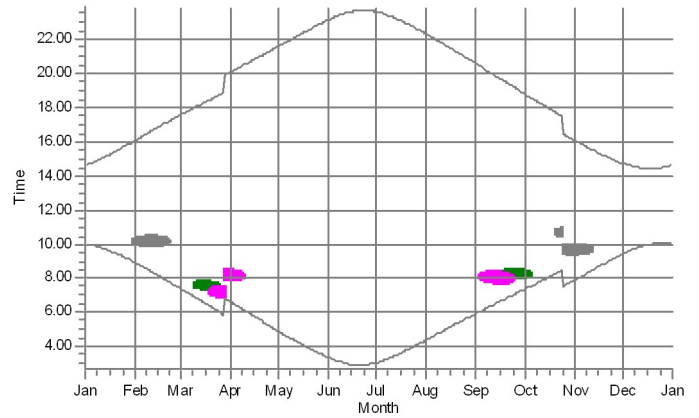
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Lauluräme_yhteisvaikutukset_välkemallinnus_08122025

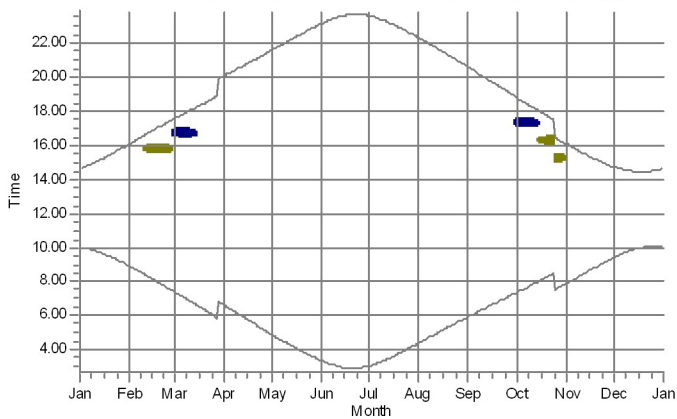
R1: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (3)



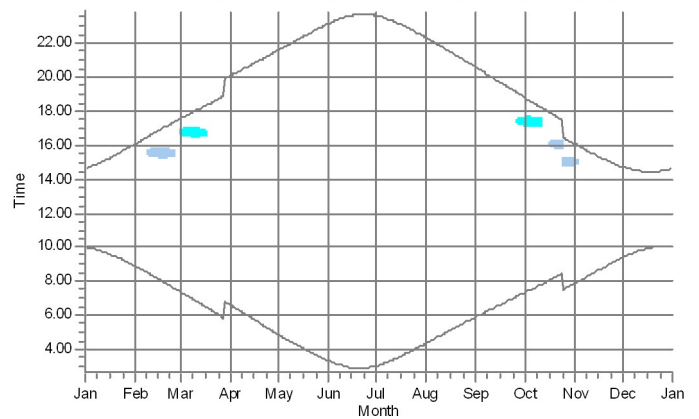
R10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (2)



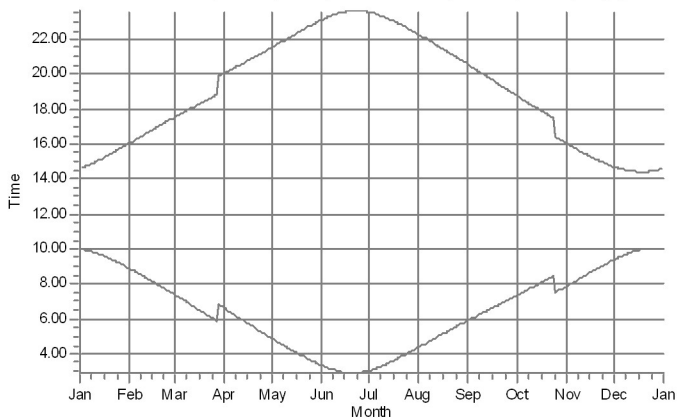
R2: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (4)



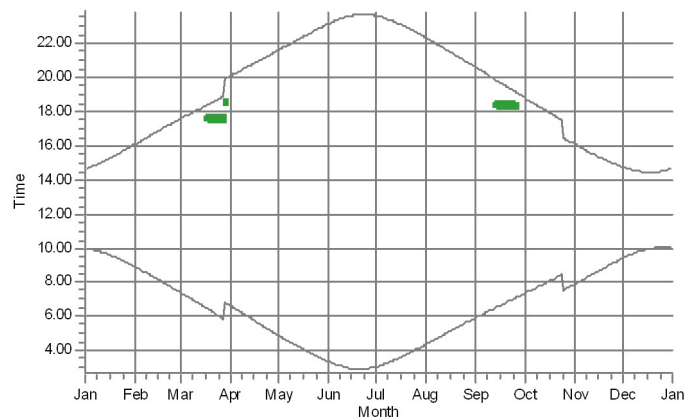
R3: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (5)



R4: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (6)



R5: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (7)



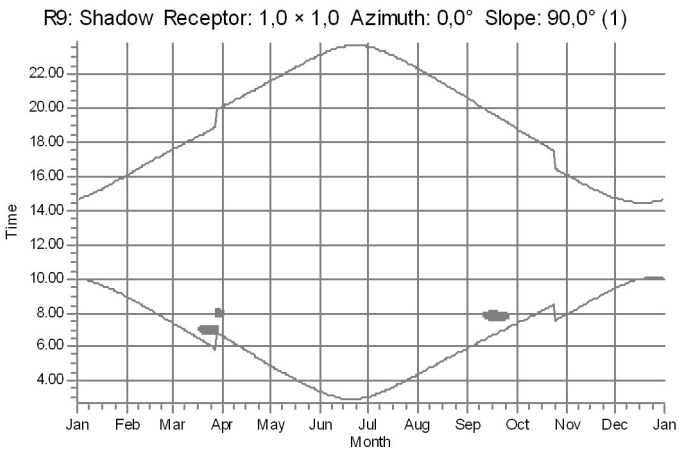
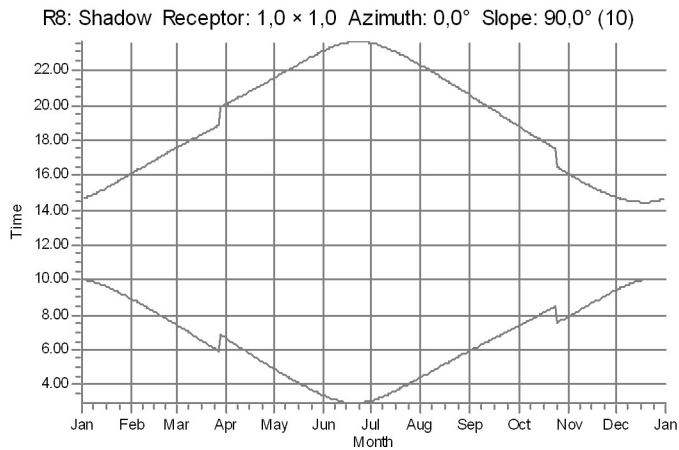
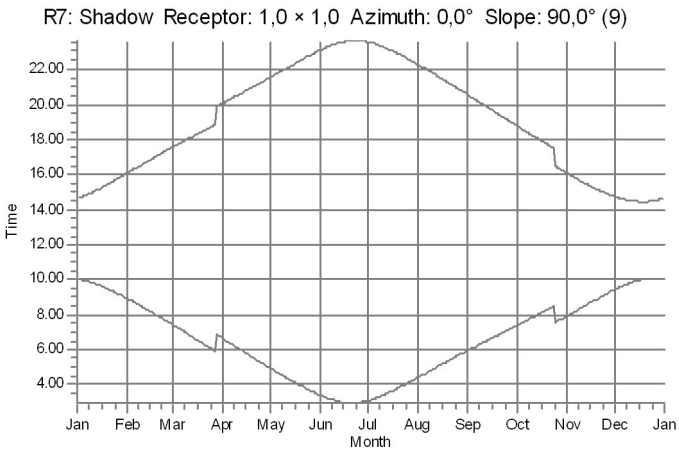
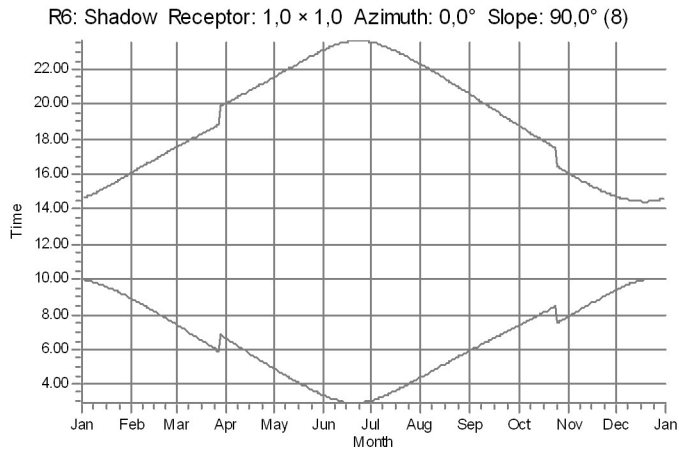
WTGs

La_P_1: NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !OI hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (34)
La_P_4: NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !OI hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (37)
La_P_5: NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !OI hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (38)
La_P_7: NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !OI hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (40)

La_P_10: NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !OI hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (43)
La_K_2: NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !OI hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (57)
La_K_4: NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !OI hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (59)
La_K_10: NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !OI hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (64)

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Lauluräme_yhteisvaikutukset_välkemaalinnus_08122025



WTGs

La_P_4: NORDEX N163/6.X 6800 200.0 !OI! hub: 220,0 m (TOT: 320,0 m) (37)